

VARIANTES DO

MEIO AMBIENTE:

Atuação, interdisciplinaridade e Sustentabilidade

ROGER GOULART MELLO
PATRÍCIA GONÇALVES DE FREITAS
ORGANIZADORES



2021

VARIANTES DO

MEIO AMBIENTE

Atuação, interdisciplinaridade e Sustentabilidade

ROGER GOULART MELLO
PATRÍCIA GONÇALVES DE FREITAS
ORGANIZADORES



2021

2021 by Editora e-Publicar
Copyright © Editora e-Publicar
Copyright do Texto © 2021 Os autores
Copyright da Edição © 2021 Editora
e-Publicar
Direitos para esta edição cedidos à
Editora e-Publicar pelos autores

Editora Chefe

Patrícia Gonçalves de Freitas

Editor

Roger Goulart Mello

Diagramação

Roger Goulart Mello

Projeto Gráfico e Edição de Arte

Patrícia Gonçalves de Freitas

Revisão

Os Autores

VARIANTES DO MEIO AMBIENTE: ATUAÇÃO, INTERDISCIPLINARIDADE E SUSTENTABILIDADE, VOL. 1

Todo o conteúdo dos capítulos, dados, informações e correções são de responsabilidade exclusiva dos autores. O download e compartilhamento da obra são permitidos desde que os créditos sejam devidamente atribuídos aos autores. É vedada a realização de alterações na obra, assim como sua utilização para fins comerciais.

A Editora e-Publicar não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Conselho Editorial

Alessandra Dale Giacomini Terra – Universidade Federal Fluminense

Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa

Andrelize Schabo Ferreira de Assis – Universidade Federal de Rondônia

Bianca Gabriely Ferreira Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Cristiana Barcelos da Silva – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro

Cristiane Elisa Ribas Batista – Universidade Federal de Santa Catarina

Daniel Ordane da Costa Vale – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Danyelle Andrade Mota – Universidade Tiradentes

Dayanne Tomaz Casimiro da Silva - Universidade Federal de Pernambuco

Diogo Luiz Lima Augusto – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro

Elis Regina Barbosa Angelo – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Ernane Rosa Martins - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás

Fábio Pereira Cerdera – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Francisco Oricelio da Silva Brindeiro – Universidade Estadual do Ceará

Gláucio Martins da Silva Bandeira – Universidade Federal Fluminense

Helio Fernando Lobo Nogueira da Gama - Universidade Estadual De Santa Cruz

Inaldo Kley do Nascimento Moraes – Universidade CEUMA

João Paulo Hergesel - Pontifícia Universidade Católica de Campinas

Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro



2021

Jordany Gomes da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Jucilene Oliveira de Sousa – Universidade Estadual de Campinas
Luana Lima Guimarães – Universidade Federal do Ceará
Luma Mirely de Souza Brandão – Universidade Tiradentes
Mateus Dias Antunes – Universidade de São Paulo
Milson dos Santos Barbosa – Universidade Tiradentes
Naiola Paiva de Miranda - Universidade Federal do Ceará
Rafael Leal da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Rita Rodrigues de Souza - Universidade Estadual Paulista
Willian Douglas Guilherme - Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

V299 Variantes do meio ambiente [livro eletrônico] : atuação, interdisciplinaridade e sustentabilidade: volume 1 / Organizadores Roger Goulart Mello, Patrícia Gonçalves de Freitas. – Rio de Janeiro, RJ: e-Publicar, 2021.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
ISBN 978-65-89950-05-9

1. Meio ambiente – Conservação. 2. Sustentabilidade. I. Mello, Roger Goulart, 1992-. II. Freitas, Patrícia Gonçalves de, 1992-.
CDD 363.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Editora e-Publicar

Rio de Janeiro – RJ – Brasil
contato@editorapublicar.com.br
www.editorapublicar.com.br



2021

Apresentação

É com grande satisfação que a **Editora e-Publicar** vem apresentar a obra intitulada “**Variantes do meio ambiente: atuação, interdisciplinaridade e sustentabilidade, Volume 1**”. Neste livro, engajados pesquisadores contribuíram com suas pesquisas. A obra é composta por 30 capítulos que abordam múltiplos temas.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Editora e-Publicar

Roger Goulart Mello

Patrícia Gonçalves de Freitas

Sumário

CAPÍTULO 1	13
ÁREAS CONTAMINADAS: COMPORTAMENTO DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS EM SUBSUPERFÍCIE E CONSIDERAÇÕES SOBRE SUA REMEDIAÇÃO.....	13

Adriana Correia de Velosa

CAPÍTULO 2	25
DIÁLOGO SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	25

Albertina Marília Alves Guedes

CAPÍTULO 3	37
LEITOS DE SECAGEM NA DESIDRATAÇÃO DE LODO DE ESGOTO SANITÁRIO-MODELAGEM MATEMÁTICA	37

Arthur Aparecido Janoni Lima
Joseane Débora Peruço Theodoro
Ramiro José Espinheira Martins

CAPÍTULO 4	57
PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR DIGESTÃO ANAERÓBIA DE GLICEROL BRUTO ..57	

Camila Gabrielle Reis Queiroz
Luiz Mário Nelson de Góis
Ramiro José Espinheira Martins

CAPÍTULO 5	81
PERFIL DAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE REFEIÇÕES DESENVOLVIDAS EM UM RESTAURANTE INSTITUCIONAL	81

Carlos André Martins da Silva
Angelo Gabriel Cunha da Silva
João Henrique Sousa Nascimento
Lorrana Oliveira dos Santos Moura
Pedro Lucas da Silva Oliveira
Cecília Teresa Muniz Pereira
Dalva Muniz Pereira

CAPÍTULO 6 89
PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS: SUSTENTABILIDADE DE
PRODUÇÃO E POSSIBILIDADES DE COMERCIALIZAÇÃO NAS FEIRAS LIVRES
DE MARINGÁ (PARANÁ)..... 89

César Augusto Canciam
Camila Schubert Marques dos Reis
Fernanda Schubert Marques dos Reis Ricobello
Jackson Benedito Netto Ricobello

CAPÍTULO 7 100
PRÁTICAS ADEQUADAS DE MANEJO DOS RESÍDUOS DE SAÚDE PRODUZIDOS
EM DOMICILIO 100

Claudenisa Mara de Araújo Vieira
Maria do Socorro Vieira Lopes

CAPÍTULO 8 115
MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA ACERCA DO USO DA MORINDA
CITRIFOLIA- (NONI) NO BRASIL EM UM CENÁRIO DE CONTROVÉRSIAS SOBRE
A SUA SEGURANÇA ALIMENTAR..... 115

Cleide Mara Barbosa da Cruz
Anderson Rosa da Silva
Cristiane Monteiro de Farias Rezende
Mário Jorge Campos dos Santos
Jonas Pedro Fabris

CAPÍTULO 9 127
AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE EM EMPRESAS DE RESÍDUOS
SÓLIDOS: ESTUDO MULTI CASOS EM MS E GO 127

Laiz Mello
Daniela Althoff Philippi

CAPÍTULO 10 147
CONFLITOS ENVOLVENDO ASSASSINATOS DE ATIVISTAS AMBIENTAIS NAS
MACRORREGIÕES BRASILEIRAS..... 147

Diego Malvasio Bertolino
Adriana Malvasio
Fábio de Jesus Castro

CAPÍTULO 11 153
USO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR) EM RIOS PERENES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO 153
DOI 10.47402/ed.ep.c202119621159

João Hemerson de Sousa
Manuella Feitosa Leal
Orianna dos Santos
Ana Carolina Landim Pacheco
Edson Lourenço da Silva
Tamaris Gimenez Pinheiro

CAPÍTULO 12 164
DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: POSSIBILIDADE OU UTOPIA? 164

Fernanda Cardoso de Menezes Bahia
Rodrigo Guerra Carvalheira

CAPÍTULO 13 186
TRATAMENTO DO LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E DO CONCENTRADO DE UNIDADE DE OSMOSE INVERSA PELO PROCESSO DE FENTON EM UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO 186

Gabriela Pinheiro Prates
Luiz Mario Nelson de Góis
Ramiro José Espinheira Martins

CAPÍTULO 14 198
UMA ANÁLISE SOBRE SISTEMAS UTILIZADOS E FATORES IMPORTANTES NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM 198

Gelbis Martins Agostinho
Jalimar Martins Agostinho Maia
Aline Peixoto Vilaça Dias
Eliana Crispim França Luquetti
Carlos Henrique Medeiros de Souza

CAPÍTULO 15 208
AUTOMAÇÃO NA COMPOSTAGEM: UM PROTÓTIPO PARA ACELERAÇÃO DO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA 208

Gelbis Martins Agostinho
Jalimar Martins Agostinho Maia
Aline Peixoto Vilaça Dias
Carlos Henrique Medeiros de Souza

CAPÍTULO 16	226
A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS REGIONAIS E RECICLADOS NA CONSTRUÇÃO DE CASAS FLUTUANTES	226

Helisson de Jesus Costa
Pedro Paulo Santos da Silva
Allan Almeida Dias
Haroldo da Costa Maciel

CAPÍTULO 17	235
A JUSTIÇA AMBIENTAL APLICADA AO ESPAÇO URBANO: INSTRUMENTOS DE ORDENAMENTO NACIONAL.....	235

Isabôhr Mizza Veloso dos Santos
Isabella Ayezza Veloso dos Santos

CAPÍTULO 18	246
O TERRITÓRIO E AS POLÍTICAS PÚBLICAS: INTERAÇÕES COM A AGRICULTURA FAMILIAR NO CAMPO.....	246

Isabôhr Mizza Veloso dos Santos
Isabella Ayezza Veloso dos Santos

CAPÍTULO 19	257
MINIESTAÇÃO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO DE ÁGUA BARRENTE EM UNIDADES DE PRODUÇÃO FAMILIAR SITUADAS NO TERRITÓRIO IDENTIDADE VELHO CHICO	257

Jacson Rogério Damasceno
Marcos Aurélio da Silva

CAPÍTULO 20	263
DESTINO DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS: UMA BREVE REVISÃO	263

Allison Berghahn
Ronaldo Elias
Leonita Beatriz Girardi
Janine Farias Menegaes
Milene Auler
Ítalo Girardi Ferreira

CAPÍTULO 21	277
EXTRATOS VEGETAIS PARA TRATAMENTO DE SEMENTES: UMA BREVE REVISÃO	277

Janine Farias Menegaes
Janete Denardi Muraneto
Felipe de Lima Franzen
Tatiana Taschetto Fiorin
Ubirajara Russi Nunes
Leonita Beatriz Girardi

CAPÍTULO 22	288
LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS NO MUNICÍPIO DE TAPERA, RS	288

Allison Berghahn
Ronaldo Elias
Leonita Beatriz Girardi
Janine Farias Menegaes
Milene Auler

CAPÍTULO 23	303
GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE	303

Francisco Rauzito Neris dos Santos
José Deomar de Souza Barros

CAPÍTULO 24	312
GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS	312

Francisco Rauzito Neris dos Santos
José Deomar de Souza Barros

CAPÍTULO 25	322
RECEITAS A BASE DE CASCAS E SEMENTES COMO ALTERNATIVA PARA DIMINUIR O DESPERDÍCIO DE RECURSOS NATURAIS	322

Davina Camelo Chaves
Efraim Costa Pereira
José Sebastião Cidreira Vieira
Queli Cristina Fidelis
Mesaque Carvalho França
Makson Rangel de Melo Rodrigues
Maria de Lourdes Silva Lima
Mohrama Paz de Melo Silva

CAPÍTULO 26	342
DISCIPLINA DE DIREITO AMBIENTAL EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR E SUA CONTRIBUIÇÃO NA DISSEMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS	342

Liciane Oliveira da Rosa
Vanessa Faria de Oliveira
Karine Fonseca de Souza
Maiara Moraes Costa
Jayne Da Silva Andrade
Luciara Bilhalva Corrêa
Érico Kunde Corrêa

CAPÍTULO 27	355
PRINCÍPIOS AMBIENTAIS: MECANISMOS PARA EFETIVAÇÃO DA SOLIDARIEDADE INTERGERACIONAL	355

Lucas Melo Rodrigues de Sousa
Paola Moreira de Oliveira
Fábio Júnio Gonçalves de Oliveira
Otávio Augusto de Freitas Alves
Raphael Teixeira do Vale
Maurício Fontana Filho

CAPÍTULO 28	365
REDUÇÃO DE PERDAS NA PÓS COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS	365

Lucia Tamires Gehrman Buchweitz
Rosana Colussi

CAPÍTULO 29	372
ANÁLISE SENSORIAL DE MACARRÃO COM FARINHA DE PESCADO DEFUMADO	372

Lucia Tamires Gehrman Buchweitz
Pâmela Malavolta
Raquel Moreira Oliveira
Nádia Carbonera

CAPÍTULO 30	378
PROPOSTA DE MODELO PARA O CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA BRUTA NO ESTADO DO CEARÁ ADOTANDO COEFICIENTES PONDERADORES	378

Marcus Vinícius Sousa Rodrigues
Marisete Dantas de Aquino



CAPÍTULO 1

ÁREAS CONTAMINADAS: COMPORTAMENTO DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS EM SUBSUPERFÍCIE E CONSIDERAÇÕES SOBRE SUA REMEDIAÇÃO

Adriana Correia de Velosa, Doutora em Química, Pesquisadora, Carnegie Mellon University

RESUMO


Áreas contaminadas são um problema enfrentado mundialmente por aqueles países industrializados cujo processo de industrialização se instalou sem que houvesse uma preocupação ou zelo pelo meio ambiente ou pela saúde da população em geral. É um problema que atinge tanto países desenvolvidos quanto países em desenvolvimento, embora sua relevância se encontre em diferentes estágios. Com o avanço do conhecimento científico relacionado à toxicidade de inúmeros compostos químicos e seu impacto ecológico e na saúde humana, estabeleceram-se diversas leis mundo afora visando inibir o processo de contaminação industrial além de tentar se minimizar os danos causados pelo estabelecimento do processo de remediação destas áreas contaminadas. No entanto, para isto, é necessário que se compreenda como os contaminantes se comportam quando dispostos em subsuperfície, pois assim poder-se-á planejar a técnica mais adequada para a remediação da área. Neste capítulo são abordados os principais fatores químico, físico e biológicos que determinam o comportamento de contaminantes orgânicos em subsuperfície. Além disso, algumas considerações gerais para o estabelecimento de técnicas específicas de remediação são feitas.

PALAVRAS-CHAVE: LNAPL, DNAPL, adsorção, transporte, degradação

INTRODUÇÃO

A demanda por água doce no mundo vem aumentando à medida que a população mundial cresce, o que, segundo as Nações Unidas, ocorre a uma taxa de 80 milhões de pessoas/ano, acarretando em um crescimento na demanda por água de cerca de 64 bilhões m³/ano (ONU, 2009). Isso, aliado ao fato de que anualmente cerca de 300 milhões de toneladas de compostos químicos sintéticos, usados em indústrias e pela população em geral, são parcialmente despejados em águas naturais, além da contaminação difusa oriunda da aplicação anual de 140 milhões de toneladas de fertilizantes e outros milhões de toneladas de pesticidas aplicados em lavouras (Schwarzenbach et al., 2006), faz com que tenhamos a necessidade de recuperar os corpos d'água poluídos para garantir o suprimento de água com qualidade para o futuro.

Mesmo num país como o Brasil, rico em termos de disponibilidade hídrica superficial, é comum o uso da água subterrânea. Um exemplo é o estado de São Paulo que tendo, de um



modo geral, água de excelente qualidade (salvo alguns aquíferos contendo fluoreto ou cromo naturais), a utiliza como fonte para o suprimento de água potável para cerca de 16 % da população, chegando a contribuir com 100% do abastecimento em alguns municípios do noroeste do estado, demonstrando a grande importância e necessidade da preservação dos aquíferos (Hirata et al., 2007).


Uma área contaminada, segundo a CETESB, pode ser definida como:

“uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Nessa área, os poluentes ou contaminantes podem concentrar-se em subsuperfície nos diferentes compartimentos do ambiente, como por exemplo, no solo, nos sedimentos, nas rochas, nos materiais utilizados para aterrar os terrenos, nas águas subterrâneas ou, de uma forma geral, nas zonas não saturada e saturada, além de poderem concentrar-se nas paredes, nos pisos e nas estruturas de construções” (CETESB, 2021).

Embora não haja no Brasil um cadastro nacional de áreas contaminadas, os estados de Minas Gerais e, principalmente, o de São Paulo apresentam uma relação de áreas que vem aumentando ao longo dos anos com a implementação de políticas públicas de gestão ambiental, tais como a obrigatoriedade do licenciamento de postos de serviços (Res. Conama nº 273/01 e SMA 05/01), a necessidade de renovação das diferentes modalidades de licenciamento ambiental e notificação de encerramento de atividades potencialmente poluidoras (Dec. nº47.400/02) e a atuação conjunta de diferentes órgãos estaduais (Secretarias da Saúde, Meio Ambiente e Energia, Recursos Hídricos e Saneamento) na expedição de termos de outorga de direito de uso das águas subterrâneas (Resolução Conjunta SMA/SERHS/SES nº 03/06).

Diante da necessidade premente de remediar estas áreas contaminadas, que oferecem risco à saúde da população e/ou ao meio ambiente, diversas técnicas têm sido utilizadas, entre elas aquelas denominadas de *ex situ*, onde o solo é retirado do local para posterior tratamento físico, químico ou biológico. Existem também as técnicas de remediação *in situ*, nas quais o tratamento ocorre no local da contaminação e sem que o solo seja removido, dentre essas as mais utilizadas atualmente no Brasil são o bombeamento e tratamento e a extração de vapores do solo, que são técnicas físicas de transferência dos contaminantes e que, além de serem caras e demoradas, não alcançam eficiência total em prazo legal uma vez que dependem de equilíbrios de partição e de transferência de fase dos contaminantes orgânicos (Rivett et al., 2006).

As técnicas químicas *in situ* de tratamento de áreas contaminadas são aquelas que promovem a solubilização, redução e/ou oxidação dos contaminantes orgânicos visando sua destruição total. Entretanto, para a implantação de qualquer sistema de remediação (químico,



físico ou biológico) eficiente é necessário que se compreenda o comportamento e o transporte dos contaminantes em subsuperfície e isto inclui não apenas o conhecimento de suas características físico-químicas, mas também as características químicas e hidrogeológicas do meio e suas interações com o contaminante(Schwarzenbach et al., 2006).

TRANSPORTE E COMPORTAMENTO DE CONTAMINANTES ORGÂNICOS EM SUBSUPERFÍCIE


O transporte de contaminantes nas zonas vadosa e saturadas são diferentes devido às suas diferentes condições. Na zona vadosa, ou não-saturada, tem-se, em geral, uma grande concentração de matéria orgânica e extensa atividade biológica decorrente da presença de oxigênio, sendo uma região de interface gás-água. Além disso, as condições químicas variam muito uma vez que esta zona está sujeita à diluição por aumento do nível da água subterrânea decorrente de chuvas sazonais. De uma forma geral o transporte na zona vadosa pode ser considerado como sendo principalmente verticalizado, seguindo a ação da gravidade(Kanti Sen and Khilar, 2006).

Já a zona saturada possui bem menos matéria orgânica e oxigênio dissolvido, tendo também uma menor capacidade de sorção. Suas condições químicas são mais estáveis no tempo e espaço uma vez que sofre menos influência dos processos de diluição e evapotranspiração.⁶ O transporte de contaminantes na zona saturada pode ser considerado como sendo principalmente horizontal e governado por processos físicos e bio-físico-químicos(Kanti Sen and Khilar, 2006; Mackay et al., 1985).

PROCESSOS FÍSICOS

Quando um contaminante orgânico se encontra dissolvido na água subterrânea ele está sujeito às mesmas forças hidrodinâmicas que a água. Dessa forma ele é transportado por processos físicos como: a advecção, que é o resultado do fluxo da água subterrânea por gradiente de pressão, ou seja, a água caminha do maior para o menor potencial, sem que haja variação da concentração; e a dispersão hidrodinâmica, responsável pelo espalhamento do contaminante no aquífero e formação da pluma de contaminação, que é um processo composto pela dispersão mecânica (função do coeficiente de dispersividade e da velocidade linear média) e pela difusão molecular efetiva (função da tortuosidade do meio e da difusão molecular)(Kanti Sen and Khilar, 2006; Palma and Zuquette, 2005).

A dispersividade é um dos parâmetros mais difíceis de ser obtido, pois é dependente da escala, do grau de heterogeneidade e anisotropia do meio, sendo necessário o uso de traçadores



como o iodeto, por exemplo, para poder determiná-la experimentalmente (Batlle-Aguilar et al., 2009).

PROCESSOS BIO-FÍSICO-QUÍMICOS

Baseando-se na densidade relativa dos contaminantes orgânicos em relação à água, o grupo de compostos líquidos não miscíveis em água e denominados NAPLs (*nonaqueous phase liquids*), pode ser dividido em LNAPLs (*light nonaqueous phase liquids*), os menos densos, e DNAPLs (*dense nonaqueous phase liquids*), os mais densos que a água. Combustíveis fósseis derivados do petróleo podem ser citados como exemplos de LNAPLs, enquanto que solventes halogenados, creosoto, PCBs e alguns pesticidas são exemplos de DNAPLs (Allard and Neilson, 1997; Newell et al., 2006).

O tamanho e espessura dos poros, a proporção entre água e ar nos poros e a quantidade de matéria orgânica presente, são exemplos de fatores específicos que afetam a mobilidade do contaminante no solo. Além disso, a solubilidade em água e a volatilidade do composto vão ditar a probabilidade de particionamento deste para a fase gasosa, dissolvida ou livre (composto puro) no solo.

Considerando-se apenas a densidade do poluente, pode-se afirmar que os LNAPLs migram verticalmente através do solo, a partir de uma fonte superficial e por gravidade, através da zona não saturada. Ao atingir o nível d'água essa fase livre do LNAPL permanece sobre a franja capilar ou flutuando sobre a coluna d'água, gerando uma pluma de contaminação. Parte dessa pluma acaba se dissolvendo pelo contato permanente com a água, gerando uma pluma de fase dissolvida na água subterrânea (Newell et al., 2006).

Quando a quantidade de NAPL é muito pequena, todo o contaminante pode ficar retido nos poros como fase residual (saturação). Porém, se a quantidade for grande, os NAPLs podem acabar se estendendo à zona saturada, ficando retidos na forma de gânglios que são formados pelo processo de aprisionamento destes fluidos pelos poros e gerados a partir da variação sazonal do nível d'água local. Esses gânglios permanecem no interior do solo como fase residual, de difícil remoção e localização, mantendo-se como uma fonte contínua de contaminação ao se dissolverem na água subterrânea (Ferreira et al., 2004). A figura 1A mostra todas as fases formadas pelo vazamento de LNAPS em solos.

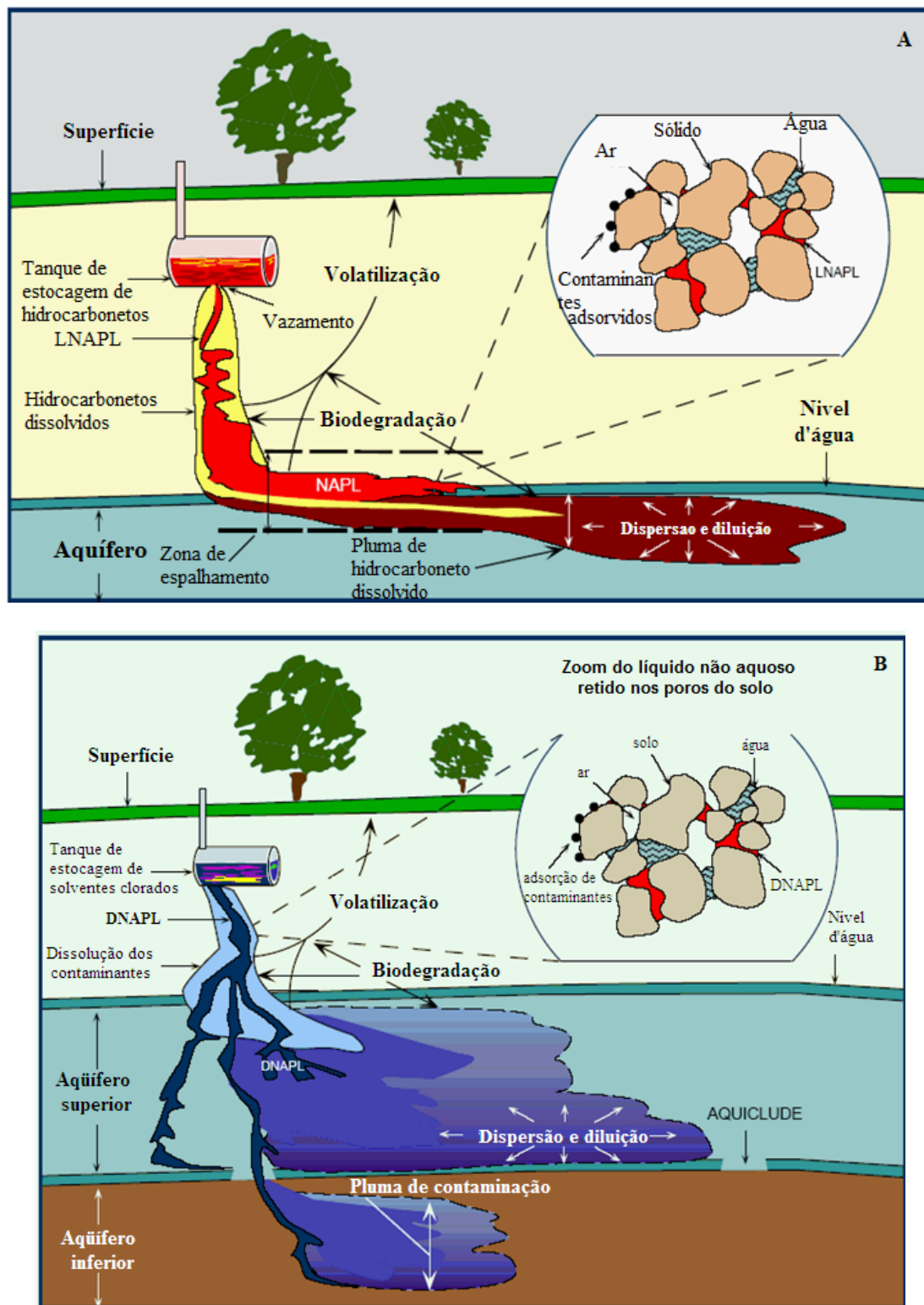


Figura 1 – Comportamento de um contaminante orgânico em subsuperfície após um vazamento. (A) LNAPL e (B) DNAPL

Para os DNAPLs, quando a saturação residual não os esgota, estes continuam a migrar verticalmente pelo aquífero até encontrar uma ou várias camadas de baixa permeabilidade. Se tais camadas são descontínuas e formam bacias, os DNAPLs tendem a se acumular formando reservatórios suspensos e continuam a migrar lateralmente até que uma depressão impermeável

os imobilize ou sejam esgotados pela saturação residual. Os componentes solúveis irão se particionar da saturação residual e dos reservatórios, mostrando que a migração vertical de tais compostos resulta na liberação da fase solúvel e contaminação da água subterrânea através de toda a espessura do aquífero. Os DNAPLs podem ainda romper a estrutura da camada de baixa permeabilidade e penetrar através de fissuras ou fraturas de aquíferos fraturados, atingindo grandes profundidades, o que torna sua remediação muito mais difícil (Huling and Weaver, 1991.; Kram et al., 2001). A figura 1B mostra o movimento de DNAPLS em solos com geração de diferentes fases através do mecanismo de partição.

Assim, os contaminantes orgânicos podem se apresentar em subsuperfície como uma fase líquida não aquosa (aprisionada nos poros), como uma fase vapor no gás do solo, dissolvida na água presente no solo, particionada na matéria orgânica do solo ou adsorvida na fase sólida mineral do solo. A quantidade relativa do contaminante em cada uma destas fases é determinada majoritariamente pelas propriedades do composto químico. Geralmente a propriedade mais importante do solo na distribuição do contaminante é a quantidade de matéria orgânica, que vai controlar a absorção de compostos hidrofóbicos.

Na zona vadosa a presença de contaminantes na fase vapor vai depender da pressão de vapor e das constantes de Henry para os compostos voláteis e semivoláteis presentes no meio. A tabela 1 mostra as características físico-químicas de alguns dos contaminantes mais comuns.

Tabela 1 – Características físico-químicas dos principais contaminantes encontrados em subsuperfície

Classificação	Composto	Log de Kow	Ponto de fusão (°C)	Solubilidade em água (mg/ L)	Pressão de Vapor (mm Hg)	Constante de Henry (atm·m³/ mol)
LNAPLS	Benzeno	2,13	5,5	1800	100 (26,1°C)	5,3 . 10 ⁻³
	Xilenos (o,m,p e etilbenzeno)	3,12 – 3,2	-47,9 (m)	175 (o)	10 (m, e 28,3°C)	5,1 10 ⁻³ (o)
	Tolueno	2,69	-95	500	36,7 (30°C)	6,6 . 10 ⁻³
DNAPLS	Tetracloroetano (PCE)	2,6	-19	150	14	1,53 . 10 ⁻²

Tricloroeteno (TCE)	2,3	-73	1100	57,8	$9,1 \cdot 10^{-3}$
2-Clorofenol	2,15*	9	$2,85 \cdot 10^4$	1,42	$8,28 \cdot 10^{-6}$

* Fonte: (Jiang et al., 2004)

De uma maneira geral, os NAPLs podem ser retidos, transformados ou transportados através de processos como a adsorção e a absorção, que estão relacionadas com o coeficiente de partição octanol-água (K_{ow}) do contaminante e com a quantidade de matéria orgânica presente no solo (Semple et al., 2001). De fato, vários trabalhos já demonstraram que a matéria orgânica presente no solo tem papel fundamental na retenção dos poluentes (Chiou et al., 1998; Johnsen et al., 2005). Tanto os ácidos húmicos quanto os fúlvicos são considerados como os constituintes responsáveis pela solubilização de poluentes hidrofóbicos em água, pois estes ficam associados à região apolar dos ácidos, que passam a funcionar como surfactantes (Chiou et al., 1987, 1986). Além disso, esses compostos associados na forma de colóides podem ser liberados da superfície sólida através da mudança das condições químicas do aquífero como, por exemplo, o Eh, o pH e a força iônica, fazendo com que o contaminante não mais seja retido e sim transportado pelo fluxo de água (Kanti Sen and Khilar, 2006).

O processo de sorção (adsorção com absorção) ocorre numa cinética bifásica no solo. Inicialmente uma porção do contaminante é sorvida rapidamente através de interações do tipo van der Waals e ligações de hidrogênio. Porém, a fração remanescente do contaminante é retida mais lentamente no solo (Semple et al., 2003), mediante o estabelecimento de ligações covalentes que podem ocorrer, por exemplo, entre pesticidas da classe dos fenilcarbamatos e os grupos carbonílicos, carboxílicos e quinonas, presentes nas substâncias húmicas (Gevao et al., 2000).

A fração mineral do solo também ocupa um papel importante no processo de retenção dos poluentes. As argilas, por exemplo, retêm os contaminantes devido à sua extensa área superficial e carga residual, sendo susceptível à variação de pH e força iônica do meio (Cea et al., 2005), além da presença de água, que vai influenciar na sorção de compostos não iônicos (Mader et al., 1997).

O trabalho de Kung e McBride (Kung and McBride, 1991), por exemplo, mostra que o processo de adsorção de 2-clorofenol em óxidos de ferro e alumínio segue dois mecanismos, um de fisiosorção, onde o clorofenol fica ligado ao óxido através de uma ligação de hidrogênio (para este tipo de sorção a lavagem com água já é suficiente para a dessorção do composto) e

um de quimiosorção, onde há uma forte ligação entre o clorofenolato e os átomos de ferro via formação de uma esfera de coordenação interna, a qual possui elevada energia de ativação para quebra, visto que nem a lavagem com água ou metanol é capaz de provocar a dessorção.

Alessandro Delle Site apresenta uma compilação de valores de K_d (constante de partição entre o contaminante dissolvido na água e o solo (Site, 2001), que leva em consideração todas as interações físico-químicas possíveis para determinado sistema solo-contaminante) para diversos tipos de compostos em solos com concentração de matéria orgânica e proporção de areia: silte: argila diferentes e que podem ser usados como referência. Além disso, esse trabalho traz uma extensa revisão sobre os fatores que influenciam o processo de sorção de compostos apolares, polares e ionizáveis e das técnicas de determinação deste parâmetro tão importante no transporte de poluentes.

Além do processo de sorção, que retarda o transporte dos compostos orgânicos, estes também estão sujeitos às reações de hidrólise e oxidação catalisadas por enzimas (Dec and Bollag, 1994; Simmons et al., 1989) ou pela própria argila presente no solo (Dec and Bollag, 1994; Haag and Mill, 1988; Wei et al., 2001), o que faz com que a concentração do composto original diminua ao longo do tempo. A figura 2 resume os processos ocorridos durante o transporte em subsuperfície.

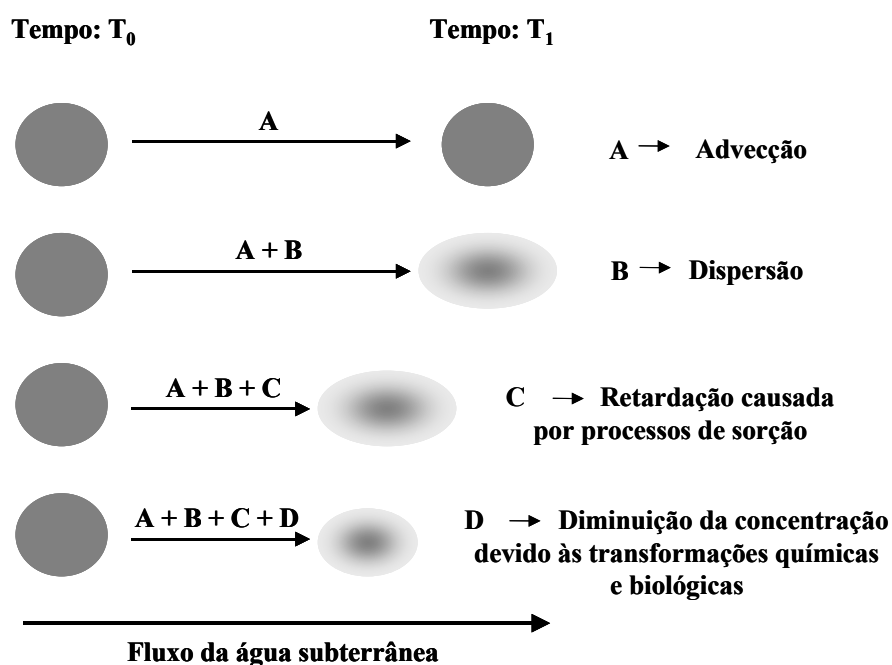



Figura 2 – Processos bio-físico-químicos ocorridos no transporte de contaminantes orgânicos em subsuperfície.

Pode ocorrer ainda, em solos sujeitos à hidrofobicidade (causada pela aderência de compostos orgânicos hidrofóbicos, produzidos por espécies de árvores como o *Pinus* e o *Eucaliptus*, aos minerais do solo), a existência de um fluxo preferencial de transporte de água




e contaminantes que faz com que estes últimos acabem por ficar menos retidos, e por consequência menos degradados pela microbiota da superfície, e alcancem mais rapidamente a zona saturada (Jarvis et al., 2008; Maia et al., 2005). Isto ocorre com muitos pesticidas que, apesar de serem aplicados em baixas doses nas lavouras, acabam por persistir em subsuperfície mesmo em regiões onde seu uso tenha sido abolido há anos (Gutierrez and Baran, 2009).

Outro fator muito importante e que irá influenciar o transporte de contaminantes hidrofóbicos em subsuperfície é a cosolvência. Em um sistema solvente bifásico, como formado pelos NAPLs, a concentração de compostos orgânicos parcialmente solúveis em água (hidrofóbicos) será determinada pelo seu limite de solubilidade. Porém, quando são adicionados a este sistema um ou mais compostos orgânicos totalmente solúveis em água, ocorre um aumento da concentração (solubilização - cosolvência) dos compostos hidrofóbicos na fração aquosa do sistema. Com isto a sorção dos contaminantes hidrofóbicos pelo solo diminui, aumentando a mobilidade dos mesmos (Huling and Pivetz, 2006). Este comportamento é extremamente importante ao se considerar o vazamento de gasolina em postos de combustíveis no Brasil, pois esta contém cerca de 20 a 25 % de etanol em sua composição levando a um aumento de poluentes como BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xileno) na água subterrânea causado pelo fenômeno da cosolvência (Seol, 2003).

CONSIDERAÇÕES SOBRE A APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE REMEDIAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Ao se iniciar um processo de remediação de uma área devem-se ter estabelecidas as metas de limpeza para cada meio contaminado (água, do solo e do ar) a níveis que protejam adequadamente a saúde humana e o meio ambiente, uma vez que a seleção do método de descontaminação de solos e sedimentos mais apropriado depende de vários fatores, tais como as características do local, concentração, os tipos de poluentes a serem removidos e a destinação final (uso e ocupação) da área a ser tratada.

Na fase de caracterização do local é importante compreender o histórico do sítio contaminado e dos contaminantes presentes, assim como suas características físico-químicas, antes de qualquer intervenção. A organização e análise dos dados referentes ao local deve ser um passo relevante na caracterização da área, que inclui: a identificação das fontes conhecidas de contaminação, os meios afetados, bem como possíveis rotas de migração, vias de exposição e possíveis receptores.



A análise do histórico da área inclui dados que delimitam sua área geográfica, bem como descrição histórica das áreas operacionais utilizadas pelos operadores para disposição dos resíduos durante os processos industriais realizados no local, e levantamento de outras potenciais fontes de contaminação.

A hidrogeologia, assim com as características geológicas e geoquímicas do sítio têm uma grande influência sobre a estratégia de limpeza, uma vez que o ambiente de subsuperfície consiste de camadas de materiais (cascalho, areia, argila e rocha) que lhe conferem uma heterogeneidade muito elevada. Como resultado, estes materiais possuem diferentes capacidades de migração e transporte de fluidos e influenciarão diretamente na química da subsuperfície. A propriedade física mais importante dos materiais do solo em subsuperfície, relevantes para as interações geoquímicas, são textura e superfície, enquanto que o teor de matéria orgânica é um dos maiores responsáveis pela reatividade geoquímica da fase sólida (Caliman et al., 2011).

A seleção das tecnologias apropriadas para a remediação de uma determinada área é muitas vezes uma tarefa difícil e também uma etapa extremamente importante na recuperação bem sucedida de um local contaminado, uma vez que a maioria das tecnologias de remediação é sítio específica. Portanto, a tomada de decisão sobre a aplicação de alternativas de remediação é um passo fundamental depois de uma ampla análise e avaliação dos contaminantes e seus impactos sobre o meio ambiente.

REFERÊNCIAS


ALLARD, A.-S., NEILSON, A.H., Bioremediation of organic waste sites: A critical review of microbiological aspects. **Int. Biodeterior. Biodegrad.** 39, 253–285, 1997.

BATLLE-AGUILAR, J., BROUYÈRE, S., DASSARGUES, A., MORASCH, B., HUNKELER, D., HÖHENER, P., DIELS, L., VANBROEKHOVEN, K., SEUNTJENS, P., HALEN, H., Benzene dispersion and natural attenuation in an alluvial aquifer with strong interactions with surface water. **J. Hydrol.** 369, 305–317, 2009.

CALIMAN, F.A., ROBU, B.M., SMARANDA, C., PAVEL, V.L., GAVRILESCU, M., Soil and groundwater cleanup: benefits and limits of emerging technologies. **Clean Technol. Environ. Policy** 13, 241–268, 2011.

CEA, M., SEAMAN, J.C., JARA, A.A., MORA, M.L., DIEZ, M.C., Describing chlorophenol sorption on variable-charge soil using the triple-layer model. **J. Colloid Interface Sci.** 292, 171–178, 2005.

CETESB. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/O-que-s%E3o-%E1%81reas-Contaminadas/1-oquesao>



CHIOU, C.T., KILE, D.E., BRINTON, T.I., MALCOLM, R.L., LEENHEER, J.A., MACCARTHY, PATRICK., A comparison of water solubility enhancements of organic solutes by aquatic humic materials and commercial humic acids. **Environ. Sci. Technol.** 21, 1231–1234, 1987.

CHIOU, C.T., MALCOLM, R.L., BRINTON, T.I., KILE, D.E., Water solubility enhancement of some organic pollutants and pesticides by dissolved humic and fulvic acids. **Environ. Sci. Technol.** 20, 502–508, 1986.

CHIOU, C.T., MCGRODDY, S.E., KILE, D.E., Partition Characteristics of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons on Soils and Sediments. **Environ. Sci. Technol.** 32, 264–269, 1998.

DEC, JERZY., BOLLAG, J.MARC., Dehalogenation of Chlorinated Phenols during Oxidative Coupling. **Environ. Sci. Technol.** 28, 484–490, 1994.

FERREIRA, S.M., OLIVEIRA, E. DE, DUARTE, U., Comportamento da gasolina com etanol (E-20) e da gasolina pura após a simulação de um vazamento em colunas de laboratório. **Geol. USP Sér. Científica** 4, 91–102, 2004.

GEVAO, B., SEMPLE, K.T., JONES, K.C., Bound pesticide residues in soils: a review. **Environ. Pollut.** 108, 3–14, 2000.

GUTIERREZ, A., BARAN, N., Long-term transfer of diffuse pollution at catchment scale: Respective roles of soil, and the unsaturated and saturated zones (Brévilles, France). **J. Hydrol.** 369, 381–391, 2009.

HAAG, W.R., MILL, THEODORE., Effect of a subsurface sediment on hydrolysis of haloalkanes and epoxides. **Environ. Sci. Technol.** 22, 658–663, 1988.

HIRATA, R., SUHOGUSOFF, A., FERNANDES, A., Groundwater resources in the State of São Paulo (Brazil): the application of indicators. **An. Acad. Bras. Ciênc.** 79, 141–152, 2007.

HULING, S., WEAVER, J., Ground Water Issue: **Dense Nonaqueous Phase Liquids** 21, 1991.


HULING, S.G., PIVETZ, B.E., **In-Situ Chemical Oxidation** 59, 2006.

JARVIS, N., ETANA, A., STAGNITTI, F., Water repellency, near-saturated infiltration and preferential solute transport in a macroporous clay soil. **Geoderma** 143, 223–230, 2008.

JIANG, J., Quantitative structure activity relationship and toxicity mechanisms of chlorophenols on cells in vitro. **Chin. Sci. Bull.** 49, 562, 2004.

JOHNSEN, A.R., WICK, L.Y., HARMS, H., Principles of microbial PAH-degradation in soil. **Environ. Pollut.** 133, 71–84, 2005.

KANTI SEN, T., KHILAR, K.C., Review on subsurface colloids and colloid-associated contaminant transport in saturated porous media. **Adv. Colloid Interface Sci.** 119, 71–96, 2006.



KRAM, M.L., KELLER, A.A., ROSSABI, J., EVERETT, L.G., DNAPL Characterization Methods and Approaches, Part 1: Performance Comparisons. **Groundw. Monit. Remediat.** 21, 109–123, 2001.

KUNG, K.H.S., MCBRIDE, M.B., Bonding of chlorophenols on iron and aluminum oxides. **Environ. Sci. Technol.** 25, 702–709, 1991.

MACKAY, D.M., ROBERTS, P.V., CHERRY, J.A., Transport of organic contaminants in groundwater. **Environ. Sci. Technol.** 19, 384–392, 1985.

MADER, B.T., UWE-GOSS, K., EISENREICH, S.J., Sorption of Nonionic, Hydrophobic Organic Chemicals to Mineral Surfaces. **Environ. Sci. Technol.** 31, 1079–1086, 1997.

MAIA, C.M.B.F., DEDECEK, R., MALUCELLI C.S., Identificação de Repelência à Água em Solos sob Plantios Florestais. **Comunicado Tec. Embrapa** 147, 1–6, 2005.

NEWELL, C.J., ACREE, S.D., ROSS, R.R., HULING, S.G., Ground Water Issue: **Light Nonaqueous Phase Liquids** 28, 2006.

PALMA, J.B., ZUQUETTE, L.V., Avaliação do comportamento de frente de contaminação em função dos diferentes valores dos coeficientes de dispersividade. **Bol. Parana. Geociências** 56, 2005.

RIVETT, M.O., CHAPMAN, S.W., ALLEN-KING, R.M., FEENSTRA, S., CHERRY, J.A., Pump-and-Treat Remediation of Chlorinated Solvent Contamination at a Controlled Field-Experiment Site. **Environ. Sci. Technol.** 40, 6770–6781, 2006.

SCHWARZENBACH, R.P., ESCHER, B.I., FENNER, K., HOFSTETTER, T.B., JOHNSON, C.A., GUNTEN, U. VON, WEHRLI, B., The Challenge of Micropollutants in Aquatic Systems. **Sci. New Ser.** 313, 1072–1077, 2006.

SEMPLE, K.T., MORRISS, A.W.J., PATON, G.I., Bioavailability of hydrophobic organic contaminants in soils: fundamental concepts and techniques for analysis: Organic contaminants in soil. **Eur. J. Soil Sci.** 54, 809–818, 2003.

SEMPLE, K.T., REID, B.J., FERMOR, T.R., Impact of composting strategies on the treatment of soils contaminated with organic pollutants. **Environ. Pollut.** 112, 269–283, 2001.

SEOL, Y., A Review of In Situ Chemical Oxidation and Heterogeneity. **Environ. Eng. Geosci.** 9, 37–49, 2003.

SIMMONS, K.E., MINARD, R.D., BOLLAG, J.M., Oxidative co-oligomerization of guaiacol and 4-chloroaniline. **Environ. Sci. Technol.** 23, 115–121, 1989.

SITE, A.D., Factors Affecting Sorption of Organic Compounds in Natural Sorbent/Water Systems and Sorption Coefficients for Selected Pollutants. A Review. **J Phys Chem Ref Data**, 1 30, 187–439, 2001.

The United Nations World Water Development Report 3 – Water in a Changing World **2009**.

WEI, J., FURRER, G., KAUFMANN, S., SCHULIN, R., Influence of Clay Minerals on the Hydrolysis of Carbamate Pesticides. **Environ. Sci. Technol.** 35, 2226–2232, 2001.



CAPÍTULO 2

DIÁLOGO SOBRE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Albertina Marília Alves Guedes, Mestre em Ciências da Educação, IF Sertão PE, Campus Petrolina e Professora de Psicologia da Educação

RESUMO


Esse trabalho diz respeito a um estudo de referencial teórico o qual apresenta a importância do diálogo sobre educação ambiental e sustentabilidade com estudantes da educação básica. As bases de dados consultadas foram artigos científicos presentes no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no *Scientific Electronic Library On-line (SciELO)*, anais de eventos científicos e livros que apresentam trabalhos científicos sobre a importância da disciplina educação ambiental e sustentabilidade ministrada na educação básica publicados no período de 2000 a 2020. Foram encontrados 67 trabalhos científicos os quais os autores apresentam a importância das referidas disciplinas serem ministradas para estudantes da educação básica. Com o desenvolvimento deste estudo é possível perceber que o ensino das disciplinas educação ambiental e sustentabilidade na educação básica mediante a realização de atividades pedagógicas é importante visto que poderá despertar em cada estudante a busca de soluções para minimizar os problemas ambientais que ocorrem no seu dia-a-dia.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental, Sustentabilidade, Educação Básica.

INTRODUÇÃO

Na atualidade os problemas ambientais que tem causado escassez dos recursos naturais são cada vez mais presentes. É possível observar transformações naturais que possivelmente aconteceriam em milhares de anos estão se consolidando em poucas décadas, tais como, a poluição do ar, do solo, dos rios, queimadas das matas, excesso de lixo, extinção de animais, dentre outros. Diante desta realidade é preciso que a sociedade reflita e analise a situação em que se encontra as questões e consequências ambientais relacionadas a ação do homem no ecossistema as quais resultam em degradação ambiental. Além disso, é necessário também que seja proposto estratégias de preservação ambiental visando a sustentabilidade do ecossistema.

A Educação Ambiental, conforme afirmam Souza e Pinto (2016, p. 7) deve ser compreendida como prática no campo educacional e social, ou seja, “é um levantar questões, refletir sobre causas e efeitos, buscar soluções, encorajar participação, fortalecer relacionamentos individuais e em conjunto que incluem respeito e reverência por todos os seres



da Terra”. Medeiros *at al.* (2011, p. 2) ressaltam que as discussões relacionadas as questões ambientais estão a cada dia mais presente no cotidiano da sociedade, todavia, no que se refere a educação ambiental é importante que haja diálogos em todos os níveis dos processos educativos da educação básica e, em especial, com estudantes dos anos iniciais da escolarização, objetivando problematizar aspectos relacionados à questões ambientais deste as series iniciais.


A partir desta realidade este estudo tem como principal objetivo fomentar uma discussão sobre o contexto escolar da educação básica como um espaço privilegiado para a promoção de um diálogo relacionado à educação ambiental e sustentabilidade uma vez que a escola pode ser considerada como um espaço de discussão, reflexão, análise, sensibilização e mobilização de pessoas comprometidas com a preservação do meio ambiente.

REFERENCIAL TEÓRICO

Conforme apresentado por Barbieri e Silva (2011) os primeiros diálogos relacionados a temática “educação ambiental” estão ligados à criação da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO) no ano de 1946. A UNESCO é um órgão ligado a Organização das Nações Unidas (ONU) a qual iniciou o debate em torno da educação de um modo geral e da educação ambiental em particular, em termos globais e por meio da mobilização de governos e entidades da sociedade civil. A criação da UNESCO faz parte das iniciativas do imediato pós-guerra para construir condições sociais e econômicas favoráveis para a qualidade de vida.

Barbieri e Silva (2011) ainda destacam que uma das primeiras e importantes iniciativas da UNESCO foi a realização da Conferência sobre a Biosfera realizada em Paris no ano de 1968 a qual apresentou o Programa Homem e Biosfera. O referido Programa tinha por principal objetivo ampliar os entendimentos sobre a relação entre os humanos e o meio ambiente, bem como promover o conhecimento, a prática e os valores humanos visando implantar estratégias de boas relações entre as populações e o meio ambiente em todo o planeta.

Além disso, no ano de 1972 foi realizado na cidade de Estocolmo, na Suécia, a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente Humano (CNUMAH). Neste momento foram desenvolvidos alguns instrumentos para tratar de problemas sociais e ambientais, tais como, a Declaração sobre o Ambiente Humano, com 26 princípios os quais objetivavam orientar a construção de um contexto ambiental que tivesse harmonia e equilíbrio entre a




convivência humana e os aspectos naturais do meio ambiente considerados essenciais para o bem-estar dos humanos (BARBIERI e SILVA, 2011).

Visando ampliar os estudos sobre educação ambiental a UNESCO instituiu o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA). Esse programa tinha por objetivo promover um espaço de diálogo, discussão, reflexão, informação e troca de experiências sobre educação ambiental entre os países. Esse programa visava também fomentar o desenvolvimento de atividades de pesquisa que pudessem elevar a compreensão e a implantação dos estudos sobre educação ambiental, bem como, promover o desenvolvimento e a avaliação de materiais didáticos, currículos, programas e instrumentos de ensino relacionados a temática “educação ambiental” (BARBIERI e SILVA, 2011). Assim sendo, uma das primeiras iniciativas do PIEA que ocorreu no ano de 1975 foi a realização do Seminário Internacional sobre Educação Ambiental em 1975. Neste seminário foi aprovada a Carta de Belgrado, um importante documento sobre diversas questões pertinentes à educação ambiental. Algumas das questões sobre educação ambiental apresentadas na Carta de Belgrado estavam relacionadas à:

1. Conscientização: contribuir para que indivíduos e grupos adquiram consciência e sensibilidade em relação ao meio ambiente como um todo e quanto aos problemas relacionados com ele.
2. Conhecimento: propiciar uma compreensão básica sobre o meio ambiente, principalmente quanto às influências do ser humano e de suas atividades.
3. Atitudes: propiciar a aquisição de valores e motivação para induzir uma participação ativa na proteção ao meio ambiente e na resolução dos problemas ambientais.
4. Habilidades: proporcionar condições para que os indivíduos e grupos sociais adquiram as habilidades necessárias a essa participação ativa.
5. Capacidade de avaliação: estimular a avaliação das providências efetivamente tomadas em relação ao meio ambiente e aos programas de educação ambiental.
6. Participação: contribuir para que os indivíduos e grupos desenvolvam o senso de responsabilidade e de urgência com relação às questões ambientais.

Concernente a perspectiva da sustentabilidade Cavalcanti (2001) apresenta que

O desenvolvimento econômico não representa mais uma opção aberta, com possibilidades amplas para o mundo. A aceitação geral da ideia de desenvolvimento sustentável indica que se fixou voluntariamente um limite (superior) para o progresso material. Adotar a noção de desenvolvimento sustentável, por sua vez, corresponde a seguir uma prescrição política. O dever da ciência é explicar como, de que forma, ele pode ser alcançado, quais são os caminhos para a sustentabilidade (CAVALCANTI, 2001, p. 165).



Desse modo, conforme Ferreira *at al* (2019) apresentam, a partir desta compreensão é preciso pensar em desenvolvimento econômico de forma consciente e relacionado a qualidade de vida e sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, a sociedade precisa analisar, refletir, planejar e buscar meios para implementar soluções concretas em que o âmbito econômico, político e social alcancem colocar em prática atividades de desenvolvimento que sejam sustentáveis uma vez que o meio ambiente, mediante diversas catástrofes ocorridas, sinaliza a exploração desordenada de seus recursos naturais e, em consequência disso, torna perceptíveis inúmeros problemas ambientais.

Sobre a temática sustentabilidade Progetti (2019) ressalta que


O conceito Desenvolvimento Sustentável foi concebido em 1987 no Relatório Brundtland. Este documento foi resultado de estudos realizados por uma comissão criada pela ONU. Nele encontra-se a definição de desenvolvimento sustentável como sendo o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades (PROJETTI, 2019, p. 69).


Ainda relacionado ao desenvolvimento sustentável Jacobi (2007) ressalta que:

O desenvolvimento sustentável não se refere especificamente a um problema limitado de adequações ecológicas de um processo social, mas a uma estratégia ou modelo múltiplo para a sociedade, que deve levar em conta tanto uma viabilidade econômica quanto ambiental. Num sentido abrangente, a noção de desenvolvimento sustentável remete à necessária redefinição das relações sociedade humana – natureza, e, portanto, a uma mudança substancial do próprio processo civilizatório (JACOBI, 2007, p. 53).

Progetti (2019) ressalta que no mês de setembro de 2015 a ONU estabeleceu os novos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e apresentou a Agenda 2030 como um meta de data e ações a serem alcançadas em busca do desenvolvimento sustentável mediante propostas de metas universais e transformadoras que englobam de forma equilibrada e integrada as dimensões econômica, social e ambiental. Os ODS foram apresentados pela ONU e diz respeito a uma coleção de objetivos globais e interligados os quais propõe um modelo a ser alcanço pelos países de todo o mundo visando alcançar um futuro melhor e mais sustentável para todas as pessoas. Ao colocar os ODS em prática a ONU almeja erradicar a pobreza, proteger o planeta e assegurar que todas as pessoas tenham paz e prosperidade. A seguir é apresentado os 17 ODS pautado pela ONU o qual almeja ser alcançado até o ano de 2030.

1. Erradicação da pobreza - Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.
2. Fome zero e agricultura sustentável - Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável.

- 
3. Saúde e bem-estar - Assegurar uma vida saudável e promover o bem-estar para todos, em todas as idades.
 4. Educação de qualidade - Assegurar a educação inclusiva, e equitativa e de qualidade, e promover oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
 5. Igualdade de gênero - Alcançar a igualdade de gênero e empoderar todas as mulheres e meninas.
 6. Água limpa e saneamento - Garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e saneamento para todos.
 7. Energia limpa e acessível - Garantir acesso à energia barata, confiável, sustentável e renovável para todos.
 8. Trabalho decente e crescimento econômico - Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos.
 9. Inovação infraestrutura - Construir infraestrutura resiliente, promover a industrialização inclusiva e sustentável, e fomentar a inovação.
 10. Redução das desigualdades - Reduzir as desigualdades dentro dos países e entre eles.
 11. Cidades e comunidades sustentáveis - Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.
 12. Consumo e produção responsáveis - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis.
 13. Ação contra a mudança global do clima - Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos.
 14. Vida na água - Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares, e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.
 15. Vida terrestre - Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da Terra e deter a perda da biodiversidade.
 16. Paz, justiça e instituições eficazes - Promover sociedades pacíficas e inclusivas par ao desenvolvimento sustentável, proporcionar o acesso à justiça para todos e construir instituições eficazes, responsáveis e inclusivas em todos os níveis.

- 
17. Parcerias e meios de implementação - Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.
 18. Levando em consideração o que é apresentado acima é importante que seja discutido em contexto escolar da educação básica estratégias pedagógicas de preservação do meio ambiente e sustentabilidade do ecossistema diante da exploração dos recursos naturais.


METODOLOGIA

Esse trabalho diz respeito a um estudo de referencial teórico o qual apresenta a importância do diálogo sobre os temas “educação ambiental” e “sustentabilidade” com estudantes da educação básica. Ressaltamos que, na atualidade, o meio ambiente encontra-se em momento de excessiva degradação e, por isso, é apresentado neste estudo a importância de fomentar espaços de diálogos e reflexão relacionadas as referidas temáticas visando promover uma mudança de comportamento e atitude em relação ao cuidado e preservação com o meio ambiente.

Sobre a pesquisa de referencial teórico Piazzini *at al* (2012) destacam que é importante visto que possibilita conhecer estudos realizados na área pesquisada. Assim sendo, a referida investigação apresenta os resultados obtidos a partir de pesquisas científicas relacionadas à educação ambiental e sustentabilidade na educação básica. As bases de dados consultadas neste estudo foram artigos científicos presentes no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no *Scientific Electronic Library On-line (SciELO)*, anais de eventos científicos e livros que apresentam trabalhos científicos sobre a importância da disciplina “educação ambiental” e “sustentabilidade” ministrada na educação básica.

Os descritores utilizados na referida pesquisa foram: “educação ambiental”, “meio ambiente” e “sustentabilidade” publicados no período de 2000 a 2020. Após a seleção dos textos encontrados nas fontes de pesquisas acima citadas foi realizada uma leitura analítica, cuja finalidade, segundo Gil (2009, p. 78) tem como proposta “ordenar e resumir as informações contidas nas fontes de modo estas informações obtidas contribuam na realização da pesquisa”. Por fim, foi realizada uma análise interpretativa para a realização de síntese e discussão entre os autores visando alcançar o objetivo proposto neste trabalho.

Nesta pesquisa foi utilizado o método descritivo a partir de uma abordagem qualitativa. Prodanov e Freitas (2013) destacam que a pesquisa descritiva visa descrever as características de determinada população ou fenômeno, procurando classificar, explicar e interpretar os fatos



ocorridos. Ressaltam ainda que a finalidade da pesquisa descritiva é observar, registrar, analisar e ordenar dados, sem manipulá-los.

Em relação à pesquisa qualitativa, Kauark, Manhães e Medeiros (2010) consideram que há um vínculo indissociável entre o mundo objetivo e a subjetividade do sujeito que não pode ser traduzido em números, ou seja, não há necessidade do uso de dados estatísticos. Nessa abordagem, o pesquisador está intrinsecamente inserido no ambiente de pesquisa, tornando-se instrumento-chave.


RESULTADO E DISCUSSÃO

Nas buscas realizadas no Banco de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, anais de eventos científicos e livros publicados no período de 2000 a 2020 foram encontrados 67 trabalhos científicos os quais os autores apresentam a importância da disciplina educação ambiental e sustentabilidade ministrada para estudantes da educação básica. A seguir é apresentado o que alguns destes autores consideram relevante ao ministrar a referida disciplina na educação básica, bem como algumas sugestões de atividades pedagógicas relacionadas as referidas temáticas (SARTORI, LATRONICO e CAMPOS, 2014).

Na concepção de Barbieri e Silva (2011) a educação ambiental representa um conjunto de ações sustentáveis voltadas para a conservação do meio ambiente e tem por objetivo a compreensão de conceitos relacionados à: meio ambiente, sustentabilidade, preservação e conservação ambiental. Sendo assim, a disciplina educação ambiental busca a formação de estudantes mais conscientes, críticos e reflexivos com aspectos relacionados ao meio ambiente, bem como a redução de danos ambientais e aumento de práticas sustentáveis. Conforme apresentado por Barbieri e Silva (2011), no âmbito da educação básica, a disciplina meio ambiente e sustentabilidade é de grande relevância visto que desde cedo as crianças podem aprender a lidar com o meio ambiente visando a preservação e o cuidado e favorecendo o desenvolvimento sustentável.

No Brasil, a Política Nacional de Educação Ambiental é regida pela Lei n.º 9795 de 27 de abril de 1999 a qual englobam: conceito, objetivos, princípios, atuação e sua relação com a educação, conforme descrito a seguir:

Artigo 1º. Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.



Artigo 7º A Política Nacional de Educação Ambiental envolve em sua esfera de ação, além dos órgãos e entidades integrantes do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), instituições educacionais públicas e privadas dos sistemas de ensino, os órgãos públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, e organizações não-governamentais com atuação em educação ambiental.”

Por outro lado, Almeida (2013) ressalta que ao ministrar a disciplinas sobre meio ambiente para estudantes da educação básica é preciso também problematizar aspectos relacionados a consumo, recursos naturais, crise ambiental, efeito estufa, tipos de lixo, coleta seletiva, reciclagem, dentre outras temáticas que de modo direto ou indireto envolve a questão de cuidado com o meio ambiente. Almeida (2013) apresenta que esses momentos de diálogos com os alunos são importantes uma vez que os estudantes precisam conhecer e identificar comportamentos incorretos de descarte de objetos que podem comprometer o ambiente. Além disso, precisam conhecer e identificar práticas sustentáveis, os problemas relacionados com a degradação do meio ambiente e suas implicações futuras.

É importante destacar também que, de acordo com o que é apresentado por Medeiros *et al* (2011) e Almeida (2013), o professor deve promover momentos de diálogo, análise e reflexão sobre as temáticas meio ambiente e sustentabilidade de modo interdisciplinar com as demais disciplinas curriculares conforme rege a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999 no Art. 10º o qual ressalta que: “A educação ambiental será desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua e permanente em todos os níveis e modalidades do ensino formal”. Além disso, o professor deve viabilizar momentos de diálogo e reflexão com os alunos relacionados a temática da disciplina com o objetivo que aluno perceba a necessidade da valorização de cuidados com o ambiente visando melhor sustentabilidade do planeta (SILVA e SANTOS JUNIOR, 2019).

Em relação as propostas apresentadas nos ODS apresentados pela ONU, Matida (2016) destaca que as ações desenvolvidas até o ano de 2015 foram insuficientes para tentar mudar a realidade das questões ambientais e o modo como os países tem utilizado os recursos naturais configura-se como algo insustentável para a qualidade de vida humana no planeta. Desse modo, é importante que cada cidadão tenha compromisso e responsabilidade social viabilizando relacionado ao tema em questão neste estudo, bem como a implementação de políticas públicas por parte dos gestores governamentais relacionada a temática educação ambiental e sustentabilidade (MATIDA, 2016).



ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS DE ATIVIDADES EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE


Os diálogos sobre educação ambiental e sustentabilidade devem ocorrer no âmbito mundial, nacional, regional e local como um processo educativo que possibilita os sujeitos a repensarem seus hábitos e atitudes em relação ao ambiente, com a finalidade de mudanças diárias, na vida pessoal e na coletividade, almejando a sustentabilidade e melhor qualidade ambiental local e global.

Diante desta realidade, o contexto escolar principalmente na educação básica é importante o planejamento e desenvolvimento de atividades pedagógicas embasadas na perspectiva da educação ambiental e sustentabilidade visando minimizar os danos ao meio ambiente e promover ações humanas mais sustentáveis.

[...] a escola, por ser um espaço social e de constante aprendizagem, contribui para a formação de cidadãos conscientes, responsáveis e atentos à relação homem-ambiente. Nesse espaço, a Educação Ambiental tornou-se um componente essencial no processo de formação, visto que perpassa todos os segmentos e currículos escolares. Por se tratar de uma temática interdisciplinar, a EA precisa ser desenvolvida de forma contínua, permanente, sistemática e transversal, contextualizando tais conteúdos com a realidade integral do mundo contemporâneo (FERREIRA *at al.*, 2019, p. 5).

Desse modo, Ferreira *at al.*, (2019, p. 3), mencionam que “o professor precisa aprender e descobrir novas práticas pedagógicas visando despertar a consciência da necessidade de conservar o ambiente em que vivemos, estimulando também a sustentabilidade” visto que o ensino relacionado à educação ambiental e sustentabilidade na educação básica é considerado como um fator importante na orientação sobre cuidados e preservação do meio ambiente. Sobre essa perspectiva Pereira (2015) apresenta como sugestão à professores a realização de debates, palestras e apresentações ser úteis fomentar a discussão entre os estudantes. Além disso, caso a escola tenha um espaço verde, algumas atividades podem ser desenvolvidas no local relacionada a temática em questão, tais como, ecossistema, decomposição, preservação, degradação,

Outro exemplo de espaço que o professor pode visitar com seus alunos são hortas comunitárias. Nestes espaços é possível dialogar com alunos sobre a importância da qualidade do solo, produção orgânica, qualidade de vida, relação homem-natureza, dentre outros. Outra sugestão pode ser fazer mutirões para recolher lixos e resíduos em ambientes que sofrem com esse problema pode ser uma boa alternativa de despertar nos estudantes o problema da poluição. Visitas a espaços naturais, tais como, parques, hortas, dentre outros, podem ajudar os alunos a refletirem sobre a importância dos bens naturais e ainda, sua conservação (PEREIRA, 2015).



Ferreira *at al.*, (2019) sugerem ainda a promoção de espaços de diálogos para discussão, reflexão e análise sobre os temas educação ambiental e sustentabilidade embasada na Carta de Belgrado (1975) com a comunidade interna e externa da escola. Ferreira *at al.* (2019) destacam que esse momento é importante porque a Carta de Belgrado (1975)


[...] provoca mudanças de comportamentos e concepções no indivíduo quando este aprende e compreende que cada ser humano integra o meio ambiente e que é necessário fazer sua parte em cuidar, respeitar e preservar o ambiente em que vive, de forma a garantir a sobrevivência para as gerações futuras (FERREIRA *at al.*, 2019, p. 6).

Fragoso e Nascimento (2018) destacam que algumas sugestões de atividades pedagógicas que podem ser desenvolvidas por professores e estudantes da educação básica relacionada a educação ambiental e sustentabilidades podem ser: planejamento e elaboração de apresentações teatrais sobre o consumo consciente de recursos, tais como, água e energia; promover atividades de debates sobre a importância da coleta seletiva e disponibilizar lixeiras recicláveis; redução do uso de plástico, dando preferência por produtos que agridam menos o meio ambiente, e; reaproveitamento de materiais visando evitar o desperdício. Outra sugestão diz respeito ao planejamento e organização na construção de uma horta coletiva na própria escola. Realizar eventos na escola para celebrar datas comemorativas, tais como: Dia Mundial da Água, Dia da Árvore, Dia Mundial do Meio Ambiente, dentre outros eventos (BATISTA e SILVA, 2013).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a apresentação deste estudo percebe-se que questões relacionadas a preservação do meio ambiente e sustentabilidade requer novas formas de pensar e agir visando desenvolver novos hábitos de utilização dos recursos naturais de forma sustentável. Diante dos fatos, faz-se necessário e urgente o desenvolvimento de programas e ações de caráter educativo desde as series iniciais da educação básica que possam promover discussão, reflexão e mudança de comportamento por parte de toda a sociedade uma vez que os problemas ambientais não podem e não devem ser percebidos com neutralidade. Por outro lado, precisam ser resolvidos com a mudança da relação entre a sociedade e meio ambiente.

É uma vertente da Educação direcionada a assuntos que envolvem a interação homem-meio ambiente, e visa despertar uma reflexão crítica sobre os problemas ambientais. Estimula também o estudante a desenvolver um caráter mais complexo e realista, considerando o ambiente em sua totalidade. Facilita a compreensão do ambiente como conjunto de relações interdependentes entre os seres vivos.



Os dados obtidos neste estudo demonstram que o ambiente escolar pode ser concebido com um espaço privilegiado para o diálogo, debate, reflexão e promoção de mudança de postura e comportamento relacionado à educação ambiental. Sendo assim, é importante que seja integrado na programação dos conteúdos curriculares a formação em educação ambiental visando aproximar o estudante à questões sobre ecossistema, ecologia, preservação do ambiente, qualidade de vida.

Por fim, com o desenvolvimento deste estudo é possível perceber que o ensino das temáticas educação e sustentabilidade com estudantes da educação básica mediante a realização de atividades pedagógicas é importante visto que poderá despertar em cada estudante a busca de soluções para minimizar os problemas ambientais que ocorrem no seu dia-a-dia. Além disso, no desenvolvimento de comportamentos de preservação ao meio ambiente, bem como, estimular a mudança de atitude, em busca de qualidade de vida, respeito à natureza e a compreensão de que somos agentes de transformação da sociedade ecologicamente sustentável.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Jacqueline Praxedes. Formação docente para a promoção da educação ambiental: o caso de uma Escola Estadual em Maceió/AL. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**. Brasília, DF, v. 8, n. 1, p. 114-129, 2013. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/1820/1238>. Acesso em 15 abr. 2021.

BARBIERI, José Carlos; SILVA, Dirceu da. Desenvolvimento sustentável e educação ambiental: uma trajetória comum com muitos desafios. **Revista de Administração da Universidade Presbiteriana Mackenzie**, São Paulo, v. 12, n. 3, p. 51-52, jun., 2011. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-69712011000300004&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 03 abr 2021.

BATISTA, Renata Paulino; SILVA, José Nunes da. **Diálogos em educação ambiental no meio escolar: desafios e perspectivas**. XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão (JEPEX). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2013. Disponível em: <http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R1229-1.pdf>. Acesso em 15 abr 2021.

CAVALCANTI, Clóvis (Org.). **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 2001.

FERREIRA, Leidryana da Conceição; MARTINS, Leydiane da Conceição Gomes Ferreira; PEREIRA, Sueli Cristina Merotto; RAGGI, Désirée Gonçalves; SILVA, Jose Geraldo Ferreira da. Educação ambiental e sustentabilidade na prática escolar. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**. São Paulo, v. 14, n. 2, p. 201-214, 2019.

FRAGOSO, Edjane; NASCIMENTO, Elisangela Castedo Maria. A educação ambiental no ensino e na prática escolar da Escola Estadual Cândido Mariano - Aquidauana/MS. **Revista de Educação Ambiental**. Universidade Federal do Rio Grande, v. 23, n. 1, p. 161-184, 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

JACOBI, Pedro Roberto. Educar na sociedade de riscos: o desafio de construir alternativas. **Revista Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 49-65, 2007. Disponível em <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/pesquisa/article/view/6142>. Acesso em: 10 abr 2021.

KAUARK, Fabiana da Silva; MANHÃES, Fernanda Castro; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa: guia prático**. Itabuna. Ed. Via Litterarum, 2010.

MATIDA, Álvaro. Por uma agenda global pós-Objetivos de Desenvolvimento do Milênio. **Revista Ciências e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 6, p. 1939-1946, jun. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232016000601939&lng=en&nrm=iso. Acesso em 20 Abr. 2021.

MEDEIROS, Aurélia Barbosa de; MENDONÇA, Maria José da Silva Lemes; SOUSA, Gláucia Lourenço de; OLIVEIRA, Itamar Pereira de. A Importância da educação Ambiental na escola nas séries iniciais. **Revista Faculdade Montes Belos**, v. 4, n. 1, set., 2011.

PEREIRA, Eliene Genésia Corrêa Ações pedagógicas para a educação ambiental: ampliando o espaço da ação docente. **Tese de Doutorado em Ensino em Biociências e Saúde**. Instituto Oswaldo Cruz. Programa de Pós-Graduação em Ensino em Biociências e Saúde Rio de Janeiro, 2015.

PIZZANI, Luciana; SILVA, Rosemary Cristina da; BELLO, Suzelei Faria; HAUASHI, Maria Cristina Piumbato Innocentini Hayashi A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**. v. 10, n. 1, p. 53-66, 2012.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani César de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PROGETTI, Claudia Bianchi. Desenvolvimento sustentável e educação a distância. In: MACHADO, Felipe Santana; MOURA, Aloysio Souza de. (Org.). p. 69-72. **Educação, meio ambiente e território**. Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.

SARTORI, Simone; LATRONICO, Fernanda; CAMPOS, Lucila M. S. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. **Revista Ambiente e Sociedade**. São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-22, março de 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2014000100002&lng=en&nrm=isso. Acesso em 26 abr 2021.

SILVA, Ana Paula; SANTOS JUNIOR, Reginaldo Pereira dos. Educação ambiental e sustentabilidade: é possível uma integração interdisciplinar entre o ensino básico e as universidades? **Revista Ciências e Educação**, v. 25, n. 3, 2019, p.803-814. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132019000300803&lng=en&nrm=iso. Acesso em 08 abr 2021.

SOUZA, Elany Almeida de; PINTO, Danielle Jacon Ayres. Mercantilização da Amazônia? Direito e Política Externa a Serviço da Sustentabilidade. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 2, n. 1, p. 152-171, 2016.

CAPÍTULO 3

LEITOS DE SECAGEM NA DESIDRATAÇÃO DE LODO DE ESGOTO SANITÁRIO-MODELAGEM MATEMÁTICA

Arthur Aparecido Janoni Lima, Mestre em Tecnologia Ambiental, IPB e Engenheiro Ambiental

Joseane Débora Peruço Theodoro, Doutora em Engenharia Química, UEM e Professora Universitária, UTFPR

Ramiro José Espinheira Martins, Doutor em Engenharia Química, FEUP e Professor Universitário, IPB

RESUMO

Nas últimas décadas, é notória a crescente preocupação relativa à coleta e tratamento de águas residuais domésticas. Agravado pelo fato de que cada vez mais a população tem vindo a crescer, o impacto ambiental causado pelo lançamento desse tipo de efluente, sem o devido tratamento, nos corpos hídricos, é realmente significativo. O tratamento de esgoto sanitário gera subprodutos, designados lodos de esgoto. Estes, também devem receber tratamento adequado, passando por processos que satisfaçam as condições mínimas exigidas à disposição final pretendida. O processo de tratamento do lodo engloba três objetivos principais: Estabilização da matéria orgânica, redução da carga patogênica e redução de volume. A desidratação, representa uma etapa essencial no processo de tratamento de lodos, já que se traduz em diminuição de volume, promovendo uma maior facilidade de manejo e menores custos de transporte, bem como uma redução dos custos de disposição final em aterro sanitário. Alguns métodos existentes para a desidratação de lodo são rápidos e eficientes (métodos mecânicos), entretanto requerem um elevado consumo energético, tornando o processo oneroso. Como alternativa, para países em desenvolvimento e com clima quente, onde o quesito financeiro é determinante, os leitos de secagem (método natural), que funcionam com fenômenos naturais para a evaporação e drenagem da água, surgem como uma alternativa eficiente, atendendo à simplicidade de construção e de operação e ao reduzido investimento inicial. O objetivo principal do trabalho foi a formulação de um modelo matemático que descreva a desidratação de lodos de uma estação de tratamento de esgoto (ETE), em função das condições climáticas. O trabalho experimental foi realizado em dois ciclos, com períodos de 30 dias cada. O primeiro ciclo decorreu durante a estação quente e seca e o outro no período frio e de chuva. Foram construídos 4 leitos de secagem, os quais possuíam características diferentes, na espessura da camada de lodo ou na forma em que eram operados. Portanto, 4 modelagens foram criadas, para satisfazer cada configuração de leito. Os resultados dos modelos foram satisfatórios e uma significativa redução de volume foi obtida; para o período quente e seco, o leito T1 – 1 (20 cm de lodo e com revolvimento) registou melhores resultados, partindo de um teor de sólidos de 4,68% e chegando a valores próximos a 70%; relativamente ao período frio e de chuva, os resultados entre todos os leitos foram semelhantes, independente da configuração ou operação de cada um.

PALAVRAS-CHAVE: Modelação Matemática; Saneamento; Leitos de Secagem; Desidratação de Lodo; Lodo de Esgoto.



INTRODUÇÃO

Tratar o efluente, antes do lançamento, é crucial para o equilíbrio ambiental. Diversas conferências, ligadas ao tema, vem sendo realizadas nas últimas décadas (ONU, 2017), evidenciando um problema relacionado ao assunto e a necessidade do debate e pesquisa. O tratamento de efluentes gera um subproduto chamado lodo (ou Lama). Mesmo possuindo 95% de água, os lodos são considerados resíduos sólidos (Sperling e Franci, 2001). E, são formados pelas partículas sólidas separadas da fração líquida no processo.


O tratamento de lodos engloba três objetivos principais, são eles: A estabilização da matéria orgânica, redução da carga bacteriológica e redução do volume. A desidratação dos lodos gerados é imprescindível para uma gestão mais eficiente, já que a redução de volume gera uma maior facilidade de manejo e menores custos com transporte, bem como para disposição em aterro sanitário.

São várias as técnicas utilizadas para a desidratação de lodos. Algumas implicam o consumo de energia elétrica, tornando o processo dispendioso, além da complexidade de instalação e operação, entretanto são mais rápidas e compactas. Outros métodos, como os Leitos de Secagem - LS, utilizam de fenômenos naturais para a evaporação e lixiviação da água incorporada. As diferentes técnicas são escolhidas de acordo com o volume de lama a se tratar, espaço e tempo disponível para o processo.

Os leitos de secagem são isentos de gastos energéticos e possuem instalação e operação simples, a necessitar apenas de tempo e espaço superiores aos métodos energéticos (Sperling, 2007). Basicamente, os leitos de secagem expõem a lama ao ambiente sob leitos drenantes, que utilizam materiais simples, como britas e areia. Os leitos drenantes podem ser configurados de diferentes maneiras, variando a composição de suas camadas em: Materiais; espessuras; ou a ordem de sobreposição.

Os leitos de secagem se apresentam viáveis para regiões com clima quente e que tenham baixo índice pluviométrico, já que utiliza de fenômenos naturais para a desidratação das lamas. Vários países, ou regiões em desenvolvimento, apresentam tais características climáticas, isso contribui para o aumento do saneamento básico nessas áreas, já que o fator econômico é prioritário.

Muitos autores obtiveram valores significativos nos estudos realizados, no que respeita à redução do volume de lodo: 59%, Coimbra e Achon, 2016; 65%, Achon, Coimbra e Kellner, 2019.



Como a escolha de leitos de secagem, como método de tratamento de lodos de uma estação de tratamento de efluentes, leva em consideração o volume de lama gerado, o espaço disponível e os padrões meteorológicos da região, é de extrema importância a existência de modelos matemáticos que relacionem esses dados. Assim, permitindo avaliar a viabilidade técnica do processo para cada situação. Neste estudo pretendeu-se desenvolver um modelo matemático que descrevesse, de modo aproximado a realidade, a desidratação de lodos provenientes de Estações de Tratamento de Esgoto - ETE em leitos de secagem, relacionando dados meteorológicos no balanço de massa de água.

REFERENCIAL TEÓRICO


O tratamento de esgoto gera subprodutos, um deles é o lodo. Existem diferentes tipos de lodo. Nos tratamentos que desfrutam de decantadores primários, são gerados os lodos primários. Em seguida, no tratamento biológico, a biomassa que digeriu os nutrientes do efluente, morrem e geram o lodo secundário, ou lodo biológico. O lodo primário e o secundário podem ser tratados juntamente e, quando misturados, são chamados de lodo misto. Por fim, quando existente, o tratamento terciário gera o chamado lodo terciário. Esses lodos, mesmo que 95% de sua composição seja água, são retiradas do processo para que o efluente final tenha concentrações pequenas de sólidos em suspensão (Sperling e Franci, 2001).

Os lodos provenientes de esgoto urbano são chamados de lodos de depuração, assim como os lodos de fossas sépticas e dos tratamentos de águas residuais de atividades agropecuárias (Portugal, 2019). A percentagem de sólidos nestas águas é de apenas 0,1% (Sperling, 2007) e cerca de 60 a 80% destes sólidos são orgânicos, representados pela fração volátil (Metcalf and Eddy, 1995).

Quanto melhor um efluente é tratado mais lodo é gerado, pois as impurezas da água são basicamente materiais sólidos. Portanto, a baixa concentração desses materiais na água eleva seu grau de pureza.

O lodo, antes de ser disposto, deve passar pelo adequado tratamento, pois cada utilização final requer um nível específico de tratamento (Sperling e Franci, 2001).

O seu gerenciamento possui seis etapas, que são combinadas conforme a necessidade do nível de tratamento. As lamas provenientes de lagoas de estabilização, reatores anaeróbicos e lamas ativadas com aeração prolongada, por exemplo, já saem estabilizadas, necessitando apenas eliminar umidade para a disposição e, higienização caso seu destino não seja aterros sanitários ou incineração.



A desidratção das lamas tem como objetivo diminuir a umidade e, conseqentemente, o volume das mesmas. Segundo Metcalf & Eddy (1995), a utilizao do processo visa:

- Diminuio de custos com transporte, visto a diminuio de volume;
- Facilidade de manuseio;
- Aumento do poder calorífico, facilitando a incinerao (Menor umidade);
- Diminuio de odores;
- Diminuio de lixiviado em aterros sanitrios.

De acordo com Reali (1999), o estado físico da água presente nas lamas influencia o processo de desidratção. O grau de dificuldade de retirada de água do lodo é: Como a mais fácil, a água livre; a água intersticial, ou capilar, em segundo; água vicinal em terceiro; e por último, o estado físico onde se encontra a maior dificuldade, a chamada água de hidratao. A água livre não está associada com as partículas sólidas, por isso a maior facilidade de retirada do lodo; a água capilar está ligada mecanicamente, presa aos interstícios dos flocos; já a água vicinal, é constituída por múltiplas camadas de H₂O ligadas as partículas sólidas, por meio de pontes de hidrogênio; e, por último, a água de hidratao que também está ligada quimicamente, no interior das partículas sólidas.

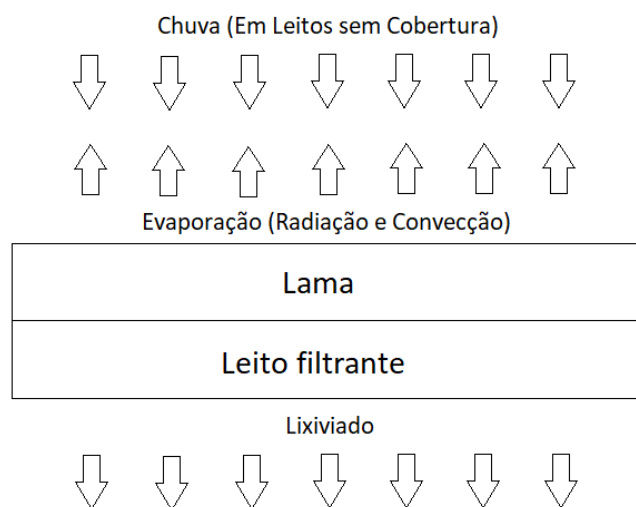
Os processos de desidratção podem ser feitos através de métodos naturais ou de métodos mecânicos. Os processos naturais são mais simples e baratos, porém utilizam grande espaço físico e elevado tempo para a desidratção. Em controversa, os processos mecânicos são mais caros, e alguns necessitam de um bom condicionamento da lama afluyente, porém são rápidos e compactos (Sperling, 2007).

Se tratando de métodos naturais para a desidratção de lodo, os leitos de secagem são sistemas simples. Normalmente são tanques retangulares de pouca profundidade, com uma leve inclinação de fundo, de forma a conduzir lixiviados para um local de escape. No interior dos tanques é construído um meio de enchimento poroso, constituído de diferentes granulometrias de areia e brita, que serve de suporte para a lama e também como um filtro para a água presente no sistema.

A desidratção em LS ocorre em batelada, a incidência de radiação solar reduz, significativamente, a concentração de microrganismos patogênicos nos lodos, bem como a diminuio da disponibilidade de água ao decorrer do processo, visto que alguns microrganismos necessitam de água para locomoção e reproduo (Lampreia, 2017).

Figura 1 mostra a interação dos fenômenos naturais nos leitos de secagem.

Figura 1: Interação dos leitos de secagem com o ambiente



Fonte: Cordeiro (1999).

A construção dos LS pode ser dividida em três partes: Tanques, sistema de drenagem e meio drenante.

Os tanques são, normalmente, retangulares ou quadrados, rasos e impermeáveis. Segundo as recomendações de Metcalf & Eddy (1995), os tanques devem possuir largura de aproximadamente 6 metros e comprimento de 6 a 30. Esses valores podem variar dependendo do método de remoção das lamas desidratadas, se a retirada desse material for feita mecanicamente as dimensões adotadas devem assegurar a movimentação dos equipamentos no interior dos leitos.

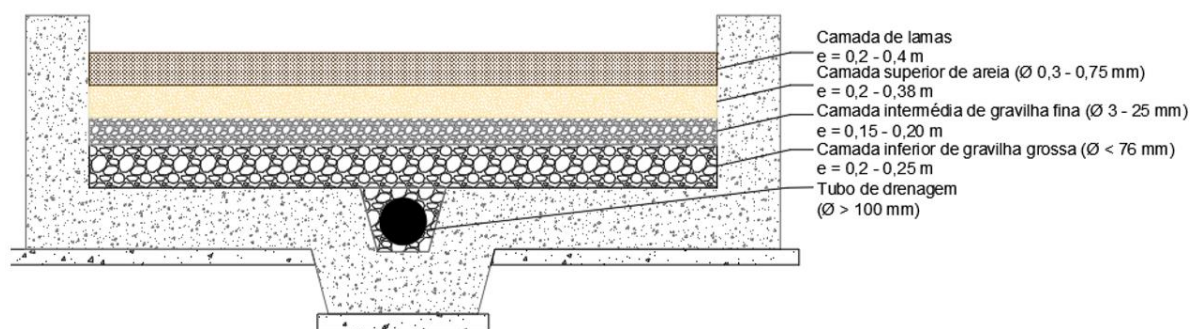
O sistema de drenagem serve para retirada do efluente que percola através do meio drenante. Este sistema deve captar o lixiviado igualmente. Para isto, se utiliza tubos em sentido transversal, com pequenos furos, que se conectam a um tubo principal. Os tubos devem ser cobertos por brita e ter declive mínimo de 1%, para escoamento do líquido. Os diâmetros não devem ser menores do que 100 mm e os tubos não devem ficar a uma distância maior que 6 m entre eles (Metcalf & Eddy, 1995).

O meio drenante, ou meio de enchimento, serve de suporte para a camada de lama e também é responsável pela percolação da água existente no lodo. Para um sistema efetivo de drenagem, deve-se utilizar materiais e granulometria adequadas nas diferentes camadas, isso evita colmatação e conseqüentemente um mau funcionamento do sistema (Lampreia, 2017).

O perfil do meio drenante de um LS, segundo Matcalf & Eddy (1995), deve conter uma camada de 75 a 150 mm de brita grossa, na base, seguida de: 75 mm de brita média; 75 mm de

brita fina; e 200 a 300 mm de areia, com granulometria entre 0,3 e 0,75 mm. Outros autores apresentam granulometrias diferentes, um exemplo é mostrado na Figura 2.

Figura 2: Meio drenante de um LS



Fonte: Turovskiy and Mathai (2006).


Embora os leitos de secagem possuam uma operação simples, alguns cuidados devem ser tomados. A não ser que seja a primeira utilização dos leitos de secagem, os mesmos exigem uma preparação ao início de um novo ciclo, essa preparação consiste em retirar materiais remanescentes dos ciclos passados, adição de areia, para completar a camada superficial, caso tenha tido perdas da mesma, e também seu nivelamento. É recomendado substituir regularmente a camada de areia para minimizar o processo de colmatação.

O lodo pode receber revolvimento, esse processo pode ser feito manualmente ou com auxílio de máquinas. Este, busca, segundo Metcalf & Eddy (1995), uma melhor evaporação, já que uma crosta superior é formada, dificultando a interação da umidade do interior da camada de lama com o ambiente.

O número de LS é definido de acordo com as quantidades de lodo a se desidratar e da espessura da camada a se utilizar. Geralmente é construído um leito a mais para situações de imprevistos. Essa estimativa pode ser feita através de uma modelagem matemática, que relaciona o volume de lodo gerado, área disponível e previsões meteorológicas

A modelagem matemática para desidratação de lodos em LS ainda é um assunto novo na literatura, possuindo poucos estudos a cerca da temática.

Como o processo de desidratação de lamas em LS envolve fenômenos de transferência de calor e massa e em virtude da complexidade da interação desses fenômenos, faz-se necessário a adoção de algumas considerações genéricas, como por exemplo: Não considerar as trocas térmicas entre o lodo e as paredes laterais dos tanques; considerar que as lamas irão conter as mesmas características ao longo da superfície; e que no processo de evaporação a água seja tratada, ao todo, como água livre. Não considerando as forças de capilaridade que as



moléculas sofrem; relativo aos sólidos, não se considera a perda de partículas ao decorrer do processo.

A transferência de calor, segundo Incropera et al. (2007), “é a energia térmica em trânsito devido a uma diferença de temperaturas no espaço”. Sempre que existir diferença de temperatura entre as extremidades de um mesmo objeto, ou entre objetos separados, haverá transferência de calor.


Existem três tipos de transferência de calor, a condução, a convecção e a radiação. A condução acontece quando há um gradiente de temperatura em um sólido ou em um líquido. Este meio tende a ficar por completo em uma única temperatura. A convecção ocorre entre uma superfície e um fluido em movimento, onde necessariamente deve existir uma diferença de temperatura. Por último, a troca de calor por radiação não necessita de um meio material para se propagar. Todas as superfícies sólidas, líquidas e os gases, emitem e absorvem radiação térmica (Incropera et al., 2007).

Portanto, para a determinação da água que evapora de um corpo, utiliza-se as equações de transferência de calor e massa, relativas as características dos LS (Lima, 2020, p. 50). Para a formulação da modelagem, deve-se considerar os LS como sistemas fechados, denominados volumes de controle. A inserção de energia térmica no sistema faz com que a água mude do estado líquido para o gasoso, no qual tende a atravessar as fronteiras do sistema e deixa-lo. Para a determinação do volume de água que sai do sistema, deve-se contabilizar a saída da água drenada, somada a água evaporada e diminuída a precipitação que adentra ao leito, esse cálculo é denominado balanço hídrico.

METODOLOGIA

O estudo experimental consistiu no projeto, construção e aplicação de leitos de secagem para a desidratação de lodos mistos (decantador primário e secundário) da ETE de Bragança, Portugal, a qual utiliza lodos ativados convencionais como tratamento biológico. O experimento foi realizado em dois períodos de 30 dias cada, um em período seco e quente (27/05/2019 a 26/06/2019) e outro em período chuvoso e frio (16/10/2019 a 15/11/2019).

A Estação de Tratamento de Lodos por Leitos de Secagem - ETLs foi construída especialmente para este trabalho. Instalada no interior do Campus de Santa Apolónia, Instituto Politécnico de Bragança – IPB, foi composta por 6 leitos de secagem, todos expostos ao ambiente sem qualquer edificação próxima, a fim de garantir que os fenômenos meteorológicos não sofressem interferências.



Para a construção dos LS foram utilizados tanques, de seção quadrada (1m x 1m) e volume útil de 1000L. Tanques perfeitamente impermeáveis, sem tampa, com uma torneira na base para recolha do líquido drenado. Todos os tanques possuíam uma haste graduada em seu interior, para a medição da espessura da camada de lodo.

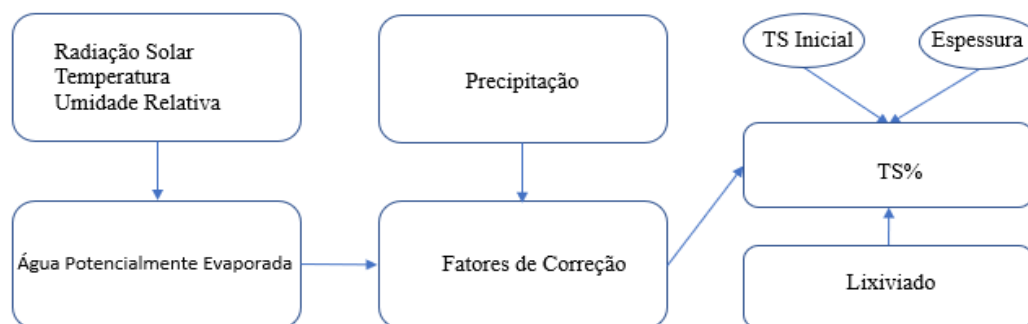
O meio drenante dos LS foram formados por 3 camadas de material, sobrepostas. Nos tanques 1 a 4 foram utilizados: na base, uma camada de 30 cm de altura de brita grossa (20-32 mm), seguida de 10 cm de brita fina (8-12 mm), e por último, 10 cm de areia (granulometria até 0,6 mm). Já nos tanques 5 e 6 a camada de areia foi substituída por uma camada de 10 cm de cortiça moída, resíduo muito comum em Portugal, a fim de verificar a influência do material na qualidade do lixiviado. Depois dos leitos drenantes pronto, os tanques receberam um determinado volume de lodo: de 20 cm de altura nos tanques 1, 2, 5 e 6 e 30 cm para os tanques 3 e 4.

Os parâmetros analisados durante o monitoramento dos ensaios foram: Teor de Sólidos do lodo (TS); volume de água drenada (diariamente); espessura da camada de lodo (diária); e DQO do lixiviado (3x por semana). A espessura da camada de lodo foi medida a partir das hastes graduadas. Já as análises de TS, em duplicata, e de DQO, em triplicata, foram realizadas de acordo com o Standard Methods (APHA, 1998). E, o volume de água drenada foi medido a partir de galões que captavam o lixiviado na torneira de saída dos LS.

Para os tanques 1, 3 e 5, o lodo foi revolvido e homogeneizado diariamente, com uma pá metálica, com a finalidade de avaliar a influência no processo de desidratação. Todos os procedimentos e análises foram realizados da mesma forma e os mesmos tanques foram utilizados. Contudo, no intervalo entre os períodos, a camada superior de areia foi trocada e as britas foram lavadas, para garantir as mesmas condições experimentais entre os ciclos.

A modelação foi feita a partir da estimativa do balanço de massa de água em cada tanque, considerando as seguintes entrada e saídas do sistema: água evaporada diariamente, estimada com as devidas equações de conversão de energia (Lima, 2020, p. 50), utilizando dados de radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar (dados da estação meteorológica do IPB); volume de água drenado diariamente, relativo à água inicial contida nos lodos; e o volume de água precipitada sobre os leitos. A Figura 3 mostra o fluxograma para a elaboração dos modelos, onde Fatores de Correção - FC foram atribuídos para corrigir a evaporação e drenagem (Lima, 2020, p. 46-55).

Figura 3: Fluxograma da modelação matemática para desidratação de lamas em leitos de secagem



Fonte: Autoria própria

Para a elaboração do balanço de massa, inicialmente, foi encontrada a água potencialmente evaporada, para cada dia do ensaio experimental, e em seguida determinado o volume de água precipitado. Por último, estimou-se a água drenada dos leitos. Como no primeiro ciclo o volume de chuvas foi pequeno, principalmente nos primeiros dias, onde um maior volume de água foi drenado, adotou-se que a porcentagem do volume de água que drenou dos leitos a cada dia, relativo à água inicial dos lodos, seria um padrão.

Pelo método de tentativa e erro, observando a aproximação da curva teórica com a curva experimental de TS, alguns fatores de correção foram atribuídos, para a correção da evaporação e da drenagem, visto que esses fatores são influenciados pelo valor de TS instantâneo do lodo.

Além de modelar o TS pelo balanço de massa do sistema, também se pode estimar a espessura da camada de lodo. Para a modelagem dessa espessura, 1 cm foi adicionado aos valores, para compensar uma quantidade de espaços vazios (ar) que fica contido no sistema.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de cortiça não ajudou na diminuição das concentrações de DQO. Como se pode ver, no Quadro 1, na primeira semana todos os tanques possuíam uma concentrações de DQO, no lixiviado, em torno de 800-830 mg.L⁻¹. Na segunda semana os leitos 5 e 6, os quais continham cortiça, obtiveram significativa redução do parâmetro, porém a seguir os resultados encontrados não torna a cortiça um elemento eficiente no tratamento do lixiviado, já que os valores voltam a subir e não acontece um padrão. Alguns valores aparecem negativos porque o lixiviado apresentava pequena carga orgânica. E, a curva utilizada para determinação das concentrações não era capaz de avaliar concentrações tão pequenas de DQO.

Quadro 1: DQO do ciclo 1

Tanque 1			Tanque 2			Tanque 3			Tanque 4			Tanque 5			Tanque 6		
Data	Dia	CQO (mg/l)	Data	Dia	CQO (mg/l)	Data	Dia	CQO (mg/l)	Data	Dia	CQO (mg/l)	Data	Dia	CQO (mg/l)	Data	Dia	CQO (mg/l)
29/05	2	800,1	29/05	2	800,1	29/05	2	814,4	29/05	2	814,4	29/05	2	829,8	29/05	2	829,8
04/06	8	817,2	04/06	8	814,0	04/06	8	819,1	04/06	8	854,8	04/06	8	421,1	04/06	8	580,6
07/06	11	759,1	07/06	11	43,1	07/06	11	781,0	07/06	11	3015,6	07/06	11	827,7	07/06	11	1243,1
11/06	15	107,6	11/06	15	70,2	11/06	15	795,1	11/06	15	427,7	11/06	15	329,9	11/06	15	593,8
14/06	18	80,3	14/06	18	-112,6	14/06	18	611,2	14/06	18	129,6	14/06	18	305,4	14/06	18	164,4
18/06	22	320,3	18/06	22	-80,4	18/06	22	80,7	18/06	22	-52,8	18/06	22	64,6	18/06	22	248,8
21/06	25	-90,1	21/06	25	-146,0	21/06	25	125,0	21/06	25	138,8	21/06	25	169,6	21/06	25	211,0
25/06	29	-99,7	25/06	29	664,3	25/06	29	-48,6	25/06	29	45,2	25/06	29	107,2	25/06	29	1628,0
26/06	30	-5,9	26/06	30	8,9	26/06	30	178,3	26/06	30	310,3	26/06	30	53,0	26/06	30	1487,1

Fonte: Autoria própria

Como os valores de DQO do lixiviado se comportaram de maneira muito distinta entre todos os LS e, além da cortiça não apresentar melhoras na qualidade do mesmo, ter dificultado a operação por ter se misturado com o lodo, decidiu-se não a utilizar para o ciclo 2. Eliminando os tanques 5 e 6 do experimento e, também, as análises de DQO.

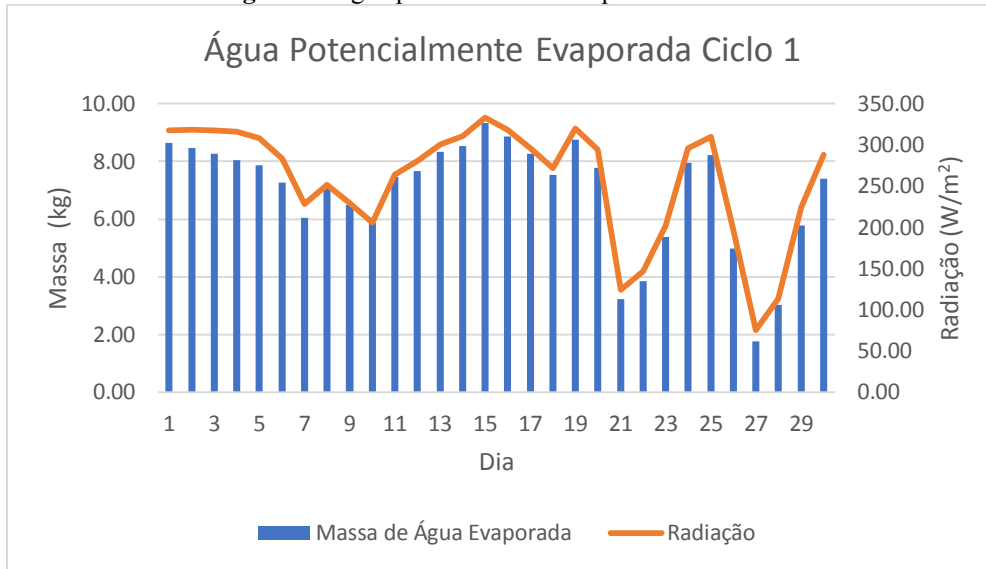
Como os LS foram operados ou receberam um volume de lodo diferente, foram feitos 4 modelos matemáticos, seguindo as especificações de cada um.

A primeira etapa da modelagem matemática foi a estimativa da massa de água evaporada do sistema, que possui influência da umidade relativa do ar e da temperatura, além da radiação solar, que tem efeito predominante sobre o fenômeno. Como já esperado, o ciclo 1 obteve valores maiores de água potencialmente evaporada, já que a radiação média do período é mais do que 4 vezes a do ciclo 2.

Contudo, os cálculos consideram uma situação ideal, como se a camada exposta ao ambiente fosse composta apenas por água.

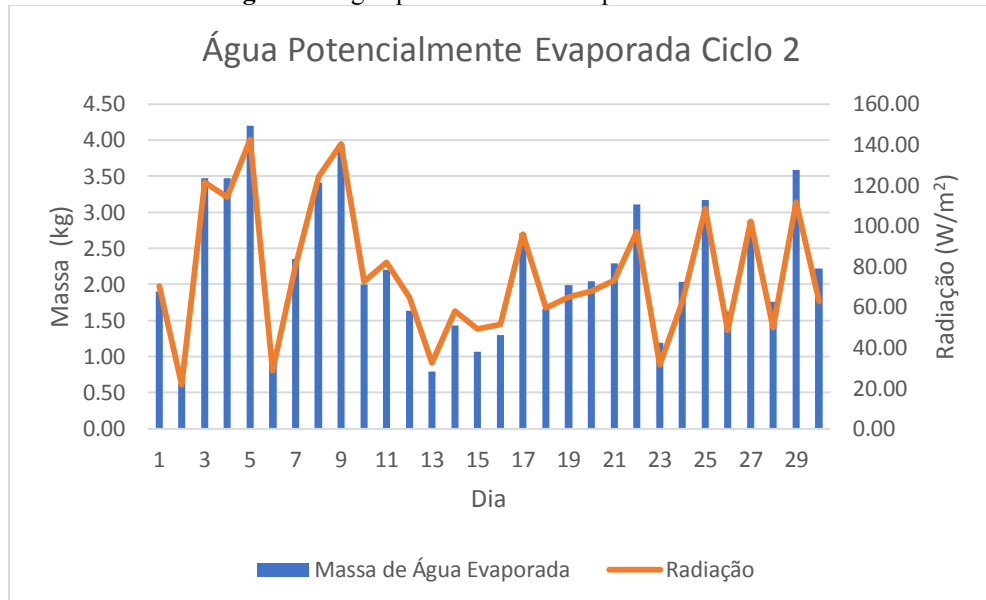
A Figura 4 mostra a massa de água potencialmente evaporada, no ciclo 1, e também a radiação média, diariamente. Da mesma forma, a Figura 5 mostra os valores para o ciclo 2.

Figura 4: Água potencialmente evaporada no ciclo 1



Fonte: Autoria Própria

Figura 5: Água potencialmente evaporada no ciclo 2



Fonte: Autoria própria

Se tratando da drenagem referente à água inicial do sistema, foi calculada com os dados do ciclo 1, pois nesse período ocorreu precipitação em poucos dias, o que possibilitou a determinação do padrão de drenagem nos leitos, referindo-se apenas a água presente inicialmente nos lodos. Não houve diferença significativa no comportamento da drenagem nos LS com mesma espessura de camada de lodo, mesmo um recebendo e o outro não o revolvimento diário. Por essa razão, foram feitas apenas duas estimativas: Para 20 cm de camada de lama e 30 cm, independente da operação.

A Tabela 1 mostra, para os tanques com 20 cm e 30 cm de camada de lodo, as porcentagens estimadas de água drenada, relativa à inicial. Como era sabido o teor de sólidos

inicial do lodo e o volume em cada tanque, facilmente foi encontrada a porcentagem (aproximada) drenada, dia a dia, relativa à água inicial do sistema.

Tabela 1: Água drenada inicial para os LS de 20 e 30 cm

Dia	Precipitação	Drenado (20 cm) [L]	% da inicial	Drenado (30 cm) [L]	% da inicial
1	0,00	26,63	25,0	21,35	20,0
2	0,00	17,97	20,0	17,05	15,0
3	0,00	10,52	10,0	13,23	13,0
4	0,00	4,84	5,0	9,11	9,0
5	0,00	3,41	3,5	4,74	5,0
6	0,00	1,57	1,5	2,01	2,0
7	0,00	1,10	1,0	1,28	1,3
8	0,20	0,58	0,5	0,92	0,9
9	0,00	0,48	0,5	0,68	0,7
10	15,60	3,05	0,5	0,56	0,5
11	0,00	0,65	0,5	0,57	0,5
12	0,00	0,59	0,4	0,54	0,5
13	0,00	0,49	0,4	0,43	0,4
14	0,00	0,43	0,4	0,36	,03
15	0,00	0,41	0,4	0,36	0,3
16	0,00	0,40	0,4	0,37	0,3
17	0,00	0,42	0,4	0,36	0,3
18	0,00	0,42	0,4	0,33	0,3
19	0,00	0,43	0,4	0,35	0,3
20	0,00	0,45	0,4	0,39	0,3
21	0,20	0,39	0,3	0,37	0,3
22	3,60	0,33	0,3	0,33	0,3
23	0,00	0,30	0,3	0,34	0,3
24	0,00	0,25	0,2	0,31	0,3
25	0,00	0,21	0,2	0,29	0,3
26	0,40	0,23	0,2	0,34	0,3
27	9,60	0,34	0,2	0,31	0,3
28	2,80	0,36	0,2	0,29	0,2
29	0,00	0,24	0,2	0,29	0,2
30	0,00	0,33	0,2	0,31	0,2

Fonte: Autoria própria

Para os LS com 20 cm de camada de lodo, observa-se que até o dia 10, onde ocorreu uma precipitação considerável, a porcentagem atribuída era apenas ajustada, para melhor visualização dos dados. Já nos dias onde ocorreu precipitação ou os dias que os sucedem, a drenagem aumentou e uma estimativa, com base no dia anterior, foi feita.

A água precipitada sobre os LS, terceira etapa de análise da modelagem, assim como a água evaporada, se comportava diferente aos diferentes valores de TS em que o lodo se encontrava. Portanto, fatores de correção também foram atribuídos para correção dessa variável do balanço de massa do sistema.

Ao decorrer da modelagem, utilizando o método da tentativa e erro, tentou-se aproximar o máximo possível a curva teórica da curva experimental dos dois ciclos para o mesmo tanque.

Encontrou-se a necessidade da divisão dos LS em categorias, já que as diferenças entre eles refletiam no comportamento da desidratação do lodo. Portanto, os FC são diferentes para os 4 tipos de leitos (20 cm com revolvimento; 20 cm sem revolvimento; 30 cm com revolvimento; e 30 cm sem revolvimento).

A Tabela 2 mostra os FC para os leitos com revolvimento, os mesmos foram atribuídos para faixas de TS em que os lodos se encontravam.

Tabela 2: Fatores de correção de drenagem e de evaporação para os leitos com revolvimento

Faixa de TS (%)	Drenagem (20 cm)	Evaporação (20 cm)	Drenagem (30 cm)	Evaporação (30 cm)
<5	1,00	0,90	1,00	0,80
5-10	0,70	0,40	0,60	0,40
10-20	0,40	0,30	0,20	0,35
20-30	0,30	0,35	0,20	0,35
30-40	0,20	0,25	0,20	0,35
40-50	0,10	0,25	0,20	0,30
50-60	0,10	0,25	0,15	0,25
>60	0,10	0,20	0,10	0,20

Fonte: Autoria própria

Os FC de drenagem, referente à água precipitada sobre o leito, diminuem em função do TS. Tal fato acontece devido a capacidade de absorção do lodo, fazendo com que parte da água fique contida no sistema e evapore posteriormente. Para os FC de evaporação, a tendência é que os valores diminuam conforme o TS aumente, pois o aumento da concentração de sólidos na camada superior de lama dificulta o fenômeno de evaporação da água.

Na Tabela 3 está contido os FC para os leitos sem revolvimento, também atribuídos para faixas de porcentagem de TS. Por não obterem um elevado grau de desidratação, os LS sem revolvimento não possuem faixas de TS superiores a 40%.

Tabela 3: Fatores de correção de drenagem e de evaporação para os leitos sem revolvimento

Faixa de TS (%)	Drenagem (20 cm)	Evaporação (20 cm)	Drenagem (30 cm)	Evaporação (30 cm)
<5	1,00	0,70	1,00	0,70
5-10	0,80	0,30	0,80	0,30
10-20	0,70	0,20	0,70	0,20
20-30	0,40	0,05	0,40	0,05
30-40	0,30	0,05	0,30	0,05

Fonte: Autoria própria

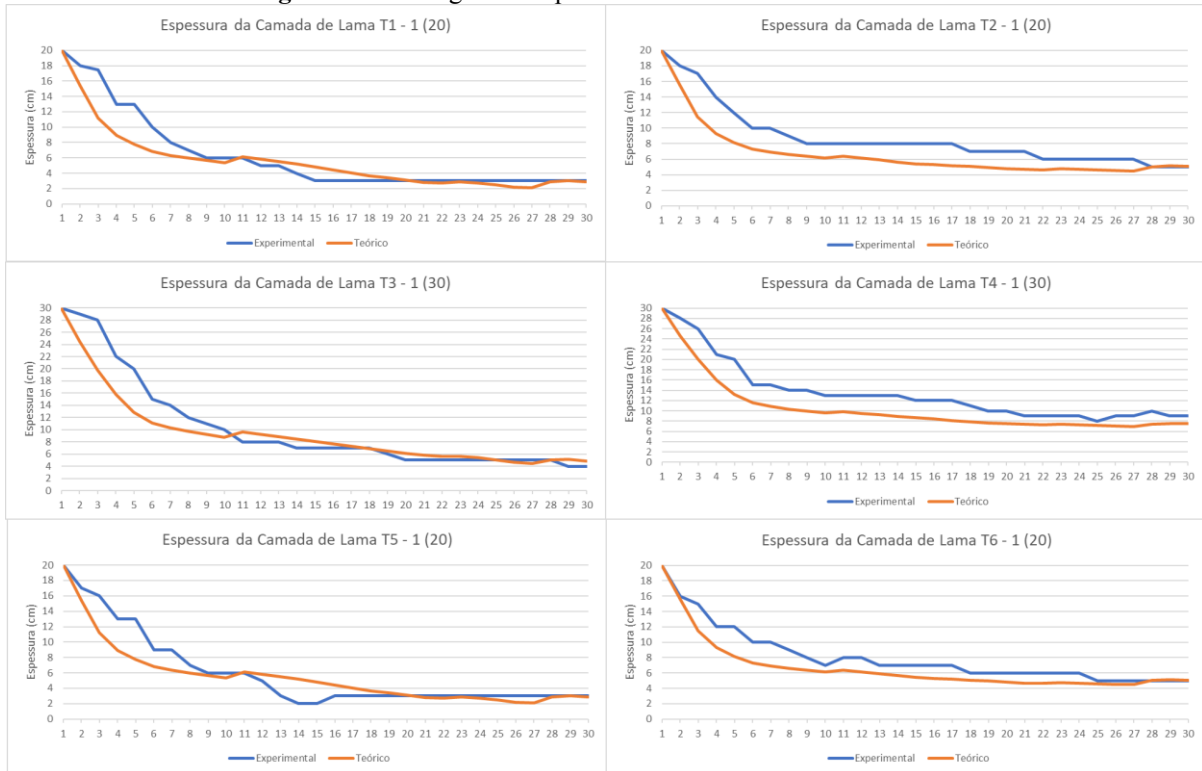
Nota-se que os valores dos FC para os leitos sem revolvimento foram os mesmos, independentemente da espessura da camada de lodo. Possivelmente isso aconteça porque os leitos sem revolvimento tendem a desenvolver um torrão de lodo na camada mais superficial, dificultando a evaporação da água contida em seu interior.

Aplicando: a estimativa de água drenada, relativa à inicial do sistema; as estimativas de água potencialmente evaporada; a precipitação sobre os leitos; e estipulados todos os FC, tem-se o modelo matemático.

A Figura 6 mostra a espessura da camada de lodo experimental (em azul) e a espessura teórica (em laranja), encontrada a partir da modelagem. O T1 – 1 indicado, no primeiro gráfico, se refere ao tanque 1 (LS 1) no ciclo 1 e os demais LS seguem a mesma nomenclatura.

A espessura teórica aproximou-se da experimental, porém existe uma diferença. A curva teórica decresce ligeiramente mais rápido, em relação a curva experimental, porque uma camada de espuma, onde ar está contido no sistema, eleva a espessura do lodo. A curva encontrada, através da modelação, considera nula essa quantidade de ar e, apesar da soma de 1 centímetro para compensação, o valor não é suficiente nos primeiros dias. Contudo, ao fim do ciclo os valores tendem a se igualar na maioria dos leitos.

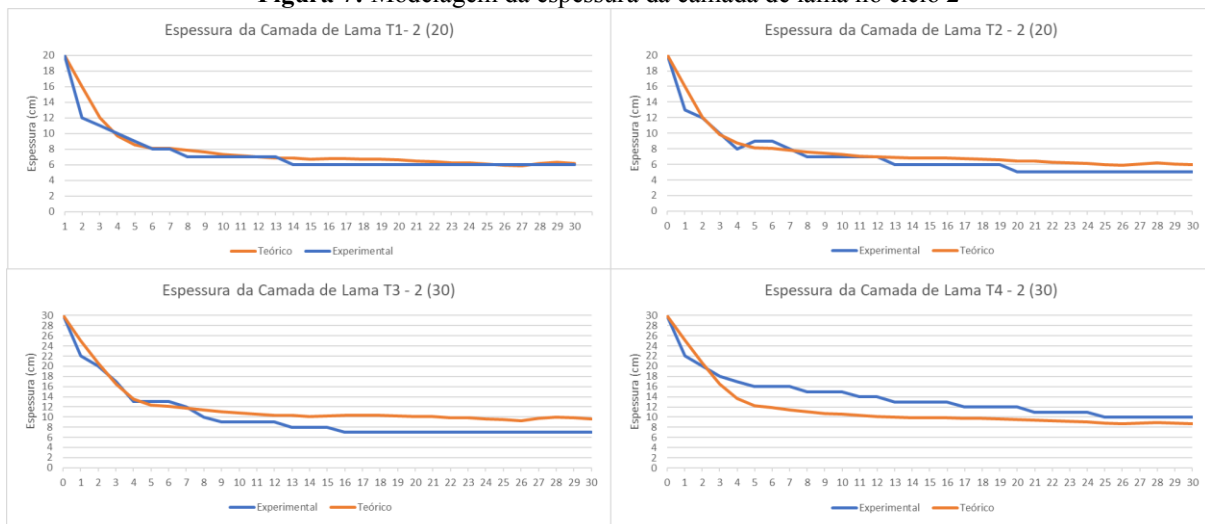
Figura 6: Modelagem da espessura da camada de lama no ciclo 1



Fonte: Autoria própria

A Figura 7 apresenta os resultados para o ciclo 2. Nota-se os valores dos primeiros dias da curva teórica mais próximos à realidade, em relação ao ciclo 1, com exceção do LS 4.

Figura 7: Modelagem da espessura da camada de lama no ciclo 2

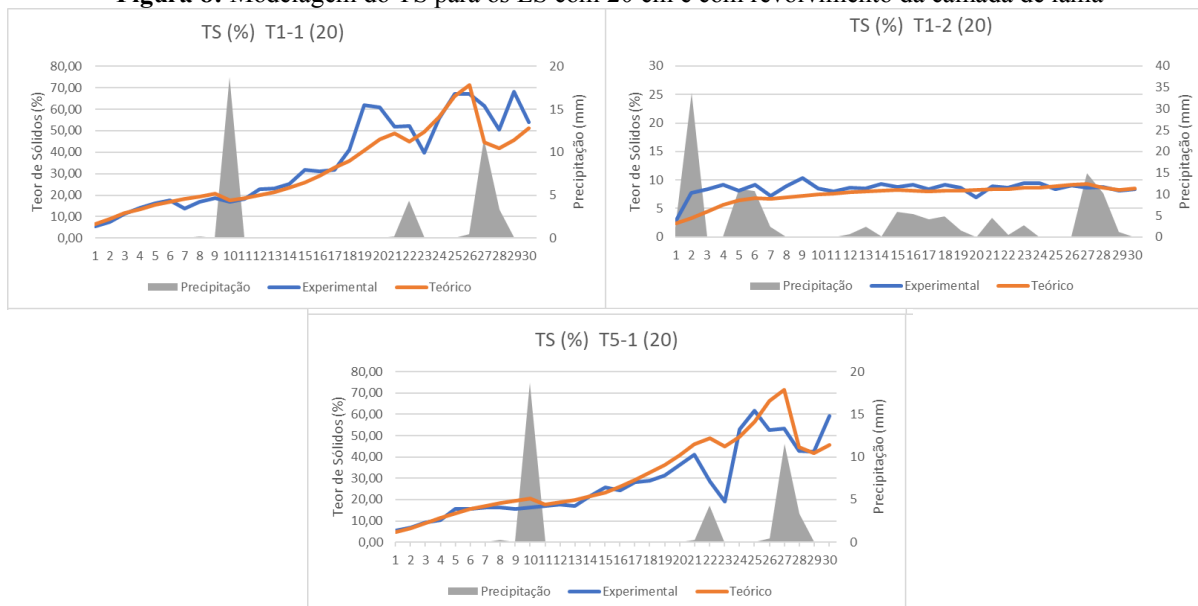


Fonte: Autoria própria

A contribuição da precipitação na compactação das lamas foi observada. No ciclo 1, a partir do dia 10 (onde ocorreu uma precipitação considerável), a maioria dos leitos obtiveram uma maior aproximação entre as curvas. E, no ciclo 2, onde houveram precipitações espalhadas durante o ciclo, as curvas são mais próximas. Tal fato evidencia essa influência.

Os resultados para o TS, teórico e experimental, estão divididos de acordo com as especificações de cada LS. A Figura 8 relata os resultados para os tanques com 20 cm de camada de lodo e com revolvimento.

Figura 8: Modelagem do TS para os LS com 20 cm e com revolvimento da camada de lama



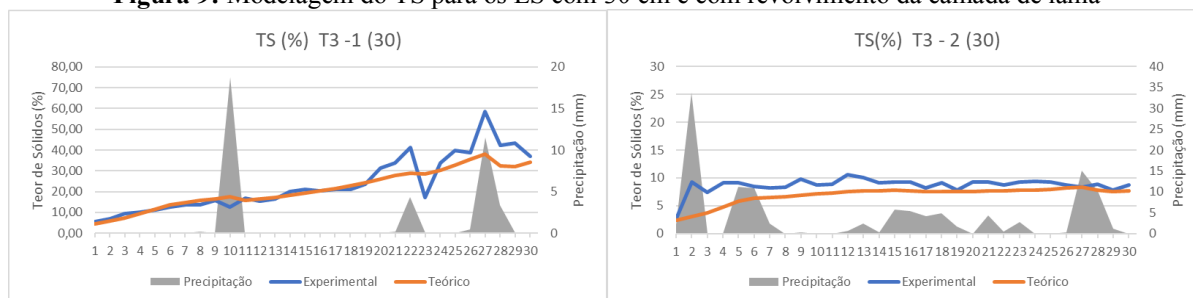
Fonte: Autoria própria

Nota-se uma aproximação das curvas teóricas e experimentais em grande parte do período. Um pico de diminuição de TS, na curva experimental do ciclo 1, acontece após uma precipitação, nos dias 22 e 23. Esse pico não é acompanhado pela curva teórica, principalmente no leito 5. Tal fato acontece, porque em estágios avançados de desidratação, como no dia 22, onde o TS já superava os 50%, a água da chuva é absorvida pelo lodo e evaporada posteriormente. O modelo não prevê esse acúmulo de umidade. Portanto, ao invés de considerar que essa água absorvida fique contida no lodo e se evapore com fator de correção superior ao previsto para o intervalo de TS instantâneo, considera que a mesma seja drenada imediatamente. Assim, não diminui agressivamente o TS após precipitações, porém logo em seguida os valores de voltam a se aproximar.

Observa-se, para o LS 1 no ciclo 2, a maior quantidade de precipitação do período. Como as lamas não atingem valores altos de TS não acontecem grandes variações após queda de chuva.

A Figura 9 mostra os resultados para o LS 3 no ciclo 1 e 2, gráficos do lado esquerdo e lado direito, respectivamente.

Figura 9: Modelagem do TS para os LS com 30 cm e com revolvimento da camada de lama

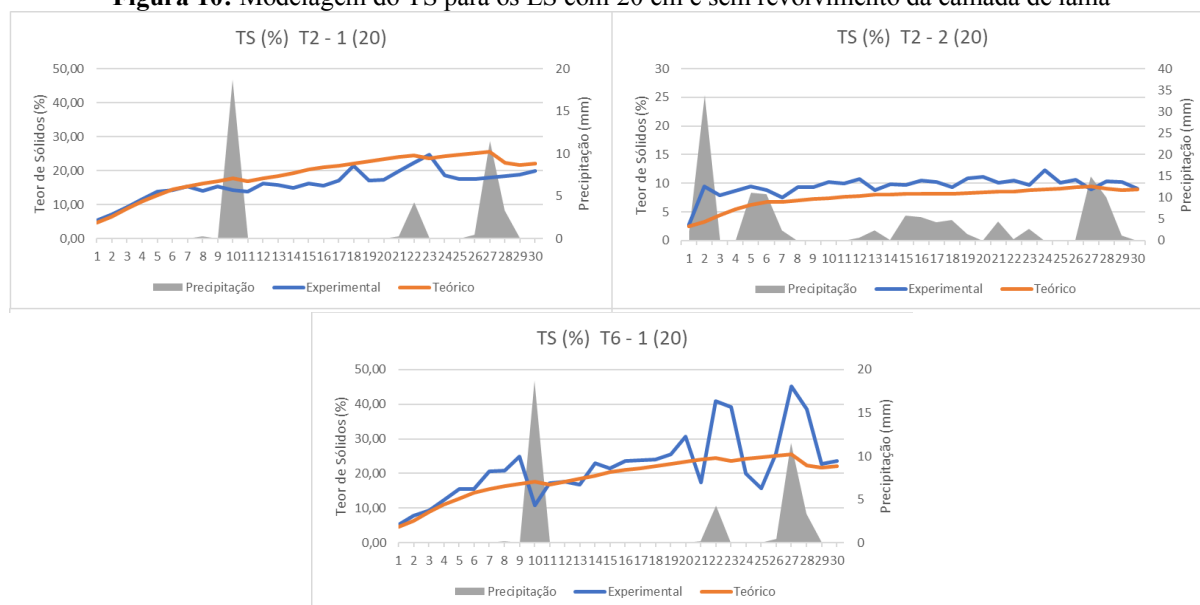


Fonte: Autoria própria

Observa-se uma aproximação das curvas nos dois gráficos, seguindo os mesmos padrões já explicados anteriormente, relativamente à interação do TS com a precipitação.

Para o tratamento T6 – 1 (LS 6 no primeiro ciclo), onde cortiça foi utilizada, houveram maiores valores e também maiores variações nos resultados de TS, como é mostrado na Figura 10. Os gráficos dessa imagem se referem aos leitos com 20 cm e sem revolvimento.

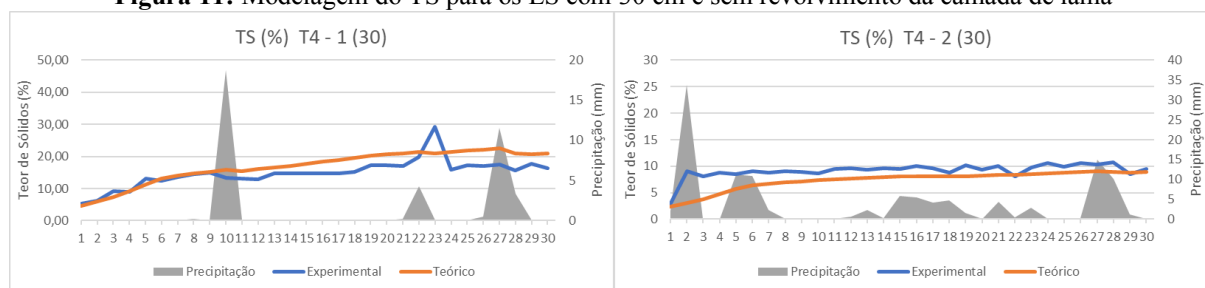
Figura 10: Modelagem do TS para os LS com 20 cm e sem revolvimento da camada de lama



Fonte: Autoria própria

A variação de TS, relativa às chuvas, não seguiram os mesmos padrões para os leitos sem revolvimento. A maioria dos picos de diminuição de TS acontecem nos dias posteriores a precipitação, talvez porque a crosta formada superficialmente dificulte a imediata drenagem da água. Para a última configuração de LS, a Figura 11 mostra os resultados (leitos com 30 centímetros e sem revolvimento).

Figura 11: Modelagem do TS para os LS com 30 cm e sem revolvimento da camada de lama



Fonte: Autoria própria

Como a curva teórica para todos os LS, com mesma configuração, recebia os mesmos fatores de correção, a mudança de valores das mesmas entre os ciclos aconteceu em função das diferenças climáticas e do teor de sólidos inicial das lamas.

Para os leitos onde ocorreram revolvimentos, os resultados foram melhores para os valores de TS e, conseqüentemente, para os de diminuição da espessura da camada de lodo. A modelagem matemática também obteve maior eficiência para esses leitos, visto que acompanhou os valores da curva experimental mais fielmente, principalmente para os leitos com 20 cm.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como esperado, os resultados experimentais da desidratação foram melhores para o primeiro ciclo, onde as temperaturas foram maiores e a precipitação menor. Porém, os LS se mostraram eficientes mesmo em condições climáticas adversas.

Esperava-se a criação de um biofilme na camada de cortiça e que esse biofilme pudesse melhorar a qualidade do lixiviado, porém esse efeito não aconteceu. Talvez se a camada de cortiça fosse colocada abaixo de uma camada de areia não aconteceria a mistura da mesma com o lodo. Pois assim apenas o lixiviado entraria em contato com a cortiça e o biofilme poderia ter sido criado.

A modelação matemática elaborada se comportou bem em diferentes condições climáticas, acompanhando a concentração experimental de TS em praticamente todos os dias do experimento. Um ponto a se melhorar é a maior evaporação da água absorvida nas lamas, relativa à água precipitada, quando o TS se encontra em valores mais elevados. A modelação elaborada não prevê esse fator e o corrige de forma simplista, considerando que essa água fosse drenada.

REFERÊNCIAS

ACHON, C. L.; COIMBRA, P. R. S.; KELLNER, E. **Influência da manta geotêxtil e altura da camada de lodo no desaguamento de lodo anaeróbio em leito de drenagem.** Rio de Janeiro: Eng. Sanit. Ambiental. v. 24, n. 4, p. 849-860, ago. 2019. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-41522019000400849&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 23/04/2021.

APHA. **Standard methods for the examination of water and wastewater.** 20. ed. Washington: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 1998.

COIMBRA, P. R. S.; ACHON, C. L. **Lodo de reatores UASB: desaguamento através de protótipos de Leito de Drenagem.** Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, [S.l.], v. 4, n. 24, dez. 2016. ISSN 2318-8472. Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1322>. Acesso em: 23/04/2021.

Cordeiro, J. S. **Principais características quantitativas e qualitativas do lodo de ETAs.** In: REALI, M. A. P. (coord.) **Noções gerais de tratamento de disposição final de lodos de ETA.** Rio de Janeiro: ABES. p. 107–124, 1999.

Decreto-Lei 276/2009, **2009-10-02 - DRE**, 2009. Disponível em: <<https://dre.pt/pesquisa/-/search/490974/details/maximized>>. Acesso em: 12/04/2021.

INCROPERA, F. P. et al. **Fundamentos de transferência de calor e de massa.** 6. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2007.

LAMPREIA, E. de C. **Simulação matemática da desidratação de lamas de ETAR em leitos de secagem.** Lisboa: Dissertação de Mestrado, 2017.

LIMA, A.A.J. **Modelação da desidratação de lamas de ETAR por meio de leitos de secagem.** Bragança: Dissertação de Mestrado, 2020.

METCALF and EDDY. **Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización.** 3. ed. Madrid: Tr. McGraw-Hill, 1995.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Conferências de meio ambiente e desenvolvimento sustentável: um miniguia da ONU.** Brasil, 2017. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/conferencias-de-meio-ambiente-e-desenvolvimento-sustentavel-miniguia-da-onu/>>. Acesso em: 10/04/2020.

REALI, M. A. P. **Principais características quantitativas e qualitativas do lodo de ETAs.** In: REALI, M. A. P. (coord.) **Noções gerais de tratamento de disposição final de lodos de ETA.** Rio de Janeiro: ABES. p. 21–39, 1999.

SPERLING, M. Von.; Franci, R. **Lodo de esgotos: características e produção, in Lodo de esgotos: tratamento e disposição final**, ed. 2001, Belo Horizonte: UFMG, p. 15–65, 2001.



SPERLING, M. Von. **Biological wastewater treatment - volume 1: Wastewater characteristics, treatment and disposal**. Londres: Editora IWA. vol. 45, no. 05, 2007.

TUROVSKIY, I. S; MATHAI, P. K. **Wastewater sludge processing**. Nova Jersey: John Wiley and Sons, Inc, 2006.



CAPÍTULO 4

PRODUÇÃO DE BIOGÁS POR DIGESTÃO ANAERÓBIA DE GLICEROL BRUTO

Camila Gabrielle Reis Queiroz, Engenheira Química, Universidade Salvador
Luiz Mário Nelson de Góis, Doutor em Engenharia Química, Professor, Universidade Salvador

Ramiro José Espinheira Martins, Doutor em Engenharia Química, Professor, Instituto Politécnico de Bragança


RESUMO

Biodiesel é uma interessante forma de energia renovável. A tendência dessa produção está a aumentar, gerando preocupações ambientais, pelo fato de provocar um excedente do resíduo, o glicerol. Uma alternativa atrativa ao tratamento desse resíduo é mediante o processo de digestão anaeróbia (DA), possibilitando simultaneamente um controlo da poluição e a recuperação de energia. Torna-se, pois, necessário aprimorar o tratamento de resíduos orgânicos através da digestão anaeróbia e melhorar o seu desempenho: rendimento, produção cumulativa de metano e taxa máxima de produção. Elevadas cargas de glicerol, aliado à complexidade da molécula, podem facilmente acarretar a inibição dos microrganismos envolvidos. Neste contexto, o presente estudo tem como principal objetivo avaliar diferentes Tempo de Retenção Hidráulico (TRH) de 11 e 23 d e Carga Orgânica Volumétrica (COV) de 0,5, 1,0 e 2,0 g CQO.L⁻¹.d⁻¹ na tentativa de otimizar a produção de biogás e a sua qualidade (% CH₄). Para os ensaios experimentais da digestão anaeróbia do glicerol bruto foi utilizado um reator em acrílico de 1400 mL, operado em regime semi-contínuo e em condições mesófilas. O volume de metano gerado foi medido, em contínuo numa proveta, mediante a deslocação duma solução de NaOH e a sua produção avaliada em termos da Carência Química de Oxigénio (CQO) removida. Para os dois valores do tempo de retenção hidráulico testados com COV de 1 g CQO.L⁻¹.d⁻¹, o aumento de TRH traduziu-se num acréscimo de 11% no volume de CH₄ gerado (de 190 para 211 mL CH₄. g⁻¹ CQO removido). Os resultados mais satisfatórios foram obtidos para uma COV de 2 g CQO.L⁻¹.d⁻¹ e TRH de 23 dias, tendo sido alcançada uma produção de 256 mL CH₄.g⁻¹ CQO removido, com SV/ST de 0,62 (remoção final da CQO de 75%).

PALAVRAS-CHAVES: Glicerol, Digestão Anaeróbia, Metano, Carga Orgânica Volumétrica, Tempo de Retenção Hidráulico.

INTRODUÇÃO

A energia consumida mundialmente provém, basicamente, dos combustíveis fósseis, como o carvão, petróleo e gás natural. Entretanto, essas fontes são limitadas e esgotáveis. Além disso, geram grandes problemas econômicos, sociais e ambientais. De forma alternativa, tem-se os biocombustíveis os quais surgem como uma fonte de energia renovável e limpa. Dentre esse tipo de combustível, produzidos a partir de açúcares, plantas oleaginosas e biomassa, encontra-se o etanol, metanol, gás metano, o carvão vegetal e o biodiesel. O uso de biocombustível, torna-se vantajoso em aspectos como a redução da emissão de gases poluentes,



a substituição de alguns derivados de petróleo e a descentralização de investimento da matriz energética atual [1].

A partir da produção de biodiesel através da reação de transesterificação, são gerados resíduos e coprodutos que podem ser aproveitados, de forma que a produção do biodiesel seja ainda mais sustentável e economicamente viável. Os principais resíduos são a torta ou farelo e a glicerina ou glicerol. Diversas são as formas de aproveitamento desses resíduos, as quais têm sido estudadas e aplicadas para diminuir o impacto ambiental que eles poderiam causar. Uma das possibilidades mais viáveis para o aproveitamento dessa matéria-prima é a geração de biogás através da biodigestão da glicerina bruta juntamente com outros resíduos líquidos ou pastosos de fácil degradabilidade microbiana [2].

Segundo Zhang *et al.* (2014), com o intuito de obter bons resultados na produção de biogás, é recomendado a digestão com resíduos ricos em matéria orgânica [3]. Nesse contexto, a glicerina bruta é indicada para digestão anaeróbia por possuir alto teor de carbono. Em vias econômicas, o tratamento de resíduos por esse tipo de digestão pode ser favorável, pois obtém além da degradação dos resíduos, a produção de fertilizante orgânico e potencializa a produção de biogás e metano [4,5].


Dessa maneira, este trabalho propõe a análise do efeito de diferentes cargas aplicadas de glicerol:inóculo para produção do metano através do processo de digestão anaeróbia.

REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com segundo Zhang *et al.* (2014), a digestão anaeróbia com resíduos ricos em matéria orgânica é recomendada com o intuito de obter bons resultados na produção de metano [3]. Por isso, no presente capítulo é apresentada uma revisão bibliográfica para contextualização do tema proposto para estudo.

A crescente demanda no mundo por combustíveis, principalmente os de origem fóssil, gerou uma grande preocupação, devido às reservas limitadas de petróleo e pelo crescimento de graves problemas de poluição. Como consequência desta problemática, nos últimos anos, houve uma intensificação em pesquisas sobre combustíveis oriundos de fontes renováveis, com destaque para os biocombustíveis, como o etanol e biodiesel [6].

Os biocombustíveis surgem como alternativa para minimizar os altos índices de poluição, com benefícios sociais e econômicos. De acordo com dados da Agência Internacional de Energia (2020), o crescimento das energias renováveis modernas ultrapassou a taxa de aumento do consumo de energia, o qual permitiu um acréscimo na participação no consumo



total de energia final, atingindo quase 11% em 2018. Dadas as políticas atuais, essa participação deve crescer para mais de 15% até 2030 [7].

O principal subproduto gerado na produção de biodiesel é o glicerol, sendo aproximadamente 10% do volume total de biodiesel produzido. Este subproduto possui inúmeras aplicações industriais, como, por exemplo, aditivo na indústria alimentar, de cosméticos e medicamentos. No entanto, esta quantidade não é totalmente absorvida e o excedente de glicerina vem saturando o mercado, sendo sua oferta maior que a procura, levando à queda do seu preço e a estocagem do mesmo sem um destino certo [7,8].

Com o intuito de evitar futuros problemas derivados da acumulação de glicerol e para tornar a produção de biodiesel mais competitiva, torna-se necessária a busca de alternativas para o uso do glicerol bruto gerado. Nessa perspectiva, a produção de biogás a partir do glicerol e sua valorização energética surge como uma alternativa a considerar na resolução desta problemática.

Segundo Ramos *et al.* (2011), no que se refere à produção de biodiesel, há tecnologias de produção em meio homogêneo (transesterificação e esterificação) e em meio heterogêneo. A produção também pode ser realizada por diversos processos térmicos, tais como a pirólise, o craqueamento e o hidrocrackeamento. Algumas das etapas envolvidas na produção são: preparação da matéria-prima, reação de transesterificação, separação das fases, recuperação e desidratação do álcool, destilação da glicerina e purificação do biodiesel [9,10].

Um dos processos mais comuns para a produção do biodiesel é a reação de transesterificação. Essa reação se dá a partir de um óleo e um álcool, que produz ésteres e um subproduto, o glicerol ou glicerina. Usa-se, normalmente, um catalisador para acelerar a reação, podendo ser básico, ácido ou enzimático. Algumas questões, como o tipo de catalisador, as condições de reação e a concentração de impurezas numa reação de transesterificação determinam o caminho que a reação segue. Nessa são utilizados, preferencialmente, álcoois de baixa massa molecular, como por exemplo, metanol, etanol e propanol [11].

De acordo com Lofrano (2008), a glicerina obtida pela reação de transesterificação de óleos vegetais apresenta impurezas como água, catalisador alcalino, álcool não reagido, ácidos graxos, entre outros compostos. Como o processo de purificação da glicerina tem um alto custo agregado, são necessários processos complexos e dispendiosos para que essa matéria-prima alcance as exigências em grau de pureza necessária para fins industriais, e não se pode apenas depositar a glicerina residual em aterros, pois cria-se um problema ambiental, devido a sua alta

carência química de oxigênio. Assim, esse coproduto vem sendo alvo de estudos para a sua transformação química em produtos de maior valor agregado, sobretudo para a produção de aditivos para combustíveis e para a produção de plásticos [12]. Na Tabela 1 são mostradas algumas das características físico-químicas do subproduto da produção do biodiesel, o glicerol: potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais (ST), sólidos voláteis (SV) e Carência Química de Oxigênio (CQO).

Tabela 1. Característica físico-químicas do glicerol [13–17].

Parâmetro	Valor
pH	8.00 – 9.28
ST (g.L ⁻¹)	376 - 782
SV (g.L ⁻¹)	200 - 924
CQO (g.L ⁻¹)	1010 - 5820

Um significativo número de estudos científicos e tecnológicos têm sido realizados nos últimos anos, numa tentativa de encontrar ou aperfeiçoar métodos para converter o glicerol de baixo valor comercial oriundo do biodiesel em produtos com valor acrescentado. Por exemplo, éteres de glicerina e acetais de glicerina, com uso em aditivo para combustíveis, emulsionantes e solventes. Hidrogenólise da glicerina a qual pode ser aplicada como agente anticoagulante, produção de fibras sintéticas de poliésteres e produção de plásticos [14,15].

Outra de valorização do glicerol é sua utilização para a produção de biogás por meio da digestão anaeróbia. De acordo com alguns trabalhos atuais, essa alternativa vem sendo muito pesquisada, visto que tem apresentado resultados promissores. Alguns exemplos são sobre a digestão do glicerol com subprodutos agroindustriais, resíduos sólidos urbanos e com lamas secundárias de estação de tratamento de água para produção de metano e hidrogênio [20–22].

A digestão anaeróbia (DA) é um processo biológico que envolve diferentes tipos de microrganismos, na ausência de oxigênio, facilitando a decomposição orgânica e reduz a matéria inorgânica. A DA promove, então, a transformação de compostos orgânicos complexos, como proteínas e carboidratos, em produtos mais simples, metano e dióxido de carbono. Nos reatores anaeróbios, a formação do metano é altamente desejável, uma vez que a matéria orgânica, geralmente expressa como Carência Química de Oxigênio (CQO), é efetivamente removida da fase líquida, porque o metano apresenta baixa solubilidade em água [23,24].

De acordo com Khalid *et al.* (2011), a digestão anaeróbia se realiza em quatro biológicas etapas distintas e independentes ilustradas através da Figura 2 [25].

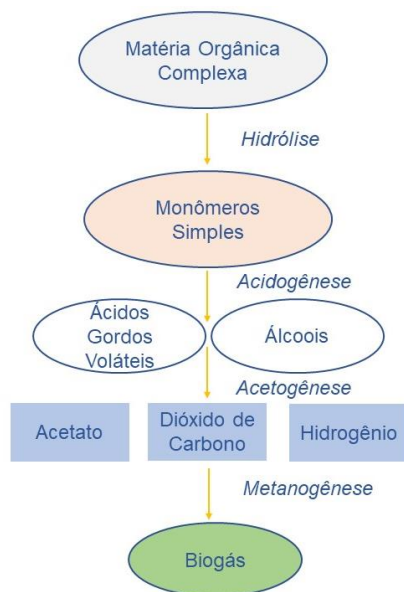



Figura 1. Etapas do processo de digestão anaeróbia [23].

Na hidrólise, há a decomposição da matéria orgânica insolúvel em monômeros simples por meio de microrganismos hidrolíticos. Na acidogênese, os compostos dissolvidos, gerados no processo de hidrólise, como açúcares e ácidos simples, são absorvidos nas células das bactérias fermentativas e, após a acidogênese, excretados como substâncias orgânicas simples como ácidos graxos voláteis (AGV), álcoois, ácido lático e/ou compostos minerais. Na acetogênese, há conversão de produtos da etapa anterior, AGV, em compostos que formam os substratos para a produção de metano: acetato, hidrogênio (H₂) e dióxido de carbono (CO₂). Na metanogênese, tem-se a conversão do acetato e H₂ em CH₄ e CO₂ por meio de bactérias acetotróficas, a partir da redução de ácido acético, ou pelas bactérias hidrogenotróficas, a partir da redução de dióxido de carbono. As populações microbianas precisam ser mantidas para estabilizar o processo de DA e aumentar a eficiência da produção de biogás [23,26,27].

A digestão representa um dos processos tecnológicos de valorização energética mais antigos, porém continua a ser considerada como uma das mais sustentáveis opções para estabilizar e tratar material orgânico diversos, como lamas de Estações de Tratamentos de Águas Residuais (ETAR), fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, resíduos agrícolas e agropecuários, efluentes de diversas indústrias, com a consequente produção de biogás [20,22].

A DA em digestores específicos, com condições controladas, previne a liberação do metano para a atmosfera, diminuindo a poluição ambiental e converte-o numa forma de energia limpa, renovável e com grande diversidade de aplicações - o biogás. As vantagens deste processo estendem-se ainda aos seus baixos consumos energéticos, à eliminação de uma parte significativa dos organismos patogênicos presentes nos substratos, uma pequena produção de




biomassa como produto e a não dependência de combustíveis fósseis para os seus consumos energéticos [25].

Existem diversos fatores operacionais os quais afetam a produção de biogás no processo de digestão anaeróbia. Isso inclui, principalmente, a temperatura, tempo de retenção hidráulico (TRH), carga orgânica volumétrica (COV), potencial hidrogeniônico (pH) e agitação. Um indicativo de bom ou mau funcionamento do processo de digestão anaeróbia é o volume de metano produzido. Quando ocorre um desbalanceamento do processo, o primeiro sinal é a redução na quantidade de gases produzidos, o que ocorre antes mesmo da elevação na concentração de ácidos voláteis [23,24,29].

A temperatura é um parâmetro crítico para o processo de DA no que se refere a sobrevivência da atividade microbiana e para produzir biogás de forma consistente, pois para cada redução de 6°C, a produção de biogás cai 50% [23]. Duas faixas de temperatura são mais adequadas para a produção de biogás: termofílica e mesofílica. Bactérias termofílicas operam em condições de alta temperatura (48-60°C), reduzindo assim o tempo de retenção para decompor mais substrato e produzir mais biogás. No entanto, esses sistemas são caros para operar, visto que maior quantidade de energia é necessária para manter a temperatura de operação mais alta, e eles estão sujeitos à acidificação e são facilmente influenciados por toxinas [30,31]. Alternativamente, tem-se as bactérias mesofílicas funcionando em temperaturas mais baixas (32-43°C), produzem menos biogás em comparação com as termofílicas, mas são fáceis de operar, têm baixo custo de investimento e são mais estáveis em relação às mudanças ambientais. No entanto, eles têm baixa biodegradabilidade e são suscetíveis ao desequilíbrio de nutrientes [32,33].

Além da temperatura, o TRH, representado pela Equação 1, também influencia na produção de biogás. O TRH é o tempo médio que as matérias-primas residem no digestor para se decompor com base na carência química de oxigênio (CQO). Geralmente, é necessário um tempo médio de retenção de 15-30 dias para tratar os resíduos em condições mesofílicas, dependendo do tipo de resíduo orgânico e digestor. Tempos de retenção mais longos fornecem tempo suficiente para a degradação da matéria orgânica, dependendo das bactérias presentes no digestor em diferentes taxas e tempos. Tempos de retenção mais curtos inibem a metanogênese, enquanto tempos de retenção mais longos do que o necessário leva à utilização insuficiente de componentes [30,34].


$$TRH = \frac{V_R}{Q} [d]$$

Equação 1

onde:

TRH; Tempo de retenção hidráulica (d);

V_R ; Volume do reator (mL);

Q ; Caudal do substrato (mL.d⁻¹).


Da mesma forma, a quantidade de carga orgânica que alimenta o digestor todos os dias, COV, também é um parâmetro importante que afeta a produção de biogás. A sua produção aumenta com maior COV, no entanto, ele perturba a população bacteriana, levando a valores mais altos de bactérias hidrolíticas e acidógenos, o que ocasionaria uma menor população de metanogênio necessária para a produção de biogás. A literatura contém COVs ideais para várias matérias-primas orgânicas para evitar acidificação irreversível e altos rendimentos de biogás, 9,2 kg CQO.m⁻³.dia para lodo e 10,5 kg CQO.m⁻³.dia para resíduos alimentares [35,36].

O pH, é outro fator importante que perturba a atividade bacteriana e, portanto, a produção de biogás. Os metanógenos são altamente sensíveis ao ambiente ácido (pH <7), levando a um rápido aumento dos metanógenos em níveis de pH mais elevados, enquanto os acidógenos são inibidos. O pH ideal para acidogênese está entre pH 5,5 e 6,5 [37], no entanto a metanogênese é mais eficiente entre pH 6,5 e 8,2 [38]. Assim, segundo Mao *et. al* (2015), é importante manter o pH entre 6,5 e 8,2 para sustentar uma concentração ideal de acidogênios e metanogênios no digestor para maiores rendimentos de biogás [30].

Outro parâmetro é agitação da biomassa em um biodigestor anaeróbio a qual tem um efeito significativo. Promove a homogeneização do substrato e aumenta a cinética da velocidade de digestão anaeróbia, acelerando o processo de conversão biológica. Isto se deve ao aquecimento uniforme do substrato no interior do digestor bem como a maior facilidade de transferência de matéria, já que as moléculas do substrato devem ser absorvidas pela superfície dos microrganismos e os produtos intermediários e finais devem ser transportados. Além disso, a agitação previne que ocorram curtos circuitos (área mortas) no interior do biodigestor, evitando que parte do substrato eflua sem entrar em contato com os microrganismos [39].

Existem outros fatores que afetam o processo de DA, os quais incluem o tipo de matéria-prima para prever a composição e a taxa de reação, o volume do tanque para determinar o tempo de retenção e a razão Carbono: Nitrogênio (C:N) replicando a quantidade de níveis de nutrientes no digestor necessário para as etapas de DA que afetam a produção de biogás [30].

Biorreatores desenhados e configurados de maneira diferente afetam significativamente o processo de produção de metano, particularmente em termos de retenção da estabilidade e eficiência. Devido a isso, vários tipos de biorreatores têm sido utilizados para estudar a taxa de



produção e rendimento de metano de diferentes substratos. Entre eles, digestão anaeróbica seca [40], reatores de fluxo em pistão em escala de campo [41], reatores anaeróbicos de manta de lodo (UASB) [42], reator de tanque continuamente agitado (CSTR) [43], reatores de leito induzido (IBR) [44] e biorreatores de membrana anaeróbia (AnMBR) [45] podem ser mencionados. Outro arranjo de biorreator incluiu uma unidade de membrana de desgaseificação acoplada a um reator UASB. Isso melhorou a taxa de produção de metano para cerca de 94% com uma taxa de recirculação de líquido igual a $0,63 \text{ L.h}^{-1}$ [46].

Os produtos da digestão anaeróbia são o biogás e o produto digerido, constituído por matéria orgânica, incluindo biomassa microbiana. O biogás resultante da DA, é constituído basicamente por 40 a 75% de metano (CH_4) e 15 a 60% dióxido de carbono (CO_2) por volume e apresentar vestígios de outros gases, tais como de hidrogênio (H_2), nitrogênio (N_2), sulfeto de hidrogênio (H_2S), oxigênio (O_2) e água (H_2O) [12].

O biogás tem uma ampla variedade de aplicações. Entre elas, destacam-se quatro formas básicas de utilização: produção de calor e vapor de água, geração de energia elétrica/cogeração, uso como combustível de veículos, e como matéria-prima para a produção de outros produtos químicos [8,47].

Para que seja viável economicamente a utilização de biogás na geração de energia, encontra-se alguns estudos recentes na literatura, os quais destacam-se os publicados por Carneiro (2005), Foster-Carneiro et al. (2006), Capela et al. (2007) onde foram feitos estudos relacionados com lixo, esterco bovino/suíno e lodo de esgoto. Estes obtiveram resultados de eficiência em torno de 59, 43 e 65% (ST) [48–50]. Entretanto, o que se percebe é que na área da produção de biogás por co-digestão de glicerol bruto ainda são muito raros o que leva a necessidade de pesquisas mais recentes sobre este tema.

Sendo assim, nesta revisão bibliográfica comprova-se que estudos utilizando a digestão anaeróbia com diferentes inóculos e substratos, resulta na confirmação de que tem potencial de uso como alternativa tecnológica e econômica para a produção de biogás. Com relação ao uso de inóculos, como as lamas de digestor anaeróbio, essa acelera a digestão, aumenta a produção de biogás, e, além disso, dá destino a resíduos às vezes ditos como inservíveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo serão abordados os materiais e métodos aplicados para caracterizar o substrato (glicerol) e inóculo (lama de digestor anaeróbio de ETAR) utilizados no processo de

digestão anaeróbia, determinando os parâmetros físico-químicos. Posteriormente, será descrita a metodologia dos ensaios experimentais de digestão anaeróbia para produção de biogás.

Os parâmetros físico-químicos foram determinados de acordo com os métodos apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Métodos analíticos para determinação dos parâmetros físico-químicos [51].

Parâmetro	Método analítico de referência
pH	Medidor digital com eletrodo de pH de acordo com o método 4500 H ⁺ B do Standard Methods (APHA, 2017).
Alcalinidade (g CaCO ₃ .L ⁻¹)	Método 2320 B do Standard Methods (APHA, 2017).
ST (g.L ⁻¹)	Método 2540 B do Standard Methods (APHA, 2017).
SV (g.L ⁻¹)	Método 2540 E do Standard Methods (APHA, 2017).
CQO (g O ₂ .L ⁻¹)	Método colorimétrico 5220 D do Standard Methods (APHA, 2017).

A Figura 3 apresenta uma amostra do glicerol (substrato) utilizado nos ensaios experimentais, que provém de uma instalação experimental de biodiesel, que teve como matéria-prima óleo de cozinha vegetal, localizada na Escola Superior de Tecnologia e Gestão (ESTiG), Instituto Politécnico de Bragança (IPB), Portugal. Na caracterização físico-química do glicerol bruto foram avaliados pH, Sólidos Totais (ST), Sólidos Voláteis (SV) e CQO.



Figura 2. Amostra de glicerol bruto.

Na Figura 4 mostra a lama (inóculo) do digestor anaeróbio proveniente da Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR) de Parada, na cidade do Porto/Portugal. Para a caracterização do inóculo foram determinados os parâmetros: pH, ST, SV, Alcalinidade e CQO.

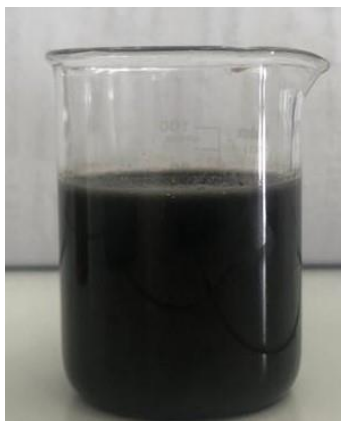


Figura 3. Lama de digester anaeróbio da ETAR de Parada.

O estudo da digestão do glicerol bruto foi realizado em um reator em acrílico, conforme mostrado na Figura 5, formato cilíndrico e volume total de 1400 mL, operando em regime semi-contínuo e um volume útil de 1000 mL.



Figura 4. Reator em acrílico usado nos ensaios de digestão anaeróbia.

A configuração do reator, nomeadamente entrada de alimentação e saída do digerido, camisa de aquecimento, portas para amostragem e saída de gás, está representada na Figura 6. Inicialmente, o reator foi parcialmente preenchido com 1000 mL da lama do digester anaeróbio (DigAnaer) e, de forma progressiva, alimentado com glicerol bruto diluído, de acordo com a CQO desejada. Este é alimentado ao reator com o auxílio de uma bomba peristáltica, pela entrada de alimentação (a), até à altura da tubagem de saída do reator (b). Na mesma lateral onde se encontra a entrada da alimentação, tem-se, na parte superior, a saída da água de aquecimento (a). Numa outra lateral (c), na parte inferior, está a entrada da água de aquecimento. Por fim, no topo do reator, existe uma porta de amostragem, saída do gás produzido e, rosca para instalação de eléctrodo de pH (d).

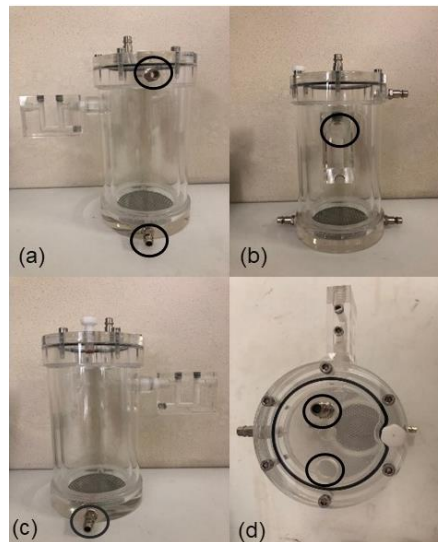


Figura 5. Descrição da configuração e modo de funcionamento do reator: (a) Entrada da alimentação (base) e saída da água de aquecimento (topo); (b) Ponto de coleta de amostras; (c) Entrada da água de aquecimento do reator; (d) Rosca para medidor de pH e saída de gás.

De acordo com a Figura 7, cada reator possui um medidor de pH (a e b) e dispositivo para medição do volume de metano produzido. O volume de metano no biogás produzido é medido em contínuo, por intermédio de uma solução alcalina, NaOH (5 mol. L⁻¹), contida em um frasco de polietileno (PE). Quando o biogás gerado (essencialmente metano e dióxido de carbono), borbulha na solução de NaOH, o CO₂ é convertido e o volume de líquido deslocado corresponde somente a CH₄. Assim, o volume de metano produzido diariamente, corresponde ao volume de NaOH deslocado, que é medido usando uma proveta graduada (c).



Figura 6. Componentes do sistema de digestão anaeróbia: (a), (b) Medidor de pH; (c) Frasco PE e proveta graduada; (d) e (e) Placas de agitação (f) Banho termostático.

Ainda conforme a Figura 7, a agitação do meio de digestão foi mantida por meio de uma placa de agitação e barra magnética imersa na solução, durante 15 minutos em cada período de 30 minutos (d, e). A temperatura requerida para os ensaios (regime mesófilo, T = 35-42 °C) foi

garantida pela recirculação de água, temperatura controlada por um banho termostático (f), através de uma camisa que envolve o reator.

Com todos os componentes e equipamentos mencionados anteriormente, na Figura 8 pode ser visualizada a montagem experimental para realização dos ensaios de digestão anaeróbia.

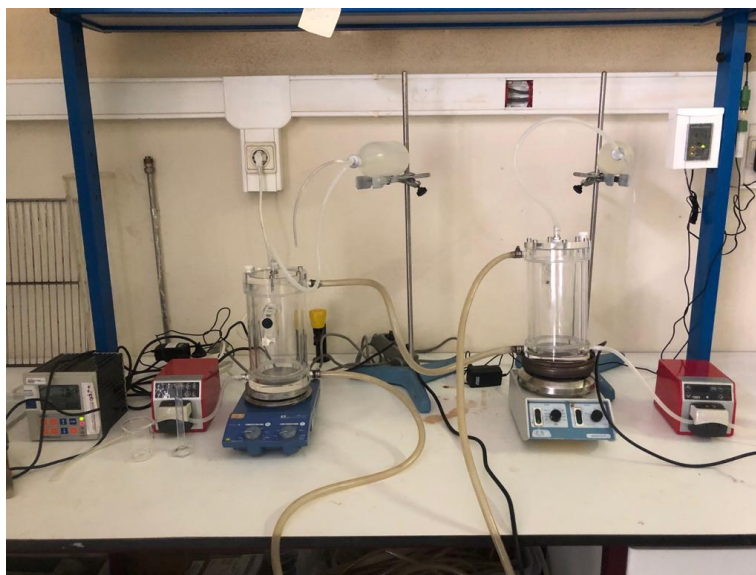


Figura 7. Instalação experimental utilizada nos ensaios de digestão anaeróbia.

No arranque dos ensaios, foram adicionados 1000 mL de inóculo (da lama do digestor anaeróbio da ETAR de Parada), em cada reator. Seguiu-se uma fase de adaptação da população microbiana ao substrato (glicerol bruto diluído), pelo que, nos três primeiros dias de operação foram adicionados $100 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de metanol. Subsequentemente, na alimentação aos reatores o metanol foi sendo gradativamente substituído por glicerol. Os ensaios experimentais foram realizados na fase mesófila com controlo de temperatura (35 a $40 \text{ }^\circ\text{C}$) e pH (6-8).

A alimentação dos reatores foi realizada diariamente com auxílio de uma bomba peristáltica controlada por temporizador. Ao volume de substrato adicionado diariamente, corresponde igual volume de solução digerida que sai do reator, pelo que funciona a nível constante e segundo a altura da tubagem de saída do reator.

A alimentação foi preparada a partir de glicerol bruto, realizando-se diluições de forma a obter a CQO desejada. De acordo com esta, foram adicionados nutrientes para garantir as condições adequadas ao bom desenrolar do processo de digestão anaeróbia: sulfato de amónia (razão C:N - 25:1), fosfato dissódico (razão C:P - 120:1) e bicarbonato de sódio ($5 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$). Para o ensaio experimental 1 (E1), com a duração de cinco semanas, os reatores foram alimentados com uma carga orgânica volumétrica (COV) de $1 \text{ g CQO} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ [52–54]. O reator 1 (R1) operou

com um tempo de retenção hidráulica (TRH) de 23 dias e um caudal de 61 mL.d⁻¹, enquanto o reator 2 (R2) com um TRH de 11 dias e um caudal de 122 mL.d⁻¹. O intuito da variação do THR foi para perceber a sua influência na produção de biogás. Os dados do E1 encontram-se resumidos na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros operacionais - ensaio 1 de digestão anaeróbia.

Parâmetro	Reator 1	Reator 2
COV (g CQO.L ⁻¹ .d ⁻¹)	1	1
TRH (d)	23	11
Caudal (mL.d ⁻¹)	61	122

Após o E1, foram testadas outras cargas nos reatores a nível de estudar o efeito das mesmas sobre a produção de metano. Portanto, os reatores do ensaio experimental 2 (E2), com a duração de seis semanas, operaram com o mesmo tempo de retenção hidráulico de 23 dias e alimentados com mesmo caudal diário de 61 mL.d⁻¹. Porém, o reator 3 (R3) foi alimentado com a carga orgânica volumétrica (COV) distinta do reator 4 (R4), 2 e 0,5 g CQO.L⁻¹. d⁻¹, respectivamente. Estes dados estão em suma na Tabela 4 abaixo.

Tabela 4. Parâmetros operacionais - ensaio 2 de digestão anaeróbia.

Parâmetro	Reator 3	Reator 4
COV (g CQO.L ⁻¹ . d ⁻¹)	2	0,5
TRH (d)	23	23
Caudal (mL.d ⁻¹)	61	61

Amostras da alimentação e à saída do reator foram avaliadas regularmente, de acordo com o indicado na Tabela 5, no que respeita aos parâmetros pH, temperatura, ST, SV e CQO. A produção de metano foi correlacionada com a carência química de oxigénio removida.

Tabela 5. Parâmetros monitorizados no decurso dos ensaios de DA e frequência de amostragem.

Parâmetro	Frequência de amostragem	
	Entrada do reator	Saída do reator
pH	Diário	Diário
Temperatura	Diário	Diário
Metano (mL)	-	Diário
ST (g.L ⁻¹)	-	Semanal
SV (g.L ⁻¹)	-	Semanal
CQO (g.L ⁻¹)	-	Semanal

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foi avaliada a produção de metano pelo processo de digestão anaeróbia de glicerol bruto, tendo sido testados diferentes valores de carga orgânica volumétrica (COV) e tempos de retenção hidráulica (TRH). Inicialmente, foi efetuada a caracterização físico-química do substrato e do inóculo, tendo para períodos definidos (E1-5 semanas; E2-6 semanas) sido monitorizada a evolução da produção de metano.

A caracterização físico-química do glicerol contemplou a carência química de oxigênio (CQO), potencial hidrogeniônico (pH), sólidos totais (ST) e sólidos voláteis (SV), conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6. Caracterização do substrato - glicerol bruto.

Parâmetro	Valor
pH a 16,3 °C	8,6
ST (g.L ⁻¹)	458
SV (g.L ⁻¹)	416
CQO (g.L ⁻¹)	1637

Como se pode observar, o glicerol bruto apresentou pH alcalino, o que pode ser explicado pela presença de bases residuais, utilizadas como catalisador na produção de biodiesel. Como era exetável o conteúdo orgânico, expresso em termos de CQO, registou um valor elevado (1637 g.L⁻¹), o que está de acordo com os valores encontrados na literatura, no intervalo 1010 – 5820 g.L⁻¹ [13,16,17]. Por conseguinte, nos ensaios de digestão anaeróbia o glicerol a alimentar ao reator deverá ser previamente diluído, de modo a obter cargas orgânicas que não sejam excessivas, tornando-se tóxicas e inibindo a ação dos microrganismos.

O inóculo usado neste estudo foi uma lama proveniente de um digestor anaeróbio, sendo que na sua caracterização foram tidos em consideração os parâmetros apresentados na Tabela 7: pH, alcalinidade, ST, SV e CQO.

Tabela 7. Caracterização do inóculo - lama de digestor anaeróbio.

Parâmetro	Valor
pH a 19,6°C	7,6
Alcalinidade (mg CaCO ₃ L ⁻¹)	2873
ST (g.L ⁻¹)	19,2



SV (g.L ⁻¹)	13,1
CQO (g.L ⁻¹)	8,46

Com base nos resultados acima, temos para a lama uma alcalinidade na gama 1000 - 5000 mg CaCO₃.L⁻¹, o que assegura um adequado efeito tampão do meio. Além disso, a lama da ETAR de Parada – Porto apresenta uma razão SV/ST de 0,68, valor associado a um elevado teor de matéria orgânica na lama, e indicativo de uma considerável população de microrganismos, os quais são responsáveis pelo processo de digestão anaeróbia. Segundo Tawfik e Klapwijk (2010), valores de SV/ST entre 0,66 e 0,67 são adequados para um bom desempenho do processo de digestão anaeróbia [55,56].

A produção de metano pelo processo de digestão anaeróbia foi acompanhada diariamente, durante cinco semanas (E1), nos reatores R1 e R2 operando em regime semi-contínuo, a fim de avaliar as condições operacionais que permitam melhores resultados e que seriam aplicadas nos ensaios subsequentes. Posteriormente, foi estabelecido um segundo ensaio, o E2, com os reatores 3 e 4 operando durante seis semanas.

Como mencionado anteriormente, os reatores 1 e 2 foram alimentados com a mesma carga volumétrica (1 g CQO.L⁻¹.d⁻¹), e um caudal de 61 e 122 mL.d⁻¹, respetivamente. Assim, a R1 e R2 corresponde um tempo de retenção hidráulica de 23 dias e 11 dias, respetivamente. Para E2, os R3 e R4 foram alimentados com diferentes cargas volumétricas (2 e 0,5 g CQO.L⁻¹.d⁻¹), e caudal de 61 mL.d⁻¹ (TRH 23 d).

Os ensaios experimentais decorreram a pH na gama 7 - 8, e a uma temperatura constante de 37 °C, condições consideradas adequadas para os microrganismos metanogênicos e consequentemente resultados promissores em termos da produção de metano.

A produção diária de metano em função da matéria orgânica removida (CQO_r) para os ensaios E1 e E2 encontra-se resumida nas Figuras 9 e 10.

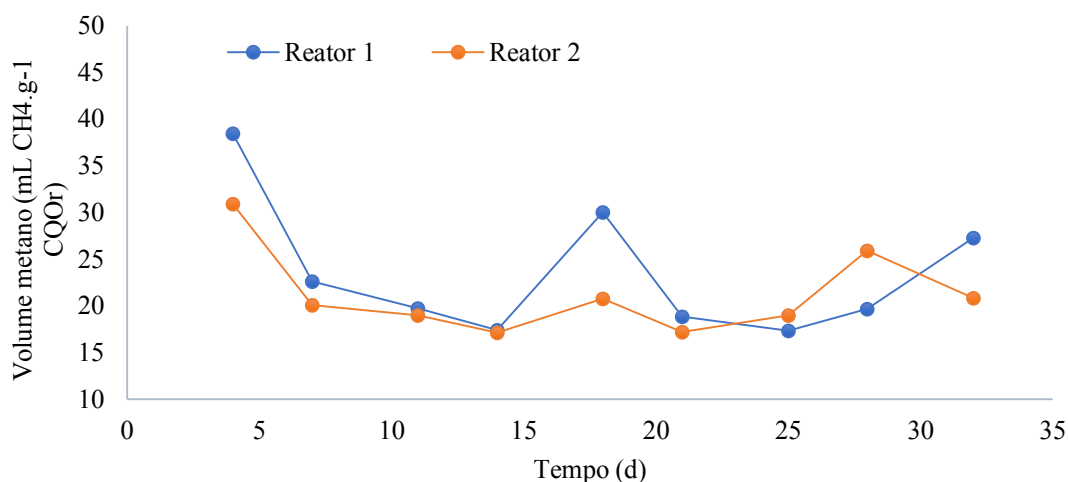


Figura 8. Produção de metano nos reatores: R1 e R2 durante as cinco semanas do estudo (E1).

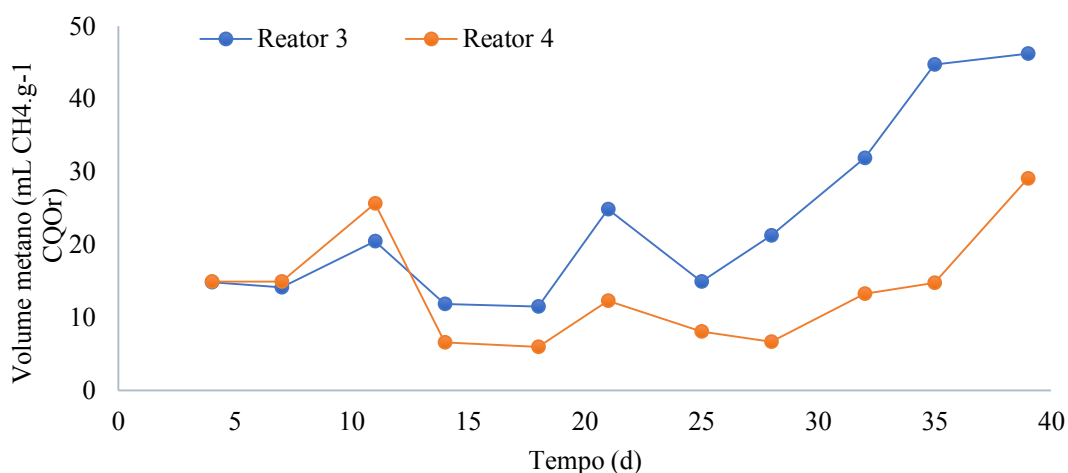


Figura 9. Produção de metano nos reatores R3 e R4, para um período de seis semanas (E2).

Pode ser observado no ensaio E1, com duração de cinco semanas (Figura 9), que o reator R1 com TRH 23 d, apresentou uma variação no volume de metano gerado pelo processo da digestão anaeróbia, entre 17 e 39 mL CH₄.g⁻¹ CQOr.d⁻¹, e um volume final de 211 mL CH₄.g⁻¹ CQOr. Em contrapartida, o R2 com TRH de 11 dias produziu volume final de 190 mL CH₄.g⁻¹ CQOr com valores diários no intervalo 17 - 31 mL CH₄. g⁻¹ CQOr.d⁻¹.

Ainda que os reatores tenham sido operados a TRH diferentes, a produção de CH₄ em R1 não foi significativamente superior à registada para R2 (acréscimo de 11%), o que pode ser atribuído ao reduzido período dos ensaios, uma vez que na literatura são apresentados estudos para o glicerol com TRH superiores. Panpong *et al.* (2014) realizaram estudos de co-digestão de água residual da indústria de embalagem de marisco (99%) e glicerol (1%), com rendimento máximo de 577 mL CH₄.g⁻¹ de SV adicionado, mas TRH inicial de 51 dias [17]. Liu et al. (2019) estudaram a influência da redução do TRH de 25 para 15 dias, e pré-tratamento térmico e alcalino-térmico, num processo de DA contínua de lamas de esgoto num estudo de

longo prazo (196 dias). Registaram um decréscimo na produção de metano de 234,9 para 144,9 $\text{CH}_4 \cdot \text{g}^{-1}$ de SV adicionado [57].

Relativamente à produção diária de CH_4 em E2 (Figura 10), foram registados valores entre 15 e 46 $\text{mL CH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{CQO}_r \cdot \text{d}^{-1}$, e um volume final de 256 $\text{mL CH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{CQO}_r$ para o R3 (COV de 2 $\text{g CQO} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$). O reator 4, COV de 0,5 $\text{g CQO} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, a produção diária variou entre 15 e 29 $\text{mL CH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{CQO}_r \cdot \text{d}^{-1}$, e produção total de 152 $\text{mL CH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{CQO}_r$. O volume gerado está de acordo com a quantidade de matéria orgânica disponível para o processo de digestão.

Apesar do volume de metano registado para R3, a produção cumulativa permanece ligeiramente inferior aos valores encontrados na literatura, contudo é de realçar que um número significativo de trabalhos é relativo a processos de co-digestão de glicerol. Nuchdang *et al.* (2010), utilizando glicerol acidificado com H_2SO_4 , COV de 1,6 $\text{g CQO} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, alcançaram uma produção de 320 $\text{mL CH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{CQO}_r$ [13]. Hutňan *et al.* (2013) estudaram a digestão de uma lama de ETAR e glicerol não acidificado, tendo registado um volume de 328 $\text{mL CH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{CQO}_r$, para uma carga orgânica de 4 $\text{g CQO} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ [58]. Baba *et al.* (2013) estudaram a DA do glicerol bruto da produção de biodiesel, usando uma unidade piloto em grande escala, reator de 30 m^3 operando continuamente com uma carga de 1,48 $\text{g CQO} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$, tendo registado uma produção de 358 $\text{mL CH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{CQO}_r$ [59].

Face aos valores teóricos da literatura para a produção de metano (Tabela 8), os resultados alcançados neste estudo são satisfatórios, podendo ser apresentados fatores para a menor produção: processo utilizando somente glicerol bruto; reduzido período do ensaio; sem pré-tratamento do substrato. Acresce que um pré-tratamento do glicerol (moléculas complexas de difícil degradação inicial) permitiria aumentar significativamente a produção de biogás. Álvarez *et al.* (2010) indicam outras possíveis causas que podem baixar o rendimento do processo, proporção incorreta da mistura e a formação de agentes inibidores [60].

Tabela 8. Produção de metano por digestão anaeróbia do glicerol [13,58,59,61–64].

Autor	COV ($\text{g CQO} \cdot \text{L}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$)	Tempo (d)	Pré-tratamento	Produção máxima ($\text{mL CH}_4 \cdot \text{g}^{-1} \text{CQO}_r$)
Neste estudo	2	42	Não aplicado (NA)	256
Baba <i>et al.</i> (2013)	1,48	548	NA	358
*Castro <i>et al.</i> (2020)	7,1	138	NA	300
*Chetpattananondh et al. (2015)	3,06	96	Acidificado com H_2SO_4	360

*Dounavis et al. (2016)	0,77	50	NA	310
Hutňan et al. (2013)	4,0	65	NA	328
Nuchdang et al. (2010)	1,6	60	Acidificado com H ₂ SO ₄	320
Viana (2011)	2 – 10	403	NA	380

* Processo de co-digestão.


A eficiência de remoção da CQO aumentou com o aumento da carga orgânica volumétrica aplicada, para a gama estudada (0,5 a 2 g CQO.L⁻¹.d⁻¹). Foram registados valores de remoção final de CQO de 75%, 73%, 75%, 43% para R1, R2, R3 e R4, respetivamente.

Segundo Zhang et al. (2008), a CQO do meio representa a matéria orgânica solúvel, substrato da etapa de metanogénese. Assim, a redução registada para a CQO no presente estudo corresponde à conversão da matéria orgânica em metano [65], sendo que estão em conformidade com os valores encontrados na literatura. Zhong et al. (2015), investigaram o efeito do pH, temperatura, TRH e COV na digestão de resíduo sólido de moinho de azeitona, tendo observado remoções da CQO no intervalo 73,1 a 88 % [44]. Rincón et al. (2008), estudaram a otimização da DA de resíduos de processamento de laticínios, avaliando diferentes COV (0,8 –11,0 g CQO.L⁻¹.d⁻¹) e TRH (15 a 108 dias), alcançando valores de remoção de 74 a 97% para a CQO [35]. Para a DA de glicerol bruto em reator UASB, Ma et al. (2007) e Viana (2011), obtiveram remoção de 75% e 97,5% da matéria orgânica [61,66].

De acordo com Tawfik et al. (2008) e Al-Jamal e Mahmoud, (2009), para um bom funcionamento dos biorreatores de DA, o valor da razão SV/ST deve situar-se em torno de 0,65. Para o ensaio E1 do presente estudo, os valores variaram na gama 0,53 a 0,69 para R1, e entre 0,51 a 0,66 para R2. Para o ensaio E2, entre 0,60 a 0,64 (R3) e 0,57 a 0,63 (R4). Em alguns períodos, foram registados valores inferiores aos da literatura, contudo, não foi possível encontrar um causa direta entre estes e a produção de metano [55,56].

CONCLUSÕES

O recente aumento da produção de glicerol a partir do processo de biodiesel criou um excesso no mercado, como consequência, são necessárias novas tecnologias para o uso do glicerol que é uma substância com grande potencial para ser uma importante matéria-prima para produção de produtos de alto valor agregado. Através do processo de DA é possível a valorização energética deste resíduo por via do metano gerado. Além disso, o tratamento de resíduos por esse tipo de digestão é favorável, pois obtém degradação dos resíduos e produção de fertilizante orgânico.



Devido às diversas variáveis (pH, teor de sólidos, temperatura, TRH, COV etc.) envolvidas na produção do metano pelo processo de DA, estudos laboratoriais e à escala piloto têm sido cada vez mais frequentes e importantes para otimizar os parâmetros de biodegradação.

A caracterização do glicerol e da lama, permitiu concluir, que os valores obtidos para um conjunto de parâmetros (CQO, pH, SV, ST) estão de acordo com o referido na literatura. O substrato usado, glicerol bruto, apresentava uma CQO, $1637 \text{ g O}_2\cdot\text{L}^{-1}$, e pH de 8,55. Para a lama do digestor anaeróbio observou-se uma relação SV/ST de 0,68 e CQO de $8,46 \text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$. Foi necessária a adição de alguns elementos (sulfato de amónia, fosfato dissódico e bicarbonato de sódio) com o intuito de garantir as condições adequadas para o bom desenrolar do processo de digestão anaeróbia.

No estudo foram avaliadas diferentes COV (0,5, 1,0 e $2,0 \text{ g CQO}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$) e TRH (11 e 23 dias) na produção de metano, sendo que, os resultados mais satisfatórios foram obtidos para COV de $2,0 \text{ g CQO}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$ e TRH de 23 dias. Foi registada uma produção de $256 \text{ mL CH}_4\cdot\text{g}^{-1}$ CQO removido, com SV/ST de 0,62, a que correspondeu uma remoção final da CQO de 75%.

Para os dois valores do tempo de retenção hidráulico avaliados (COV de $1,0 \text{ g CQO}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{d}^{-1}$), 11 e 23 dias, o aumento de TRH traduziu-se num acréscimo de 11% no volume de CH_4 gerado (190 para $211 \text{ mL CH}_4\cdot\text{g}^{-1}$ CQO removido).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

I. Angelidaki, L. Treu, P. Tsapekos, G. Luo, S. Campanaro, H. Wenzel, P.G. Kougias, Biogas upgrading and utilization: Current status and perspectives, *Biotechnol. Adv.* 36 (2018) 452–466.

C.J.A. Mota, C.F.M. Pestana, Co-products from biodiesel production, *Rev. Virtual Quim.* 3 (2011) 416–425.


T. Zhang, Y. Yang, L. Liu, Y. Han, G. Ren, G. Yang, Improved biogas production from chicken manure anaerobic digestion using cereal residues as co-substrates, *Energy and Fuels.* 28 (2014) 2490–2495.

K. Hagos, J. Zong, D. Li, C. Liu, X. Lu, Anaerobic co-digestion process for biogas production: Progress, challenges and perspectives, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 76 (2017) 1485–1496.

R. da P. Fiuza, C. de S. Miranda, R.A.F. Junior, Processos de purificação de glicerina bruta, *Cad. Prospec.* 7 (2014) 32–41.

L.G.B. BRANCO, Biocombustíveis brasileiros e o Mercado Internacional: desafios e oportunidades, *Rev. CEJ*, v. 13. Ano XIII, (2009) 39–48.

Modern renewables – SDG7: Data and Projections – Analysis - IEA, (n.d.).



I. Ullah Khan, M. Hafiz Dzarfan Othman, H. Hashim, T. Matsuura, A.F. Ismail, M. Rezaei-DashtArzhandi, I. Wan Azelee, Biogas as a renewable energy fuel – A review of biogas upgrading, utilisation and storage, *Energy Convers. Manag.* 150 (2017) 277–294.

L.P. Ramos, F.R. Silva, A.S. Mangrich, S. Cordeiro, Tecnologias de Produção de Biodiesel, *Rev. Virtual Quim.* 3 (2011) 385–405.

L.P. Ramos, F.R. Da Silva, A.S. Mangrich, C.S. Cordeiro, Biodiesel production technologies, *Rev. Virtual Quim.* 3 (2011) 385–405.

R.A. Ferrari, V. Da Silva Oliveira, A. Scabio, Biodiesel de Soja - Taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia, *Quim. Nova.* 28 (2005) 19–23.

R.C.Z. Lofrano, Uma revisão sobre biodiesel, *Pensamento Plur.* 2 (2008) 83–89.

S. Nuchdang, C. Phalakornkule, Anaerobic digestion of glycerol and co-digestion of glycerol and pig manure, *J. Environ. Manage.* 101 (2012) 164–172. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.01.031>.

C.A.A. Pessuti, M.A. Lins, E. Hermes, J.S. Berger, M.P. Gonçalves, Produção De Metano a Partir De Efluente De Fecularia E Suinocultura Associados Com Glicerol Bruto, *Rev. Gestão Sustentabilidade Ambient.* 4 (2015) 565. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v4e02015565-575>.

M.B. Viana, *Digestão Anaeróbia do Glicerol da Produção de Biodiesel (Viana, 2016)*, 2016.

A. Serrano, J.A. Siles, A.F. Chica, M.A. Martin, Improvement of mesophilic anaerobic co-digestion of agri-food waste by addition of glycerol, *J. Environ. Manage.* 140 (2014) 76–82. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.02.028>.

K. Panpong, G. Srisuwan, S. O-Thong, P. Kongjan, Anaerobic co-digestion of canned seafood wastewater with glycerol waste for enhanced biogas production, *Energy Procedia.* 52 (2014) 328–336. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.07.084>.

C.J.A. Mota, C.X.A.D. Silva, V.L.C. Gonçalves, Liceroquímica: Novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel, *Quim. Nova.* 32 (2009) 639–648.

S. Wang, H. Liu, Selective hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol on Cu-ZnO catalysts, *Catal. Letters.* 117 (2007) 62–67.


M.C. Cammarota, I. Volschan Jr., J. Santos Ferreira, Produção de metano a partir da co-digestão de lodo com resíduos orgânicos e glicerol bruto em escala piloto, (n.d.).

A. Larsen, *Co-digestão anaeróbia de glicerina bruta e efluente de fecularia*, 2009.

Q. Industrial, P.R. Hídricos, HORTIFRUTIGRANJEIROS E FRAÇÃO ORGÂNICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS, (2014) 1–12.

J. Debruyne, D. Hilborn, *Anaerobic Digestion Basics*, Small. 2007 (2007) 1–6.

G.M. Initiative, *Overview of Anaerobic Digestion for Municipal Solid Waste*, (2016).



A. Khalid, M. Arshad, M. Anjum, T. Mahmood, L. Dawson, The anaerobic digestion of solid organic waste, *Waste Manag.* 31 (2011) 1737–1744.

Y. Li, S.Y. Park, J. Zhu, Solid-state anaerobic digestion for methane production from organic waste, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 15 (2011) 821–826.

P. Weiland, Biogas production: Current state and perspectives, *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 85 (2010) 849–860. <https://doi.org/10.1007/s00253-009-2246-7>.

H.W. Kim, J.Y. Nam, H.S. Shin, A comparison study on the high-rate co-digestion of sewage sludge and food waste using a temperature-phased anaerobic sequencing batch reactor system, *Bioresour. Technol.* 102 (2011) 7272–7279.

S. Brasileira, S.E. Brasileira, P. Agropecu, E. Su, A. Minist, Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato, 2019.

C. Mao, Y. Feng, X. Wang, G. Ren, Review on research achievements of biogas from anaerobic digestion, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 45 (2015) 540–555. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.032>.

M.K. Jain, R. Singh, P. Tauro, Anaerobic digestion of cattle and sheep wastes, *At. Spectrosc.* 2 (1981) 65–73.

E.J. Bowen, J. Dolfing, R.J. Davenport, F.L. Read, T.P. Curtis, Low-temperature limitation of bioreactor sludge in anaerobic treatment of domestic wastewater, *Water Sci. Technol.* 69 (2014) 1004–1013. <https://doi.org/10.2166/wst.2013.821>.

G.Y.S. Mtui, Trends in industrial and environmental biotechnology research in Tanzania, *African J. Biotechnol.* 6 (2007) 2860–2867. <https://doi.org/10.5897/ajb2007.000-2456>.

S. Singh, K. Kaushik, B. Prashanth, S. Nayak, Factors affecting anaerobic digestion of organic waste, *Int. J. Eng. Res. Mech. Civ. Eng.* 3 (2018) 2456–1290.


B. Rincón, R. Borja, J.M. González, M.C. Portillo, C. Sáiz-Jiménez, Influence of organic loading rate and hydraulic retention time on the performance, stability and microbial communities of one-stage anaerobic digestion of two-phase olive mill solid residue, *Biochem. Eng. J.* 40 (2008) 253–261. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2007.12.019>.

P. Kougias, V. Tiwari, N.R. Barshes, C.F. Bechara, B. Lowery, G. Pisimisis, D.H. Berger, Modeling anesthetic times. Predictors and implications for short-term outcomes, *J. Surg. Res.* 180 (2013) 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.10.007>.

J. Kim, C. Park, T.H. Kim, M. Lee, S. Kim, S.W. Kim, J. Lee, Effects of various pretreatments for enhanced anaerobic digestion with waste activated sludge, *J. Biosci. Bioeng.* 95 (2003) 271–275. <https://doi.org/10.1263/jbb.95.271>.

D.H. Lee, S.K. Behera, J.W. Kim, H.S. Park, Methane production potential of leachate generated from Korean food waste recycling facilities: A lab-scale study, *Waste Manag.* 29 (2009) 876–882. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2008.06.033>.

Probiogás, Guia Prático do Biogás - Geração e Utilização, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e V. (FNR), 2010. biogasportal.info.



L. André, M. Ndiaye, M. Pernier, O. Lespinard, A. Pauss, E. Lamy, T. Ribeiro, Methane production improvement by modulation of solid phase immersion in dry batch anaerobic digestion process: Dynamic of methanogen populations, *Bioresour. Technol.* 207 (2016) 353–360. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2016.02.033>.

O.A. Arikan, W. Mulbry, S. Lansing, Effect of temperature on methane production from field-scale anaerobic digesters treating dairy manure, *Waste Manag.* 43 (2015) 108–113. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.06.005>.

P. Intanoo, P. Chaimongkol, S. Chavadej, Hydrogen and methane production from cassava wastewater using two-stage upflow anaerobic sludge blanket reactors (UASB) with an emphasis on maximum hydrogen production, *Int. J. Hydrogen Energy.* 41 (2016) 6107–6114. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.10.125>.

G. Luo, L. Xie, Z. Zou, W. Wang, Q. Zhou, H. Shim, Anaerobic treatment of cassava stillage for hydrogen and methane production in continuously stirred tank reactor (CSTR) under high organic loading rate (OLR), *Int. J. Hydrogen Energy.* 35 (2010) 11733–11737. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2010.08.033>.

J. Zhong, D.K. Stevens, C.L. Hansen, Optimization of anaerobic hydrogen and methane production from dairy processing waste using a two-stage digestion in induced bed reactors (IBR), *Int. J. Hydrogen Energy.* 40 (2015) 15470–15476. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.09.085>.

R. Pretel, B.D. Shoener, J. Ferrer, J.S. Guest, Navigating environmental, economic, and technological trade-offs in the design and operation of submerged anaerobic membrane bioreactors (AnMBRs), *Water Res.* 87 (2015) 531–541. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.07.002>.

G. Luo, W. Wang, I. Angelidaki, A new degassing membrane coupled upflow anaerobic sludge blanket (UASB) reactor to achieve in-situ biogas upgrading and recovery of dissolved CH₄ from the anaerobic effluent, *Appl. Energy.* 132 (2014) 536–542. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.07.059>.


L. Appels, J. Baeyens, J. Degrève, R. Dewil, Principles and potential of the anaerobic digestion of waste-activated sludge, *Prog. Energy Combust. Sci.* 34 (2008) 755–781.

P. Carneiro, Efeito da adição de lodo ao inóculo de reator anaeróbio híbrido sólido-líquido tratando fração orgânica de resíduos sólidos urbanos, 2005.

I. Capela, A. Rodrigues, F. Silva, H. Nadais, L. Arroja, Impact of industrial sludge and cattle manure on anaerobic digestion of the OFMSW under mesophilic conditions, *Biomass and Bioenergy.* 32 (2008) 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.09.004>.

T. Forster-Carneiro, M. Pérez, L.I. Romero, D. Sales, Dry-thermophilic anaerobic digestion of organic fraction of the municipal solid waste: Focusing on the inoculum sources, *Bioresour. Technol.* 98 (2007) 3195–3203. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.07.008>.

APHA, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23th Editi, American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation, Washington, 2017.



M.B. Viana, A. V. Freitas, R.C. Leitão, G.A.S. Pinto, S.T. Santaella, Anaerobic digestion of crude glycerol: a review, *Environ. Technol. Rev.* 1 (2012) 81–92.

A. Babae, J. Shayegan, Effect of Organic Loading Rates (OLR) on Production of Methane from Anaerobic Digestion of Vegetables Waste, *Proc. World Renew. Energy Congr. – Sweden*, 8–13 May, 2011, Linköping, Sweden. 57 (2011) 411–417. <https://doi.org/10.3384/ecp11057411>.

Y. Chen, B. Rößler, S. Zielonka, A.M. Wonneberger, A. Lemmer, Effects of organic loading rate on the performance of a pressurized anaerobic filter in two-phase anaerobic digestion, *Energies*. 7 (2014) 736–750. <https://doi.org/10.3390/en7020736>.

A. Tawfik, A. Klapwijk, Polyurethane rotating disc system for post-treatment of anaerobically pre-treated sewage, *J. Environ. Manage.* 91 (2010) 1183–1192. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.01.010>.

W. Al-Jamal, N. Mahmoud, Community onsite treatment of cold strong sewage in a UASB-septic tank, *Bioresour. Technol.* 100 (2009) 1061–1068.

J. Liu, L. Dong, Q. Dai, Y. Liu, X. Tang, J. Liu, B. Xiao, Enhanced anaerobic digestion of sewage sludge by thermal or alkaline-thermal pretreatments: Influence of hydraulic retention time reduction, *Int. J. Hydrogen Energy*. 45 (2020) 2655–2667. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.11.198>.

M. Hutňan, N. Kolesárová, I. Bodík, Anaerobic digestion of crude glycerol as sole substrate in mixed reactor, *Environ. Technol. (United Kingdom)*. 34 (2013) 2179–2187. <https://doi.org/10.1080/09593330.2013.804581>.

Y. Baba, C. Tada, R. Watanabe, Y. Fukuda, N. Chida, Y. Nakai, Anaerobic digestion of crude glycerol from biodiesel manufacturing using a large-scale pilot plant: Methane production and application of digested sludge as fertilizer, *Bioresour. Technol.* 140 (2013) 342–348. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2013.04.020>.

J.A. Álvarez, L. Otero, J.M. Lema, A methodology for optimising feed composition for anaerobic co-digestion of agro-industrial wastes, *Bioresour. Technol.* 101 (2010) 1153–1158. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2009.09.061>.

M.B. Viana, *Produção de biogás a partir de glicerol oriundo de biodiesel*, (2011).

T. Morais de Castro, E.J. Arantes, M.S. Silva de Mendonça Costa, J.T. Gotardo, F.H. Passig, K. Querne de Carvalho, S.D. Gomes, Anaerobic co-digestion of industrial waste landfill leachate and glycerin in a continuous anaerobic bioreactor with a fixed-structured bed (ABFSB): effects of volumetric organic loading rate and alkaline supplementation, *Renew. Energy*. (2020). <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.10.100>.

P. Chetpattananondh, S. Chaiprapat, C. Suksarok, Anaerobic digestion of pig manure and glycerol from biodiesel production Pakamas, *Int.J.of Energy Environ.* 6 (2015) 309–316.

A.S. Dounavis, I. Ntaikou, M. Kamilari, G. Lyberatos, Production of Bio-Based Hydrogen Enriched Methane from Waste Glycerol in a Two Stage Continuous System, *Waste and Biomass Valorization*. 7 (2016) 677–689. <https://doi.org/10.1007/s12649-016-9538-9>.



P. Zhang, G. Zeng, G. Zhang, Y. Li, B. Zhang, M. Fan, Anaerobic co-digestion of biosolids and organic fraction of municipal solid waste by sequencing batch process, *Fuel Process. Technol.* 89 (2008) 485–489. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2007.11.013>.

J. Ma, M. Van Wambeke, M. Carballa, W. Verstraete, Improvement of the anaerobic treatment of potato processing wastewater in a UASB reactor by co-digestion with glycerol, *Biotechnol. Lett.* 30 (2008) 861–867. <https://doi.org/10.1007/s10529-007-9617-x>.



CAPÍTULO 5

PERFIL DAS PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE NA PRODUÇÃO DE REFEIÇÕES DESENVOLVIDAS EM UM RESTAURANTE INSTITUCIONAL

Carlos André Martins da Silva, Estudante Curso Técnico em Agroindústria, IFMA
Angelo Gabriel Cunha da Silva, Estudante Curso Técnico em Agroindústria, IFMA
João Henrique Sousa Nascimento, Estudante Curso Técnico em Agroindústria, IFMA
Lorrana Oliveira dos Santos Moura, Estudante Curso Técnico em Agroindústria, IFMA
Pedro Lucas da Silva Oliveira, Estudante Curso Técnico em Agroindústria, IFMA
Cecília Teresa Muniz Pereira, Professora EBTT, IFMA
Dalva Muniz Pereira, Nutricionista, IFMA

RESUMO


Os procedimentos de como produzir refeições mais sustentáveis têm despertado o interesse e a conscientização dos profissionais da alimentação e nutrição, a fim de promover ações ambientais mais conscientes no mundo moderno. A sustentabilidade ambiental, bem como as ações realizadas, no contexto da produção de refeições, pode ser descrita como práticas ecologicamente sustentáveis que objetivam amenizar o impacto ambiental por meio do uso racional de recursos naturais, redução da geração de resíduos, reciclagem, estímulo à utilização de alimentos agroecológicos e implementação de políticas de proteção ambiental. No contexto de produção de alimentos, devemos considerar não apenas a produção qualitativa e quantitativamente adequadas, nem tampouco somente o desenvolvimento econômico e material, mas também o sistema de produção que seja viável para o meio ambiente, de forma a assegurar e sustentar a qualidade de vida humana. Considerando o impacto ambiental relacionado ao processo produtivo de refeições, este trabalho teve por objetivo verificar as práticas de sustentabilidade ambiental adotadas por uma Unidade de Alimentação e Nutrição em Caxias - MA. As ações sustentáveis foram avaliadas através da aplicação de questionário adaptado, além de verificação da utilização da ficha técnica de preparo, aproveitamento integral dos alimentos, controle de restos e sobras, realização de programas contra o desperdício, destino final dos resíduos recicláveis. Os resíduos gerados foram quantificados e classificados conforme o tipo: papel/papelão; plástico e metal. Além disso, foram desenvolvidas ações de sensibilização.

PALAVRAS-CHAVE: Geração de resíduos; Produção de refeições; Sustentabilidade; Unidade de Alimentação e Nutrição.

INTRODUÇÃO

Os procedimentos de como produzir refeições mais sustentáveis têm despertado o interesse e a conscientização dos profissionais da alimentação e nutrição, a fim de promover ações ambientais mais conscientes (VEIROS; PROENÇA, 2010).

As pesquisas na área de padrões alimentares e sustentabilidade estão evoluindo rapidamente, além de metodologias para determinar a qualidade dos cardápios quanto aos



aspectos nutricionais e sustentáveis. Ações sustentáveis fazem parte dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e foi conceituada, nos trabalhos da Comissão Mundial da Organização das Nações Unidas (ONU) sobre meio ambiente e desenvolvimento (Comissão de Brundtland), como sendo o “desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades”. Diante disso, percebe-se que as matérias-primas e processos para transformação e distribuição de alimentos devem ser conservados e não esgotados ou degradados (BARRETO, 2005).


Segundo a legislação, é necessário que exista padrões sustentáveis de produção e consumo, ou seja, produção e consumo de bens e serviços de forma que atenda às necessidades das atuais gerações e permita melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras (BRASIL, 2010).

Os impactos ambientais negativos que ocorrem no mundo moderno por práticas de produção e de consumo de alimentos de forma irracional têm aumentado consideravelmente, devido ao atual modo de vida urbano contemporâneo, que é caracterizado pela falta de tempo para o preparo e o consumo de alimentos nos domicílios, deslocando as pessoas para o consumo fora do lar. Dentro desse contexto, é necessário que as Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN) ajustem-se, adotando práticas que preservem os recursos naturais e diminuam os danos ao ambiente, para então aplicar os preceitos da sustentabilidade (BARTHICHOTO et al., 2013).

Existem diversas preocupações no âmbito da sustentabilidade em relação a produção de refeições e atualmente o foco está centralizado em medidas para evitar ou amenizar os desperdícios de alimentos depois de pronto, considerando também as etapas de pré-preparo, preparo das refeições, resíduos das embalagens e substâncias usadas na desinfecção (CORRÊA; LANGE, 2010).

Os resíduos mais produzidos são de matéria orgânica, papeis e metais, respectivamente, casca de legumes, hortaliças e frutas, caixas e latinhas. De todos os setores, o que mais produz resíduos de matéria orgânica é o momento do pré-preparo (PERUCHIN; GUIDONI; CORRÊA, 2013). As gerações de resíduos ocorrem em diversos momentos e, entre eles, durante o processamento, onde se encontram gorduras, ossos e carnes e no instante em que o usuário devolve seu prato com resto de alimentos não consumidos (SILVA; SOUZA, 2019).

Os restos de alimentos nos pratos podem ser influenciados por diversos fatores, como preferência por determinado alimento, porcionamento, temperos, planejamento inadequado e até mesmo o clima (NINO-BORGES, 2006).



A geração de óleo é bastante frequente no preparo de refeições, principalmente em situações que ocorrem frituras. A forma mais sustentável e mais viável é a destinação do material para a geração de produtos de limpeza, como sabão (SILVA; SOUZA, 2019).

A matéria orgânica pode ser utilizada em compostagens, ocasionando assim a reciclagem dos compostos, podendo ser usados como adubo contribuindo assim para a redução da poluição ambiental (OLIVEIRA; DE AQUINO; CASTRO NETO, 2005).

Além disso, existem outras práticas que podem ser realizadas buscando a sustentabilidade, ações que ajudam na redução da geração de resíduos, como reduzir, reutilizar e reciclar, no enquadramento de Restaurantes Universitários, essas ações são praticadas na minimização da preparação de pratos com baixo índice de aceitação, no aproveitamento integral dos alimentos que consiste na utilização de partes dos vegetais, legumes que normalmente são desperdiçados como cascas e até na destinação correta dos resíduos, afim de evitar complicações futuras ao ambiente (ALVES; UENO, 2015).


O planejamento sustentável também é algo extremamente viável em relação a produção de refeições, referente ao ambiente em que se encontra a estrutura da produção das mesmas. Dito isso, é importante se ter um espaço que viabiliza a sustentabilidade, tendo em prática a gestão das matérias primas. A utilização da energia deve ser oriunda de uma fonte renovável; é recomendado que seja um ambiente de luz natural e com circulação de ar, porém não sendo deve se atentar ao máximo para o controle de energia elétrica. A economia de água deve ser feita aproveitando as fontes disponíveis e através da reutilização da mesma em etapas de limpeza (OLIVEIRA; MAGALHÃES, 2012).

Os gastos de energia podem ser diminuídos através da utilização de placas solares com economia em torno de 8% nos gastos com energia elétrica. Essa energia é utilizada no momento do preparo das refeições, tendo em vista que o gasto com o diesel é bem maior em comparação da utilização de energia que será muito menor ou nulo (DE FARIA; GASPAROTTO; BARBOSA, 2005).

Considerando o impacto ambiental relacionado ao processo produtivo de refeições, este trabalho teve por objetivo verificar as práticas de sustentabilidade ambiental adotadas por uma Unidade de Alimentação e Nutrição em Caxias-MA.

METODOLOGIA

Estudo descritivo e observacional. Foi realizado na Unidade de Alimentação e Nutrição do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - Campus Caxias. O



sistema de distribuição é porcionado, com sistema de gerenciamento terceirizado, com uma média de produção diária de refeições de 450 a 500, incluindo café da manhã, almoço, jantar e ceia.

As ações sustentáveis foram avaliadas através da aplicação de questionário adaptado de Mota et al., 2017. Este instrumento, com perguntas fechadas (sim, não, não se aplica), foi aplicado ao proprietário ou responsável técnico pelo estabelecimento. A lista de verificação utilizada abordou o destino dado aos resíduos sólidos, o uso consciente da água e energia, além da existência de documentação com comprovação da realização de ações de boas práticas ambientais.


As práticas de redução da geração de resíduos orgânicos foram avaliadas através da verificação da utilização da ficha técnica de preparo, aproveitamento integral dos alimentos, uso de alimentos regionais. As práticas de sustentabilidade ambiental foram avaliadas através realização de programas contra o desperdício, realização de coleta seletiva, além de quantificar e classificar os resíduos gerados. O presente estudo respeitou as exigências pautadas na resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que trata da realização de pesquisa em seres humanos.

Os dados foram tabulados e sendo a análise apresentada de forma descritiva, utilizando percentuais e tabelas com auxílio do software Microsoft Office Excel®, 2007.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A criação de um referencial de boas práticas de sustentabilidade para as empresas de alimentação, segundo diretrizes de sustentabilidade para as empresas de alimentação tem por objetivos globais: a minimização dos impactos negativos das atividades das empresas de alimentação sobre o meio ambiente, especialmente quanto ao consumo de água, energia e produção de resíduos sólidos; e, à empresa ter sua imagem alinhada aos seus objetivos e missão (BRASIL, 2012).

A sustentabilidade ambiental no contexto da produção de refeições pode ser descrita como práticas ecologicamente sustentáveis que objetivam amenizar o impacto ambiental por meio do uso racional de recursos naturais, em reduzir a geração de resíduos, a aumentar a reciclagem, estimular a utilização de alimentos agroecológicos, certificar empresas e executar a rastreabilidade de matérias-primas, além de capacitar funcionários, fazer uso de tecnologias ambientalmente mais adequadas e melhorar a implementação de políticas de proteção ambiental (MARTINELLI, 2011).



O questionário adaptado de Mota et al., 2017 foi aplicado junto à Responsável Técnica da Empresa, encarregada pela produção de refeições. Dentre os pontos positivos em relação às práticas sustentáveis foram citados: realização de campanhas contra o desperdício, a utilização de gêneros da agricultura familiar local através do Programa Nacional de Alimentação Escolar – PNAE e a preferência em preparações de refeições regionais. Como aspectos negativos, verificamos que não é reduzido a quantidade alimentos processados e ultraprocessados favorecendo a geração de resíduos como papel, plástico e metal; não há um gerenciamento de resíduos e não é utilizado o alimento de forma integral, incluindo cascas e talos nas preparações.

As UAN's são responsáveis em realizar um conjunto de atividades organizadas com o objetivo de fornecer refeições balanceadas nutricionalmente e seguras, entretanto, geram grande quantidade de resíduos, utilizam uma grande quantidade de recursos naturais e, diante disso, devem apresentar ações que minimizem danos ao ambiente em todas as etapas operacionais do processo de produção de refeições (ABREU; SPINELLI; PINTO, 2007).

O gerenciamento ambiental no segmento de alimentação institucional deve ser implementado em todos os setores do serviço, tais como recebimento, pré-preparo, cocção e distribuição das refeições. Cada setor possui suas peculiaridades, sendo responsável pela geração de diferentes tipos e quantidades de resíduos. Assim, torna-se imprescindível a caracterização da geração de resíduos em cada setor da UAN (ABREU, SPINELLI; PINTO, 2009).

Os resíduos produzidos como papel/papelão, plástico e metal foram pesados durante 9 dias alternados, no segundo semestre 2019. Em relação aos impactos causados pela destinação incorreta desses resíduos, pode-se destacar a preocupação referente ao descarte inadequado do plástico, que possui um longo período de durabilidade (SILVA; SANTOS; SILVA, 2013).

O papel é um dos resíduos gerados com menos consequências problemáticas, já que é biodegradável e orgânico, possuindo cerca de 3 a 6 meses sua decomposição. Segundo Rosa (2005), os principais fatores que influenciam a reciclagem (não apenas do papel, mas como metal e plástico) são a busca pela redução da poluição e preservação dos recursos naturais.

A quantidade de resíduos produzidos conforme cardápio encontra-se descrita na Tabela 01. Verificamos que há uma produção maior de resíduos quando são utilizados alimentos processados/ultraprocessados.

O desenvolvimento sustentável implica em atender as necessidades presentes sem comprometer as necessidades futuras, o qual está diretamente relacionado à justiça social,

qualidade de vida e equilíbrio ambiental. Nos últimos anos tem-se verificado uma preocupação crescente com a temática dos desperdícios, sejam alimentares ou dos recursos naturais limitados, sendo reconhecido como um problema social significativo com impacto nutricional, ambiental e econômico. Assim também, as alterações nos hábitos alimentares da população que, impulsionada pelas demandas do mundo globalizado, como as jornadas mais extensas e a dificuldade de locomoção em centros urbanos, aumentou a procura por serviços ofertados pelo setor de produção de refeições (PROENÇA; SOUSA; VIEIROS; HERING, 2005, PINTO et al., 2016).

Tabela 01: Quantidade de resíduo produzido conforme cardápio. Brasil, 2020.

Cardápio	Quantidade (g)/ Tipo de resíduo		
	Papel/Papelão	Plástico	Metal
Salada crua e cozida; Arroz com ervilhas; Lasanha vegetariana; Bife à parmegiana; Macarrão; Feijão Carioca; Fruta.	90	305	300
Salada crua e cozida; Arroz; Filé de frango; Feijoada; Farofa; Fruta.	--	444	--
Salada crua e cozida; Arroz; Isca de frango assado de panela, Creme de repolho; Fruta.	135	445	140
Salada crua e cozida; Arroz, Coração; Coxa de frango assada; Feijão, Farofa, Fruta.	20	235	--
Salada crua e cozida; Arroz; Bife acebolado com abacaxi, Filé de peixe; Quibebe, Feijão, Fruta.	165	255	--
Salada crua e cozida; Arroz; Picadinho de frango, Bife ao molho madeira, Farofa de banana, Feijão verde com quiabo, Fruta.	305	470	--
Salada crua e cozida; Arroz com cenoura, Lasanha de frango, Bife acebolado com abacaxi, Cuxá, Feijão sempre verde com maxixe, Fruta.	45	604	--

Salada crua e cozida; Arroz; Estrogonofe de frango, Coração ao molho, Feijão; Macarrão, Fruta.	15	520	45
Salada crua e cozida, Arroz, Torta de frango, Picadinho de carne, Feijão, Farofa, Fruta	--	370	50

Fonte: Próprio Autor

Entende-se como um grande desafio em promover a sustentabilidade é apropriar-se de informações e lançar o olhar sustentável de modo a fornecer alimentos sob uma ótica mais saudável, e atendendo as demandas ambientais. Esta estratégia de gerenciamento pode fazer a diferença dentro de um mercado extremamente competitivo, como ferramenta educativa, capaz de promover a educação para a sustentabilidade (MOTA et al., 2017).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados apresentados, é possível observar que o Restaurante, apesar de desenvolver de forma contínua atividades que envolvam tema sustentabilidade, ainda há uma certa geração bem consistente de resíduos sólidos, que são oriundos principalmente no momento de recebimento dos alimentos e do pré-preparo das refeições.

A quantidade de resíduos gerados no Restaurante, em destaque papel/papelão, plástico e metal ainda não são descartados de forma adequada. Embora nas áreas do refeitório haja recipientes indicando o descarte conforme tipo de material, dentro da cozinha do Restaurante esse tipo de coleta ainda é ausente.


REFERÊNCIAS

ABREU, E. S.; SPNELLI, M. G. N.; PINTO, A. M. Gestão de Unidades de Alimentação e Nutrição: Um Modo de Fazer. 2ª Ed. São Paulo: Metha Ltda, 2007.

ALVES, M. G.; UENO, M.. Identificação de fontes de geração de resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição. **Revista Ambiente & Água**, v. 10, n. 4, p. 874-888, 2015.

BARRETO, S. M., PINHEIRO, A. R. O., SISHIERI, R., MONTEIRO, C. A., BATISTA FILHO, M., SCHIMIDT, M. I., LOTUFO, P., ASSIS, A. M., GUIMARÃES, V., RECINE, E. G. I. G., VICTORA, C. G., COITINHO, D., PASSOS, V. M. A. Análise da Estratégia Global para Alimentação, Atividade Física e Saúde, da Organização Mundial da Saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v.14, n.1, p. 41 – 68, 2005.

BARTHICHOTO, M.; MATIAS, A. C. G.; SPINELLI, M. G. N.; ABREU, E. S., Responsabilidade ambiental: perfil das práticas de sustentabilidade desenvolvidas em unidades



produtoras de refeições do bairro de Higienópolis, município de São Paulo. **Revista Qualitas Eletrônica**, v. 14, n. 1, 2013.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Acesso em: 29 de janeiro de 2019. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm.

DA SILVA, M. R. M. A.; SOUZA, D. L. Gestão sustentável: manejo e destinação de resíduos sólidos orgânicos de um restaurante universitário no Vale do Rio dos Sinos–RS. **Revista Sítio Novo**, v. 3, n. 2, p. 29-39, 2019.

MARTINELLI, S. S. Desenvolvimento de método de qualidade nutricional, sensorial, regulamentar e sustentabilidade no abastecimento de carnes em unidades produtoras de refeições: o exemplo da carne bovina. 2011. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

MOTA, E. B. F.; BEZERRA, I. W. L., SEABRA, L. M. J., SILVA, G. C. B., & ROLIM, P. M. Metodologia de avaliação de cardápio sustentável para serviços de alimentação. **Holos**, v. 4, p. 381-394, 2017.

OLIVEIRA, A. M. G.; DE AQUINO, A. M.; CASTRO NETO, M. T.. Compostagem caseira de lixo orgânico doméstico. **Embrapa Agrobiologia-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2005.

OLIVEIRA, S. M.; MAGALHÃES, C. S. Restaurante universitário sustentável: análise de um modelo desejado na Universidade Federal de Uberlândia (MG). In: **III CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL**. 2012. p. 1-7.

PERUCHIN, B. et al. Gestão de resíduos sólidos em restaurante escola. **Tecno-Lógica**, v. 17, n. 1, p. 13-23, 2013.

ROSA, B. N. et al. A importância da reciclagem do papel na melhoria da qualidade do meio ambiente. **ENEGEP**, nº XXV, p. 6, 2005.

SILVA, C. O.; SANTOS, G. M.; SILVA, L. N. A degradação ambiental causada pelo descarte inadequado das embalagens plásticas: estudo de caso. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental–REGT**, v. 13, n. 13, p. 2683-2689, 2013.

VEIROS, M. B.; PROENÇA, R. P. C. Princípios de Sustentabilidade na Produção de Refeições. **Rev. Nutrição em Pauta**, mai/jun, p.45-49, 2010.

CAPÍTULO 6

PLANTAS ALIMENTÍCIAS NÃO CONVENCIONAIS: SUSTENTABILIDADE DE PRODUÇÃO E POSSIBILIDADES DE COMERCIALIZAÇÃO NAS FEIRAS LIVRES DE MARINGÁ (PARANÁ)

César Augusto Canciam, Doutor em Engenharia Química, UEM, UTFPR
Camila Schubert Marques dos Reis, Médica Veterinária, UniCesumar, LeiCor, Consultoria Veterinária

Fernanda Schubert Marques dos Reis Ricobello, Mestre em Agroecologia, UEM, Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná

Jackson Benedito Netto Ricobello, Engenheiro Agrônomo, Uningá, Timac Agro Brasil


RESUMO

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) são um campo incipiente de pesquisa e de consumo, que apresentam potencial na diversificação e na nutrição da alimentação humana, na medicina, na economia, na sustentabilidade e na agricultura. O aproveitamento sustentável da biodiversidade está associado à disponibilidade de matérias-primas, tecnologias de processamento e mercado. A busca por uma dieta saudável e sustentável vem ganhando cada vez mais adeptos no mundo. Para o consumidor, um mercado é considerado atrativo quando existe a possibilidade de se encontrar produtos naturais, diferenciados, de qualidade, produzidos na região e livres de agrotóxicos e aditivos químicos. As PANC podem ser enquadradas nessa categoria de produtos. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar as espécies de PANC comercializadas nas feiras livres da cidade de Maringá (Paraná). No período de janeiro de 2017 a julho de 2019, foram realizadas visitas “in loco” nas feiras livres de Maringá, observando e identificando as espécies de PANC comercializadas. Das 351 espécies consideradas como PANC na literatura, foram identificadas 51 espécies comercializadas. O consumo de PANC reflete a diversificação na alimentação e uma forma de dispor ao consumidor o que representa de tradicional em termos de cultivo.

PALAVRAS-CHAVE: Comercialização; Feiras; PANC; Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

São consideradas como Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) aquelas que possuem uma ou mais partes comestíveis e que apresentam desuso pela maioria da população. As PANC também são chamadas de Plantas Alimentícias da Agrobiodiversidade. Muitas delas são denominadas popularmente como daninhas, invasoras, infestantes, inços, pragas, ruderais e espontâneas, porque ocorrem entre as plantas tradicionalmente cultivadas. Por ano, estima-se que são perdidos entre 1 e 2 toneladas de recursos vegetais por hectare que poderiam ser empregados na alimentação humana. Essa perda não é apenas uma perda da biodiversidade, mas também de saberes e conhecimentos, que por muitos anos, foram subestimados pela comunidade científica (KINUPP e LORENZI, 2014; ERICE, 2011; BRACK, 2016).



No final da década de 90, pesquisadores como James A. Chweya e Pablo B. Eyzaguirre utilizaram termos como espécies subutilizadas e negligenciadas (NUS – “neglected and underutilized species”) (CHWEYA; EYZAGUIRRE, 1999; KASOLO *et al.*, 2018). Como o termo NUS é uma expressão abrangente, podendo incluir espécies animais e vegetais comestíveis, foram utilizados outros termos como “edible weeds” (matos comestíveis), “quelites” (folhas comestíveis silvestres), “wild food plants” (plantas comestíveis não cultivadas) e “malezas comestibles” (daninhas comestíveis) (KAHL, 1987; TANJI e NASSIF, 1995; RAPOPORT *et al.*, 1998; PIERONI, 1999). O termo PANC foi criado pelo pesquisador brasileiro Valdely Ferreira Kinupp (KINUPP, 2007).


Alguns autores consideram que existe uma monotonia alimentar no mundo associada à falta de opções e à deficiência de conhecimento sobre a existência das espécies em termos das características, usos, potenciais, métodos de colheita, manejo, processamento, entre outros. Balem e coautores (2017) comentam que, ao mesmo tempo, enfrenta-se uma contínua perda de diversidade de alimentos e uma degradação dos serviços ecossistêmicos.

O crescente aumento da população mundial traz desafios para a sustentabilidade dos ecossistemas terrestres e da produção de alimentos. Existindo a necessidade de novas formas de cultivos, a diversificação de espécies comestíveis e incentivos e políticas na garantia da sustentabilidade da agricultura e dos serviços ecossistêmicos, atendendo às demandas de melhorar os rendimentos sem comprometer a integridade ambiental e a saúde pública. O aumento da produção de alimentos deve ser adotado com uma intensificação cada vez mais sustentável da agricultura, com a retenção de carbono, a purificação de mananciais e a proteção da biodiversidade (TILMAN *et al.*, 2002; SUN e Li, 2017).

As PANC, de um modo geral, são negligenciadas pelo comércio, uma vez que a maioria dos consumidores desconhece as espécies que poderiam ser consumidas e a forma de preparo (KINUPP e LORENZI, 2014).

No trabalho de Kinupp e Barros (2004) foi comentado que PANC como butiá, dente-de-leão, goiabeira-serrana e serralha são comercializadas em Porto Alegre (RS) na Feira da Cooperativa Ecológica (COOLMEIA).

Erice (2011) relatou em seu trabalho a entrevista de 3 famílias que trabalhavam com agricultura ecológica em Porto Alegre. Constatou-se que apenas uma das famílias vendia PANC na feira ecológica, sendo comercializadas 7 espécies: bertalha, capuchinha, fisális, hibisco,



jaracatiá, lulo e ora-pro-nóbis. As espécies eram vendidas “in natura” ou na forma de geleia (nesse caso, capuchinha, hibisco, jaracatiá e lulo).


No trabalho de Schneider e coautores (2017) foi relatado um estudo da comercialização das PANC em Cuiabá (MT), identificando como espécies (ou partes) comercializadas: açafraão, agrião-da-terra, amor-perfeito, andiroba, azedinho, bertalha, bocaiuva, cana-do-brejo, cará, couve-chinesa, coração de banana, cumbaru, espinafre, folha de amora, folha de mandioca, fruta-de-viado, fruta-pão, guariroba, hibisco, jaca, jatobá, jenipapo, jurubeba, mandioquinha, manjericão, maxixe, melado de espinho, melão-de-São Caetano, mostarda, ora-pro-nóbis, pariparoba, pixuri, quiabo, seriguela, sucupira, taioba, tamarindo, tansagem, taget e urucum.

Silva e Boeira (2017) elaboraram um catálogo ilustrativo das PANC comercializadas nas feiras e mercados de Manaus (AM). Nesse catálogo, foram descritas 53 espécies: açafraão-da-terra, açai, acerola, alcachofra, alecrim, alfavaca-do-campo, amaranto-africano, anis, araçá-boi, babaçu, berinjela, buriti, cajá, camomila, camu-camu, cana-de-açúcar, caneleira-verdadeira, capim-limão, casca-preciosa, cebolinha, coentro-bravo, crajiru, cravo-da-Índia, cumbaru, cumaru, cupuaçu, erva-cidreira, erva-de-Santa Maria, estrela-de-anis, folha-da-fortuna, funcho, gengibre, gergelim-preto, guaraná, jambu, jenipapo, hortelã-graúda, hortelã-pimenta, lavanda-inglesa, louro, malvavisco, mandioca-doce, manjericão, manjericão-de-folha larga, melão-de-São Caetano, mimo-de-vênus, salsa, sálvia hispânica, stévia, tomilho, uxi-amarelo, vinagreira e vinagreira-roxa.

Pode-se observar nos trabalhos de Schneider e coautores (2017) e Silva e Boeira (2017), que algumas das espécies são plantas medicinais. E que, algumas das espécies não são consideradas como PANC, considerando o trabalho de Kinupp e Lorenzi (2014).

As feiras livres correspondem a uma tradicional modalidade periódica de comércio varejista em que uma diversidade de produtos a preços baixos são disponibilizados diretamente ao consumidor. As feiras livres são locais que promovem o encontro das pessoas da comunidade, o resgate da cultura e as tradições populares (GODOY e ANJOS, 2007; LIMA e CÂMARA, 2010).

No período anterior à pandemia, na cidade de Maringá (PR) eram realizadas semanalmente 43 feiras livres, que recebiam diferentes denominações (feira livre, feira pôr-do-sol, feira verde, feira do produtor e feira noturna). De acordo com Sato (2013), as feiras são realizadas em dias e em locais preestabelecidos pela Gerência de Controle de Feiras Livres, vinculada à Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico.



Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi identificar as espécies de PANC comercializadas nas feiras livres da cidade de Maringá. A identificação destas espécies serve de proposta e incentivo para que outros produtores, principalmente os pequenos, venham a comercializar PANC.

METODOLOGIA

Foram realizadas visitas esporádicas “in loco” na Feira do Produtor da Zona 7 (localizada na Avenida Prudente de Moraes ao lado do Estádio Willie Davids) e na Feira Livre do Centro (Avenida Mauá), no período de janeiro de 2017 a julho de 2019. A Feira do Produtor da Zona 7 era realizada nas segundas e quartas-feiras (das 17 às 22 horas) e aos sábados (das 7 às 10 horas). Enquanto que, a Feira Livre do Centro, aos domingos (das 7 às 12 horas).

Em cada banca visitada, foram observados os produtos comercializados. Em muitas dessas bancas, o nome do produto vinha acompanhado do preço, o que facilitou a identificação. Em outras bancas, somente se tinha indicado o preço e nesses casos, foi perguntado diretamente ao produtor como era conhecida aquela espécie. Como guia de identificação das PANC, foi utilizado o trabalho de Kinupp e Lorenzi (2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas feiras livres de Maringá foram identificadas 51 espécies, representando 14,53% das 351 espécies listadas como PANC no trabalho de Kinupp e Lorenzi (2014). Com o objetivo de facilitar o estudo, as espécies identificadas foram divididas em 5 grupos, denominados de: Grupo 1 (folhas), Grupo 2 (frutos e pseudofrutos), Grupo 3 (raízes, raízes tuberosas, rizomas e tubérculos), Grupo 4 (ramos) e Grupo 5 (outras partes).

No Grupo 1 (folhas) foram identificadas 6 espécies, conforme indicado na Tabela 1. No Grupo 2 (frutos e pseudofrutos) foram identificadas 19 espécies, conforme a Tabela 2.

Tabela 1: Folhas comercializadas nas feiras livres de Maringá

Nome popular	Nome científico
Almeirão-roxo	<i>Lactuca canadenses</i>
Mostarda	<i>Brassica juncea</i>
Nirá	<i>Allium tuberosum</i>
Rúcula-italiana	<i>Diplotaxis erucoides</i>
Taioba	<i>Xanthosoma taioba</i>

Vinagreira	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
------------	----------------------------

Fonte: Autoria própria.

Tabela 2: Frutos e pseudofrutos comercializados nas feiras livres de Maringá

Nome popular	Nome científico
Amora-preta	<i>Morus nigra</i>
Ariticum	<i>Annona mucosa</i>
Caxi	<i>Lagenaria siceraria</i>
Chuchu	<i>Sechium edule</i>
Fisális	<i>Physalis pubescens</i>
Jaboticaba	<i>Plinia cauliflora</i>
Jaca	<i>Artocarpus heterophyllus</i>
Jerimum	<i>Cucurbita pepo</i>
Jilozão	<i>Solanum macrocarpon</i>
Jurubeba	<i>Solanum paniculatum</i>
Mamão	<i>Carica papaya</i>
Maracujá-doce	<i>Passiflora alata</i>
Maracujá-do-mato	<i>Passiflora nítida</i>
Maxixe	<i>Cucumis anguria</i>
Melão-de-São Caetano	<i>Momordica charantia</i>
Pitaia-branca	<i>Hylocereus undatus</i>
Pitaia-roxa	<i>Hylocereus lemairei</i>
Quiabo-de-metro	<i>Trichosanthes cucumerina</i>
Uva-japonesa	<i>Hovenia dulcis</i>

Fonte: Autoria própria.

No grupo 3 (raízes, raízes tuberosas, rizomas e tubérculos) foram identificadas 12 espécies diferentes e indicadas na Tabela 3.

Tabela 3: Raízes, raízes tuberosas, rizomas e tubérculos comercializados nas feiras livres de Maringá

Nome popular	Nome científico
Açafrão-da-terra	<i>Curcuma longa</i>
Bardana	<i>Arctium lappa</i>
Batata-doce	<i>Ipomoea batatas</i>
Batata-yacon	<i>Smallanthus sonchifolius</i>
Cará	<i>Dioscorea dodecaneura</i>
Cará-roxo	<i>Dioscorea alata</i>
Inhame	<i>Colocasia esculenta</i>
Inhame-do-brejo	<i>Colocasia esculenta</i> v. <i>antiquorum</i>
Konjac	<i>Amorphophallus konjac</i>
Lótus	<i>Nelumbo nucifera</i>
Mandioquinha-salsa	<i>Arracacia xanthorrhiza</i>
Raiz-forte	<i>Armoracia rusticana</i>

Fonte: Autoria própria.

Nas visitas esporádicas “in loco”, algumas PANC eram comercializadas em conservas, como a jurubeba e o açafrão-da-terra. A jurubeba também era comercializada como frutos frescos. O açafrão-da-terra era comercializado seco inteiro e seco triturado.

Os Grupos 4 (ramos) e 5 (outras partes) estão indicados, respectivamente, nas Tabelas 4 e 5. Enquanto, que no Grupo 4 foram identificadas 5 espécies; no Grupo 5 foram identificadas 9 espécies.

No presente trabalho, vinagreira (Grupo 1) e hibisco (Grupo 5) não foram considerados como sinônimos. A vinagreira era comercializada como folhas, enquanto que o hibisco era comercializado como sépalas que envolvem o fruto.

Tabela 4: Ramos comercializados nas feiras livres de Maringá

Nome popular	Nome científico
Alfavaca	<i>Ocimum campechianum</i>
Hortelã-graúda	<i>Plectranthus amboinicus</i>
Radite	<i>Hypochaeris chillensis</i>
Salsa-japonesa	<i>Cryptotaenia japônica</i>
Serralha	<i>Sonchus oleraceus</i>


Fonte: Autoria própria.

Tabela 5: Outras partes comercializadas nas feiras livres de Maringá

Nome popular	Nome científico
Bambu	<i>Phyllostachys edulis</i>
Couve-chinesa	<i>Brassica rapa</i>
Fava	<i>Vicia faba</i>
Feijão-fradinho	<i>Vigna unguiculata</i>
Funcho	<i>Foeniculum vulgare</i>
Guandu	<i>Cajanus cajan</i>
Juçara	<i>Euterpe edulis</i>
Hibisco	<i>Hibiscus sabdariffa</i>
Pupunha	<i>Bactris gasipaes</i>

Fonte: Autoria própria.

No grupo 5, juçara e pupunha eram comercializados na forma de palmitos. Fava e guandu eram comercializados na forma de sementes. Feijão-fradinho era comercializado na forma de vagem. Funcho era comercializado na forma de caule com as bainhas. Bambu era comercializado na forma de brotos e a couve-chinesa era comercializada inteira sem as raízes. Vale ressaltar que as PANC, assim como as plantas convencionais, são sazonais e por isso encontradas em épocas diferentes do ano.



Em comparação aos trabalhos de Kinupp e Barros (2004) e Erice (2011), realizados nas feiras livres em Porto Alegre (RS), as espécies fisális, hibisco e serralha foram comercializadas tanto em Maringá quanto em Porto Alegre.

Em comparação ao trabalho de Schneider e coautores (2017), realizado em Cuiabá (MT), as espécies comercializadas tanto em Maringá quanto em Cuiabá foram açafrão-da-terra, cará, couve-chinesa, hibisco, jaca, jurubeba, mandioquinha-salsa, maxixe, melão-de-São Caetano, mostarda e taioba.

Em comparação ao trabalho de Silva e Boeira (2017), realizado em Manaus (AM), as espécies comercializadas tanto em Maringá quanto em Manaus foram açafrão-da-terra, funcho, hortelã-graúda, melão-de-São Caetano e vinagreira.

Das 51 espécies comercializadas nas feiras livres de Maringá, 7 delas têm sua origem no Brasil. São elas: alfavaca, cará, jabuticaba, juçara, jurubeba, maracujá-doce e maracujá-domato (KINUPP e LORENZI, 2014).


As espécies almeirão-roxo, amora-preta, bardana, batata-yacon, fava, funcho, inhame-do-brejo, jilozão, lótus, nirá, raiz-forte, rúcula-italiana, serralha e uva-japonesa são cultivadas na região sul do país (KINUPP e LORENZI, 2014).

As espécies caxi, fava, feijão-fradinho, hortelã-graúda, jilozão, maxixe e vinagreira apresentam suas origens no continente africano. Enquanto que as espécies açafrão-da-terra, amora-preta, bambu, couve-chinesa, guandu, inhame, inhame-do-brejo, jaca, konjac, lótus, mostarda, nirá, salsa-japonesa e uva-japonesa têm suas origens no continente asiático (KINUPP e LORENZI, 2014).

Durante as visitas, foi observado que as espécies açafrão-da-terra, bambu, bardana, couve-chinesa, juçara, konyaku, lótus, melão-de-São Caetano, pupunha, raiz-forte, salsa-japonesa e uva-japonesa foram comercializadas, predominantemente, por produtores de origem japonesa.

Bernardes e Calvente (2014) comentam que os japoneses trouxeram para o Brasil algumas espécies de hortaliça para o cultivo. É o caso da bardana (GASSI *et al.*, 2009). Kinupp e Lorenzi (2014) comentam que a colônia japonesa no Brasil tem cultivado as espécies bambu, salsa-japonesa e konjac.

Um estudo realizado pelo Departamento de Estatística da Universidade Estadual de Maringá e pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento revelou que a população de origem



nipônica na cidade de Maringá era de 14.324.000 pessoas, divididas entre 4.500 famílias, correspondendo a 4,3% do número de habitantes em 2009 e que os descendentes nipônicos residiam com maior concentração nas zonas 1, 5, 7 e 11 (DE MARIA, 2009).

Silva e Boeira (2017) comentam que são raros os estudos relacionados à comercialização de plantas em feiras e/ou no Brasil. E complementam que as feiras livres são um manancial, praticamente inexplorado, de investigações etnobotânicas que podem fornecer informações para o conhecimento da diversidade, manejo e universo cultural das populações. Assim, as feiras livres constituem em um espaço privilegiado da expressão cultural de um povo, de forma centralizada, disponível e subjacente a um ambiente de trocas culturais intensas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas visitas “in loco” realizadas nas feiras livres da cidade de Maringá (PR) foram identificadas 51 espécies diferentes de PANC. A maior parte das espécies foram constituídas de frutos e pseudofrutos (19 espécies) e raízes, raízes tuberosas, rizomas e tubérculos (12 espécies). Muitas dessas espécies têm suas origens no continente asiático e são cultivadas por produtores de origem japonesa.

A identificação das espécies comercializadas traçou um perfil de hábitos alimentares da população maringaense e de sua cultura. O comércio de PANC nas feiras livres de Maringá é um exemplo de que as PANC, uma vez conhecidas pelos seus consumidores, não são negligenciadas.

REFERÊNCIAS

- BALEM, T. A.; ALVES, E. O.; COELHO, J. C.; MELLO, A. L. P. As transformações alimentares na sociedade moderna: a colonização do alimento natural pelo alimento industrial. *Revista Espacios*, v. 38, n. 47, p. 5, 2017.
- BERNARDES, J. R.; CALVENTE, M. C. M. H. Imigração japonesa e relação com a terra: estudo Assaí –PR. *Boletim de Geografia*, v. 32, n. 1, p. 17-34, jan./abr. 2014.
- BRACK, P. Plantas alimentícias não convencionais. *Agriculturas: experiências em agroecologia*, v. 13, n. 2, p. 4-5, ago. 2016.
- CHWEYA, J. A.; EYZAGUIRRE, P. B. The biodiversity of traditional leafy vegetables. Roma: International Plant Genetic Resources Institute, 1999.
- DE MARIA, M. P. 4,3% da população de Maringá tem ascendência nipônica. *Gazeta do Povo*, Curitiba, p. 11, 12 mai. 2009.

ERICE, A. S. **Cultivo e comercialização de plantas alimentícias não convencionais (PANC's) em Porto Alegre, RS.** 2011. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, UFRGS, Porto Alegre, 2011.

GASSI, R. P.; ZÁRETE, N. A. H.; VIEIRA, M. C.; SCALON, S. P. Q.; MATTOS, J. K. A. Doses de fósforo e de cama de frango na produção de bardana. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 3, p. 692-697, mai./jun. 2009.

GODOY, W. I.; ANJOS, F. S. A importância das feiras livres ecológicas: um espaço de trocas e saberes da economia local. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. 364-368, mai. 2007.

KAHL, H. Allelopathic effects in the maize-quelites-agroecosystem of the Tarahumara Indians. **Journal of Agronomy and Crop Science**, n. 157, p. 56-64, fev. 1987.

KASOLO, W. *et al.* Neglected and underutilized species (NUS) for improved food security and resilience to climate change: A contextualized learning manual for African Colleges and Universities. Nairobi: The African Network for Agriculture, Agroforestry and Natural Resources Education, 2018.

KINUPP, V. P. Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS. 2007. 590 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Levantamento de dados e divulgação do potencial das plantas alimentícias alternativas no Brasil. **Horticultura brasileira**, v. 22, n. 2, Suplemento, 2004.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil:** guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2014.

LIMA, T. C.; CÂMARA, T. M. Importância cultural da feira livre para a população do município de Parnamirim/RN. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, V., 2010, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: IFAL, 2010.

PIERONI, A. Gathered wild food plants in the upper valley of the Serchio River (Garfagnana), Central Italy. **Economic botany**, New York, v. 53, n. 3, p. 327-341, 1999.

RAPOPORT, E. H.; LADIO, A.; GHERMADI, E. R. L.; SANZ, E. H. Malezas comestíveis. **Ciencia Hoy**, Buenos Aires, v. 9, n. 49, p. 30-43, 1998.

SATO, L. A. Confirma a programação das 43 feiras-livres de Maringá. **O Diário**, Maringá, p.5, 12 mai. 2013.

SCHNEIDER, M. H.; COSTA, G. D.; MAIA, P. C. C.; BONATTI, J. Comercialização de plantas alimentícias não convencionais (PANC) em Cuiabá – MT. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE, XIV., 2017, Poços de Caldas. **Anais[...]**. Poços de Caldas: 2017.

SILVA, K. C.; BOEIRA, A. S. P. PANC: Catálogo ilustrativo de plantas alimentícias não convencionais comercializadas nas feiras livres e mercados de Manaus – Amazonas. Manaus: Clube de Autores, 2017.



SUN, X.; LI, F. Spatio temporal assessment and trade-offs of multiple ecosystem services based on land use changes in Zengcheng, China. **Science of the Total Environment**, v. 609, p. 1569-1581, 2017.

TANJI, A.; NASSIF, F. Edible weeds in Morocco. **Weed Technology**, Cambridge, v. 9, n. 3, p. 617-620, set. 1995.

TILMAN, D.; BALZER, C.; HILL, J.; BEFORT, B. L. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. **PNAS**, v. 108, n. 50, p. 20260–20264, 2011



CAPÍTULO 7

PRÁTICAS ADEQUADAS DE MANEJO DOS RESÍDUOS DE SAÚDE PRODUZIDOS EM DOMICILIO

Claudenisa Mara de Araújo Vieira, Mestre em Enfermagem, Professora de Enfermagem da URCA

Maria do Socorro Vieira Lopes, Doutora em Enfermagem, Professora de Enfermagem da URCA


RESUMO

Globalmente, a gestão dos Resíduos de Saúde (RS) mostra-se como um desafio ambiental e de saúde pública, principalmente em países populosos e em desenvolvimento como o Brasil. A produção dos RS em domicilio tem se expandido de maneira exponencial nos últimos tempos em virtude da incorporação da assistência domiciliar, neste tipo de modalidade de assistência, procedimentos de saúde são realizados no domicilio por profissionais ou leigos, com a conseqüente geração de resíduos de saúde. Objetivo: Identificar as práticas adequadas de gerenciamento dos resíduos de saúde produzidos em domicilio. Método: Revisão integrativa da literatura realizada nas bases de dados MEDLINE, LILACS, IBECs, CINAHL, BDENF. Foram identificadas 4.771 referências que foram submetidas aos seguintes filtros: texto completo disponível; idioma (português, inglês e espanhol) e tipo de documento (artigo original), após a aplicação dos filtros restaram 313 referências. Adotou-se como critérios de inclusão: pesquisas originais que versassem sobre a temática, e como critérios de exclusão: estudos duplicados, editoriais, artigos de revisão ou reflexão, documentários, ensaios, resenhas, teses, dissertações, monografias, relatos de experiência, não estar disponível em texto completo e não responderem à questão de estudo. Resultados: Mediante a literatura constatou-se que os usuários/cuidadores são responsáveis por realizarem as etapas de segregação, acondicionamento e identificação dos resíduos de saúde produzidos em domicilio, por outro lado, o armazenamento não necessita ser realizado em virtude da pequena fração de resíduos gerados, assim como, o seu transporte até uma unidade de saúde deve ser desencadeado por uma equipe treinada. Considerações Finais: O manejo dos resíduos de saúde produzidos no domicilio se desenvolve de maneira semelhante aos gerados na unidade de saúde, onde a execução adequada das etapas é responsável por minimizar os efeitos deletérios que podem ser ocasionados a nível de meio ambiente e saúde pública.

PALAVRAS-CHAVES: Resíduos de Serviços de Saúde; Assistência Domiciliar; Cuidadores; Saúde Ambiental.

INTRODUÇÃO

Os Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) são materiais resultantes da realização de procedimentos de saúde, produzidos por diferentes fontes geradoras, que incluem hospitais, clínicas, farmácias, laboratórios e até mesmo o domicilio, que está cada vez mais se



consolidando como meio propício para a implementação de medidas terapêuticas e de reabilitação⁽¹⁾.

Globalmente, a gestão dos RSS mostra-se como um desafio ambiental e de saúde pública, principalmente em países populosos e em desenvolvimento como o Brasil. A produção exacerbada dos resíduos de saúde, está atrelada na grande maioria das vezes, a um gerenciamento inadequado, o que fomenta o desenvolvimento de uma problemática insidiosa, que em síntese representa um risco em potencial para a saúde das pessoas e do meio ambiente⁽²⁾.

A gestão dos resíduos de saúde está intrinsicamente relacionada ao seu manejo, que envolve a implementação de etapas, como: segregação, identificação, acondicionamento, coleta, transporte interno e externo, armazenamento temporário e externo, tratamento e disposição final, essas etapas são inter-relacionadas e interdependentes⁽³⁾.

O gerenciamento dos RSS consiste em um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de arcabouços científicos e tecnológicos que visam reduzir a produção dos resíduos, assim como, busca garantir a segurança dos indivíduos que entram em contato direto com esse tipo de material⁽⁴⁾.

A produção dos RS em domicílio tem se expandido de maneira exponencial nos últimos tempos em virtude da incorporação da assistência domiciliar, neste tipo de modalidade de assistência, procedimentos de saúde são realizados no domicílio por profissionais ou leigos, com a conseqüente geração de RS. Em sua maioria, os procedimentos são executados pelos próprios usuários ou cuidadores, que na maior parte das vezes não dispõem do conhecimento necessário para o manejo desse tipo de resíduos⁽⁵⁾.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo identificar as práticas adequadas de manejo dos resíduos de saúde produzidos em domicílio.

MÉTODO

Utilizou-se como método a revisão integrativa de literatura, que consiste em uma estratégia metodológica que busca sintetizar, articular e relacionar achados de diferentes estudos primários sobre um tema em questão, sem ferir a epistemologia e essência de cada pesquisa⁽⁶⁾.

Para a execução do referido estudo, implementou-se as seguintes etapas: 1) Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa; 2) Estabelecimento dos critérios de inclusão e

exclusão; 3) Identificação dos estudos pré-selecionados e selecionados; 4) Categorização dos estudos selecionados; 5) Análise e interpretação dos resultados; 6) Apresentação da revisão/síntese do conhecimento⁽⁷⁾.

Ainda nesse sentido, para a formulação da questão problema e escolha dos descritores MeSH adequados a respondê-la, utilizou-se a técnica Population, Variables and Outcomes (PVO), onde o P representa os população do estudo ou a situação problema, V as variáveis do estudo e o O aos resultados alcançados, disposta no quadro 1 que se segue⁽⁸⁾.

Figura 1- Descritores do MeSH para os componentes da pergunta norteadora. Crato, CE, Brasil; 2019.

Itens da Estratégia	Componente	Descritores de assunto
Population	Cuidadores	Caregivers
Variables	Produção dos Resíduos de Serviços de Saúde	Medical Waste
Outcomes	Gerenciamento de Resíduos	Waste Management

Fonte: Elaborado pelas autoras. Crato-CE, Brasil. 2019.

Neste sentido, levantou-se a seguinte questão norteadora: Quais são as práticas adequadas de manejo dos Resíduos de Serviços de Saúde a serem implementadas pelos usuários\cuidadores no domicilio?

A busca foi realizada de maneira pareada em março de 2019 nas bases de dados *Medical Literature Analyses and Retrieval System Online* (MEDLINE), *Literatura Latino-- Americana em Ciências da Saúde* (LILACS), *Índice Bibliográfico Espanhol de Ciências da Saúde* (IBECS), *Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* (CINAHL), *Base de Dados de Enfermagem* (BDENF), utilizando o método de busca avançada e categorizando título, resumo e assunto.

Empregou-se para busca nas bases MEDLINE e CINAHL descritores de assunto do *Medical Subject Heading* (MeSH), da *National Library of Medicine National Institutes of Health* (PubMed) e nas demais bases LILACS, IBECS e BDENF, os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS).

Realizou-se três cruzamentos em cada base de dados, utilizando o operador booleano AND para a associação dos descritores, os cruzamentos foram realizados da seguinte maneira:

Figura 2- Cruzamentos realizados nas bases de dados. Crato-Ce, Brasil. 2019.

BASE DE DADOS	CRAZAMENTOS
MEDLINE e CINAHL	Medical Waste AND Waste Management;

			Waste Management AND Caregivers; Medical Waste AND Caregiver
LILACS,	IBECS	E	Resíduos de Serviços de Saúde AND Gerenciamento de Resíduos; Gerenciamento de Resíduos AND Cuidadores; Resíduos de Serviços de Saúde AND cuidadores

Fonte: Elaborado pelas autoras. Crato-CE, Brasil. 2019.

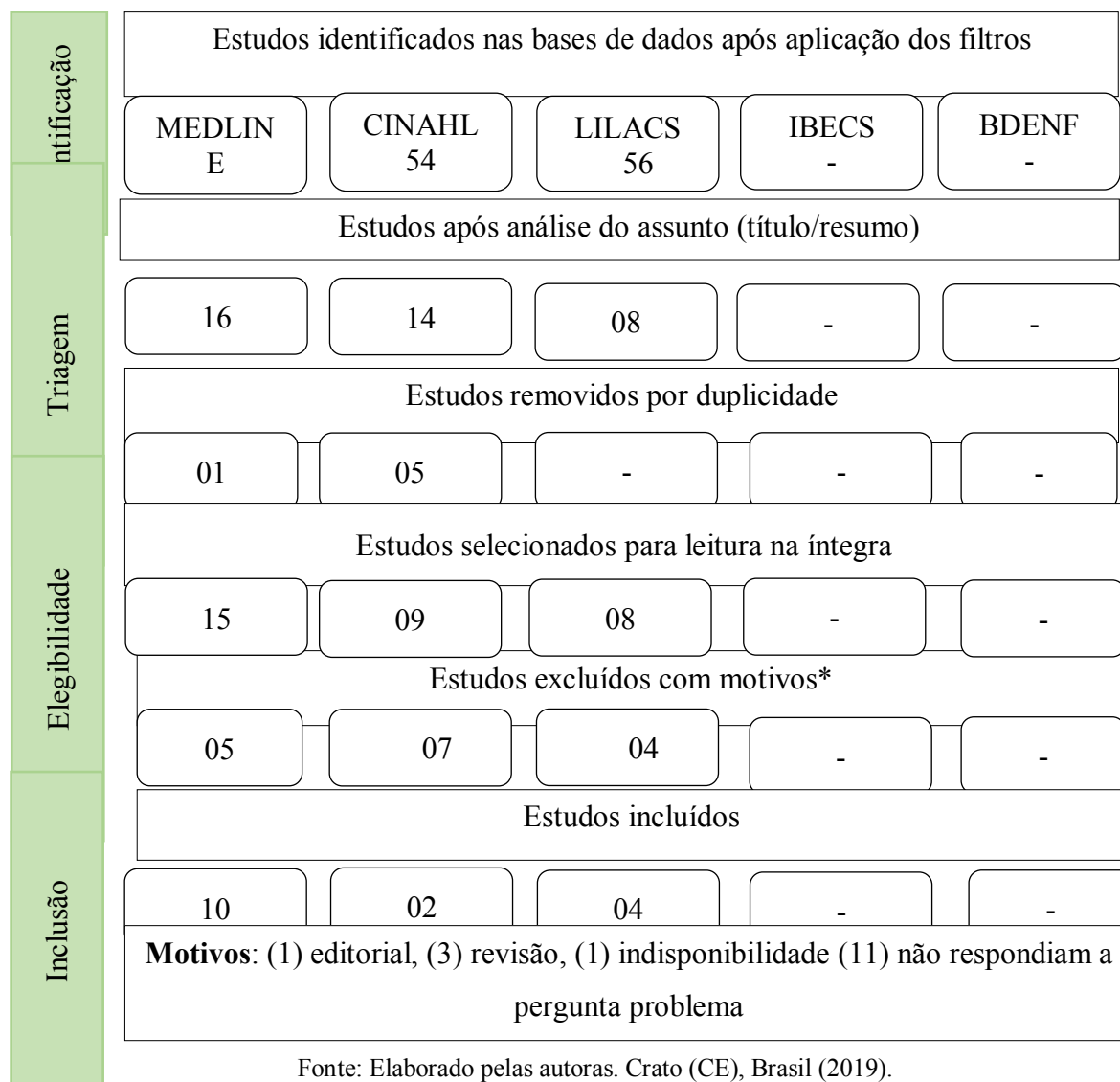
A busca foi realizada pelo portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), sendo identificados após a soma dos três cruzamentos: 4.452 referências na MEDLINE, 263 na CINAHL e 56 na LILACS, as bases de dados IBECS e BDENF, não apresentaram referências com os cruzamentos realizados.

Dessa forma, obteve-se um quantitativo total de 4.771 referências que foram submetidas a um processo de filtragem, que dispôs dos seguintes filtros: texto completo disponível; idioma (português, inglês e espanhol) e tipo de documento (artigo original), após a aplicação dos filtros restaram 313 referências.

Em seguida, procedeu-se a leitura dos títulos e resumos, e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão. Adotou-se como critérios de inclusão: pesquisas originais que versassem sobre a temática em questão, e como critérios de exclusão, estudos duplicados, estruturado no formato de editoriais, artigos de revisão ou reflexão, documentários, ensaios, resenhas, teses, dissertações, monografias e relatos de experiência, não estar disponível em texto completo e não responderem à questão de estudo.

Utilizou-se fluxograma do Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis (PRISMA) para descrever informações constantes em cada etapa da busca e seleção dos estudos.

Figura 3-Fluxograma de seleção dos estudos. Crato-CE, Brasil; 2019.



Foi realizada a classificação dos estudos inclusos na amostra de acordo com seu nível de evidência, em seis categorias, que compreenderam: Nível 1: Estudos clínicos controlados ou randomizados, que utilizaram meta-análise; Nível 2) Evidências de estudos com delineamento experimental; Nível 3) Evidências de estudo com delineamento quase-experimental; Nível 4) Evidências de estudos não-experimentais ou de abordagem qualitativa; Nível 5) Evidências resultantes de relatos de casos ou de experiência; Nível 6) Evidências advindas de opiniões de especialistas⁽⁹⁾.

Os dados foram organizados em uma categoria temática, classificada elaborada por meio de similaridade de conteúdo, onde para a determinação dos resultados foram analisados semelhanças, divergências e inovações de cada estudo.

RESULTADOS

Foram selecionadas 16 referências que consubstanciaram os dados do referido estudo, as quais foram publicadas entre os anos de 2005 a 2018. Houve um maior predomínio de artigos indexados na base de dados MEDLINE (63%), seguida da base LILACS (25%) e da CINAHL (12%).

No que se refere ao delineamento metodológico, a maioria dos artigos apresentaram uma abordagem quantitativa, que correspondeu a 62,5%, destes 19% possuíam um delineamento descritivo quantitativo, e 43,5% um delineamento transversal quantitativo. Por outro lado, 38% dos artigos apresentaram uma abordagem qualitativa. Ressalta-se que frente aos delineamentos apresentados 100% das referências se enquadram no nível 4 de evidências, que está relacionada a estudos não experimentais ou de abordagem qualitativa.

Os estudos inclusos foram realizados em 6 países diferentes, onde 10 foram desenvolvidos no continente americano mais especificadamente 9 no Brasil e 1 nos Estados Unidos da América. Os 6 demais foram realizados no continente africano, onde 1 foi desenvolvido nas Maurícias, 2 na Nigéria, 1 em Durban, 1 na Etiópia e 1 em Gana.

Os dados contidos no quadro 2 resumem as principais informações dos artigos analisados.

Figura 3- Caracterização dos estudos primários analisados. Crato (CE), Brasil (2019).

Autor\Ano	Periódico	Local	Delineamento Metodológico	Nível de Evidência
Alves SB, Souza ACS, Tipple ACFV, Rezende KCD, Rezende FR, Rodrigues EG, 2012.	Rev Bras Enferm MEDLINE	Brasil	Descritivo, qualitativo	Nível 4
Awodele O, Adewoye AA, Oparah AC, 2016.	BioMed Central MEDLINE	Nigéria	Transversal, observacional	Nível 4
Diaz PS, Soares SGA, Camponogara S, Saldanha VS, Manegat RP, Rossat GC, 2013.	Online Braz J Nurs CINAHL	Brasil	Descritivo, qualitativo	Nível 4

Gessner R, Piosiadlo LCM, Fonseca RMGS, Larocca LM, 2013.	Cogitare Enferm. LILACS	Brasil	Descritivo, qualitativo	Nível 4
Hangulu L, Akintola O, 2017.	BioMed Central MEDLINE	Durban	Descritivo, qualitativo	Nível 4
Markkanen P, Galligan C, Iaramie A, Fisher J, Sama S, Quinn M, 2015	BioMed Central MEDLINE	EUA	Descritivo, Qualitativo	Nível 4
Matos MCB, Oliveira LB, Queiroz AAFLN, Sousa AFL, Valle ARMC, Andrade D, Moura MEB, 2018.	Rev Bras Enferm MEDLINE	Brasil	Descritivo, transversal com abordagem mista	Nível 4
Mekuria AB, Gebressillasie BM, Erku DA, Haile KT, Birre EM, 2016.	BioMed Central MEDLINE	Etiópia	Transversal, quantitativo	Nível 4
Mendes AA, Veiga TB, Ribeiro TML, André SCS, Macedo JI, Penattil JT, Takayanaguil LAMM, 2015	Rev Bras Enferm MEDLINE	Brasil	Descritivo, exploratório, quantitativo	Nível 4
Oyekale AS, Oyekale TO, 2017.	MEDLINE	Nigéria	Descritivo, quantitativo	Nível 4
Pereira MS, Alves SB, Souza ACS, Tipple AFV, Rezende FR, Rodrigues EG, 2013.	Rev. Latino- Am. Enfermagem LILACS	Brasil	Transversal, epidemiológico	Nível 4
Sanches APM, Mekaro KS, Figueiredo RM, André SC, 2017	Rev Bras Enferm MEDLINE	Brasil	Descritivo, exploratório, quantitativo	Nível 4

Silva CE, Hoppe AE, 2005.	Eng. sanit. Ambiente LILACS	Brasil	Descritivo, exploratório, qualitativo	Nível 4
Souza ACS, Alves SB, Zapata MRCG, Tipple ACF, Rocha LO, Guimarães JV, Pereira MS, 2015.	Rev. Eletr. Enf LILACS	Brasil	Transversal, descritivo, observacional	Nível 4
Subratty, AH, Nathire MEH, 2005.	February CINAHL	Maurícias	Transversal, quantitativo	Nível 4
Udofia EA, Gulis G, Fobill J, 2014	BioMed Central MEDLINE	Gana	Transversal, quantitativo	Nível 4

Fonte: Elaborado pelas autoras. Crato (CE), Brasil (2019).


Os estudos (10,12) objetivaram conhecer, analisar e avaliar as práticas de gerenciamento dos RSS em diferentes ambientes. Já os estudos (8,13-14) objetivaram verificar e avaliar o nível de conhecimento de profissionais e usuários sobre o gerenciamento dos RSS. Por outro lado, o estudo (5) objetivou analisar como se desenvolve o manejo dos RSS gerados na assistência domiciliar.

Em relação as ferramentas de coletas de dados houve uma predominância na utilização de questionários estruturados, no entanto, também foram utilizadas estratégias de observação não participante, entrevista semiestruturada, e de forma especial, um estudo utilizou um checklist construído conforme recomendações da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 306.

CATEGORIA 1-PRÁTICAS ADEQUADAS DE GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

A maioria dos estudos apontaram que as práticas adequadas de gerenciamento dos RSS estão intrinsicamente relacionadas com a execução correta das etapas que caracterizam o manejo dos resíduos, que consistem na: segregação, acondicionamento, identificação, coleta, transporte interno e externo, armazenamento temporário e externo, tratamento e disposição final (2,5,15).

A segregação foi considerada, por alguns autores, como a parte mais importante do manejo, visto que corresponde a primeira etapa, de uma série de ações que são interdependentes,



sente sentido, quando mesma se desenvolve de maneira errada as demais etapas tende a se reproduzirem equivocadamente ^(2,8,16-17).

Constatou-se que para a execução das práticas adequadas de gerenciamento dos RSS, é necessário a priori o conhecimento sobre a caracterização dos resíduos e como os mesmos podem ser classificados^(11,13).

Os RSS estão classificados em cinco grupos de acordo com suas características físicas e de contaminação, em: grupo A) Resíduos contendo material biológico; Grupo B) Resíduos com risco químico; Grupo C) Resíduos contendo rejeitos radioativos; Grupo D) Resíduos que não representam risco a saúde, assemelhando-se a resíduos domiciliares e Grupo E) Materiais perfuro cortantes⁽⁸⁾.


Os resultados demonstram que após a segregação os resíduos devem ser acondicionados, ou seja, embalados em sacos ou recipientes resistentes. Os sacos devem apresentar cores específicas para facilitar a identificação de cada tipo de resíduo, geralmente, os resíduos do grupo A são depositados em sacos brancos leitosos, e os do grupo E em caixas específicas^(12,18).

Pôde-se verificar também que a identificação dos resíduos mostra-se como um etapa determinante no que se refere a realização de erros ou acertos durante a segregação, para tal, é preciso que exista a presença de sacos ou recipientes identificados, com símbolos e cores diferentes que permitam a separação dos materiais a partir das suas características. Antes de tudo, é necessário que as pessoas envolvidas conheçam e reconheçam os símbolos que caracterizam cada tipo de resíduo^(15,19-20).

Após a segregação, acondicionamento e identificação deve ser realizada a coleta dos resíduos, etapa na qual ocorre sua remoção do local de geração, que deve acontecer diariamente, onde os mesmos devem ser removidos e os recipientes trocados, para diminuir o risco de acidente por acúmulo de resíduos no local de geração⁽¹⁵⁻¹⁶⁾.

Ainda nesse sentido, aponta-se que nos locais onde ocorre uma pequena produção dos resíduos, como nas Unidades Básicas de Saúde e no domicílio a implementação do armazenamento pode ser dispensada, sendo estes encaminhados diretamente para o tratamento e disposição final⁽¹²⁾.

No entanto, quando os resíduos não forem enviados diretamente para a unidade de saúde para receber o tratamento necessário, devem ser armazenados dentro de coletores com tampas



fechadas em locais que sejam exclusivos para essa finalidade e com acesso restrito de pessoas⁽¹⁵⁾.

O transporte dos RSS gerados no domicílio até a unidade de saúde deve ser feita por veículos utilizados exclusivamente para esta finalidade, e que possua um documento de cadastro emitido por um órgão responsável de limpeza urbana. Aponta-se que os resíduos do grupo D gerados no domicílio não necessitam ser enviados a unidade de saúde para processamento, podendo ser eliminados no lixo domiciliar ou serem reciclados ou reutilizados⁽⁵⁾.

Verificou-se, dessa forma, que as etapas a serem desenvolvidas pelos usuários e cuidadores no que tange o gerenciamento dos RSS no domicílio compreendem a segregação, acondicionamento e identificação. O armazenamento não necessita ser realizado em virtude da pequena fração de resíduos gerados, e o transporte dos mesmos devem ser realizados por equipes treinadas⁽²¹⁾.


DISCUSSÃO

Idealmente, o gerenciamento dos RSS deveria seguir a legislação brasileira específica pautada na Resolução nº222\18 que, embora recente e aprimorada de acordo com as necessidades e problemáticas existentes, ainda não consegue ser clara e resolutiva quanto a gestão dos resíduos gerados na assistência domiciliar. A ausência de uma legislação específica para nortear as ações a serem desencadeadas no domicílio, mostra-se como um dos principais empecilhos para uma gestão eficiente desse tipo de material no referido locus⁽²⁾.

Nesse sentido, toma-se por base as prerrogativas utilizadas para o manejo dos resíduos a nível hospitalar. No entanto, existe a necessidade de adaptação do mesmo ao nível domiciliar e as suas limitações, o que permite que apenas que etapas de segregação, acondicionamento e identificação sejam realizadas⁽²²⁾.

A segregação consiste no ato de separar os resíduos de acordo com suas características físicas e de contaminação, a mesma deve ser realizada no momento da sua geração e por aqueles que o geram, obviamente, falhas na segregação compromete todas as demais etapas^(2,8,15-16).

O preconizado na Resolução 222\18 corrobora com os autores supracitados e acrescenta que a realização da segregação no local e momento da geração acarreta vantagens como impedir que resíduos infectantes, que correspondem a uma pequena parcela, infecte os demais resíduos. Dessa forma, se a segregação ocorre de maneira deficiente e resíduos com diferentes



características são depositados juntos, todos deverão ser tratados como potencialmente contaminados, o que proporciona um aumento nos custos empregados ⁽²³⁾.

Para que a segregação ocorra adequadamente é necessário que as pessoas envolvidas estejam munidas de conhecimento acerca da classificação dos RSS em cinco grupo, a caracterização dos resíduos é de fundamental importância, uma vez, permite identificar a que grupo pertence cada resíduo e conseqüentemente como devem ser acondicionados ⁽²⁰⁾.

A separação dos resíduos deve acontecer por meio da utilização de sacos ou recipientes específicos que possuam símbolos que os diferenciem. Não obstante, é comum encontrar resíduos do grupo A juntos com outros tipos de resíduos, com o do grupo D, o que inviabiliza a implementação de processos como a reciclagem e reutilização ⁽¹⁵⁾.

Nesse sentido, torna-se impreterível apontar quais são os tipos de RSS produzidos no domicílio e como os mesmos podem ser classificados. De forma especial, há um maior predomínio da produção dos resíduos dos grupos A, D e E no domicílio ⁽¹⁵⁾.

Os resíduos do grupo A são aqueles que possuem material biológico, ou seja, materiais que possuem microrganismos que podem ser adquiridos a partir do contato com fluidos corporais como sangue, secreções, vômitos e outros, entre eles ocorre a produção no domicílio de luvas, ataduras, compressas, máscaras e gases, utilizadas de forma especial, para a toca de curativos, existe ainda, a produção de fitas de hemaglutoteste (HGT) e seringas utilizadas especialmente para implementação de cuidados de insulinoterapia⁽⁵⁾.

Por outro lado, os resíduos do grupo D são aqueles que não apresentam riscos de contaminação, assemelhando-se como os resíduos domiciliares, que incluem esparadrapo, frasco de soro, invólucro de curativo, algodão e fraldas. E os do grupo E correspondem a materiais com potencial de perfuração e contaminação por veicular secreções corporais como o sangue, entre eles existem a produção de agulhas e lancetas de HGT, utilizadas também para a insulinoterapia ⁽⁵⁾.

Aponta-se que após segregar é preciso acondicionar os resíduos. O acondicionamento consiste no ato de embalar os resíduos em sacos ou recipientes, que não podem ser reutilizados. Os sacos para acondicionamento devem possuir cores diferentes para minimizar erros durante a separação dos resíduos, onde os sacos do grupo A possuem uma coloração branca leitosa, e devem ser trocados quando atingirem dois terços da sua capacidade ou a cada 48 horas independentemente do volume, por outro lado, os resíduos do grupo A com grande potencial



de infectividade e que necessitam de tratamento devem ser acondicionados em sacos vermelhos⁽¹⁶⁾.

A identificação dos resíduos acontece por meio de símbolos, onde os resíduos do grupo A são identificados pelo símbolo internacional de risco biológico, constituído por fundo branco e desenho de contorno preto. Acentua-se que, os resíduos de grupo E são igualmente identificados com o mesmo símbolo do grupo A, visto que, também apresentam o risco de dispor de material biológico, no entanto, existe a denominação de “risco biológico” e “perfuro cortante” que os diferencia⁽¹⁹⁾.


Os resíduos do grupo B são identificados com o símbolo de uma caveira e com frases de risco, de acordo com a Norma Brasileira (NBR) 7500 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Ainda nesse sentido, os resíduos do grupo C são identificados com o símbolo internacional da radiação ionizante, e o grupo D com o símbolo de lixo reciclável, no entanto, a resolução 222\18 aponta que não existe a necessidade de se identificar os sacos contendo resíduos do grupo D⁽²⁴⁾.

A identificação do tipo de resíduo deve estar presente nos carros de transporte, nos locais de armazenamento e nos sacos de acondicionamento. A identificação dos sacos de acondicionamento deve ser legível e impressa, sendo vedado o uso de adesivos⁽²³⁾.

A legislação vigente determina que os RSS gerados pelos serviços de atenção domiciliar, sejam acondicionados e recolhidos pelos profissionais de saúde responsáveis pelo atendimento ou por pessoa treinada para a atividade e encaminhados à destinação final. Nesse sentido, os usuários ou cuidadores que realizam a produção de RSS no domicílio são responsáveis pelo desencadeamento apenas das etapas de segregação, acondicionamento e identificação e armazenamento quando os resíduos não poderem ser diretamente encaminhados para os serviços de saúde⁽²³⁾.

Ressalta-se que os resíduos gerados no domicílio devem ser encaminhados ao serviço de saúde para passarem pelo processamento adequado e serem descartados sem comprometer o meio ambiente. O transporte dos mesmos até a unidade de saúde deve ser realizado por uma equipe treinada por meio de um veículo específico para esta finalidade e que esteja cadastrado aos órgãos de limpeza urbana⁽⁵⁾.

A gestão dos RSS constitui-se como parte integrante de um sistema de saúde, onde deve-se buscar instituir uma abordagem sistemática e holística que defina responsabilidades,



institua políticas e programas e adote medidas seguras e ambientalmente saudáveis, que venha a minimizar as repercussões negativas a nível de meio ambiente e saúde pública ⁽¹¹⁾.

Ressalta-se que os riscos relacionados as práticas inadequadas de gerenciamento dos RSS estão relacionadas, de forma especial, com acidentes ocupacionais. A incidência desse tipo de evento é corriqueira e envolve, especialmente, materiais perfuro cortantes e agentes possivelmente contaminados ⁽²²⁾.

De forma especial, a falta de conhecimento e a sobrecarga de trabalho faz com que cuidadores e usuário depositem os RSS no lixo domiciliar o que expõe os catadores de lixo a acidentes de trabalho e acomete o meio ambiente pela deposição incorreta dos resíduos em lixões a céus abertos ⁽¹⁹⁾.

Nesse sentido, estima-se que o gerenciamento deficiente dos RSS colabora para o aumento de riscos ambientais e ocupacionais que transforma uma prática simples e executável em um problema de saúde pública que assola esta e as futuras gerações. A gestão dos RSS carece do empenho de cada indivíduo envolvido e de um plano de gestão que deve ser desenvolvido de forma colaborativa e resolutiva ⁽¹⁵⁾.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do estudo demonstraram que o gerenciamento dos RSS produzidos no domicílio se desenvolve de maneira semelhante aos gerados na unidade de saúde, onde a execução adequada das etapas do manejo é responsável por minimizar os efeitos deletérios que podem ser ocasionados a nível de meio ambiente e saúde pública pelo descarte inadequado.

Constatou-se que frente as limitações de recursos materiais e humanos o manejo dos RSS em âmbito domiciliar, consiste apenas no desenvolvimento das etapas de segregação, acondicionamento, identificação e.

Entretanto, diante das diversas atribuições do cuidador e da sobrecarga de trabalho, torna-se impreterível, capacitá-los no que se refere à as formas de classificação, acondicionamento e identificação dos resíduos, assim como, sensibilizá-los quanto a importância descarte adequado dos RSS.

Indubitavelmente, percebe-se que a aplicação do manejo adequado aliado ao desenvolvimento de políticas públicas e comprometimento das pessoas envolvidas, mostra-se como o caminho para a resolução da referida problemática, proporcionando assim, uma maior qualidade de vida a atual e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

- Cafure VA, Gracioli SR. Residues of health services and their environmental impacts: a bibliographical revisio. *Interações*. Campo Grande July/Dec. 2015; 16 (2): 301-314.
- Matos MC, Oliveira LB, Queiroz AA, Sousa AF, Valle AR, Andrade D, Moura ME. Nursing professionals' knowledge regarding the management of waste produced in primary health care. *Rev Bras Enferm* [Internet]. 2018; 71(6).
- Costa VM, Batista NJ. Waste management health care: an integrative review. *Rev. Saúde em Foco*. 2016;3(1): 124-145.
- Moreira AM, Gunther WM. Solid waste management in primary healthcare centers: application of a facilitation too. *Rev. Latino-Am*. 18 de Agosto de 2016;24.
- Alves SB, Souza AC, Rezende AF, Rezende FR, Rodrigues EG. Management of waste generated in home care by the Family Health Strategy. *Rev Bras Enferm*. 2012 Jan\Fev; 65 (1): 128-34.
- Soares CB, Hoga LA, Peduzzi M, Sangaleti C, Yonekura T, Silva DR. Integrative review: concepts and methods used in nursing. *Rev Esc Enferm USP*. 2014; 48 (2):335-345.
- Mareni BP, Lourenço AM, Barba PC. Systematic literature review on models and practices of early childhood intervention in Brazil. *Rev Paul Pediatr*. 2017; 35(4):456- 463.
- Souza AC, Alves SB, Zapata MR, Tipple AC, Rocha LO, Guimarães JV et al. Disposal of infective waste: demonstrated information and actions taken by nursing and medical students. *Rev. Eletr. Enf.* [Internet]. 2015 Jan\Mar; 17(1): 124-130.
- Pereira EV, Belém JM, Alves JH; Maia ER, Firmino PR, Quirino GS. Function, practices and sexual positions of pregnant women. *Rev enferm UFPE on line*. 2018 Mar; 12 (3):772-780.
- Oyekalel AS, Oyekale TO. Healthcare waste management practices and safety aindicators in Nigeria. *BioMed Central*. 2017; 17 (740): 1-13.
- Awodele O, Adewoye AA, Oparah AC. Assessment of medical waste management in seven hospitals in Lagoa, Nigéria. *BioMed Central*. 2016; 05 (16): 269-272.
- Silva CR, Hoppe AE. Diagnosis of medical wastes in central rio grande do sul state. *Eng. sanit. Ambiente*. 2005 Abr\Jun;10(2):115-146.
- Diaz PS, Soares SG, Camponogara S, Saldanha VS, Menegat RP, Rossato GC. Waste Management: a descriptive-exploratory study in the emergency room of a teaching hospital. *Online braz j nurs*. 2013 Dez; 12(4):964-74.
- Mekuria AB, Gebresillassie BM, Erku DA, Haile KT, Birru EM. Knowledge and Self-Reported Practice of Insulin Injection Device Disposal among Diabetes Patients in Gondar Town, Ethiopia: A Cross-Sectional Study. *Journal of Diabetes Research*. 2016; 3(6):119-122.
- Sanches AP, Mekaro KS, Figueiredo RM, André SC. Health-Care Waste: Knowledge of Primary Care nurses. *Rev Bras Enferm*. 2018;71(5):2367-75.



Mendes AA, Veiga TB, Ribeiro TM, André SC, Macedo JI, Penattil JT et al M. Medical waste in mobile prehospital care. *Rev Bras Enferm.* 2015;68(6):1122-1129.

Markkanen P, Galligan C, Laramie A, Fisher J, Sama S, Quini M. Understanding sharps injuries in home healthcare: The safe home care qualitative methods study pathways for injure prevention. *BioMed Central.* 2015; 15(359): 1-12.

Subratty AH, Hassed NM. A survey on home generated medical waste in Mauritiu. February. 2005;15(1):

Hangulu L, Akintola O. Health care waste management in community-based care: experiences of community health workers in low resource communities in South Africa. *BioMed Central.* 2017;17(448):1-10.

Pereira MS, Alves SB, Souza AC, Tipple AC, Rezende FR, Rodrigues EG. Waste management in non-hospital emergency unitsrev. *Latino-Am. Enfermagem.*2013 Jan\Fev; 21 (8).

Udofia EA, Gulis G, Fobil J. Solid medical waste: a cross sectional study of household disposal practices and reported harm in Southern Ghana. *BioMed Central.* 2017; 10(3): 16-22.

Gessner R, Piosiadlo LC, Fonseca RM, Larocca LM. The management of the health services' waste: a problem to be faced. *Cogitare Enferm.* 2013 Jan/Mar; 18(1):117-122.

Brasil. Ministério da saúde\Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada-RDC nº 222. *Diário Oficial da União.* 28 de março de 2018.

Bento DG, Costa R, Luz JH, Kloch P. Waste management of healthcare services from the perspective of nursing professionals. *Texto Contexto Enferm.* 2017; 26 (1).

CAPÍTULO 8

MAPEAMENTO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA ACERCA DO USO DA *MORINDA CITRIFOLIA*- (NONI) NO BRASIL EM UM CENÁRIO DE CONTROVÉRSIAS SOBRE A SUA SEGURANÇA ALIMENTAR

Cleide Mara Barbosa da Cruz, Mestra e Doutoranda em Ciência da Propriedade Intelectual, UFS

Anderson Rosa da Silva, Mestre e Doutorando em Ciência da Propriedade Intelectual, UFS

Cristiane Monteiro de Farias Rezende, Mestranda em Ciência da Propriedade Intelectual, UFS

Mário Jorge Campos dos Santos, Doutorado em Recursos Florestais em Conservação de Ecossistemas Florestais (Esalq/USP), Professor da UFS

Jonas Pedro Fabris, Doutor em Ciência da Propriedade Intelectual, UFS


RESUMO

A *Morinda Citrifolia*, o noni, é uma fruta que há poucos anos se introduziu no Brasil, especialmente pelo fato de ser divulgado que esta fruta apresenta uma série de benefícios aos seres humanos e também aos animais. No entanto, as publicações científicas têm trazido muitas controvérsias sobre sua segurança como alimento, considerando tratar-se de um novo alimento sem histórico de consumo no Brasil, cuja a aquisição tornou-se livre e sem supervisão profissional. Assim, surge a necessidade de uma avaliação acerca da segurança dessa fruta, a partir de critérios mais rígidos. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA proíbe a comercialização de produtos contendo noni no Brasil, pois, segundo o órgão, a quantidade de publicações que avaliaram sua segurança é limitada. Dessa forma, com o intuito de proteger à população, esses produtos só podem ser comercializados no Brasil, como alimento, até que se comprove sua segurança, pois alguns sites e feiras livres abordam apenas os benefícios do fruto. Diante desse contexto, o objetivo deste estudo consistiu em realizar um mapeamento da produção científica relacionada ao noni, visando apresentar como está a produção científica sobre o noni, bem como verificar o quantitativo de produções científicas sobre este tema no Brasil. Os resultados mostraram, a partir da base *Scopus*, a identificação de 351 artigos científicos sobre o tema noni, no período de 1904 a 2019. Verificou-se que o maior quantitativo de artigos foi em 2015, com 31 artigos. Quanto aos países que mais publicaram sobre o tema, os Estados Unidos apresentaram o maior quantitativo, 85 publicações, enquanto o Brasil ocupa a terceira colocação, com o total de 39 artigos. Esses resultados revelaram que ainda é necessário realizar pesquisas no país sobre este tema para identificar as propriedades do noni.

PALAVRAS-CHAVE: Noni; controvérsias; produção científica.

INTRODUÇÃO

A população mundial vive a necessidade da adoção de bons hábitos alimentares, através do consumo de alimentos ricos em nutrientes benéficos. Devido a isso, quando os atributos medicinais relacionados a partes de uma determinada planta são divulgados é comum observar



sua popularização. Esse dado ocorreu com o noni em escala mundial, quando foram citadas suas propriedades benéficas (BARROS, 2009).

O noni, conhecido cientificamente como *Morinda Citrifolia*, é uma fruta oriunda do Sudeste da Ásia, que foi introduzida no Brasil como matéria-prima, com forte apelo comercial devido a todas as características benéficas a ele atribuídas, além dos benefícios relacionados ao seu consumo (MATOSO et al., 2013). Embora bastante consumido na Ásia, há mais de 2000 anos, a introdução do noni deu-se há poucos anos e, ainda, não há material propagativo suficiente para seu cultivo em escala comercial (SILVA et al., 2012).

Os consumidores estão mais conscientes quanto ao consumo de alimentos seguros e funcionais, pois existe uma preferência por alimentos naturais, nutritivos e seguros. Do ponto de vista nutricional, as frutas constituem fontes de elementos nutritivos para a alimentação humana (CORREIA, 2010).

A disponibilidade de frutos ricos em Vitamina C é importante no tocante à prevenção e manifestação de doenças, tornando-se um dos componentes nutricionais mais importantes, sendo utilizado como índice de quantidade de alimentos. Porém, é importante deixar claro que a ANVISA não considera o noni como fruto a ser utilizado nas alimentações devido aos poucos estudos científicos (MATOSO et al., 2013).

As pesquisas sobre a utilização do uso do noni apontam vários resultados sobre possíveis efeitos terapêuticos. Assim, julga-se pertinente a realização de outros estudos para identificar os efeitos farmacológicos, bem como apresentar a maneira adequada de consumo, pois é necessário saber o quanto este fruto pode ser tóxico ou não, para garantir que a população o consuma com segurança (MORORÓ, 2017).

As pesquisas continuam, mas até o presente momento, não é possível esclarecer se o noni possui, de fato, os benefícios que dizem e se o seu consumo pode causar toxicidade ao organismo humano. Portanto, estudos mais aprofundados sobre a composição química e toxicidade se fazem necessários (SILVA; FRANCO; JORDÃO, 2016).

Diante desse cenário, esta pesquisa tem como objetivo realizar um mapeamento da produção científica relacionada ao noni, visando apresentar o grau de relevância da produção científica sobre o Noni, bem como verificar o quantitativo de produções sobre este tema no Brasil.



REFERENCIAL TEÓRICO

MORINDA CITRIFOLIA, O NONI, NO BRASIL

O noni é uma espécie nativa do Sudeste Asiático e da Austrália, que tem sido utilizado, popularmente, para diversos fins terapêuticos e nutricionais. (OLIVEIRA, 2014). O fruto cresce tanto em florestas, quanto em terrenos rochosos ou arenosos, sendo tolerante a solos salinos e certas condições de seca. Assim, a fruta pode ser encontrada numa grande variedade de habitats, como em terrenos vulcânicos, ou até mesmo em terra calcária (JÚNIOR SANTOS et al., 2011).

Mesmo existindo vários relatos de plantio em vários Estados do Brasil, como Pará, Acre, São Paulo, Minas Gerais, entre outros, o cultivo do Noni, em escala comercial, ainda é muito restrito (PAIXÃO et al., 2017).


A polpa do noni possui baixo teor de lipídeos e proteínas, porém apresenta um bom conteúdo de vitamina C (BELTRÃO; SOUZA; SILVA, 2014). Por isso, o noni é amplamente utilizado nos dias atuais, pois, alguns pontos influenciadores foram identificados, dentre eles, a grande tendência da população pela busca de tratamento e medidas paliativas cada vez mais naturais (COSTA, 2016).

A situação sobre o noni torna-se uma problemática, pois o uso popular não está descrito em fontes seguras e, ainda, por ser uma planta exótica, não tem uso tradicional relatado por comunidades brasileiras. Ademais, diversas informações e materiais impressos estão sendo veiculados em feiras livres, destacando benefícios sem fontes científicas para confirmar a veracidade (BARBOSA et al., 2017).

Por isso, torna-se fundamental estudar a composição do noni e as alterações decorrentes do processamento. A publicação de pesquisas científicas sobre o noni pode levar a oferta de novas alternativas para a agroindústria, o que pode contribuir como mais uma fonte de recursos para o agronegócio do Brasil (BARROS, 2009).

APLICABILIDADE DO NONI NO BRASIL

Silva (2013) afirma que, embora a difusão comercial do noni ocorra em maior escala para a indústria farmacêutica, estudos recentes mostram sua utilidade, também, como ingrediente em produtos alimentícios, seja de maneira direta pelo consumo dos frutos em fase inicial de maturação, após sua cocção, ou consumido indiretamente, inserido de maneira complementar na alimentação humana, fazendo parte como ingredientes em produtos processados, tais como: farinhas, polpas, sucos, geleias, sorvetes, dentre outras formas de



apresentação. Pode ser utilizado na alimentação humana com a finalidade de suprir a carência nutricional, principalmente, da população mais carente.

O noni foi bastante disseminado na atualidade. No entanto, é necessário conhecer seus princípios terapêuticos para sanar as dúvidas de usuários futuros, principalmente em nível de atenção básica (MATOSO et al. 2013).

De acordo com Brito e Fernandes (2013) o noni foi disseminado rapidamente na região Nordeste do Brasil e tem mostrado seus benefícios não somente aos seres humanos, mas mostrando ser um fruto promissor para ser usado na eliminação de helmintos, parasitas de aves (BRITO; FERNANDES, 2013).


Estudos devem ser realizados com a finalidade de elucidar seus efeitos, sendo necessário determinar a melhor forma de consumo, visando alcançar suas propriedades terapêuticas e conhecer sua toxicidade, na perspectiva de garantir o uso seguro do fruto, raiz, folhas e outras partes do vegetal (MORORÓ, 2017).

Após a ANVISA publicar um informe técnico, esclarecendo que estava proibida a comercialização de produtos que contenha em sua formulação qualquer componente que se origine do noni, ainda assim, foi observado que a população de pequenas cidades do interior ainda utiliza o fruto para o tratamento de diversas enfermidades (SILVA; FRANCO; JORDÃO, 2016).

CONTROVÉRSIAS SOBRE USO DO NONI NO BRASIL

O uso indiscriminado de produtos derivados do noni é preocupante. Apesar da proibição em vários países, ainda assim, esses produtos ganham grande destaque, haja vista o fácil acesso que a população tem ao produto e a fácil adaptação a diversos habitats que a planta possui. Tendo em vista tratar-se de uma planta, vários são os fatores climáticos e tipos de solos que podem interferir em seus constituintes. Deve-se verificar horário de colheita, tempo e forma de exposição, pois alguns dos efeitos hepatotóxicos podem ser induzidos por essas variantes (MORORÓ, 2017).

O suco do noni é muito utilizado, e estudos apontam que ele possui característica de anti-inflamatório. Ajuda no combate ao câncer e aumenta o sistema imunológico, mas não é indicado para gestantes e lactantes, assim como, para pessoas que tenham alergia ao noni ou alguma propriedade do fruto. Quando ingerido de forma correta, pode não apresentar efeitos colaterais, porém, os efeitos que podem surgir são: náuseas, vômitos, diarreias, dores de cabeça



e alergias. As publicações científicas sobre o suco do noni têm trazido muita controvérsia sobre sua segurança como fitoterápico (MATOSO et al. 2013).

Chagas (2015) afirma que alguns estudos já demonstram os benefícios do noni devido a sua vasta composição fotoquímica, caracterizando-o como fruto capaz de fornecer tratamento a diversas patologias, quando consumidos diariamente. Porém, os estudos são escassos e inconclusivos, o que sugere a necessidade de averiguar, com maior particularidade, o mecanismo de ação do noni e sua influência no sistema nervoso, buscando comprovar, com maior êxito, sua ação ansiolítica.

Existem relatos de algumas reações adversas associadas ao consumo do noni e seus produtos, pois pode ocasionar a elevação das enzimas hepáticas e diminuir o trânsito gastrointestinal. Alguns produtos de noni contêm alto teor de açúcar e potássio, o que pode ser potencialmente prejudicial em diabéticos e doentes com comprometimento da função renal. Além disso, por conta do seu efeito antioxidante, o noni pode interagir com a radiação ionizante e os quimioterápicos, estando contraindicado em pacientes que estão fazendo tratamento com quimioterapia e radioterapia (NASCIMENTO, 2012).

Muitos dos efeitos benéficos não são comprovados cientificamente, somente alguns estudos citam que entre as doenças tratadas com mais efetividade estão a alergia, artrite, asma, câncer, depressão, diabetes, digestão, aumento da energia, doenças cardiovasculares, rins, ciclo menstrual, doenças mentais e musculares, obesidade, dores de cabeça, apetite sexual, insônia e stress (MATOSO et al., 2013).

METODOLOGIA

A metodologia deste estudo é caracterizada como um estudo exploratório, de natureza quantitativa. A partir da pesquisa exploratória foi possível realizar um levantamento bibliográfico e analisar exemplos que estimularam a compreensão acerca do tema. Entretanto, o mapeamento buscou identificar o quantitativo de produções científicas, de maneira estratégica, para fazer frente às mudanças decorrentes no Brasil e no mundo.

Foi realizado um mapeamento da produção científica na base *Scopus*, utilizando a palavra-chave “*Noni*” no título do artigo, no período de 1904 a 2019. Foi escolhida a opção “artigo” para o tipo de documento e para tipo de acesso foi escolhida a opção “todos”. Após filtrar os dados, foram encontradas trezentos e cinquenta e uma (351) produções científicas sobre o tema relacionado na pesquisa.

Figura 1: Fluxograma para obtenção dos resultados



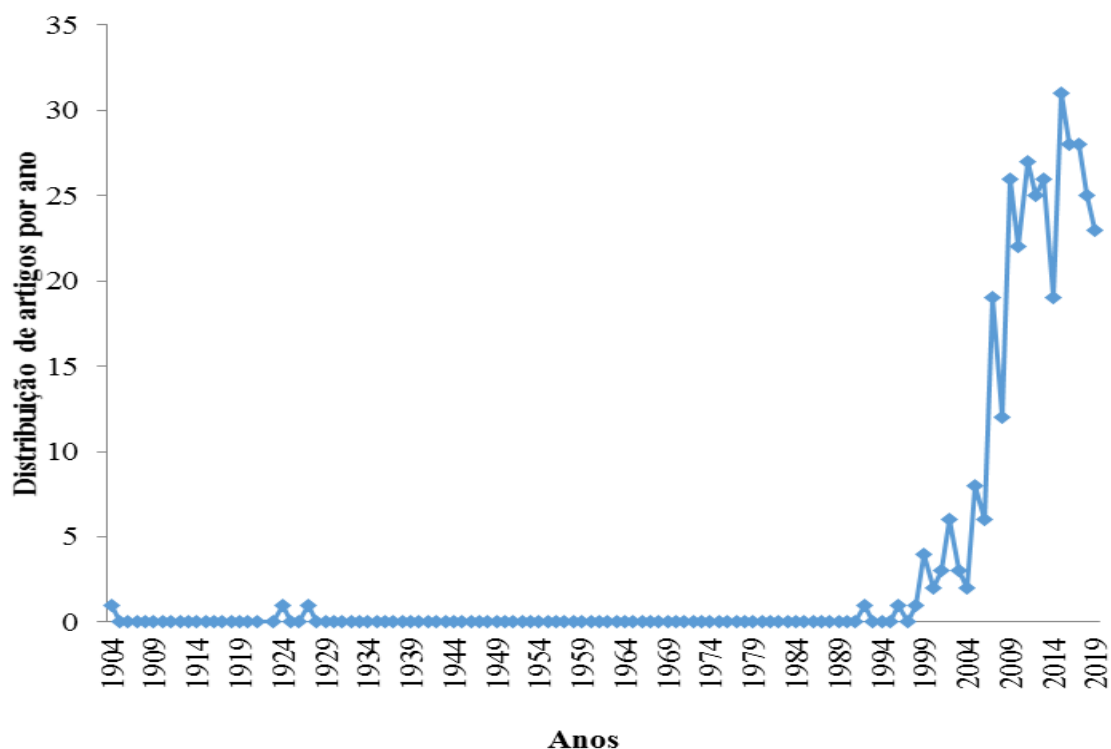
Fonte: Elaborado pelos autores por meio de dados do *Scopus* (2020)

A Figura 1 apresenta, de forma simplificada, as estratégias de busca para obtenção dos resultados deste estudo, sendo aplicados filtros utilizando a palavra-chave “Noni”. Em seguida, foi realizada a análise dos resultados.

RESULTADOS

A partir da análise realizada na base *Scopus* foi realizado um levantamento quantitativo das produções científicas relacionadas ao tema dentro do período analisado, ou seja, análise de artigos no período de 1904 a 2019 sobre noni. Na sequência, foi analisada a distribuição anual de produções científicas, como mostra a Figura 2.

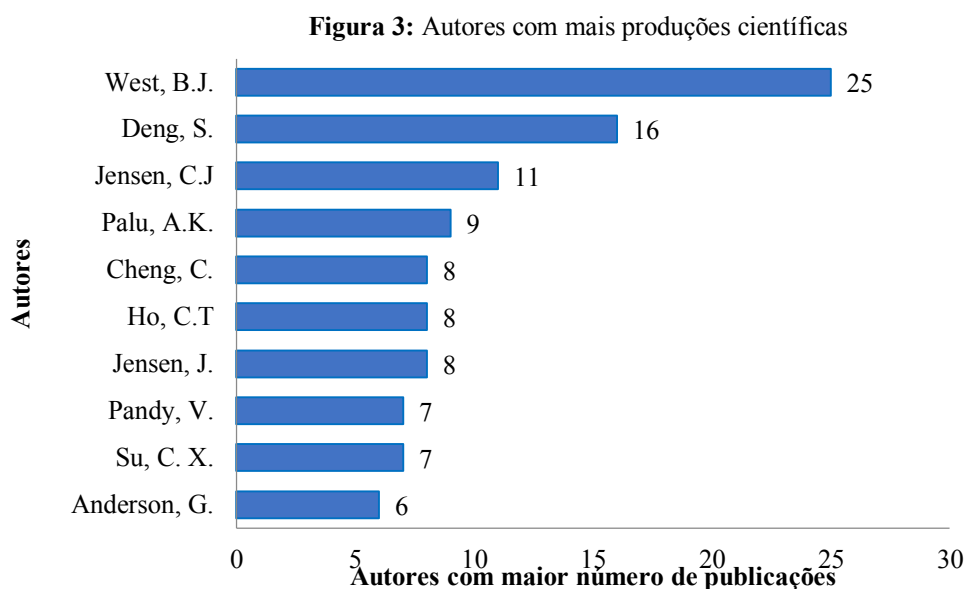
Figura 2: Evolução anual de produções científicas relacionadas ao Noni (1904-2019)



Fonte: Elaborado pelos autores por meio de dados do *Scopus* (2020)

A Figura 2 apresenta a evolução anual das produções científicas sobre o noni. Depois da primeira publicação de artigos sobre o tema, em 1904, somente em 1924 foi registrado um

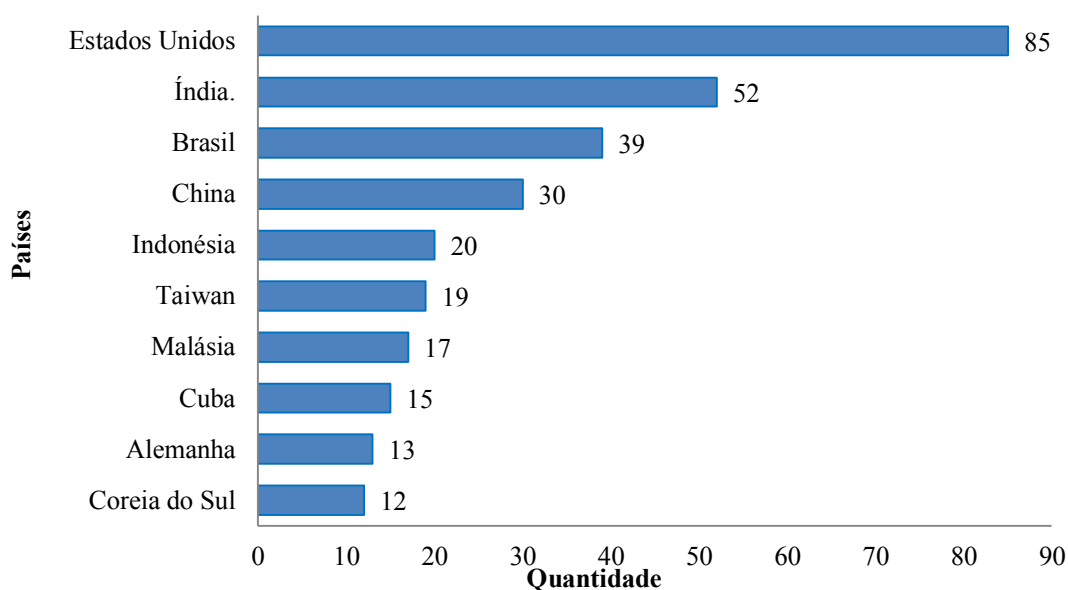
(01) artigo; em 1927 um (01) artigo novamente; e então somente em 1992 surgiu mais um (01) artigo sobre o tema. Em 1999 houve quatro (04) artigos. Em seguida, esse percentual foi aumentando, e a partir de 2007 houve o quantitativo de artigos acima de dez, sendo dezenove (19). Esse número aumentou no decorrer dos anos, porém o maior quantitativo de artigos sobre noni ocorreu em 2015, com trinta e um (31) artigos. No entanto, em 2019 esse número foi reduzido para vinte e três (23) artigos.



Fonte: Elaborado pelos autores por meio de dados do *Scopus* (2020)

A Figura 3 destaca os dez (10) autores com mais produções científicas na base *Scopus* sobre o tema noni. West, B. J apresentou o maior quantitativo de artigos, vinte e cinco (25), seguido por Deng, S., com dezesseis (16) produções científicas e Jensen, C. J, com onze (11) artigos. Os demais autores citados apresentaram menos de dez (10) artigos nessa base de dados, e Anderson, G., entre os dez (10) autores com mais produções científicas, é o que menos produziu sobre o tema, totalizando seis (06) artigos.

Figura 4: Países com mais produções científicas sobre Noni



Fonte: Elaborado pelos autores por meio de dados do *Scopus* (2020)

A Figura 4 classifica os dez (10) países que mais produziram pesquisas científicas acerca do noni na base *Scopus*. Os Estados Unidos lideram esse ranking, abrangendo oitenta e cinco (85) artigos nessa base, seguido pela Índia, com cinquenta e dois artigos. Na sequência, o Brasil ocupa a terceira ocupação, com trinta e nove (39) artigos. Vale ressaltar que, apesar das controvérsias geradas no Brasil, por conta do uso do noni, essa quantidade de artigos ainda é limitada. Por fim, a Coreia do Sul apresentou o menor quantitativo de artigos relacionados ao noni, apenas doze (12) artigos.

Tabela 1: Periódicos com mais produções científicas

Periódicos	Quantidade
Revista Cubana de Plantas Mediciniais	12
Química de Alimentos	9
Revista Química Agrícola e Alimentar	8
Journal Of Natural Products	8
Medicina Complementar e Alternativa Baseada em Evidências	7
Pesquisa em Fitoterapia	7
Jornal de Etnofarmacologia	5
Jornal Avançado de Ciência e Tecnologia de Alimentos	4
Jornal da Ciência da Alimentação e Agricultura	4
Jornal da Pesquisa de Ciências Biológicas e Químicas Farmacêuticas	4

Fonte: Elaborado pelos autores por meio de dados do *Scopus* (2020)

A Tabela 1 apresenta os dez (10) periódicos com mais produções científicas sobre o tema, sendo que a Revista Cubana apresentou o maior quantitativo de artigos, no total doze (12), seguida de Química de Alimentos (09) artigos. No entanto, o Jornal Avançado de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Jornal da Ciência da Alimentação e Agricultura e Jornal da Pesquisa

de Ciências Biológicas e Químicas Farmacêuticas tiveram apenas quatro (04) artigos sobre o tema.

Tabela 2: Instituições de ensino com mais produções científicas

Instituições de ensino	Quantidade
Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento	13
Universidade do Havaí em Mānoa	12
Instituto Nacional de Pesquisa para Planejamento Familiar, Pequim	9
Universidade da Malásia	8
Universidade de Rutgers – Nova Brunswick	8
Tahitian Noni International	7
Universidade Nacional de Taiwan	7
Universidade Federal da Paraíba	6
Faculdade de Medicina da Universidade de Illinois	6
Universidade Médica de Chung Shan	6

Fonte: Elaborado pelos autores por meio de dados do *Scopus* (2020)

A Tabela 2 apresenta as dez (10) instituições de ensino com mais produções científicas sobre o tema, sendo que o Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento apresentou quinze artigos (15), seguidos da Universidade do Havaí em Mānoa, com doze (12) artigos. Entretanto, a Universidade Federal da Paraíba, Faculdade de Medicina da Illinois e Universidade Médica de Chung Shan apresentaram apenas seis (06) artigos.

Tabela 3: Áreas com mais produções científicas

Áreas	Quantidade
Ciências Biológicas e Agrícolas	150
Medicamento	109
Farmacologia, Toxicologia e Farmacêutica	95
Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	77
Química	57
Enfermagem	21
Imunologia e Microbiologia	18
Veterinária	18
Engenharia	15
Engenharia Química	10

Fonte: Elaborado pelos autores por meio de dados do *Scopus* (2020)

A Tabela 3 aborda as dez (10) áreas com mais produções científicas sobre o tema noni na base *Scopus*. As áreas de Ciências Biológicas e Agrícolas apresentaram um quantitativo de cento e cinquenta (150) artigos, seguida de Medicamento, com cento e nove (109) artigos. No entanto, a área de Engenharia Química apresentou apenas dez (10) artigos. O quantitativo de áreas presentes na tabela é mais elevado que a quantidade de artigos encontrados, pois existem artigos que abrangem mais de uma (01) área do conhecimento.

Tabela 4: Principais patrocinadores das produções científicas sobre o Noni

Patrocinadores	Quantidade
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico	9
Fundação Nacional de Ciências Naturais da China	5
Universiti Malaya	4
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior	3
Departamento de Ciência e Tecnologia, Governo de Kerala	3

Conselho Nacional de Ciência	3
Conselho da Índia para Educação Técnica	2
Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional	2
Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico	2
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais	2

Fonte: Elaborado pelos autores por meio de dados do *Scopus* (2020)

A Tabela 4 destaca os dez (10) principais patrocinadores das produções científicas relacionadas ao Noni na base *Scopus*. O Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico apresentou nove (09) artigos, seguido pela Fundação Nacional de Ciências Naturais da China, com cinco (05) artigos. Porém, o Conselho da Índia para Educação Técnica, o Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais patrocinaram, cada um deles, dois (02) artigos científicos.

CONCLUSÃO

Este estudo permitiu identificar que existem muitas controvérsias no Brasil sobre o uso do noni como alimento e/ou medicamento para seres humanos. Esse fato deve-se a pequena produção científica sobre o assunto no Brasil, visto que o fruto foi introduzido há poucos anos no Brasil, o que acarreta na falta de comprovações científicas sobre seus benefícios e possíveis problemas decorrentes do consumo de produtos oriundos do noni.

Por isso, este estudo buscou mostrar, por meio de um mapeamento, o cenário da produção científica sobre o noni. Verificou-se que o ano com mais produções científicas foi 2015, com trinta e um (31) artigos, e que os Estados Unidos foram o país que produziu mais pesquisas sobre o tema de estudo, oitenta e cinco (85) artigos, enquanto o Brasil ocupou a terceira colocação, com trinta e nove (39) produções científicas na base *Scopus*.

O periódico com mais produções científicas sobre este tema foi a Revista Cubana de Plantas Mediciniais e a área do conhecimento que mais teve produções científicas sobre o noni foi Ciências Biológicas e Agrícolas. Em relação ao principal financiador destas pesquisas foi o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Por fim, sugere-se que o governo incentive mais pesquisas em universidades para que com um nível maior de conhecimento seja possível que a população saiba se realmente pode fazer o uso do noni com segurança. Sugere-se também, realizar um mapeamento da produção científica sobre o tema em outras bases de dados, para identificar a quantidade de artigos que o Brasil está produzindo anualmente sobre o Noni.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo incentivo à pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. F.; COSTA, I. C. M.; ZUCOLOTTI, S. M.; GIORDANI, R. B. *Morinda citrifolia*: fatos e riscos sobre o uso do Noni. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, Vol. 11(2), 119-249, 2017.

BARROS, S. P. N. Caracterização Química e Bioquímica da polpa e produtos de Noni (*Morinda Citrifolia L.*). Dissertação (Mestrado) ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, da Universidade Federal do Ceará, 2009.

BELTRÃO, F. A. S.; SOUZA, K. P.; SILVA, J. M. Caracterização de noni (*Morinda Citrifolia L.*). **Engenharia Ambiental - Espírito Santo do Pinhal**, v. 11, n. 1, p. 38-44, jan./jun. 2014.

BRITO, D.R. B.; FERNANDES, R. M. Ação anti-helmíntica da *Morinda citrifolia* (noni) sobre *Heterakis gallinarum*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 4, p. 1775-1782, jul./ago. 2013. doi: 10.5433/1679-0359.2013v34n4p1775.

CHAGAS, B. K. M. Suplementação de Noni na gestação e lactação: Avaliação dos efeitos comportamentais em filhotes de ratas Wistar. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, 2015.


CORREIA, A. A. S. Maceração Enzimática da polpa de noni (*Morinda Citrifolia L.*). Dissertação (Mestrado) ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, 2010.

COSTA, A. B. Estudo do Perfil Clínico - Epidemiológico do Consumo de *Morinda Citrifolia* Linn (Noni) nos municípios do Sudoeste Goiano. Dissertação (Mestrado) ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Aplicadas à Saúde, Centro de Farmacologia da Universidade Federal de Goiás, 2016.

MATOSO, L. M. L.; MELO, C.C.R.; MENEZES, L.M.C.S.; OLIVEIRA, L.E.; OLIVEIRA, K.K.D. Características e a utilização do Noni (*Morinda Citrifolia*). **C&D-Revista Eletrônica da Fainor**, Vitória da Conquista, v.6, n.1, p.42-50, jan./jun. 2013.

MORORÓ, A. V. T. P.; CARVALHO, M. M.; ARAÚJO, N. T. P.; CAVALCANTE, A. L. C.; JÚNIOR CATUNDA, F. E. A.; BEZERRA, S. B.; CERQUEIRA, G. S.; SIQUEIRA, R. M. P. *Morinda Citrifolia* (noni): uma revisão dos seus efeitos biológicos. **Revinter**, v. 10, n. 02, p. 46-61, jun. 2017.

NASCIMENTO, L. C. S. Caracterização Centesimal, Composição Química e Atividade Antioxidante do Noni (*Morinda Citrifolia L.*) Cultivado no Município de Zé Doca-MA. Dissertação (Mestrado) ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2012.



OLIVEIRA, L. A. Caracterização estrutural e atividade antitumoral de Polissacarídeo extraído do fruto de *Morinda Citrifolia* Linn (Noni). Dissertação (Mestrado) ao Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal do Ceará, 2014.

PAIXÃO, M. V. S; MENEGHELLI, C. M; MENEGHELLI, L. A. M; ZINGER, L. PAIXÃO, G. P. Substratos no enraizamento de estacas de Noni. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. V.12, Nº 4, p. 824-827, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v12i4.4815>.

SANTOS JÚNIOR, R. Q. S; SOARES, L. C; MENDES, L. M. S; ARAÚJO, K. S; MAIA FILHO, A. L. M; COSTA, C. L; SANTOS, I. M. S. P. Histomorfologia de órgãos-alvo de ratos diabéticos suplementados com noni (*Morinda citrifolia*). **ConScientiae Saúde**, vol. 10, núm. 4, pg. 657-664, 2011.

SILVA, C. L. R; MEDEIROS, P. V. Q; LEITE, G. A; SILVA, K. J. P; MENDONÇA, V. SILVA, G. G. Caracterização do fruto de *Morinda citrifolia* L. (Noni). **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, 17(1)93-100, 2012.

SILVA, M. S. Caracterização pós-colheita do noni (*Morinda Citrifolia* L) considerando sob temperatura controlada. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, 2013.

SILVA, C. T; FRANCO, T. D; JORDÃO, C. O. Análise Fitoquímica e ensaio toxicológico do extrato hidroalcolólico de *Morinda Citrifolia* (Noni). **Revista Brasileira Multidisciplinar - ReBraM** Vol. 19, N.1 julho, 2016.



CAPÍTULO 9

AS DIMENSÕES DA SUSTENTABILIDADE EM EMPRESAS DE RESÍDUOS SÓLIDOS: ESTUDO MULTI CASOS EM MS E GO

Laiz Mello, Bacharel em Administração pela UFMS-CPAQ
Daniela Althoff Philippi, Professora Adjunta da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS-CPAQ) e Doutora em Administração pela Universidade Nove de Julho


RESUMO

As organizações cada vez mais buscam por diferenciais que as mantenham no mercado e ser ambientalmente responsável é de extrema importância, tanto para a imagem das empresas como para toda a sociedade. O desenvolvimento sustentável enseja uma nova forma de fazer negócios, propiciando mudanças das empresas e, até mesmo, o surgimento de novas, como as empresas especializadas em resíduos sólidos (RS), que buscam diminuir os impactos ambientais negativos, seja pela sua reutilização, reciclagem ou destinação mais adequada, diminuindo consequências à qualidade de vida da população e promovendo renda. A presente pesquisa buscou verificar como empresas de RS contribuem para o desenvolvimento sustentável (DS). Com estudo de caso múltiplos, foram selecionados três casos representados por empresas, pelo critério da acessibilidade. Os dados foram coletados em fontes documentais (sites das empresas) e entrevistas, procedendo-se a análise qualitativa dos dados por tema. Os resultados apontaram que as três empresas pesquisadas atuam sobre as dimensões do desenvolvimento sustentável, contudo com maior ênfase na dimensão econômica. Verificou-se que, mesmo apresentando na entrevista, conceitos sobre cada dimensão do DS, não houve clareza, especialmente, por parte de uma das empresas no atendimento à dimensão social. Considera-se que as empresas desse setor têm ou podem ter contribuições que vão além das dimensões econômicas e ambientais, devendo os seus responsáveis ter consciência disso, com um melhor entendimento do real significado de desenvolvimento sustentável e maior contribuição, especialmente à dimensão social.

PALAVRAS-CHAVE: Meio Ambiente. Desenvolvimento Sustentável. Empresas. Resíduos sólidos.

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU, 2017), hoje a população Mundial é de 7 bilhões de pessoas que utilizam os recursos naturais para sua subsistência. No Brasil, são 206,08 milhões de habitantes (IBGE, 2017). Pesquisa de 2015 da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (Abrelpe) indica a geração de 79,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU) no país. A disposição final inadequada de RSU ainda ocorre em todas as regiões e estados brasileiros, e 3.326 municípios ainda fazem uso desses locais impróprios




Desde a segunda metade do Século XX, o mundo vem enfrentando consequências do desrespeito ao meio ambiente como aquecimento global, esgotamento dos recursos não renováveis e poluição dos recursos hídricos. No entanto, um dos problemas que se destaca são os resíduos sólidos (RS), mais conhecidos como lixo (BRUNET, 2016).

O aumento da quantidade dos resíduos sólidos vem se agravando em decorrência de causas como acelerado crescimento populacional com concentração intensiva nas áreas urbanas, desenvolvimento industrial e alterações nos hábitos de consumo, ocasionando impactos ambientais negativos ao ar, solo e águas e e contínua ameaça à vida dos seres humanos e demais espécies (REVEILLEAU, 2008). Assim, a quantidade produzida de lixo e RS gerados precisa de destinação, tratamento, disposição, e reaproveitamento ambientalmente seguros (REVEILLEOU, 2008; BRUNET, 2016).

O conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS) tem se fortalecido. Bellen (2006) destaca que DS trata de uma nova maneira da sociedade se relacionar com o meio ambiente garantindo sua própria continuidade. Conforme o Relatório de *Brundtland*, o DS é um processo de mudança em que a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão todas em harmonia e no qual as necessidades humanas possam ser satisfeitas atualmente e no futuro (CMMAD, 1987).

Um marco histórico no Brasil é a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), de 2010, cujo princípio é a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população, incentivando o retorno dos produtos às indústrias após o consumo e obrigando o poder público a realizar planos para o gerenciamento do lixo (CEMPRE, 2014). A PNRS instaurou novo cenário e abertura de oportunidades de novos empreendimentos em todas as etapas do gerenciamento de RS: limpeza urbana, a logística reversa, triagem e reciclagem, recuperação de resíduos, desenvolvimento de novas aplicações para materiais reciclados, aproveitamento energético, transporte e nas estruturas administrativas para planejamento e controle (CEMPRE, 2014). Para solucionar o problema do lixo, governo, empresas e população são desafiados a identificar oportunidades de geração de renda, de forma a propiciar o surgimento de novos negócios (SEBRAE, 2012).

Diante dos problemas gerados pelos resíduos sólidos, da existência de empresas que os coletam direcionadas a uma destinação mais adequada e da relevância do desenvolvimento sustentável, a presente pesquisa almejou investigar: “como empresas de resíduos sólidos contribuem para o desenvolvimento sustentável”?



Definido o problema de pesquisa, objetivo geral foi o de verificar como empresas de resíduos sólidos contribuem para o desenvolvimento sustentável. E específicos: caracterizar os serviços prestados pelas empresas de resíduos sólidos; classificar os tipos de resíduos coletados pelas empresas e associar os serviços prestados às dimensões ambiental, social e econômica do desenvolvimento sustentável.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (DS)

A visão crítica de muitos especialistas da relevância do DS iniciou na década de 1970 com discussões sobre a questão ambiental, alertando para a necessidade de repensar o modelo de crescimento econômico até então adotado (SEIFFERT, 2011). Em 1972, o Clube de Roma, associação de cientistas políticos e empresários preocupados com as questões globais, impulsionou discussões para a construção do conceito do DS. Em decorrência, o relatório mundialmente conhecido como *The limits to growth*, como caminho para legitimação do DS, que anos mais tarde, em 1992 foi destaque na Conferência Mundial do Rio de Janeiro (BELLEN, 2006; REVEILLEAU, 2008).

O conceito de DS, para Bellen (2006), é proveniente de um longo processo histórico de reavaliação crítica da relação homem, sociedade e meio ambiente e gera diversas interpretações e trata de uma nova maneira da sociedade se relacionar com o meio ambiente garantindo sua própria continuidade e a do seu meio externo. Seiffert (2011), destaca que, embora seja um conceito amplamente utilizado, não há uma única visão do que seja o DS: para uns, é obter crescimento econômico através do manejo racional dos recursos naturais e da utilização de tecnologias mais eficientes e menos poluentes; para outros é um projeto social e político para erradicar a pobreza, aumentar a qualidade de vida e satisfazer as necessidades básicas da sociedade, promovendo o desenvolvimento harmonicamente com os recursos naturais.

Tem-se o conceito de DS mais completo, definido no Relatório de *Brundtland*, no qual consta como um processo de mudança em que a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão todas em harmonia, e as necessidades humanas possam ser satisfeitas atualmente e no futuro (CMMAD, 1987).

Nas três dimensões da sustentabilidade, há uma relação de equilíbrio social por muitas pessoas sobreviverem do “reaproveitamento” do lixo, ou seja, o reaproveitamento é também

uma questão econômica já que a reciclagem desses resíduos é uma fonte de renda para o catador/cooperado. Há também um equilíbrio ambiental com a diminuição dos resíduos em locais inadequados. Portanto, o tratamento correto dos resíduos sólidos contribui positivamente para a sustentabilidade de modo a diminuir significativamente os problemas ambientais decorrentes do acúmulo dos resíduos sólidos (SECCO, 2012).

Sachs (2007) afirma que é necessária harmonia entre as três dimensões: econômica, social e ambiental. Neste sentido, apresentam-se definições sobre cada uma destas dimensões fundamentais do DS no quadro 1.


Dimensões do DS	Especificação, conforme a literatura consultada
Ambiental	Ênfase nos impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente. (RUTHERFORD, 1977 apud BELLEN, 2006). Sustentabilidade ecológica significa ampliar a capacidade do planeta pela utilização do potencial encontrado nos diversos ecossistemas, ao mesmo tempo em que se mantém a sua deterioração em um nível mínimo
Econômica	Alocação eficiente de recursos e constantes investimentos públicos e privados (SACHS, 2007). Bellen (2006) indica que abrange a alocação e distribuição eficientes dos recursos naturais dentro de uma escala apropriada. A alocação distribui recursos pelas preferências individuais, a distribuição é relacionada à divisão dos recursos entre as pessoas e à escala, ao volume físico do fluxo de matéria e energia, retirado do meio ambiente, devolvido como resíduo
Social	Ênfase no ser humano. Com preocupação maior ao seu bem estar e qualidade de vida (BELLEN, 2006). Refere-se a um processo de para um crescimento estável com distribuição equitativa de renda, gerando, a diminuição das atuais diferenças entre diversos níveis na sociedade e melhoria das condições de vida das populações (SACHS, 2007)

Quadro 1: Especificação das dimensões fundamentais do DS
Fonte: elaborado pelas autoras com base na literatura consultada

A introdução do conceito da sustentabilidade tem mudado o comportamento humano e há muito que avançar em termos de adoção das práticas ambientalmente corretas. A atenção dedicada ao tema pelas novas gerações traz a perspectiva da crescente responsabilidade em relação às questões ambientais, e a informação tem importância fundamental nesse processo, contribuindo para um conceito de valor (SEBRAE, 2012).

2.2 CICLO DE VIDA DOS PRODUTOS, CONSUMO DELIBERADO E DESCARTABILIDADE

As atividades humanas têm se transformado ao longo da história. O homem passou a produzir mais e produtos com menor durabilidade, os bens e materiais que antes eram escassos e utilizados até a sua exaustão, nos dias de hoje são abundantes e com pouca vida útil (BRUNET, 2016).



O mundo tem vivenciado o consumismo deliberado e a ânsia das empresas em criarem produtos novos para satisfazerem as necessidades dos consumidores, com diminuição do ciclo de vida dos produtos e crescente tendência à descartabilidade (LEITE, 2009). A proposital diminuição do tempo de vida dos produtos, o aumento do poder de consumo e a evolução do sistema logístico do produto mais acessível, havendo, conseqüentemente, maior descarte de resíduos (GONÇALVES, 2014).

Assim, a exacerbada quantidade de resíduos sólidos atual, um dos maiores problemas enfrentados pela sociedade no caminho do desenvolvimento sustentável, está ligada ao modo de vida da sociedade, à sua condição socioeconômica e à facilidade de acesso a bens de consumo (REVEILLEAU, 2008; SANTOS, 2012).

2.3 GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

Antes de abordar os resíduos sólidos, deve-se primeiramente mencionar a palavra lixo, que segundo o dicionário da língua portuguesa, é tudo aquilo que não se quer mais e se joga fora (BARROS, 2013; POLETO, 2010). Para Reveilleau (2008, p. 60) lixo são:


Resíduos sólidos comuns, produzidos individualmente ou coletivamente, pela atividade humana ou animal, ou por fenômenos naturais em áreas urbanas, nocivos à saúde, ao meio ambiente, e ao bem estar da população, não enquadrados como resíduos perigosos (REVEILLEAU, 2008, p. 60)

Já resíduos sólidos, segundo a Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABNT), através da sua NBR nº 10004:2004 e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), através de sua Resolução n 005/193, são definidos como:

Resíduos nos estados sólidos e semi-sólidos, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de variação. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face a melhor tecnologia disponível (GAMEIRO et al, 2011, p. 17).

Resíduos sólidos possuem valor econômico agregado, passível de reaproveitamento no próprio processo produtivo; o lixo não possui valor, nem utilidade para a sociedade e é descartado (DERMAJOROVIC, 1995; BRUNET, 2016).

A PNRS brasileira, de 2010, considerada um marco histórico na gestão ambiental no Brasil, tem como princípio a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e população e incentiva o retorno dos produtos às indústrias após o consumo, obrigando o poder



público a realizar planos de gerenciamento (CEMPRE, 2014). Para a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a PNRS beneficia o país na regulamentação dos resíduos sólidos desde a sua geração até a sua disposição final, de modo contínuo e sustentável, com reflexos positivos ao tripé do desenvolvimento sustentável, norteados os Estados e Municípios na gestão de resíduos sólidos (GAMEIRO et al 2011).

A respectiva política estabelece a responsabilidade compartilhada entre o poder público, as empresas e os consumidores, em que cada um tem de fazer sua parte: as prefeituras – oferecer para as cidades o manejo responsável dos resíduos, com o planejamento e construção de aterros sanitários, para onde devem seguir apenas resíduos orgânicos; as empresas – trabalhar seus processos para oferecer produtos que se tornarão resíduos nas casas e escritórios de seus clientes e os consumidores – separar os resíduos, sem misturar os orgânicos com os recicláveis (SEBRAE, 2012).

A PNRS abriu novo cenário, com oportunidades de novos empreendimentos nas etapas do gerenciamento de resíduos sólidos, desde limpeza urbana, a logística reversa, triagem e reciclagem, recuperação de resíduos, desenvolvimento de novas aplicações para materiais reciclados, aproveitamento energético, transporte, etc., além de estruturas administrativas para planejamento e controle. Para solucionar o problema do lixo, governo, empresas e população, são desafiados a identificar oportunidades de geração de renda a partir do processamento, logística e armazenagem, de forma a propiciar o surgimento de novos negócios (SEBRAE, 2012).

Na Constituição Federal, de 1988, o artigo 225 apresenta que “é dever do Poder Público e da coletividade preservar e defender o meio ambiente. Em outras palavras, quer nos dizer que somos igualmente responsáveis pelo equilíbrio ambiental, mesmo a incumbência tendo sido atribuído ao poder público. As políticas que envolvem o meio ambiente não se esgotam somente as ações do poder público, mas se estende aos demais segmentos da coletividade, ou seja, as políticas públicas buscam o compartilhamento entre o Estado, a iniciativa privada e os cidadãos (REVEILLEAU, 2008).

Na PNRS, a gestão compartilhada, é compreendida como uma rede de cooperação entre as partes envolvidas e como melhor modo para tratar das questões ambientais. Nela se incluem o planejamento econômico, as ações estratégicas, a fiscalização, a comunicação de informações, o diálogo permanente entre as partes e, principalmente, a responsabilização dos que descumprirem sua parte (REVEILLEAU, 2008)

Os resíduos sólidos são classificados em função de suas características físicas, químicas e origem, o que se expõe no quadro 2.

AUTOR	CLASSIFICAÇÃO/ TIPOS DE RESÍDUOS	ESPECIFICAÇÃO
Reveilleau (2008)	Características físicas	Secos: exemplos - Papéis, plásticos, vidros, madeiras, tecidos, couros tratados, espumas, pontas de cigarro, isopores, lâmpadas, parafinas, e etc. Molhados: exemplos - Restos de comida, cascas e bagaços de frutas e verduras, legumes, alimentos estragados, ovo e etc.
Reveilleau (2008)	Características químicas	Orgânicos: exemplos – Restos de alimentos, cascas e bagaços de frutas e verduras, legumes, ovos, ossos, cabelo, podas de jardim e etc. Inorgânicos: exemplos – Produtos manufaturados como plástico, vidro, tecidos, borracha, metais, isopores, lâmpadas, parafinas, e etc.
Reveilleau (2008) e CEMPRE (2014)	Quanto à sua origem	Lixo doméstico ou residencial - são os restos das atividades humanas geradas nos domicílios, apartamentos, residências ou moradias, resultantes das atividades diárias. Lixo domiciliar ou doméstico especial – necessitam de um tratamento especial; são classificados como resíduo domiciliar especial os entulhos de obras, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus. Os r resultantes de entulho de obras são constituídos por uma mistura de materiais inertes como concreto, argamassa, madeira, plásticos, papelão, vidros, metais, cerâmica e terra. As pilhas e baterias são materiais que guardam energia e contem metais e apresentam características de corrosividade e toxicidade e se enquadram nos resíduos Classe I, como perigoso. As lâmpadas fluorescentes apresentam em sua composição o mercúrio, que quando queimadas, interadas ou quebradas liberam o mercúrio que é tóxico ao sistema nervoso humano e para outras espécies de animais. Os pneus causam sérios problemas ambientais, pois ainda não existe o descarte adequado. Se descartados inadequadamente em lixões, são propícios ao acúmulo de água e à proliferação de mosquitos, causadores de doenças, se lançados nos aterros sanitários criam “occos”, criando uma instabilidade nos aterros e quando queimados produz gases altamente tóxicos ao ser humano. Lixo público – compostos geralmente por materiais resultantes da natureza, como folha 24 de árvores, galhos, poeira, terra e areia. No entanto, também são encontrados materiais descartados pela população como embalagens, alimentos e papéis. Lixo comercial – gerado nos comércios e apresentam características diversas. Na maioria das vezes é composto por papéis, papelão, plásticos e rejeitos. O lixo produzido no comércio pode ser dividido em dois grupos, os pequenos geradores, é o estabelecimento que produz até 120 litros de resíduos por dia, e os grandes geradores, que produzem acima da quantidade citada. Lixo industrial – originado das atividades industriais, distingue-se pela atividade exercida e pelo produto final para a comercialização, é composto por resíduos de cinzas, óleo, lodo, substâncias alcalinas ou ácidas, escórias e corrosivos, entre outros elementos Lixo de Portos, Aeroportos e Terminais Rodoferroviários - são resíduos provenientes de transporte coletivos e do consumo dos passageiros. A periculosidade nestes resíduos é a transmissão de doenças de outras regiões. Lixo hospitalar ou de saúde – gerado em hospitais, clínicas, laboratórios, farmácias, clínicas veterinárias e posto de saúde.

		<p>Dentre os resíduos encontram-se agulhas, seringas, gazes, bandagens, algodões, órgãos e tecidos retirados, sangue coagulado, remédios, luvas descartáveis, entre outros materiais utilizados nos estabelecimentos de saúde. Os resíduos podem conter germes patológicos que prejudicam a saúde.</p> <p>Radioativos – provem de atividades nucleares, resíduos de urânio, célio, tório, radônio, cobalto.</p> <p>Lixo agrícola – composto de embalagens de fertilizantes químicos, utilizados na agricultura e que são na maioria das vezes descartados em vazadouros ou são queimados, gerando gases tóxicos.</p> <p>Entulhos - resultam da construção civil, demolições, e restos de obras, solos e escavações.</p>
--	--	---


Quadro 2: Origem e características físicas e químicas
 Fonte: elaborado pelas autoras com base na literatura consultada

Com relação aos resíduos classificados, governo, empresas e população, são desafiados a identificar oportunidades de geração de renda, de forma a propiciar o surgimento de novos negócios (SEBRAE, 2012).

A coleta seletiva é um importante passo para a diminuição do lixo em seu destino final e trata do recolhimento diferenciado dos resíduos sólidos, previamente selecionado pelas fontes geradoras, para encaminhá-los para a reciclagem, compostagem, tratamento, reuso ou outras destinações alternativas (BRUNET, 2016; REVEILLEAU, 2008). Além de gerar renda, ela diminui a retirada de recursos naturais, diminuindo a extração desses recursos e a quantidade de resíduos descartados inadequadamente ou até mesmo a quantidade de resíduos a serem depositados no aterro sanitário e lixões (BRUNET 2016).

A reciclagem é o resultado de atividades que transformam materiais que se tornariam lixo, ou estão no lixo, em matéria prima para produção de novos bens para reintegrar os materiais, como substitutos de matérias-primas primárias na fabricação de outras matérias-primas na fabricação de outros produtos (POLETO, 2010; LEITE, 2009). Trata-se de atividade importante para minimização da geração de resíduos sólidos, e alguns dos atores sociais que contribuem para a reciclagem são os catadores de materiais recicláveis que, ligados às cooperativas, são agentes que colaboram com a redução dos impactos ambientais decorrentes dos resíduos sólidos (SECCO, 2007).

Reciclar, portanto, é transformar materiais e reutiliza-los por meio da sua reintrodução no processo produtivo, como um produto novo, que poderá ser semelhante ou não a forma anterior. Nesse sentido, a reciclagem, mais do que servir como forma de tratamento de resíduos sólidos, proporciona a implementação da responsabilidade social, agregando valores sociais, ambientais e econômicos (REVEILLEAU, 2008).



Segundo Secco (2007), o caminho para diminuir a quantidade de resíduos é a utilização dos 5 Rs, para que os hábitos e costumes das pessoas sejam mudados. A geração de resíduos é precedida pela impactante ação de extração de recursos naturais, e a política dos 5 Rs prioriza a redução do consumo e o reaproveitamento dos materiais em relação à sua própria reciclagem. Reduzir, Repensar, Reaproveitar, Reciclar, Recusar consumir produtos que gerem impactos socioambientais significativo, esses são os 5 Rs que fazem parte de um processo educativo que tem por objetivo a mudança de hábitos no cotidiano dos cidadãos. A questão-chave é levar o cidadão a repensar seus valores e práticas, reduzindo o consumo exagerado e o desperdício (MMA, 2017).

3 METODOLOGIA

A pesquisa caracterizou-se como qualitativa, que, para Gressler (2003), é aquela que visa a compreensão de uma realidade específica, cujo os significados são vinculados a um contexto. Utiliza-se de literatura indutiva para compará-la com seus resultados, havendo mínima intervenção do pesquisador no contexto observado (GRESSLER, 2003). Também se caracterizou como exploratória, uma vez que o tema ainda requer mais estudos, especialmente porque a preocupação da maioria das organizações é muito mais voltada para a preocupação econômica, do que a social e ambiental.

O estudo de caso é, ainda, o método que se preocupa com as questões do tipo “como” e “por que”, que focaliza acontecimentos contemporâneos e não exige controle sobre eventos comportamentais, é uma forma de investigar um assunto seguindo um conjunto de procedimentos predeterminados (ACEVEDO, 2007). Assim, a pesquisa também é um estudo de caso porque seu problema de pesquisa compreende respostas ao questionamento de “como” as empresas de resíduos sólidos atendem às dimensões do DS, o que se buscou alcançar com o uso de procedimentos pré-determinados. Ainda, como a pesquisa envolve mais de um caso analisado, contemplando o estudo sobre o DS em três empresas, ela se caracteriza como um estudo de casos múltiplos (GIL, 2010).

O estudo de caso baseia-se em uma variedade de fontes de informações, englobando diferentes pontos de vista.

A pesquisa documental usa dados já existentes de documentos elaborados com finalidades diversas. Os documentos mais comuns são textos em papel, ou documentos eletrônicos (GIL, 2010), os documentos utilizados foram os que estão nos sites das empresas.

Entrevista é a técnica que permite o relacionamento estreito entre entrevistador e entrevistado (BARROS, 2013). Para Gressler (2003, p. 178) “entrevista consiste em uma conversação envolvendo duas ou mais pessoas com o propósito de se obter informações para uma investigação”. As entrevistas foram estruturadas, seguindo rigorosamente um único roteiro.

Na Alpha um Engenheiro Ambiental, na Beta ao representante da área comercial da empresa, e na Gama ao proprietário e diretor técnico. Foram atribuídos códigos aos entrevistados, para maior facilidade de leitura: ENT. ALPHA., para o Engenheiro ambiental da empresa Alpha; ENT. BETA., para o Representante da área comercial da empresa Beta e ENT. GAMA., para o Proprietário e Diretor técnico da empresa Gama.

O quadro 3 a seguir apresenta os objetivos da presente pesquisa e os métodos de coleta de dados adotados no atendimento a cada objetivo.

Objetivos específicos	Métodos de coleta de dados
Identificar e descrever os serviços prestados pelas empresas de resíduos sólidos	Websites das empresas (websites das empresas e outros documentos organizacionais concedidos pelas empresas) Entrevistas estruturada com representantes das empresas
Caracterizar os tipos de resíduos pelas empresas	Pesquisa documental (websites das empresas e outros documentos organizacionais concedidos pelas empresas) Entrevistas estruturada com representantes das empresas
Associar os serviços prestados às dimensões ambientais, sociais e econômica do desenvolvimento sustentável	Pesquisa documental (websites das empresas e outros documentos organizacionais concedidos pelas empresas) Entrevistas estruturada com os representantes das empresas

Quadro 3: Objetivos específicos e fontes de coleta de dados


Fonte: elaborado pelas autoras

Para a análise dos dados foi utilizada a análise por tema, que consiste em isolar temas de um texto coletado e extrair as partes utilizáveis e correlacionáveis ao problema de pesquisa, para permitir a comparação com outros textos escolhidos do mesmo modo (BEUREN, 2006). Deste modo, para a elaboração do roteiro de entrevista, e do que foi buscado com base em documentos, tomou-se como referência os objetivos específicos e especialmente as definições de cada dimensão do DS, o que foi igualmente considerado na análise, tanto para a organização dos dados como para a sua relação com a teoria, sistematizando os conteúdos, conforme os temas.

4 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

4.1 HISTÓRICO E CARACTERIZAÇÃO DAS ORGANIZAÇÕES

A empresa Alpha foi criada em 1991, como uma incorporação das empresas Metap e Podium. Nasceu como uma empresa de compra e venda de sucatas (ALPHA, 2017; ENT. ALPHA, 2017). Em 2015, um grupo adquiriu 100% das ações da Alpha, ampliando os



investimentos em capacitação técnica e capacidade de industrialização dos recicláveis, o grupo tem sede em São Paulo e opera como grupo de investimentos em participações em empresas do setor ambiental (ALPHA, 2017).

A missão da Alpha é desenvolver projetos sociais através dos fornecedores dos materiais recicláveis, operando na prestação de serviços ambientais para indústrias, varejo e municípios, com licenciamentos ambientais, coleta e destinação final (ENT. ALPHA, 2017).

A empresa Alpha tem sede em Campo Grande-MS e sua área geográfica de atuação são empresas no estado de MS, MT e SP (ENT.ALPHA, 2017). E possui dois aterros sanitários licenciados e em fase de construção, além de outros dois aterros sanitários em fase de licenciamento (ALPHA, 2017). A empresa conta com cerca de 350 funcionários. Seus consumidores são empresas de grande e pequeno porte dos estados de Mato Grosso do Sul e Mato Grosso, e São Paulo e seus fornecedores, empresas de destinação de resíduos sólidos e compradores de sucatas (ENT. ALPHA, 2017).

A empresa Beta foi criada em 2007, com o intuito de atender ao mercado de resíduos primeiramente de saúde, no qual se apresentava deficiente quando houve a criação da empresa (ENT. BETA).

A empresa tem sede em Campo Grande-MS e sua área geográfica de atuação é em todo o estado do Mato Grosso do Sul e serviços esporádicos fora do estado (ENT.BETA).

Tendo como missão a ação principal de preservação do meio ambiente, a empresa fornece soluções ambientais na coleta e transporte de resíduos, garantindo que o tratamento e a destinação final sejam feitos da forma adequada, seguindo um rigoroso controle de qualidade, superando assim as expectativas de nossos clientes (ENT.BETA).

Seu objetivo é dar soluções aos resíduos biológicos, químicos e industriais, avaliando a necessidade de indústrias, empresas e outros que necessitam destinar corretamente seus resíduos, oferecendo soluções ambientais integradas para a coleta, transporte, tratamento e o melhor tipo de destinação final, sem causar danos ambientais ou qualquer degradação à natureza (BETA, 2017).

A empresa conta atualmente com 12 funcionários, e seus mercados fornecedores são empresas de transportes de cargas líquidas, empresas de produtos químicos para tratamento, empresas de tambores, etc. E o consumidor, indústrias, oficinas, hospitais, consultórios, empresas com itens para incineração (contabilidade, administrativos, uniformes, etc.) e clientes

variados (ENT.BETA).

A empresa Gama Resíduos iniciou suas operações em 2010, buscando soluções técnicas e viáveis para a valorização dos resíduos gerados por indústrias, construção civil, mineradoras e outros grandes geradores, com o objetivo de destinar corretamente os resíduos dessas demandas (GAMA, 2017; ENT.GAMA, 2017). Mais tarde verificaram a oportunidade em outros grandes geradores e diversificaram os serviços (ENT.GAMA, 2017). Em 2012, a partir da problemática do transporte de resíduos perigosos e não-perigosos, criou-se então a GamaLog (GAMA, 2017). Com sede em Aparecida de Goiânia-GO, sua área geográfica de atuação é nos estados de Goiás, Minas Gerais, Tocantins e algumas coletas esporádicas em Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e São Paulo (ENT.GAMA, 2017).

Sua missão é fornecer viabilidade econômica e ambiental para os diversos resíduos gerados por nosso cliente, com o objetivo sempre de dar a destinação mais nobre possível (ENT.GAMA, 2017).

Seu quadro atual é de 18 funcionários e seus mercados fornecedor e consumidor são grandes geradores em geral (indústria da construção civil, indústrias, mineradoras, shoppings, rodovias, entre outros) (ENT.GAMA, 2017).

O quadro 4 apresenta uma síntese do histórico e da caracterização onde as empresas foi realizada.

Empresas	ALPHA	BETA	GAMA
Fundação	1991	2007	2010
N de funcionários	350	12	18
Local da Sede	Campo Grande-MS	Campo Grande-MS	Aparecida de Goiânia-GO
Área geográfica	MS , MT e SP	MS, e esporadicamente fora do Estado	GO, MG, TO, e esporadicamente em MS, MT e SP

Quadro 4: síntese histórico e caracterização das empresas

Fonte: elaborado pelas autoras

4.2 OS SERVIÇOS PRESTADOS PELAS EMPRESAS

A empresa Alpha trabalha com compra e venda de sucata de plástico, papel, papelão e metais ferrosos e não ferrosos, e além da gestão de resíduos de empresas no estado de MS e MT, englobando desde projetos de educação ambiental, logística e destinação final dos resíduos (ALPHA, 2017; ENT. ALPHA, 2017).

A Beta trabalha com coleta nas empresas que originam o resíduo, com transporte do material até a sede para tratamento e destinação final, sendo que o tratamento e destinação final variam conforme produto e/ou solicitação do cliente (BETA, 2017).

A Beta é especializada em coleta, transporte, tratamento e destinação final, dispondo de parcerias com várias empresas conceituadas no mercado, que fazem o tratamento e a destinação final, da maneira mais adequada para todos os tipos de resíduos. A empresa trabalha com os seguintes tipos de tratamentos: Autoclavagem, incineração, eco-processamento, descarte em aterro sanitário licenciado e reciclagem (BETA, 2017).

A Beta garante aos seus clientes o recolhimento dos resíduos gerados, o transporte, tratamento e a destinação final, com emissão de certificado para segurança e tranquilidade dos contratantes, oferecendo excelência em qualidade e confiabilidade (ENT.BETA).

A Gama desenvolveu sua própria metodologia de gestão de resíduos, implantando “*in loco*” a gestão, com mão-de-obra e equipamentos próprios (GAMA, 2017). Alguns dos seus serviços são transporte de Resíduos com a GAMALOG, com frota licenciada e dedicada para o transporte de resíduos perigosos e não-perigosos, com gerenciamento de resíduos de terceiros, com o objetivo de encontrar a melhor destinação, com o menor preço possível (GAMA, 2017). Possui atividades de mineração sustentável com a primeira usina de reciclagem de resíduos de construção civil de Goiás, localizada no Polo de Reciclagem de Aparecida de Goiânia, a Gama está licenciada para receber, tratar e reciclar resíduos da construção civil e demolições (GAMA, 2017).

A empresa oferece ainda consultoria e assessoria na implantação de usinas de reciclagem, utilizando de toda a sua experiência mais *know how* para assessorar nas áreas técnica, financeira, de planejamento e de viabilidade econômica de novos empreendimentos de resíduos sólidos e realiza treinamentos e cursos de Gestão de Resíduos Sólidos; Reciclagem de RCD; Tratamento de Resíduos; Viabilidade de Empreendimentos de Resíduos e outros (GAMA, 2017).

O quadro 5 a seguir apresenta os serviços prestados pelas empresas estudadas.

Empresas	Alpha	Beta	Gama
Principais serviços prestados	Compra e venda de sucata de plástico, papel, papelão e metais ferrosos e não ferrosos	Coleta na empresa que origina o resíduo, transporte do material até a sede para tratamento e destinação final de resíduos na área da saúde	Metodologia própria de gestão de resíduos, utilizando a gestão “ <i>in loco</i> ”, com mão-de-obra e equipamentos próprios, transporte de Resíduos, com frota licenciada e dedicada para o transporte de resíduos perigosos e não-perigosos, na área da

			construção civil, com gerenciamento de resíduos de terceiros
Outros	Gestão de resíduos de empresas no estado de MS e MT, englobando desde projetos de educação ambiental, a logística e destinação final dos resíduos	Tipos de tratamentos: Autoclavagem, incineração, eco-processamento, descarte em aterro sanitário licenciado, e reciclagem. Parcerias com várias empresas conceituadas no mercado	Mineração sustentável com usina de reciclagem de resíduos de construção civil Consultoria e Assessoria na Implantação de Usinas de Reciclagem Treinamentos e cursos

Quadro 5: serviços prestados

Fonte: elaborado pelas autoras com base na literatura consultada

4.3 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DAS EMPRESAS

Os resíduos sólidos da Alpha, no que se refere à sua origem e características (REVEILLEAU, 2008) classificam-se quanto às características físicas, secos e molhados, e quanto às características químicas, orgânicas e não orgânicas (ENT. ALPHA, 2017).

Sobre a sua origem, na classificação de Reveilleau (2008) e CEMPRE (2014), os resíduos da Alpha, são, segundo o entrevistado, de origens domiciliar especial, serviços públicos, comerciais, industriais, transportes, radioativos, agrícolas e de entulho.

Os tipos de resíduos que a empresa coleta são qualquer material que sobra após uma ação ou processo produtivo, descartados e acumulados no meio ambiente, sendo classificados quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que estes resíduos possam ter manuseio e destinação adequados (BETA, 2017).

A empresa coleta resíduos de serviços de saúde (RSS), derivados de petróleo, EPIs contaminadas, resíduos perigosos, dentre outros que possam causar danos ambientais ou qualquer degradação à natureza (BETA, 2017), que se classificam, com base em Reveilleau (2008), no que se refere às suas características físicas, em secos e molhados, e químicas, orgânicas e não orgânicas (ENT.BETA) e, quanto à sua origem, na classificação de Reveilleau (2008) e CEMPRE (2014), segundo o entrevistado, em: domiciliar especial, comerciais, industriais, hospitalar, transportes, agrícolas.

Os resíduos sólidos da empresa Gama classificam-se no que se refere às suas características físicas e químicas, conforme Reveilleau (2008), em secos e molhados, e orgânicos e inorgânicos (ENT.GAMA, 2017). Já, sobre as origens, com base em Reveilleau (2008) e CEMPRE (2014), em domiciliar especial, serviços públicos, industriais, hospitalar, transportes e entulhos (ENT.GAMA, 2017).

No quadro 6, apresenta-se um resumo das classificações dos resíduos.

Empresas	Alpha	Beta	Gama
Classificação quanto às suas características físicas	Secos e Molhados	Secos e molhados	Secos e molhados
Classificação quanto às suas características químicas	Orgânicos e inorgânicos	Orgânicos e inorgânicos	Orgânicos e inorgânicos
Os tipos de resíduos sólidos que a empresa coleta quanto à sua origem são	Domiciliar especial, serviços públicos, comerciais, industriais, transportes, radioativos, agrícolas e de entulho.	Domiciliar especial, comerciais, industriais, hospitalar, transportes, agrícolas.	Domiciliar especial, serviços públicos, industriais, hospitalar, transportes, e entulhos

Quadro 6: síntese da classificação dos resíduos das empresas
Fonte: dados primários e secundários e literatura consultada

4.4 ASSOCIAÇÃO ENTRE OS SERVIÇOS E AS DIMENSÕES DO DS

Com relação à dimensão ambiental, Rutherford (1977) apud Bellen (2006) assevera que sustentabilidade ambiental significa ampliar a capacidade do planeta pela utilização do potencial encontrado nos diversos ecossistemas, ao mesmo tempo em que se mantêm a sua deterioração em um nível mínimo. Sendo que a Alpha, nesta dimensão, declara destinar corretamente diversos resíduos gerados em Mato Grosso do Sul por empresas e reutiliza materiais recicláveis, além de realizar a logística reversa de produtos perigosos, como lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias etc. (ENT. ALPHA, 2017).

Já na dimensão econômica, Bellen (2006) afirma que sustentabilidade econômica abrange a alocação e distribuição eficientes dos recursos naturais dentro de uma escala apropriada. Nesta perspectiva, a empresa Alpha declara ser responsável pela compra de sucatas provenientes de famílias de baixa renda, além de contratar ex-catadores de lixo. Também executa projetos e programas de educação ambiental em respeito à correta segregação e destinação de resíduos sólidos (ENT. ALPHA).

Na dimensão social, Sachs (2007) indica que a sustentabilidade social trata de processo de desenvolvimento para crescimento estável com distribuição equitativa de renda, gerando a diminuição das atuais diferenças entre diversos níveis na sociedade e melhoria das condições de vida. A Alpha movimentou o mercado de compra e venda de sucata no estado, contabilizando em 2017, um capital social superior a 20 milhões de reais, além de gerar renda como o especificado na dimensão econômica (ENT. ALPHA).

Com relação à dimensão ambiental, com base no que defende Rutherford (1977) apud Bellen (2006), a empresa Beta atua no ramo de resíduos, prezando cada vez mais pela “política dos 5 Rs”, orientando e desenvolvendo soluções junto aos clientes para redução de resíduos (ENT.BETA).

Já na dimensão econômica, considerando o que defende Bellen (2006), a empresa Beta declara que, em seu ramo, visa a eliminação de resíduos perigosos ao meio, como hospitalares e resíduos de classe I. Desta forma eliminando riscos desnecessários a população (ENT.BETA). Entende-se por resíduos de classe I, segundo a definição da ABNT (2004) por resíduos classe I – Perigosos: Aqueles que apresentam periculosidade, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas, pode apresentar, risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças ou acentuando seus índices; riscos ao meio ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada.

Na dimensão social, com referência ao que é mencionado por Sachs (2007), a empresa Beta, emprega praticamente 80% de seus funcionários, residindo entorno de onde está localizada, gerando renda para a população e comércio local (ENT.BETA).

Na dimensão ambiental (Rutherford, 1977 apud Bellen, 2006), a empresa Gama reduz a geração na fonte quando possível (ENT.GAMA, 2017). Desta maneira a empresa preza pela indagação do primeiro princípio dos 5Rs, (MMA, 2017) desde que seja viável.

Na dimensão econômica (BELLEN, 2006), a Gama recicla mais de 50 mil toneladas de entulhos anualmente, e caso não o fizesse, estes seriam dispostos incorretamente, ocasionando danos ao meio ambiente e à saúde da população (ENT.BETA). Assim, Gama atua vigorosamente no princípio dos 5Rs (MMA, 2017).

Na dimensão social (SACHS, 2007), Gama foca em dar destinos mais nobres, desde que viáveis financeiramente, ambientalmente e tecnicamente (ENT.GAMA, 2017).

No entanto, no site da empresa há afirmação de que os serviços e produtos da empresa são pensados com base do tripé da sustentabilidade, aliando soluções viáveis economicamente, com cunho social e ambientalmente corretas (GAMA, 2017).

Mesmo sendo apresentada a definição de Sachs (2007) para a dimensão social, o entrevistado parece não ter clareza, das dimensões da sustentabilidade no seu negócio.

O quadro 7 a seguir, apresenta as definições de cada dimensão do DS segundo autores, e o que representa para as empresas.

Empresas	Definição da dimensão segundo autores	Alpha	Beta	Gama
Ambiental	Ênfase nos impactos das atividades	Propicia a destinação correta de diversos resíduos,	Preza pela “política dos 5 Rs”, orientando e	Atua com o objetivo de redução de geração

	humanas sobre o meio ambiente	reutilizando materiais recicláveis, além de realizar logística reversa	desenvolvendo soluções junto aos cliente para redução dos resíduos	na fonte, quando possível
Social	Ênfase ao ser humano. Com preocupação maior ao bem estar humano, e a qualidade de vida	Declara ser responsável pela compra de sucatas provenientes de famílias de baixa renda, além de contratar ex-catadores de lixo. Também executa projetos e programas de educação ambiental	Declara que, em seu ramo, visa a eliminação de resíduos perigosos ao meio, como hospitalares e resíduos de classe I. Desta forma eliminando riscos desnecessários a população	Recicla mais de 50 mil toneladas de entulhos anualmente, e caso esses resíduos não fossem reciclados, estariam sendo dispostos incorretamente, ocasionando danos ao meio ambiente e à saúde da população
Econômica	Ênfase na Alocação e distribuição eficiente dos recursos e constantes investimentos	Movimenta o mercado de compra e venda de sucata no estado, contabilizando, em 2017, um capital de mais de 20 milhões de reais, além de gerar renda como o que foi especificado já na dimensão econômica	Emprega 80% de seus funcionários, residindo entorno de onde está localizada, gerando renda para a população e comércio local	Foca em dar destinos mais nobres possíveis, desde que, esses sejam viáveis financeiramente, ambientalmente e tecnicamente


Quadro 7: associação com o desenvolvimento sustentável
Fonte: elaborado pelas autoras com base na literatura consultada

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a pesquisa, foi possível verificar como as empresas coletoras de resíduos sólidos contribuem para o desenvolvimento sustentável foi atendido.

Na identificação e descrição dos serviços prestados pelas empresas, verificaram-se diferenças entre os serviços que prestam. Alpha oferece como serviço principal, compra e venda de sucata de plástico, papel, papelão e metais. Beta coleta os resíduos onde se origina, com transporte do material até a sede para tratamento e destinação final de resíduos na área da saúde. Gama trabalha com metodologia própria na gestão de resíduos, utilizando a gestão “*in loco*”, com mão-de-obra e equipamentos próprios, transporte de resíduos, com frota licenciada e dedicada para o transporte de resíduos, na área da construção civil, com gerenciamento de resíduos para terceiros.

Na classificação dos tipos de resíduos coletados pelas empresas há semelhanças e diferenças na classificação da origem dos resíduos em relação às três empresas. A classificação quanto às características físicas e químicas dos resíduos foram as mesmas: secos e molhados,



orgânicos e inorgânicos. O que as diferenciou foi a origem dos resíduos, levando em consideração que cada empresa atua em um segmento.

A Alpha tem a origem dos seus resíduos classificada em domiciliar especial, serviços públicos, comerciais, industriais, transportes, radioativos, agrícolas e de entulho. A Beta se enquadra em resíduos de origem domiciliar especial, comerciais, industriais, hospitalar, transportes, agrícolas. Já a Gama apresenta a classificação da origem dos seus resíduos em domiciliar especial, serviços públicos, industriais, hospitalar, transportes, e entulhos, apresentando algumas origens diferentes.

Na associação dos serviços prestados às dimensões ambientais, sociais e econômica do desenvolvimento sustentável, constatou-se sobre a dimensão ambiental, que as três empresas atuam no mercado sobre a perspectiva ambiental, porém a Beta preza pela política dos 5 Rs, orientando e desenvolvendo soluções sobre os impactos gerados pelos resíduos sólidos no meio ambiente, se destacando mais que as demais empresas nesta dimensão. Na dimensão social, as três empresas promovem a sustentabilidade social de suas regiões, sendo que a Alpha demonstrou atuar mais na área social, executando projetos e programas para educação ambiental, além promover o bem estar da população local, com seus serviços e geração de renda na região.

Já na dimensão econômica, todas as três empresas atuam fortemente sendo que Alpha e Beta alocam e distribuem seus recursos para contribuir economicamente com o desenvolvimento sustentável de suas regiões. Já Gama entende esta dimensão de forma mais restrita, considerando a dimensão econômica como fundamental na análise para a adoção de medidas associadas a dimensão ambiental.

Como recomendações para as empresas, especialmente para a Gama, convém que se atentem mais ao significado das dimensões do DS, e de como os seus serviços estão e podem se relacionar melhor a elas, contribuindo, assim, para a prática deste conceito de maneira mais equilibrada entre as suas dimensões.

Recomenda-se que mais estudos sejam realizados com empresas que estão na cadeia produtiva dos resíduos sólidos considerando as dimensões do DS, especialmente a social, pois a ambiental e a econômica são automaticamente evidenciadas na natureza dos negócios. Acredita-se, portanto, que a dimensão social deva ser sempre objeto de estudo em relação a essas organizações, contribuindo assim para a melhoria da qualidade de vida e bem estar da sociedade de maneira mais efetiva, e para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Norma brasileira Resíduos sólidos – Classificação**. Disponível em: <http://www.abnt.org.br/> Acesso em: 08/07/17

ABRELPE - A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/> Acesso em: 04/07/2017.

ACEVEDO, C. R., NOHARA, J. J. **Monografia no curso de administração**. São Paulo: Atlas, 2007.

BELLEN, H. M. V. **Indicadores de Sustentabilidade uma análise comparativa**. 2. Ed. Rio de Janeiro: 2006.

BEUREN, I. M. **Como elaborar trabalhos monográficos em contabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006.

BRUNET, A. F. D. S. **A Espacialidade dos resíduos sólidos urbanos nos municípios de Aquidauana e Anastácio – MS**. 2016, 160 fls. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Aquidauana – MS.

BARROS, R. M.. **Tratado sobre resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: Interciência, 2013.

CEMPRE - Compromisso Empresarial para a Reciclagem. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.cempre.org.br/download/pnrs_002.pdf. Acesso em: 15/0.6/2017.

CMMAD - Comissão Mundial do meio ambiente. **Nosso futuro comum**. New York: ONU, 1987. Disponível em: <https://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues>. Acesso em: 08 jun. 2017.

DEMAJOROVIC, J. Da política tradicional de tratamento do lixo à política de gestão de resíduos sólidos: as novas prioridades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n.3, p. 88-93, 1995.

GAMEIRO, A. H., XAVIER, C. E. O., BARTHOLOMEU, D. B., BRANCO, J. E. H., Caixeta FILHO, J. V., PINHEIRO, M. A. **Logística ambiental de resíduos sólidos**. São Paulo: Atlas, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GONÇALVES, H. J., PEREIRA, L. T. de J. Logística Reversa: um estudo de caso da empresa refrigerantes garoto-Ltda. 2014. **Anais...** Semana Acadêmica 2014. Faculdade Tecnológica e de Ciências do Norte do Paraná (FATECIE), 2014

GRESSLER, L. A. **Introdução à pesquisa**, São Paulo: Edições Loyola, 2003

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/> Acesso em: 04/07/2017.

LEITE, P. R. **Logística reversa: meio ambiente e competitividade**. São Paulo: Saraiva,



2009.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **A política dos 5 R's**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/comunicacao/item/9410> Acesso em 24/06/2017.

ONU – **Organização das Nações Unidas**. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/populacao-mundial/> Acesso em: 04/07/2017.

POLETO, C., **Introdução ao Gerenciamento Ambiental**, Rio de Janeiro: Interciência, 2010.

REVEILLEAU, A. C. A. **Gestão compartilhada de resíduos sólidos e a proteção ambiental**. Erechim-RS: Habilis, 2008.

SACHS, I. **Rumo à Ecosocioeconomia: Teoria e Prática do Desenvolvimento**. São Paulo: Cortez, 2007.

SANTOS, J. G. A Logística Reversa como ferramenta para a sustentabilidade: um estudo de caso sobre a importância das cooperativas de reciclagem na gestão dos resíduos sólidos urbanos. **REUNA**, v.17, n.2, p. 81-96, 2012.

SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Gestão de resíduos sólidos: uma oportunidade para o desenvolvimento municipal e para as micro e pequenas empresas**. São Paulo: Instituto Envolverde: Ruschel & Associados, 2012.

SECCO, P. E. **O caminho para o vale perdido**. São Paulo: Boa Companhia-Abril, 2007.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ações e educação ambiental**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2011.



CAPÍTULO 10

CONFLITOS ENVOLVENDO ASSASSINATOS DE ATIVISTAS AMBIENTAIS NAS MACRORREGIÕES BRASILEIRAS

Diego Malvasio Bertolino, Aluno do Curso de graduação em Direito, Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Campus de Franca

Adriana Malvasio, Profª. Dra. da Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus de Palmas, Colegiado da Engenharia Ambiental

Fábio de Jesus Castro, Prof. Dr. da Universidade Federal do Tocantins (UFT) – Campus de Palmas, Colegiado da Biologia EaD

RESUMO

A temática discutida neste estudo aborda a perseguição sistemática dos ativistas ambientais no Brasil nos últimos cinco anos de dados coletados. Quanto aos objetivos gerais, a pesquisa tratou de quantificar e caracterizar os conflitos envolvidos, utilizando-se da metodologia qualitativa, através da análise de dados secundários. Já nos resultados, constataram-se evidências de um padrão de perseguição seletiva, diretamente influenciado pela formação histórico-cultural local e, portanto, concluiu-se que é circunstancial uma ressignificação das políticas públicas ambientais, em função das particularidades dos complexos regionais brasileiros.

PALAVRAS-CHAVE: Crimes Ambientais; Líderes Ambientais; Complexos Regionais; Políticas Públicas; Meio Ambiente.

INTRODUÇÃO

Segundo a ONG Global Witness, cujo trabalho foi nomeado ao Prêmio Nobel da Paz de 2003, entre 2014 e 2018, 872 pessoas foram mortas ao redor do mundo por atuarem pacificamente na defesa do meio ambiente. Infelizmente – e não por acaso –, o Brasil protagonizou esse ranking por quatro anos consecutivos: totalizando 205 vítimas no período analisado (GLOBAL WITNESS, 2019). Tal conjuntura transcende a estatística e culmina num padrão nacional de perseguição seletiva, no qual determinados lugares concentram proporcionalmente os maiores índices de fatalidades de causas específicas. Nesse sentido, ao analisar os perfis dos ativistas ambientais assassinados no Brasil, é imprescindível levarem consideração as especificidades locais que resultaram nesses conflitos. E foi pensando nessas particularidades que, em 1967, o geógrafo Pedro Pinchas Geiger dividiu o território brasileiro em três complexos regionais: Amazônia, Nordeste e Centro-sul (Figura 1). Essa organização baseou-se nos critérios históricos, culturais e econômicos de cada lugar – independente das

fronteiras estaduais (GEIGER, 1970). Exemplarmente, no Complexo Regional do Nordeste, onde a agricultura familiar é expressiva, cerca de 53% dos óbitos ligados ao ativismo ambiental se relacionam às lutas da população camponesa (conforme apontado nesse estudo), explicitando uma relação de causa e consequência.

Dessa forma, esse trabalho objetiva quantificar e caracterizar os homicídios ocorridos no Brasil entre 2014 e 2018 envolvendo os ativistas ambientais ligados aos grupos mais afetados (indígenas, quilombolas, camponeses e sem-terra), a partir da Regionalização Geoeconômica estabelecida por Pedro Pinchas Geiger.

METODOLOGIA

Com intuito de cumprir com os objetivos quantitativos e qualitativos propostos por este estudo, optou-se pela metodologia quali-quantitativa baseada no trabalho de Marconi e Lakatos (2002). Para tanto, inicialmente foram compilados os dados numéricos fornecidos pelos relatórios mais recentes dos últimos 5 anos da ONG Global Witness (2014 a 2018), cuja análise permitiu o entendimento da extensão do problema. Posteriormente, cada vítima foi identificada e localizada, utilizando-se dos mesmos relatórios e da grande mídia. Por fim, as motivações pelas quais os defensores ambientais atuavam foram classificadas (em causas indígenas, quilombolas, camponesas e sem-terra) e caracterizadas de acordo com as macrorregiões brasileiras (Figura 1) propostas por Geiger (1970).



Fonte: BECKER, Bertha. Crescimento econômico e estrutura espacial do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, ano 34, n. 4.

Figura 1: Divisão Geoeconômica Brasileira, segundo Geiger (1970). Fonte: Revista Brasileira de Geografia, ano 34, n. 4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados selecionados, uma perspectiva numérica concentrada se impõe: cerca de 88% dos homicídios nacionais ligados ao ativismo ambiental entre 2014 e 2018 ocorreram na Macrorregião Amazônica (Figura 2). Por outro lado, os complexos regionais do Nordeste e o do Centro-sul contabilizaram no mesmo ranking cerca de 8% e 4%, respectivamente. Decerto, essa centralização intensa tem raízes históricas profundas – originadas, sobretudo, nas décadas de 1960 e 1970, com a criação da Superintendência do Desenvolvimento Amazônico (SUDAM), durante o Regime Militar (MERLINO e MENDONÇA, 2011). Isto é, com a finalidade de promover uma utópica “integração nacional”, os governos militares transformaram a exploração intensiva da terra e a migração populacional desmedida em políticas públicas – pasmem, na maior floresta tropical do planeta (IBGE, 2018). Fatidicamente, o resultado foi diretamente proporcional: mais de 50 anos envoltos em grilagem de terras, impunidade judicial, perseguição à grupos minoritários, fraudes fundiárias, corrupção de agentes públicos, fiscalização convenientemente reduzida e assassinatos de líderes locais (ZHOURI, 2001 e 2004).

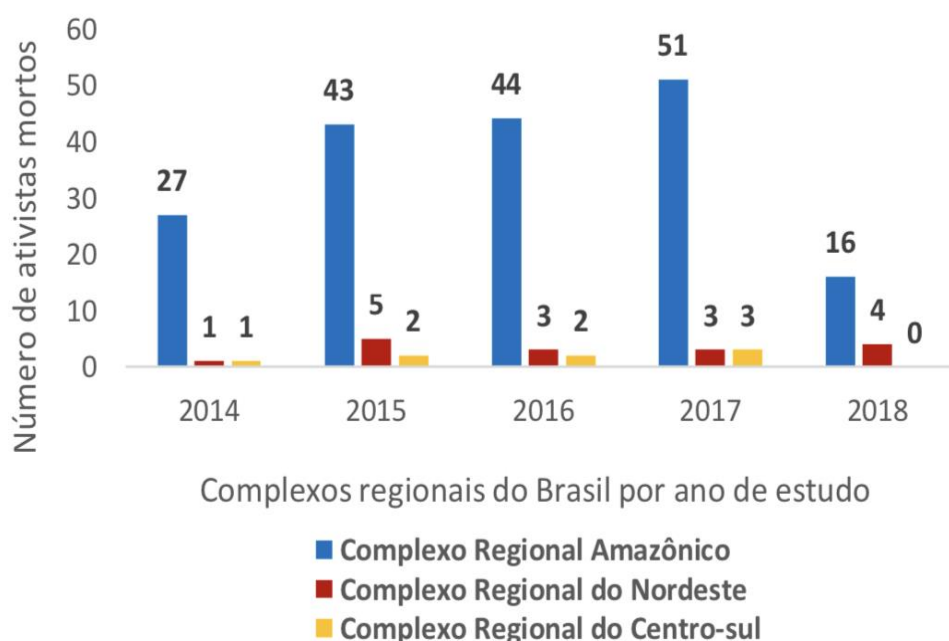


Figura 2: Gráfico do número de ativistas ambientais assassinados entre 2014 e 2018 nos Complexos Regionais do Brasil. Fonte: Global Witness (2014 a 2018).

Contudo, ao analisar separadamente os dados de cada região, um novo padrão é observado: cada local possui um grupo específico predominantemente perseguido (Figura 3). Dessa forma, vale apontar que cinco dos oito homicídios ocorridos no Centro-sul vitimaram ativistas ligados a agricultores sem-terra (Figura 3). Isso se deve, provavelmente, ao engajamento sindical histórico da região que, de modo exemplar, foi a gênese do Movimento

dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), bem como do Movimento de Mulheres Agricultoras (MMA) — ambos criados na década de 1980, em resposta ao projeto desenvolvimentista militar (PAULILO, 2003). Seguindo essa mesma tendência, as principais lutas dos ativistas ambientais assassinados na Amazônia e no Nordeste geigerianos, naquele período, foram, respectivamente, a indígena e a camponesa. E, de maneira similar, a formação histórica local novamente se estabelece, pois cerca de 98% da extensão dos Territórios Indígenas (TIs) nacionais concentram-se na Amazônia Legal (ISA, 2015), enquanto no Nordeste, a agricultura familiar possui a maior proporção por área no país, sobretudo nos estados do Ceará e de Pernambuco (IBGE, 2017).

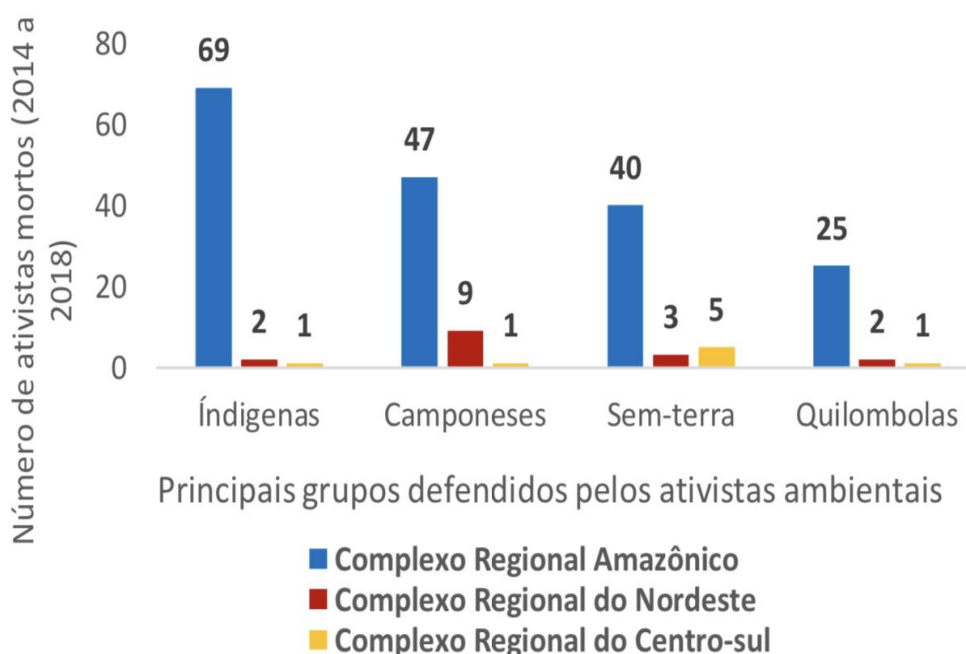



Figura 3: Gráfico dos principais grupos defendidos pelos ativistas ambientais assassinados entre 2014 e 2018, nos complexos regionais do Brasil. Fonte: Global Witness (2014 a 2018).

Logo, há evidências de que a perseguição seletiva de determinados grupos socioculturais nos três diferentes complexos regionais do país seja fruto histórico do confortável desinteresse estatal frente à luta dessas minorias — configurando um possível caso de omissão de justiça e de descaso das políticas públicas.

Como consequência, a responsabilidade civil do Estado brasileiro, sob a ótica da legislação objetivista (PETERS, 2013), prenuncia futuras ações de reparação pecuniária perante a má-gestão pública no enfrentamento ao conflito de interesses entre os líderes sociais e os latifúndios nacionais. Já que, ao não fornecer proteção circunstancial e prática à perseguição recorrente, o Estado mostra-se omissivo — ou até, em alguns casos, comissivo — diante dos danos colaterais infligidos sobre o corpo social.



Dessa forma, o possível dolo estatal surge como consequência direta da idealização do Estado de Direito, onde se reconhece ao cidadão uma série de prestações positivas, como o direito à ação popular, à liberdade de expressão, à proteção física, material e efetiva, cuja prática é — ou ao menos deveria ser — garantida pelo poder público (SANTOS, 2020). Nesse contexto, tendo o Supremo Tribunal Federal decidido que a insuficiência na gestão pública atua como causa direta e imediata de dano imaterial ilegítimo (ROSENVALD, 2020), é circunstancial que o Estado repare os prejuízos extrapatrimoniais e vitais provocados tanto às vítimas quanto, sobretudo, aos indivíduos vulneráveis, cuja limitada influência merece atenção redobrada.

De igual modo, os sistemas jurídicos internacionais têm, cada vez mais, se inclinado a defender os interesses não-materiais da pessoa humana, especialmente àqueles relevantes ao livre desenvolvimento da expressividade, como, por exemplo, o direito à integridade física e, de maneira mais ampla, o direito à vida (SENHORAS, 2020).

Preconiza-se, portanto, que a judicialização das disputas locais em defesa do mínimo existencial e dos pressupostos democráticos será pauta recorrente e necessária para que o Brasil modifique esse cenário caótico.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante o exposto, é notória a correlação entre as macrorregiões propostas por Pedro Pinchas Geiger e o perfil dos conflitos ambientais e das comunidades locais, no Brasil. Neste ínterim, verifica-se a necessidade de concretização dos valores democráticos no contexto do ativismo ambiental brasileiro, especialmente no Complexo Amazônico. Assim sendo, é imprescindível que o poder público aja, com a criação de novos projetos intra-regionais, adaptando-se às singularidades locais, para, enfim, reverter o cenário de fraude, perseguição e impunidade edificado no Brasil, com o intuito de garantir a harmonia entre o uso consciente dos recursos naturais e a coexistência dos importantes grupos tradicionais do país.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GEIGER, P. P. Divisão Regional e Problema Regional. *Revista Brasileira de Geografia*, v.32 n.2, p. 157-170. Brasil, 1970.

GLOBAL WITNESS. *Ambiente Assassino: O Aumento de Homicídios de Defensores Ambientais e de Utilização de Terras*. Relatório Anual. Reino Unido, 2014.

GLOBAL WITNESS. *Pior Ano da História para Ativistas do Meio Ambiente e da Terra: 2016*. Relatório Anual. Reino Unido, 2017.

GLOBAL WITNESS. *A que Preço? Negócios Irresponsáveis e o Assassinato de Defensores da Terra e do Meio Ambiente em 2017*. Relatório Anual. Reino Unido, 2018.



GLOBAL WITNESS. Enemies of the State? How Governments and Business Silence Land and Environmental Defenders. Relatório Anual. Reino Unido, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Agro 2017. Pesquisa Estatística. Brasil, 2018.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL (ISA). Relatório de Atividades 2015. Brasil, 2015.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. Técnicas de Pesquisa. Ed. Atlas - 5ªed. São Paulo, SP. 2002.

MERLINO, T.; MENDONÇA, M. L. (organizadoras). Direitos Humanos no Brasil 2011. Relatório da Rede Social de Justiça e Direitos Humanos. São Paulo, SP. 2011.

PAULILO, M. I. S. Movimento de Mulheres Agricultoras: Terra e Matrimônio. Florianópolis, SC. 2003.

PETERS, Gabriel. Habitus, reflexividade e neo-objetivismo na teoria da prática de Pierre Bourdieu. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 28, n. 83, p. 47-71, 2013.

ROSENVALD, Nelson et al. **Coronavírus e responsabilidade civil: impactos contratuais e extracontratuais**. Editora Foco, 2020.

SANTOS, Laís Silveira. Dilemas morais da gestão pública brasileira no enfrentamento da pandemia do novo coronavírus. **Revista de Administração Pública**, v. 54, n. 4, p. 909-922, 2020.

SENHORAS, Eloi Martins. Novo Coronavírus e seus impactos econômicos no mundo. **Boletim de conjuntura**, v. 1, n. 2, p. 39-42, 2020.

ZHOURI, A. Transnational Campaigns for the Amazon: NGOs Strategies, Trade and Official Responses. *Revista Ambiente e Sociedade*, v.6, p. 31-62, 2001b. Campinas, SP. 2001.

ZHOURI, A. Global Local Politics: Conflicting Paradigms in the Rainforest Campaign. *Revista Theory, Culture and Society*, v.21, n.2, p. 69-89. Reino Unido, 2004.

CAPÍTULO 11

USO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA (PAR) EM RIOS PERENES DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

João Hemerson de Sousa, Acadêmico do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, UFPI

Manuella Feitosa Leal, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Zoologia), UFPB

Orianna dos Santos, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Conservação, UFPI

Ana Carolina Landim Pacheco, Doutora em Biotecnologia, UECE e Professora Associada I do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, UFPI

Edson Lourenço da Silva, Doutor em Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular), UNESP e Professor do Ensino Básico Técnico e Tecnológico, IFPI

Tamaris Gimenez Pinheiro, Doutora em Ciências Biológicas (Zoologia), UNESP e Professora efetiva do Curso de Licenciatura em Educação do Campo/Ciências da Natureza, UFPI

RESUMO

A característica mais marcante do Nordeste brasileiro é o clima semiárido, com curtas temporadas de chuvas e estiagens prolongadas. Nos ambientes aquáticos essa sazonalidade não só causa mudanças temporais e espaciais nos parâmetros físicos e químicos da água, como também alteram de maneira importante as características da paisagem. Estes eventos naturais somados aos efeitos da pressão antrópica devido ao uso e ocupação indevida de margens levam rios urbanos do semiárido a estados de degradação que comprometem populações humanas bem como a biota local. Assim, ferramentas como Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) têm constituído uma forma prática e barata de descrição das condições do ambiente que subsidiam ações de manejo e uso deles. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo adaptar e aplicar um PAR em rios do semiárido, para o reconhecimento do seu estado de conservação. O PAR foi aplicado mensalmente de outubro de 2017 a setembro de 2018, nos trechos urbanos dos Rios Guaribas, município de Picos, Piauí e ao longo do Rio Itaim, município de Itainópolis no mesmo estado. Foi possível verificar que, ao longo dos meses, não houve alterações nas condições ambientais do Rio Guaribas as quais permaneceram com alterações reduzidas, já o Rio Itaim, foi classificado em alterações reduzidas em quase todos os meses, com exceção do mês de outubro de 2017 e setembro de 2018 nos quais foi observada uma situação de condição natural. Os resultados demonstram que o processo de ocupação e urbanização no entorno dos corpos hídricos, contribuiu para a diminuição da qualidade do ambiente. Os efeitos das interferências humanas são potencializados, principalmente pelos longos períodos de estiagem que dificultam a recuperação do sistema aquático. Diante disso, com a aplicação do PAR para rios da região semiárida foi possível de maneira prática, rápida e de baixo custo, avaliar através de parâmetros pré-definidos as alterações sofridas pelo corpo d'água ao longo do ano.

PALAVRAS - CHAVE: Descrição ambiental; Caatinga; Impacto antrópico; Qualidade ambiental.



INTRODUÇÃO

A região Nordeste, em especial a sua porção semiárida, é a mais crítica em termos de disponibilidade hídrica e caracteriza-se por uma extrema irregularidade das chuvas, sofrendo com longas estiagens durante todo o ano (LIMA, 2017). Isso ocorre principalmente devido à baixa capacidade de armazenamento de água dos solos, e à alta taxa de evapotranspiração (AB'SABER, 1999). A ocorrência de períodos de seca durante a estação chuvosa ('Veranicos') é frequente e, dependendo sua intensidade e duração, podem causar, por exemplo, danos significativos às culturas de subsistência, afetando sobremaneira o sucesso das práticas da agricultura familiar (ALVALÁ, *et al.* 2017). Como resultado, o campo deixa de ser um ambiente seguro e muitas famílias se vêem obrigadas a migrar para o ambiente urbano, conforme descrito por Delazeri (2015), ocasionando o crescimento inadequado de aglomerados urbanos junto a corpos hídricos (TUCCI, 2002; OLIVEIRA, 2012).

Como efeito do processo de urbanização desordenada, há o crescimento de problemas financeiros, sociais (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA, 2009), de saúde e ambientais (COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA - CODEVASF, 2006) que afligem as populações. Com relação a este último, a presença humana nas margens dos rios tem afetado direta ou indiretamente a qualidade deles, e de acordo com Tucci (2006) vem causando: i) alterações na paisagem natural dos corpos hídricos devido ao crescimento da construção civil; ii) modificações no ciclo hidrológico devido ao aumento das áreas impermeabilizadas, erosão do solo e intensificação do assoreamento dos rios, e iii) contaminação da água e solos devido ao despejo de lixo e esgoto sem tratamento. Assim, o processo de degradação, leva à perda da capacidade de abastecimento de populações, da manutenção da vida aquática e do seu uso (CALLISTO *et al.*, 2002; TUCCI, 2008; TUNDISI, 2008).

Dessa forma, considerando as diversas fontes de perturbações as quais os ambientes naturais estão sujeitos, monitorar tendências nas mudanças das condições ambientais ao longo do tempo, e adotar estratégias de controle e alertas de mudanças precoces no meio ambiente são ações imprescindíveis para a garantia da manutenção dos bens naturais (CALLISTO *et al.*, 2002). Para isso, os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) do ambiente constituem ferramentas eficazes que possibilitam a avaliação da qualidade ambiental, tanto em áreas naturais, quanto em ambientes que foram altamente alterados por ações antrópicas (BARBOUR *et al.*, 1999; BIZZO; MENEZES; ANDRADE, 2014) levando em consideração principalmente aspectos

físicos e biológicos daquele local (MINATTI-FERREIRA; BEAUMORD, 2006; CALLISTO *et al.*, 2002).

Considerando o exposto, e as peculiaridades da região semiárida, a caracterização do estado ambiental e a observação das condições ambientais de corpos d'água dessa região são extremamente importantes principalmente, devido aos diferentes usos dos recursos hídricos pela população. Sendo assim, este trabalho teve como objetivo adaptar e aplicar um Protocolo de Avaliação Rápida de Corpos d'água (PAR) em rios do semiárido, para o estabelecimento do seu estado de conservação ao longo dos períodos de estiagem e chuva na região.

METODOLOGIA

ÁREA DE ESTUDO

A pesquisa foi realizada nos trechos urbanos do rio Guaribas no município de Picos (07°04'37"S; 41°28'01" O) (Figura 1 A e B) e rio Itaim, município de Itainópolis (07°26'49"S; 41°28'42" O) (Figura 1 C e D), ambos localizados na região sudeste do estado do Piauí com pouco mais de 200 Km de extensão e grande quantidade de curvas e meandros com direção noroeste-sudeste (CODEVASF, 2006).

Figura 1 – Alguns dos trechos urbanos dos rios analisados segundo Protocolo de Avaliação Rápida adaptado para rios do semiárido. A e B trecho urbano do Rio Guaribas, município de Picos; E e D trecho urbano do Rio Itaim, Itainópolis.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

PROCEDIMENTOS PARA ADAPTAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA RIOS

Para a elaboração do PAR para rios do semiárido adaptou-se metodologia proposta por Sousa *et al.*, (2020). Neles, foram consideradas informações como: o tipo principal de ocupação das margens; erosão próxima e/ou nas margens e assoreamento; alteração antrópica do entorno; presença e extensão da mata ciliar; presença de dejetos humanos e de animais; presença de animais domésticos; presença de plantas aquáticas; odor e cor da água, caracterização do fundo; tipo e odor do substrato; característica do fluxo da água; presença de animais silvestres. Para cada parâmetro avaliado foi atribuído uma pontuação que variou de zero (para alterações acentuadas) a cinco (para alterações pouco acentuadas ou ausentes) (Figura 2).

Para a definição do estado de conservação dos rios, utilizou-se a seguinte classificação: i) **natural**, quando obtido valores entre 68 e 90 pontos; ii) com **alterações reduzidas**, quando atingida a pontuação entre 41 e 67 pontos; iii) com **alterações moderadas**, cuja pontuação variou entre 28 e 40 pontos; e iv) com **alterações extremas**, quando pontuado entre 0 e 27 (Figura 2).

Para o estabelecimento das faixas de pontuação da escala de comparação adotou-se os seguintes critérios: para a classificação em **alterações extremas**, o valor mínimo correspondeu a zero e o valor máximo, ao percentual de 75% da pontuação máxima possível de ser atribuída à classificação subsequente (**alterações moderadas**). Para as categorias seguintes foi considerado, como valor mínimo, a pontuação máxima atribuída à categoria anterior acrescida de 1; e valor máximo, 75% da pontuação máxima possível de ser atribuída à classificação subsequente. Para a categoria **natural**, o valor máximo da escala correspondeu à a pontuação máxima admissível (Figura 2).

PROCEDIMENTO PARA COLETA DE DADOS

O PAR foi aplicado mensalmente, de outubro de 2017 a setembro de 2018, no período diurno. A pontuação de cada parâmetro era assinalada diretamente no protocolo impresso durante a observação do ambiente e somada ao final da observação de cada ponto.

O estado de conservação mensal de cada rio foi estabelecido a partir da média da pontuação do PAR entre os pontos de observação. Os dados pluviométricos foram obtidos também mensalmente durante o período de aplicação do PAR por meio de consultas ao Sistema de defesa Agropecuária (SISDAGRO) desenvolvido pelo instituto nacional de meteorologia (sisdrago.inmet.gov.br/sisdrago/app/monitoramento/bhs).

Figura 2 - Protocolo de Avaliação Rápida utilizado para o monitoramento ambiental dos rios dos municípios de Picos e Itainópolis, Piauí, Brasil.

DESCRIÇÃO DO AMBIENTE				
Localização				
Ponto de coleta				
Data da Coleta				
Tempo (situação do dia)				
Coletor				
PARÂMETROS PARA MARGEM	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
1. Tipo principal de ocupação das margens	Cobertura natural	Campo de agricultura; monocultura	Campos de pastagem (bovino, caprino etc.)	Residencial, comercial e/ou industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens e assoreamento em seu leito	Ausente	Leve	Moderada	Acentuada
3. Alteração antrópica do entomo	Ausente	Alteração de origem doméstica (esgoto, lixo) leve	Alteração de origem doméstica (esgoto, lixo) acentuada	Alteração de origem industrial; hospitalar
4. Presença de mata ciliar	Vegetação nativa com mínima evidência de desmatamento	Vegetação nativa. Desmatamento evidente sem afetar a vegetação	Trechos com solo exposto ou vegetação eliminada	Desmatamento muito acentuado
5. Extensão da mata ciliar	Maior que 18 m	Entre 12 e 18 m	Entre 6 e 12 m	Menor que 6 m
6. Presença de dejetos humanos e de animais	Ausente	Leve	Moderada	Acentuada
7. Alterações na margem	Ausente	Alguma canalização presente	Alguma modificação na margem	Margem muito modificada
8. Presença de animais domésticos	Ausente	Leve	Moderada	Acentuada
PARÂMETROS PARA CORPO D'ÁGUA	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 pontos
1. Presença de plantas aquáticas	Observa-se em grande quantidade	Observa-se com facilidade	Observa-se em quantidade moderada	Não se observa
2. Odor da água	Nenhum	Cheiro de barro	Cheiro de animal em decomposição	Esgoto
3. Cor da água	Transparente	Cor de ferrugem	Turva	Opaca ou colorida
4. Caracterização do fundo	Presença acentuada de pedaços de troncos, pedras de tamanhos variados, folhas e plantas aquáticas	Presença moderada de pedaços de troncos, pedras de tamanhos variados, folhas e plantas aquáticas	Presença leve de pedaços de troncos, pedras de tamanhos variados, folhas e plantas aquáticas	Ausência de pedaços de troncos, pedras de tamanhos variados, folhas e plantas aquáticas. Presença de entulhos e lixo
5. Tipo de substrato	Pedras/cascalho	Arenoso	Lamoso	Artificial (cimento)
6. Odor do substrato	Nenhum	Cheiro de barro	Cheiro de animal em decomposição	Esgoto
7. Presença de dejetos humanos e de animais	Ausente	Leve	Moderada	Acentuada
8. Características do fluxo da água	Ausência de fluxo	Fluxo leve	Fluxo restrito a alguns trechos	Ausência de fluxo
9. Presença de animais domésticos	Ausente	Leve	Moderada	Acentuada
10. Presença de animais silvestres	Observa-se em grande quantidade	Observa-se com facilidade	Observa-se em quantidade moderada	Não se observa

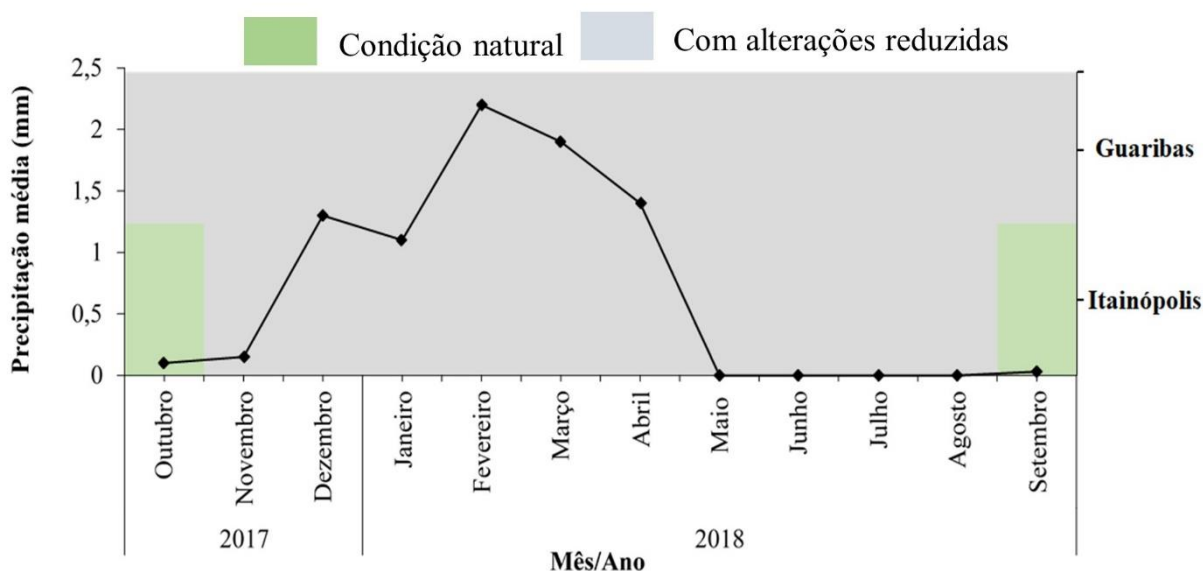
Pontuação	5	3	2	0
Pontuação máxima que o ambiente avaliado poderá receber	90	54	36	0
25% de cada pontuação	23	14	9	-

Classificação	Natural	Alterações reduzidas	Alterações moderadas	Alterações extremas
Escala para comparação	68-90	41-67	28-40	0-27

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Corpos d'água permitiu realizar a caracterização ambiental mensal de cada ponto de coleta nas cidades de Picos e Itainópolis. Durante todo o período de aplicação do protocolo o Rio Guaribas se manteve em condições de **alterações reduzidas** (Figura 3). Os problemas ambientais identificados nesse ambiente são reflexos de atividades humanas relacionadas à ocupação desordenada das margens, descarga de esgoto e lixo, presença de dejetos humanos e animais domésticos, com consequente alteração na cor e odor da água e substrato em praticamente todos os meses. Com relação ao o Rio Itaim, todos os meses apresentaram condição de **alteração reduzida**, com exceção dos meses de outubro de 2017 e setembro de 2018 que alternaram sua condição para **natural** (Figura 3).


Figura 3 – Descrição da qualidade ambiental mensal dos rios, obtidos por meio do Protocolo de Avaliação Rápida e precipitação média mensal dos municípios de Picos e Itainópolis, Piauí, entre os meses de outubro/2017 a setembro/2018. Fonte: INMET (2020) - <http://sisdagro.inmet.gov.br/sisdagro/app/monitoramento/bhs>.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

O despejo inadequado do lixo ao longo das margens e leitos foi comumente observado durante as amostragens, nos dois ambientes estudados. Essas ações geram impactos diretos que resultam na alteração da paisagem local, como a poluição visual, contaminação do curso do rio, impactos para o solo, bem como tornando o local propício para proliferação de vetores transmissores de doenças (SOUSA; LIMA, 2019).

O desmatamento das margens foi observado de forma acentuada no rio Guaribas, provocando a erosão e o assoreamento registrado para a margem e leito do referido rio. De acordo com Sousa e Lima (2019) com a retirada da vegetação ciliar o processo de desgaste e assoreamento que é originalmente natural, é impulsionado ainda mais. Ademais, conforme




Tucci (2006), com o desmatamento há uma tendência na aceleração na vazão do rio e redução na infiltração de água no solo devido a impermeabilização, assim, há uma tendência de diminuição do nível do aquífero por falta de alimentação.

De maneira menos acentuada que o observado no Rio Guaribas, a principal atividade de ocupação das margens do Rio Itaim se deu pela presença de residências. O uso das margens dos rios estudados para a construção de casas sem um planejamento específico, além de infringir a Lei Federal nº 6.766/79 que assegura a distância mínima de 15 metros até o curso do rio (BRASIL, 1979), ainda sujeitam o corpo d'água, ao recebimento de resíduos sólidos e esgoto doméstico no solo e na água, que segundo Tucci (2006) causam a degradação da qualidade da água.

A falta de saneamento detectada em maior escala no Rio Guaribas, mas também presente no Rio Itaim, coloca em risco a integridade dos ambientes aquáticos devido ao acúmulo de matéria orgânica presentes nesses efluentes lançados que alteram a composição da água, e favorecem a proliferação de plantas aquáticas em vários pontos no leito e na margem do rio, conforme observado em uma vasta área do Rio Guaribas e em trechos do Rio Itaim (Figura 1). Essa produção maciça dos vegetais diminui a disponibilidade de oxigênio na coluna d'água, afeta a vida aquática (OLIVEIRA, 2012; SOUSA; ARAUJO; LIMA, 2018), e propiciando o surgimento de organismos patogênicos, elevando assim o risco da propagação de doenças para a população que entra em contato direto com a água (OLIVEIRA, 2012; SOUSA; ARAUJO; LIMA, 2018). Assim, considerando as particularidades climáticas do semiárido, podemos afirmar que a poluição compromete consideravelmente os usos múltiplos das águas dos rios perenes.

As mudanças nas condições do Rio Itaim se deram devido à alterações tanto nos atributos da margem, quanto no corpo d'água. Na primeira foi observado alteração antrópica do entorno de forma leve, a ausência de erosão e alterações no canal, além disso, foi vista a presença acentuada de pedaços de troncos, pedras de tamanhos variados, folhas e plantas aquáticas, que tornavam ambiente altamente heterogêneo, favorável ao desenvolvimento de refúgios e alimento, que segundo Minatti-Ferreira e Beaumord (2006) e Botelho (2017) são fatores que promovem a manutenção da diversidade local. No corpo d'água, foi registrado substrato arenoso, cor da água transparente e sem odor, indicando a manutenção da estrutura natural no ambiente.

Ainda foi possível verificar no Rio Itaim a presença constante da população drenando água para dessedentação de suínos e equinos instalados às margens do rio. Além disso, foi



comum verificar o uso de água do rio para afazeres domésticos (como lavagem de roupas e louças, por exemplo). Embora seja consenso a importância econômico-social que os rios representam para as populações, Tucci (2002) e Oliveira (2012) afirmam que atividades semelhantes às observadas no Rio Itaim, reduzem o volume do manancial, influenciando todo o ecossistema. Dessa forma, é necessário a adoção de regras que determinem critérios de uso destes locais afim de se estabelecer práticas ambientalmente saudias e sustentáveis.

Ainda no Rio Itaim, há uma ponte construída para o tráfego, a qual também represa parte da água do rio, constituindo assim um pequeno reservatório utilizado pela população como área de lazer. Silva *et al.*, (2020) chamam a atenção para as modificações da paisagem decorrentes desse tipo construção. Agostinho, Thomaz e Gomes (2005) e Tundisi (2008) salientam que essas obras ainda podem causar alterações ambientais à hidrologia local, como mudanças no tempo de residência da água, substituição da biota local, e fragmentação de habitat.

Foi observado nos rios estudados redução expressiva do volume e fluxo das águas, que desencadeiam uma sequência de eventos como a criação de poças temporárias, condições de hipóxia, propiciam a concentração de poluentes e aumento da eutrofização. Entre os meses de dezembro de 2017 e janeiro, fevereiro, março e abril de 2018, houve o aumento da pluviosidade na região (Figura 3). Com isso, foi observado nas margens e leito dos rios o reestabelecimento da sua cobertura natural, ausência de odor na água e substrato e água transparente contribuindo para uma melhora na qualidade do habitat demonstrando a alta resiliência dos ambientes límnicos do semiárido. Ainda assim, mesmo a chuva sendo agente regulador dos cursos de água (TUCCI, 2002), a pressão oferecida pelos fatores antrópicos configura-se como a principal causa da degradação da qualidade ambiental dos rios, contribuindo para a manutenção da condição de alteração reduzida nos rios.

Diante disso, percebe-se que a preservação e manutenção da qualidade dos recursos hídricos constituem um grande desafio, principalmente com os prejuízos proporcionados por processos tanto naturais, que alteram os corpos d'água de forma lenta e gradual, como antropogênicos, que em geral são induzidas rapidamente pela ocupação do ecossistema lótico. Deste modo, a utilização do Protocolo de Avaliação Rápida torna-se indispensável, uma vez que, é um instrumento útil na realização de diagnósticos rápidos da estrutura, funcionamento, manejo e conservação destes ambientes fluviais, baseando-se em parâmetros de fácil entendimento e utilização simplificada (CALLISTO *et al.*, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicação do PAR para rios do semiárido piauiense foi possível de maneira prática, rápida e de baixo custo, avaliar as condições ambientais, bem como a qualidade da água, além de permitir um registro sistematizado das alterações sofridas pelos corpos d'água estudados.

Por fim, em uma região semiárida onde a água é um recurso escasso, o monitoramento dos corpos d'água devem receber maior notoriedade, visto que, são de extrema importância ecológica e social.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (421582 / 2018–19) pelo apoio financeiro, ao Instituto Federal do Piauí - IFPI (PROAGRUPAR–INFRA 154/2019) pelo apoio logístico e financeiro, à equipe de malacologia do Laboratório de Parasitologia, Ecologia e Doenças Negligenciadas -LAPEDONE, pelo auxílio nas excursões de campo e finalmente ao editor e revisores anônimos por suas sugestões ao nosso texto.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A.N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 13, n. 36, p. 7-59, mai/ago. 1999.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Água, fatos e tendências**. 2009. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso 01 de fev. 2021.


AGOSTINHO, A.A.; GOMES, L.C.; PELICICE, F.M. **Ecologia e manejo de recursos pesqueiros em reservatórios do Brasil**. Maringá: Eduem, 2007.

ALVALÁ, R.C.S. *et al.* Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. **Anais Academia Brasileira de Ciências**. Rio de Janeiro, v. 91: e20170209.

BARBOUR, M.T. *et al.* **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish**. 2ª ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency; Office of Water; Washington, D.C, 1999.

BIZZO, M.R.O.; MENEZES, J.; ANDRADE, S.F. Protocolos de avaliação rápida de rios (PAR). **Caderno de Estudos Geoambientais**, Rio de Janeiro, v. 04, n. 1, p. 5-13, mai. 2014.

BOTELHO, R. G. M. Qualidade do ambiente fluvial em área urbana por meio da aplicação de um protocolo de avaliação rápida: o caso do riacho Macarrão, Juazeiro (BA). *In*: CARVALHO, L. D. (Org.). **Convivência e cidade: questões do verde urbano no Semiárido Brasileiro**. 1. ed. Juazeiro: Oxente, 2017. p. 158-193.



BRASIL. Presidência da república. **Lei no 6.766, de 19 de dezembro de 1979.** Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Congresso Nacional, 19 de dezembro de 1979. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm>. Acesso em 04 de fev. de 2021.

BRITO, M.T.S. *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação ambiental rápida em dois reservatórios do semiárido brasileiro. **Brazilian Journal Of Aquatic Science And Technology**, Itajaí, v. 20, n. 1, p. 1-5, set. 2016.

CALLISTO, M. *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**. Sorocaba, v. 14, n. 1, p. 91 – 98, fev. 2002.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA – CODEVASF. **Plano de Ação para o Desenvolvimento Integrado da Bacia do Parnaíba:** síntese executiva território vale do rio guaribas. 2006. Disponível em: <https://www.codevasf.gov.br/aceso-a-informacao/institucional/biblioteca-geraldo-rocha/publicacoes/arquivos/livro_06.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2020.

DELAZERI, L. M. M. **Mudanças climáticas e migração rural-urbana no semiárido brasileiro.** 2015. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

FIGUEIRÊDO, M.C.B. *et al.* Avaliação da vulnerabilidade ambiental de reservatórios à eutrofização. **Eng. Sanit. Ambient.** Rio de Janeiro, v.12, n. 4, p.399-409, out. 2007.

GUIMARÃES, A.; RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, Taubaté, v. 7, n. 3, p. 241-260, dez. 2012.


INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisas do IBGE.** 2010. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisas do IBGE.** 2019. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisas do IBGE.** 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/picos/panorama>>. Acesso em: 04 fev. 2021.

LIMA, I. M. M.F. Hidrografia do Estado do Piauí: disponibilidades e usos da água. *In:* AQUINO, M.C.S.; SANTOS, F. A.; SILVA, F.J.L.T. (Org.). **Recursos Hídricos do Estado do Piauí: fundamentos de gestão e estudos de casos em bacias hidrográficas do centro-norte piauiense.** 1. ed. Teresina (PI): EDUFPI, 2017. p. 43-68.

MINATTI-FERREIRA, D. D.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. **Revista Saúde e Ambiente**, Joinville, v. 7, n. 1, p. 39-47, jun. 2006.



OLIVEIRA, L. N. **Estudo da variabilidade sazonal da qualidade da água do rio Poti em Teresina e suas implicações na população local**. 2012. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2012.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ITAINÓPOLIS. Dados municipais. Disponível em: <<http://www.itainopolis.pi.gov.br/165/DadosMunicipais/>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

RODRIGUES, A. S. L. **Adequação de um Protocolo de Avaliação Rápida para o Monitoramento e Avaliação Ambiental de Cursos D'Água Inseridos em Campos Rupestres**. 2008. Dissertação (Mestre em Ciências Naturais) - Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008.

SILVA, E. L. *et al.* Freshwater mollusks from three reservoirs of Piauí, northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 1-8, jan. 2020.

SOUSA, F. W. A.; ARAUJO, G. L.; LIMA, I. M. M. F. Rio Guaribas: Relações entre o ambiente fluvial e o urbano, no trecho da cidade de Picos, PI. *In*: SOUSA, S. R. C. T. *et al* (Org.). **CICLO DE ESTUDOS EM GEOGRAFIA, ANÁLISE AMBIENTAL E EDUCAÇÃO: Abordagens contemporâneas para o Estudo e Ensino da Geografia e Meio Ambiente**. 1. ed. Teresina: GAAE/NEZCPI, 2018. p. 117-125.

SOUSA, F. W. A.; LIMA, I. M. M. F. Degradação Ambiental do Rio Guaribas no trecho urbano do Município de Picos-PI. *In*: PINHEIRO, L. S.; GORAYEB, A. (Org.). **Geografia Física e as Mudanças Globais**. 1. ed. Fortaleza: Editora UFC, 2019. p.1-12.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da drenagem urbana. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 7, n.1, p. 5-27, jan. 2002.

. Água no meio urbano. *in*: REBOUÇAS, A. C. *et al* (Org.). **Águas doces no Brasil**. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2006. P.399-432.

_____. Águas urbanas. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97-112, jan. 2008.

TUNDISI, J.G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22 n.63, p.7-16, jul. 2008.



CAPÍTULO 12

DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: POSSIBILIDADE OU UTOPIA? COMO A GEOGRAFIA NO ENSINO MÉDIO DE UMA ESCOLA PRIVADA DO MUNICÍPIO DO RIO DE JANEIRO PODE INFLUENCIAR NA CONSCIÊNCIA PARA UMA MUDANÇA DE COMPORTAMENTO PARA A SUSTENTABILIDADE

Fernanda Cardoso de Menezes Bahia, Mestranda em Educação pela UCP e professora de Geografia do Ensino Médio do IGD

Rodrigo Guerra Carvalheira, Mestre em Geociências, UFF, Professor de Ecologia do Curso de Pós-Graduação de Ciências Ambientais da FTE Souza Marque

RESUMO


A partir da ideia e definição de desenvolvimento sustentável da ONU no início da década de 1980, busca-se, em um breve panorama histórico, sua necessidade em relação ao ciclo extração – produção – consumo – descarte. O aumento da população mundial, as relações internacionais, a evolução e mudança do capitalismo, veem deixando pulsante esta necessidade. O desenvolvimento sustentável é um imperativo para a nossa sobrevivência enquanto espécie. Desta forma, pretende-se com esse trabalho possibilitar a reflexão sobre o processo educativo da disciplina de Geografia numa escola privada do município do Rio de Janeiro – estudo de caso – na conscientização para a mudança de comportamento a fim de concretizar o Desenvolvimento Sustentável. Dados quantitativos e qualitativos conduziram a reflexão do significado construído pelos alunos, público-alvo desta pesquisa. As aulas de Geografia possibilitaram uma conscientização, uma leitura de mundo, como proposta para uma mudança de comportamento, possibilitando escolhas em prol de um mundo mais sustentável.

PALAVRAS-CHAVES: desenvolvimento sustentável; ensino médio; educação.

INTRODUÇÃO

O estudo do Desenvolvimento Sustentável como proposta deste trabalho tem sua origem na retomada do debate sobre Meio Ambiente na década de 1980 quando a ONU se lança à investigação do desenvolvimento econômico e da utilização dos recursos naturais para esse fim. Como resultado dessa investigação, em 1987, a ONU publica o Relatório de Brundtland, sobrenome da Primeira-Ministra da Noruega que chefiou a Comissão que fez esta investigação. Esse relatório foi intitulado de “Our Common Future” (Nosso Futuro Comum).

Esse relatório apresentou uma definição de Desenvolvimento Sustentável que até hoje é a mais utilizada para fins acadêmicos e pedagógicos. Por isso, será também a definição para este estudo:



O desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.

(Relatório de Brundtland, 1987)

Esse conceito, embora revestido e imbuído de sentido para o Meio Ambiente, é também de cunho econômico e social. Após a II Guerra Mundial, o mundo foi dividido em dois blocos, com seus líderes e sistemas sócio-político-econômicos. Um dos sistemas econômicos era o Capitalismo, baseado no consumo.

Esse é o mundo que construiu o contexto no qual a investigação para Relatório de Brundtland ocorreu.

A década de 1980 é o caminho para a saída da Guerra Fria, de uma Ordem Bipolar para uma Ordem Unimultipolar, de um mundo dividido em dois polos econômicos e com duas potências para um mundo com um único sistema econômico – o Capitalismo – e vários polos econômicos, entre países, empresas, blocos econômicos e organizações supranacionais.

Assim, pode-se perceber que a origem desse conceito de Desenvolvimento Sustentável está no próprio Capitalismo.


Na busca de um referencial, é preciso retornar à sua origem ou pelo menos a um ponto de partida. Embora a origem esteja a partir do Século XV com as Grandes Navegações este estudo partirá do Século XVIII.

No Século XV, com as Grandes Navegações, vem o advento do Capitalismo. A busca de recursos em outros espaços para fomentar o consumo inaugura o chamado Capitalismo Comercial. O comércio é o que movimenta a economia. Todas as relações se estabelecem a partir dele.

A Europa do Século XVIII era um espaço em ebulição, um período de revoluções. Nesse espaço e tempo, não apenas se inicia uma nova fase do Capitalismo, como uma nova fase da Ciência, da Política, da Arte...

A Inglaterra e a França foram palco para duas importantes revoluções.

A Revolução Industrial teve seu advento na Inglaterra, por vários motivos. Um deles foi a grande quantidade de espaços explorados no Capitalismo Comercial. A Inglaterra tornou-se metrópole de várias colônias espalhadas pelos continentes, formando assim o Império Britânico. A relação entre metrópoles e colônias estabelecia um comportamento comercial de fidelidade para com a metrópole, reservando para si os recursos da colônia e seu mercado



consumidor. Assim, a metrópole começa a aumentar a produção de bens elaborados para suprir também o consumo das colônias.


Havia a necessidade de aumentar a produção para aumentar o consumo e aumentar o consumo para aumentar o comércio. Espaço perfeito para as primeiras mudanças produtivas. Em meados do Século XVIII se iniciou a manufatura que substituiu o trabalho artesanal pelo uso de máquinas simples – o tear, e mais tarde a manufatura cedeu espaço às máquinas a vapor da indústria. O advento da Indústria foi chamado de Revolução Industrial por ter sido uma mudança profunda na organização da sociedade, na produção de ciência e tecnologia e no comportamento humano.

Com a Revolução Industrial, as comunidades deixaram de consumir o que produziam e o resultado do comércio de outros produtos com comunidades próximas e passaram a comprar os bens de consumo produzidos pela indústria. Além disso, os trabalhadores deixaram de ter o domínio de todo o processo produtivo e passaram a ser responsáveis apenas por uma parte do processo, os trabalhadores que moravam em áreas rurais foram para as cidades onde estavam os empregos nas indústrias e a sociedade começou a se organizar em burguesia, aqueles que eram os donos dos meios de produção, e proletariado, aqueles que eram donos apenas de sua força de trabalho.

Em 1776 é lançada obra a Riqueza das Nações de Adam Smith, filósofo e economista, que apresenta um estudo sobre economia, vida, bem-estar, instituições políticas, lei e moralidade. Essa obra se torna base para economistas, políticos, matemáticos, biólogos... pensadores de várias áreas na tentativa de se fazer uma leitura desse novo contexto, desse “novo mundo”

No final do Século XVIII, a França também passou por mudanças radicais. Os privilégios e tradições feudais, aristocráticos e religiosos cederam espaço aos princípios de Liberdade, Igualdade e Fraternidade. A Revolução Francesa, assim chamado esse conjunto de transformações, provocou impacto no continente europeu quanto aos privilégios e às tradições. Essa Revolução é berço da Declaração dos Direitos do Homem e do Cidadão, que traz uma revisão dos direitos individuais e coletivos nessa “nova” organização da sociedade, de ideais liberais e de ações de soberania da população.

Essa “nova” Europa irá inaugurar uma nova fase do Capitalismo – o Capitalismo Industrial. No primeiro Capítulo do primeiro livro da obra A Riqueza das Nações, Adam Smith



já indica as grandes mudanças que irão nos conduzir à necessidade da Sustentabilidade dos dias de hoje:

A principal melhoria na força produtiva do trabalho, e a parte mais importante da habilidade, destreza e julgamento com o qual ele é direcionado ou aplicado, parecem ter sido os efeitos da divisão do trabalho. (SMITH, 1776, p. 14)


A partir da divisão do trabalho as relações começam a mudar, tanto a nível local como internacional. Vale ressaltar que este é um período colonial na América, mas mudanças começam a ocorrer: a independência do Estados Unidos, a ampliação do domínio econômico das áreas colonizadas e as invasões por missões de outras nações europeias. No Século XIX, a exploração nas colônias africanas e asiáticas se intensifica. A busca de novos mercados e a proteção dos mercados já conquistados se torna essencial à expansão da produção industrial nas metrópoles europeias.

Assim, o mercado consumidor não se encontra no mesmo espaço da produção industrial, que não se encontra no mesmo espaço da retirada de matéria prima e gêneros energéticos, que não se encontra no mesmo espaço... Todo esse movimento traz em si a necessidade dos transportes locais e internacionais, sua difusão e melhoramento tecnológico. Além disso, apresenta-se uma necessidade maior de energia e matéria prima. Esse ciclo de extração – produção – consumo – descarte vem em um ritmo crescente até o final do Século XIX e início do Século XX, quando as diferenças entre nações que possuem colônias e as que não possuem se tornam questões de soberania nacional e estarão entre as principais causas da I Guerra Mundial.

...(a guerra) engolfou as sociedades mais ricas e tecnologicamente mais avançadas daquela época, transformadas pela industrialização, democratização e globalização. (STEVENSON, 2016, p. XVIII)

A I Guerra Mundial irá tornar diferente o ciclo de extração – produção – consumo – descarte. Com as metrópoles em guerra, as colônias ficaram desguarnecidas. Nesse nicho, o Estados Unidos toma um espaço de consumo das metrópoles além vender para as metrópoles gêneros bélicos. Essa nova relação eleva a necessidade de retirada de matérias primas e fontes energéticas. O fim da I Guerra Mundial e a retomada dos pactos coloniais, reduz a influência comercial do Estados Unidos, o que impulsionou uma grave crise econômica, a Quebra da Bolsa de Nova Iorque. A crise econômica e questões pendentes da I Guerra Mundial conduziram as grandes potências a uma nova guerra ou, como dizem alguns, a continuação dessa mesma: a II Guerra Mundial.

Não foram apenas 46 milhões de vidas aniquiladas, mas também a vitalidade vibrante que haviam recebido como herança e que poderiam ter deixado aos seus descendentes



uma herança de trabalho e de alegria, de luta e de criatividade, de saber, de esperanças e de felicidade que ninguém receberia ou transmitiria. (GILBERT, 2019, p. 7)

Nitidamente, houve uma grande modificação das relações produtivas e econômicas. O Capitalismo inaugura sua fase Monopolista ou Financeiro. Agora, as relações internacionais são fundamentais para manter o sistema econômico funcionando. Tudo o que é essencial passa a ser negociado nas Bolsas de Valores: *commodities* (matérias primas e gêneros energéticos), tecnologia e empresas. O ciclo de extração – produção – consumo – descarte continua em expansão. A década de 1970 vai apresentar um primeiro impulso para a Revolução Técnico-científica e junto com ela, as primeiras preocupações com as fontes energéticas não-renováveis e poluentes.

A década de 1980 apresenta uma crise dos dois sistemas vigentes – Capitalismo e Socialismo – que anuncia o fim da Guerra Fria e amplia a preocupação mundial com a relação entre o Meio Ambiente e as questões econômicas e sociais, mas traz os mercados que estão saindo do Socialismo para o consumo, ampliando o ciclo extração – produção – consumo – descarte.

Nessa época, no Brasil, é promulgada a Constituição Federal de 1988, ainda em vigor, que contempla a questão da Sustentabilidade como direito e dever de todos, como percebemos no trecho a seguir:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (CONSTITUIÇÃO FEDERAL – 1988)

Assim, todos, Poder Público, pessoas físicas e jurídicas são corresponsáveis pelo sucesso da implementação de uma sociedade sustentável, estando todos suscetíveis a sanções penais e/ou administrativas.

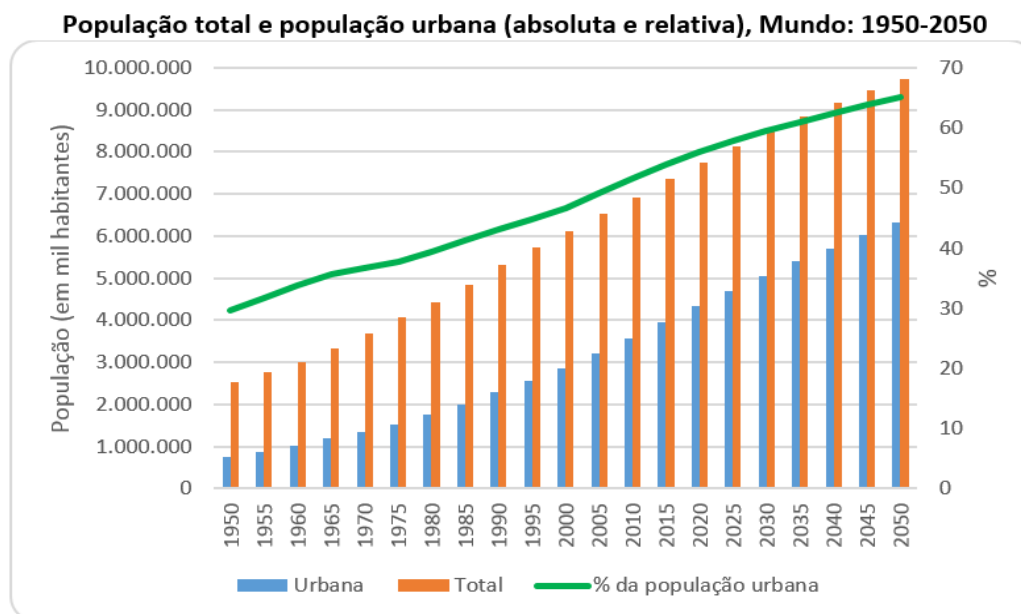
Além das questões anteriores há ainda o crescimento da população mundial, a quantidade de pessoas em espaços urbanos e a ascensão de classes sociais mais baixas à classe média.

Há 2.000 anos, a população mundial era de 300 milhões de pessoas. Em 1800 alcançou um bilhão. A marca de dois bilhões foi atingida em 1927. Os três bilhões em 1959 e quatro bilhões em 1974. A população do planeta chegou a cinco bilhões em 1987, seis bilhões em 1999 e sete bilhões em 2011. (PRESSE, 2011)

O aumento da população implica necessariamente no aumento do consumo tanto de gêneros fundamentais, como água, comida e abrigo, quanto gêneros supérfluos como cosméticos e bebidas alcoólicas (FIGURA 1). Além disso, o aumento do número de pessoas em áreas urbanizadas traz outros tipos de consumo como, por exemplo, a construção de

empreendimentos públicos e privados, infraestrutura nos setores de transporte, saneamento e energia, entre tantos outros. As áreas urbanas apresentam um modo de viver mais caro por causa do acesso a muitos serviços e produtos disponíveis.

Figura 1: População total e população urbana, 1950 - 2050



Fonte: Divisão de População da ONU <http://www.un.org/en/development/desa/population/>

(in <https://www.ecodebate.com.br/2016/10/17/a-conferencia-habitat-iii-as-cidades-e-a-elevacao-do-nivel-do-mar-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>)


A **redução da pobreza** e o aumento do número de pessoas na chamada classe média é uma notícia boa do ponto de vista do padrão de vida da população mundial. Contudo, o aumento da renda tem ocorrido com base em um crescimento do modelo de produção e consumo insustentável, que extrai recursos dos ecossistemas e devolve poluição e resíduos sólidos. (ALVES, 2018 apud ihu.usininos.br, 2018)

Por essas questões históricas, econômicas, demográficas e ambientais, o Desenvolvimento Sustentável é urgente e perpassa questões em âmbito político, legal e moral. É necessário unir esforços de responsabilidade do poder público, pessoas físicas e jurídicas.

Nas últimas décadas, têm emergido uma classe de consumidores mais conscientes, comprometidos com a sua comunidade, exigente e íntegros. São esses consumidores que vêm transformando, profundamente, os valores e a forma de atuação das empresas. A mudança de mentalidade dos indivíduos fez surgir o conceito das chamadas ‘empresas cidadãs’. Imbuída de responsabilidade social, a empresa cidadã é aquela que se compromete com boas práticas de gestão, lealdade, honestidade, obediência às leis, respeito aos consumidores, valorização dos funcionários, sustentabilidade e responsabilidade ambiental.(SHEHERAZADE, 2015, pp. 106 e 107)

É nesse espaço da responsabilidade da pessoa física que se encontram as possibilidades de formação de mercado consumidor consciente, de empreendedorismo sustentável, de empresa cidadã.

Sem dúvida, os países ricos, industriais, podem defender-se (aliviar mas não eliminar o sofrimento) permanecendo na vanguarda da pesquisa mudando para novos e



crescentes ramos (criando novos empregos), aprendendo de outros, descobrindo os nichos certos, cultivando e usando talento, competência e conhecimento. (LANDES, 1998, p. 592)

Embora David Landes em *A riqueza e a pobreza das nações: por que algumas são tão ricas e outras tão pobres* use a expressão países ricos como sinônimo de países desenvolvidos, o Brasil se encaixa em nações industriais e pertence à vanguarda da pesquisa em tecnopolos, áreas de reúnem em um mesmo lugar pesquisa e desenvolvimento de alta tecnologia, com institutos, centros de pesquisa, empresas e universidades. Assim, não se pode descartar o papel da educação na possibilidade de “aliviar o sofrimento”, além da escolha e na formação profissional.

A Geografia apresenta uma série de ferramentas para a leitura de mundo e o Ensino Médio traz em si uma gama de possibilidades de formação para a construção de uma identidade pessoal, profissional e cidadã.

A percepção das necessidades e oportunidades do mundo atual ampliam os horizontes dos jovens e, como isso, se constroem os caminhos para o futuro.

O Meio Ambiente, para as Organização das Nações Unidas (ONU), se define como “o conjunto de elementos físicos, químicos, biológicos e sociais que podem causar efeitos diretos ou indiretos sobre os seres vivos e as atividades humanas”. Assim, as relações entre os seres humanos e a natureza são extremamente íntimas e construídas a partir das escolhas que fazemos em nosso cotidiano.

Não há como negar a necessidade do manejo e da exploração dos recursos naturais para mantermos um nível de vida confortável. Mas precisamos manter um ritmo de exploração que nos conceda a possibilidade de haver um futuro com a qualidade do ar, da água e do solo, por exemplo. Para isso, acredito na Educação. A Educação é capaz de mudanças profundas e estruturais e o Ensino Médio é a porta para as escolhas mais importantes: a carreira profissional, a formação de uma família, o pertencimento a uma comunidade por proximidade, etnia, religião..., a possibilidade da realização de trabalhos voluntários... É uma explosão de escolhas!

OBJETIVO

Este trabalho pretende possibilitar a reflexão dos alunos público-alvo desta pesquisa, da pesquisadora e dos leitores sobre o processo educativo da disciplina de Geografia numa escola privada do município do Rio de Janeiro na conscientização para a mudança de comportamento a fim de concretizar o Desenvolvimento Sustentável.



MÉTODO

A preocupação de uma educação que pudesse ser respaldo para as necessidades do Desenvolvimento Sustentável no século XXI ficou registrada na instituição da Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável. A resolução nº 57/254 encomendou à UNESCO um plano que destaque o papel fundamental da educação na construção de um mundo sustentável. E, assim, a América Latina ingressou neste projeto como um bloco.

Entre as linhas estratégicas da região (América Latina), destacam-se a articulação de esforços convergentes, a integração e harmonização da política educativa em cada país com a EDS (Educação para o Desenvolvimento Sustentável) o fortalecimento de marcos normativos e políticas públicas para o seu incremento, a comunicação e a informação a cerca do que é sustentabilidade e o fortalecimento da cooperação e associação estratégica entre os diferentes setores e agentes do âmbito público, privado e da sociedade civil organizada. (GADOTTI, 2008, p. 26)

Gadotti cita para essa Década a importância de saberes e valores para uma cultura de paz e sustentabilidade com uma perspectiva de futuro como princípios pedagógicos. Entre eles: pensar globalmente, educar os sentimentos, ensinar a identidade terrena e formar para a consciência planetária.

A cidadania planetária não pode ser apenas ambiental porque a pobreza, o analfabetismo, as guerras étnicas, a discriminação, o preconceito, a ganância, o consumismo, o tráfico, a corrupção destroem a nossa casa, tiram a vida do planeta. (GADOTTI, 2008, p. 32)

Em setembro de 2015, encerrando a Década das Nações Unidas da Educação para o Desenvolvimento Sustentável e percebendo que os indicadores econômicos, sociais e ambientais ainda não poderiam garantir a qualidade de vida das próximas gerações, a Organização das Nações Unidas (ONU) propôs que os seus 193 países membros assinassem a Agenda 2030, um plano global contendo 17 objetivos (ODSs) para que, através de um trabalho árduo e contínuo de todas as esferas da educação, esses países alcancem o desenvolvimento sustentável em todos os âmbitos até 2030 (FIGURA 2). Cada objetivo e suas respectivas metas (são 169) são essenciais à viabilidade de uma sociedade sustentável. Todos os países membros da ONU assinaram a agenda 2030 e agora têm que arcar com o compromisso de alcançar as metas dos 17 objetivos.

Figura 2: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, Agenda 2030



Fonte: Nações Unidas Brasil in <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>


Hodiernamente, há um clamor por mudanças sociais, ambientais e econômicas. A escola tem feito a sua parte, tem trabalhado arduamente valores e saberes que contemplam tais necessidades. Mas esse trabalho tem alcançado seu propósito? Para responder a essa pergunta me lançarei a uma pesquisa social a partir de um recorte da realidade.

A pesquisa social é um processo que, através da obtenção de novos conhecimentos sobre a sociedade, aponta respostas para o problema colocado pelo pesquisador, por meio de métodos científicos, como nos apontou Gil (2008).

Dessa forma, para que se possa alcançar os objetivos propostos, adotaremos, no processo da investigação, o método de abordagem dialético.

A dialética fornece as bases para uma interpretação dinâmica e totalizante da realidade, já que estabelece que os fatos sociais não podem ser entendidos quando considerados isoladamente, abstraídos de suas influências políticas, econômicas, culturais etc. Por outro lado, como a dialética privilegia as mudanças qualitativas, opõe-se naturalmente a qualquer modo de pensar em que a ordem quantitativa se torne norma. Assim, as pesquisas fundamentadas no método dialético distinguem-se bastante das pesquisas desenvolvidas segundo a ótica positivista, que enfatiza os procedimentos quantitativos (GIL, 2008).

A presente pesquisa, com início em março de 2020, se propõe a um estudo de caso, adotado como procedimento científico, que consiste no estudo aprofundado sobre a



temática em uma situação singular, a fim de ampliar e detalhar o conhecimento de situações gerais. Este método é comumente utilizado nas pesquisas sociais, visando descrever o contexto em que será feita a investigação. O público-alvo são os alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola privada do município do Rio de Janeiro do ano de 2020, cuja coleta de dados se dará através de questionários. Por ser o estudo de um grupo específico e seu comportamento individual e enquanto grupo, é necessário construir um contexto histórico e filosófico em relação ao desenvolvimento econômico e a extração de recursos naturais a partir do Século XVIII e entender o contexto histórico e filosófico atual, além de definir, para efeito desta pesquisa, Desenvolvimento Sustentável a partir da delimitação de espaço e tempo. Contudo,


Sigmund Freud afirmou em certa ocasião: ‘Imaginemos que alguém coloca determinado grupo de pessoas, bastante diversificado, na mesma e uniforme situação de fome. Com o argumento da necessidade imperativo da fome, todas as diferenças individuais ficarão apagadas e em seu lugar aparecerá a expressão uniforme da mesma necessidade não satisfeita’. Graças a Deus, Sigmund Freud não precisou conhecer os campos de concentração do lado de dentro. Seus objetos de estudo deitavam sobre divãs de pelúcia desenhados no estilo da cultura vitoriana e não na imundície de Auschwitz. Lá as diferenças individuais não se apagaram, mas, ao contrário, as pessoas ficaram mais diferenciadas; os indivíduos retiraram suas máscaras, tanto os porcos como os santos. (FRANKL, Viktor E., 1991, p. 129)

O “significado” que as pessoas conferem às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador. Nesses estudos há sempre uma tentativa de capturar a “perspectiva dos participantes”, isto é, a maneira como os informantes encaram as questões que estão focalizadas. Ao considerar os diferentes pontos de vista dos participantes, os estudos qualitativos permitem iluminar o dinamismo interno das situações, geralmente inacessível ao observador externo. (BOGDAN e BIKLEN, 1982, *apud* LUDKE e ANDRÉ, 1986, p. 12)

Dessa forma, esse trabalho pretende em parte resultados quantitativos expresso em números, em porcentagem, do que se pode quantificar num processo educativo de um grupo, investigando a relação ensino-mudança de comportamento dos alunos, e em parte resultados qualitativos, ou seja, de que forma o processo educativo pode impactar as escolhas de consumo e descarte dos alunos baseada nos 5 Rs: repensar, reduzir, reutilizar, reciclar e recusar, segundo a percepção de ser-com-o-outro-no-mundo de cada um desses alunos.

Interessa, então, ao presente trabalho não apenas “o quê” e “quantos”, interessa também o “porquê” estudado enquanto indivíduo, sociedade e cultura. Aqui o conhecimento se torna mais subjetivo que objetivo.

Gadotti (2008) divide o impacto do conceito de sustentabilidade em dois níveis: o nível legal e o nível de compromisso das pessoas, sendo a primeira a introdução de novas



competências e habilidades no currículo e a segunda as diferentes motivações das pessoas, intuitivas. Nesse contexto, sobre o nível legal, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC nos propõe dentre as competências a serem trabalhadas:

Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica. (BNCC, 2013, p.558)

O segundo nível de impacto do conceito de sustentabilidade, a de compromisso das pessoas também encontra suporte na BNCC quando se propõe que toda a aprendizagem deve repercutir no

protagonismo juvenil investindo para que os estudantes sejam capazes de mobilizar diferentes linguagens (textuais, imagéticas, artísticas, gestuais, digitais, tecnológicas, gráficas, cartográficas etc.), valorizar os trabalhos de campo (entrevistas, observações, consultas a acervos históricos etc.), recorrer a diferentes formas de registros e engajar-se em práticas cooperativas, para a formulação e resolução de problemas. (BNCC, 2013, p.562)

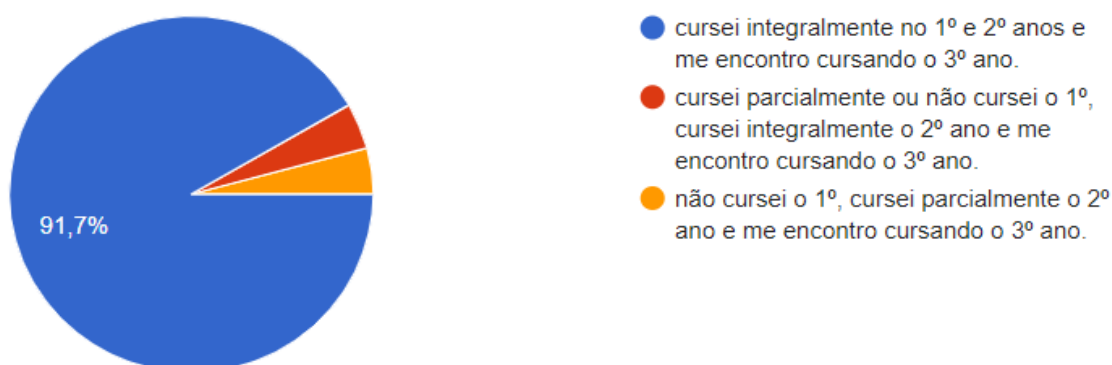
A escola tem percorrido esse caminho e tem tido uma resposta satisfatória de seus alunos enquanto processo e avaliação pedagógica. E quanto à mudança de comportamento que pedagogicamente não se pode medir?

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa foi realizada no período de março a setembro de 2020 com 24 alunos matriculados no 3º ano do Ensino Médio de uma escola privada, católica confessional, baseada nos princípios da psicologia cognitivista, utiliza métodos que enfatizam os processos da cognição, compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação; que ocupa-se principalmente dos processos mentais, através da transmissão sistemática e crítica das ciências, do saber e das culturas; é guiado por um firme sistema de valores humanos e evangélicos. Situada no bairro de Campinho, na Zona Norte do Rio de Janeiro, atende ao público de classe média local.

Sobre o tempo que estudam na instituição de ensino citada, 91,7% dos que participaram deste estudo lá se encontram desde o início do Ensino Médio, como se percebe no gráfico da Figura 3.

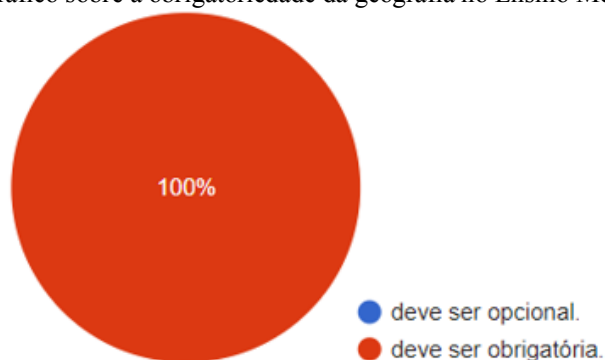
Figura 3: Gráfico sobre o tempo em que os alunos estudam no Ensino Médio do IGD



Esses 24 alunos se manifestaram quanto à importância da Disciplina de Geografia em três pontos de interesse: 1. Se é importante e deve ser obrigatória; 2. Para que é importante; e 3. Seu objeto de estudo.

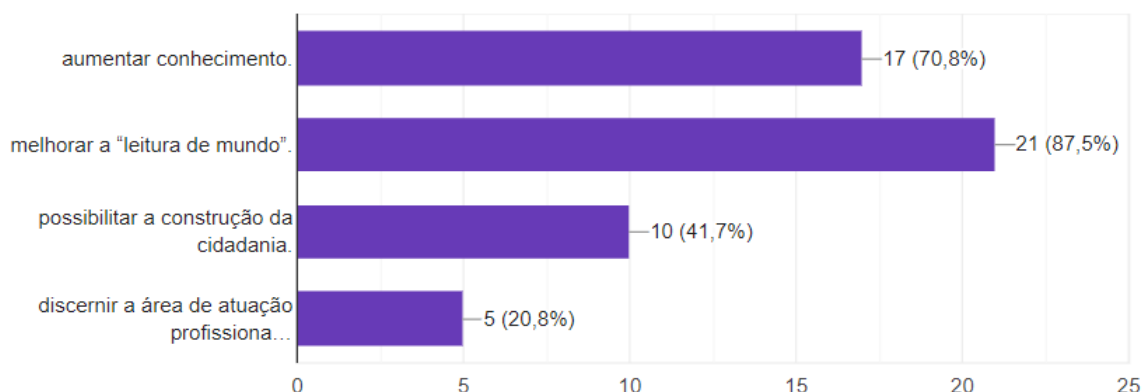
Como disciplina do Ensino Médio, instrumento de leitura de mundo, deve ser uma disciplina obrigatória? Pergunta que cabe para essa nova proposta de Ensino Médio onde apenas Língua Portuguesa e Matemática serão obrigatórias nos três anos. Todos os alunos que participaram da pesquisa reconhecem a Geografia como uma disciplina de grande importância (FIGURA 4).

Figura 4: Gráfico sobre a obrigatoriedade da geografia no Ensino Médio



Sobre a finalidade e o objeto da disciplina, podendo marcar quantas opções se encaixassem na perspectiva do aluno, podemos perceber no gráfico da Figura 5 o quanto “melhorar leitura de mundo” e “aumentar conhecimento” foram atrativos para descrever a ideia que se tem das aulas. Segundo Lacoste (1997), “durante séculos esse saber-pensar o espaço foram o apanágio de uma minoria dirigente, da mesma forma como o foram os saberes ler-escrever e contar, que foram eles também instrumentos de poder, antes de serem democratizados”. Assim, “o mundo é ininteligível para quem não tem um mínimo de conhecimentos geográficos”.

Figura 5: Gráfico sobre a finalidade da Geografia



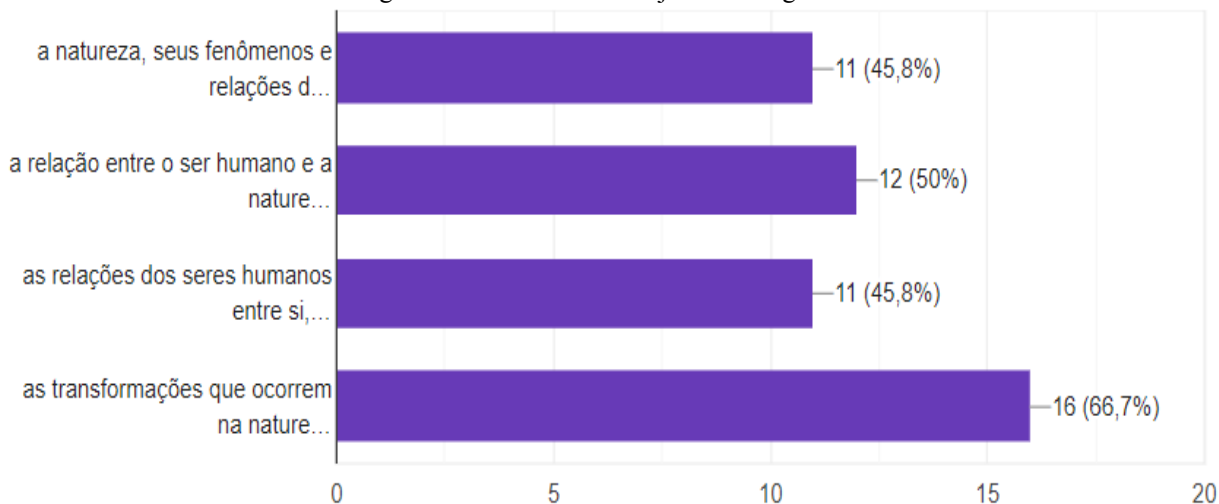
Para Jurandy Ross, “o espaço vital para a sobrevivência humana é claramente delimitado”. Mas qual é o alcance da Geografia e como os alunos que participaram percebem isso? A Figura 6 é o gráfico das possíveis respostas sobre o objeto da Geografia, tendo como alternativas, e podendo ter mais de uma opção marcada: 1. a natureza, seus fenômenos e relações de causa e efeito; 2. a relação entre o ser humano e a natureza; 3. as relações dos seres humanos entre si, a partir de suas necessidades e desejos; 4. as transformações que ocorrem na natureza e nas relações dos seres humanos através do tempo.

A intenção desta parte da pesquisa não é ter uma resposta certa, mas é que os alunos recordem brevemente suas impressões das aulas. Para Jurandy Ross,

é portanto de interesse da Geografia apreender como cada sociedade humana estrutura e organiza o espaço físico-territorial em face das imposições do meio natural, de um lado, e da capacidade técnica, do poder econômico e dos valores socioculturais, de outro. (ROSS, 2000, p.16)

Há um vasto campo de trabalho e estudo para a Geografia, mas aqui importa o que foi percebido por eles como objeto da Geografia.

Figura 6: Gráfico sobre o objeto da Geografia

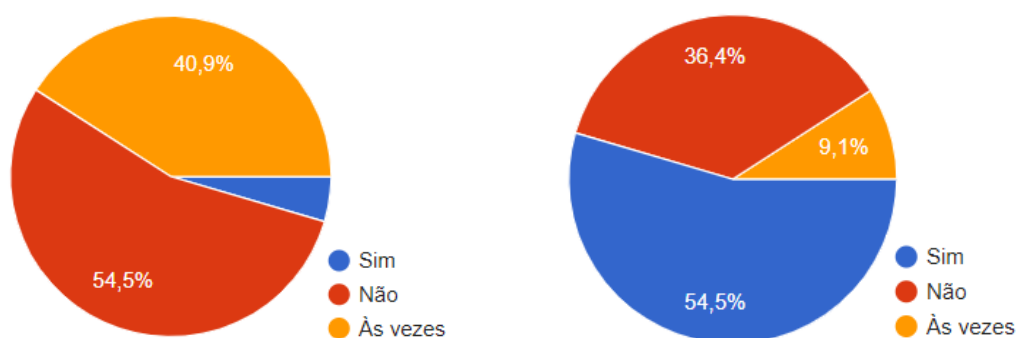


Nas Figuras de 7 a 15, estão os comportamentos vinculados à informação e à formação para a sustentabilidade, em atitudes simples do cotidiano dessa clientela. Afinal,

Ele (o novo aluno) mora na cidade. Seus antepassados diretos, mais da metade deles, vivia no campo. Ele, porém, prudente, respeitoso e mais sensível com relação ao meio ambiente, polui menos do que nós, adultos inconscientes e narcísicos. (SERRES, 2013, p.14)

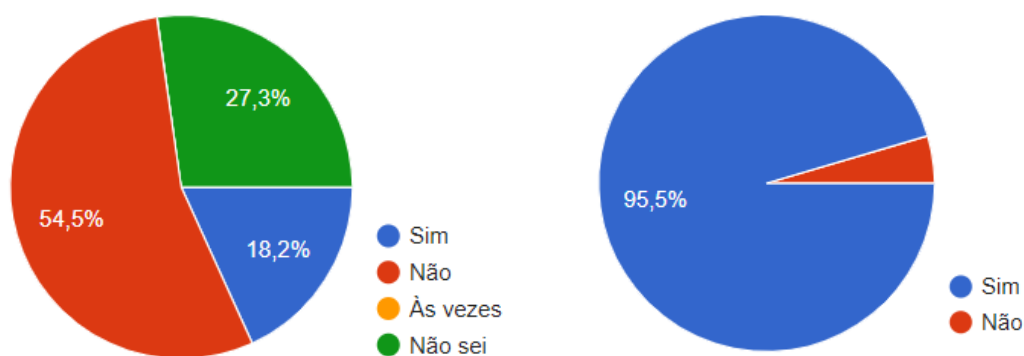
A questão na qual se baseia a figura 7 é: O lixo produzido na sua casa é separado e encaminhado para a reciclagem? e a figura 8 é assente em O óleo de cozinha usado na sua casa é recolhido para reciclagem?

Figuras 7 e 8: Gráficos sobre o lixo (7) e o óleo (8) encaminhados para reciclagem



Há coleta seletiva no bairro/rua que você mora? é a pergunta na qual se baseia a figura 9 e a figura 10 é fundamentada em: Na sua casa há a reutilização de algum tipo de material que seria destinado ao lixo, como potes de sorvete, tampinhas de garrafa, garrafas pet?

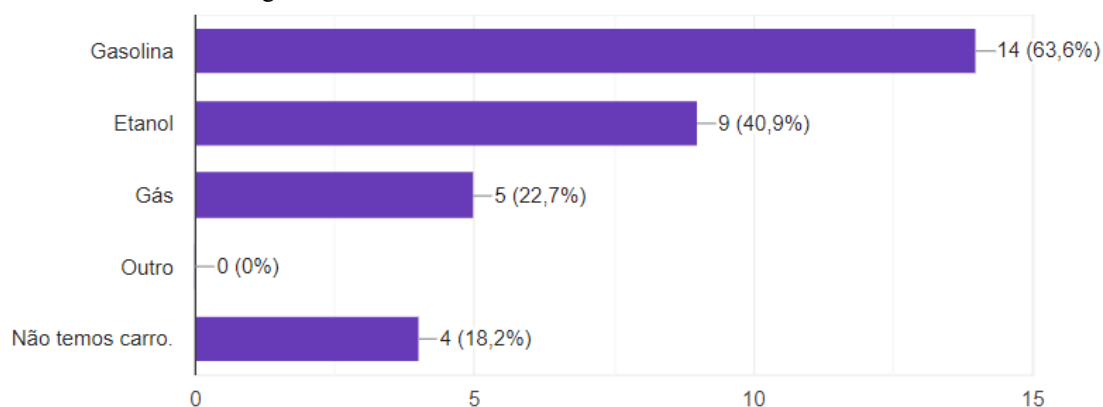
Figura 9 e 10: Gráfico sobre a existência da coleta seletiva no bairro (9) e se há reutilização de material destinado ao lixo



Sobre o abastecimento de carro da família, há as opções gasolina, etanol, gás, outro e não temos carro. Essa é a questão na qual se baseia a figura 11.

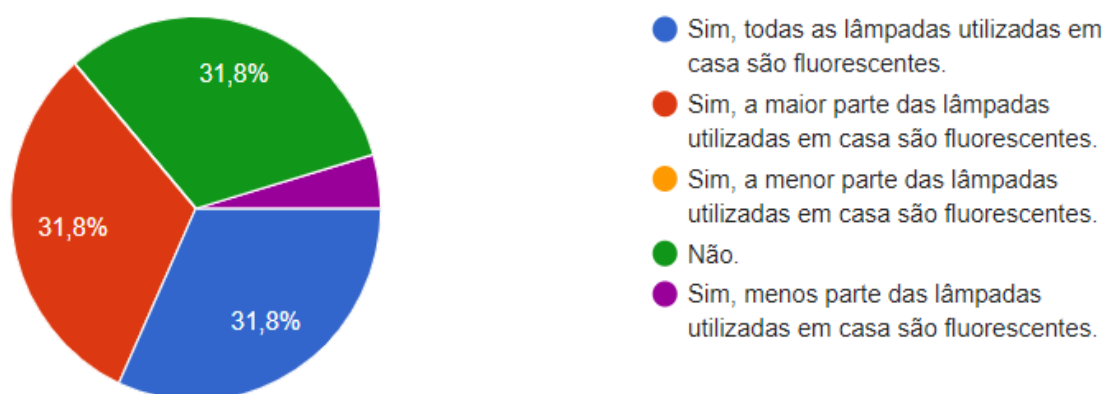


Figura 11: Gráfico sobre o combustível utilizado no carro da família



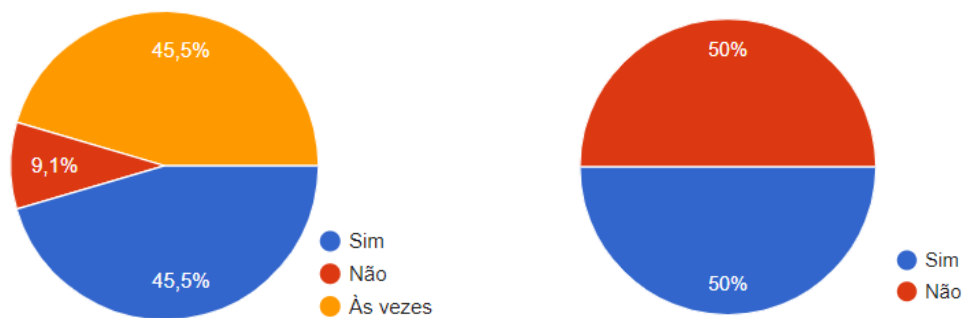
A questão: Na sua casa, há o uso de lâmpadas fluorescentes? é o fundamento da figura 12. Para avaliar consumo, considera-se mais que a consciência sustentável. O preço, a durabilidade, a disponibilidade do item próxima ao consumidor, as necessidades do ambiente, entre outras coisas, podem influenciar o consumo de uma família. Neste ponto da pesquisa, o interesse está na consciência do consumo de lâmpadas fluorescentes.

Figura 12: Gráfico sobre a o uso de lâmpadas fluorescentes em casa



A figura 13 se apoia na questão: A sua família racionaliza o consumo, ou seja, só consome o que é necessário? Para essa pesquisa, interessa não a constância do fato, mas a retomada de uma avaliação do que é ou não necessário de ser consumido para essa família. Já a questão: Na sua casa, as pessoas já conversaram em alguma oportunidade sobre as mudanças de comportamento em relação a atitudes sustentáveis?, é o fundamento para a figura 14 e completa a questão anterior.

Figuras 13 e 14: Gráfico sobre a racionalização do consumo (13) e conversa em casa sobre mudança para comportamentos sustentáveis (14)



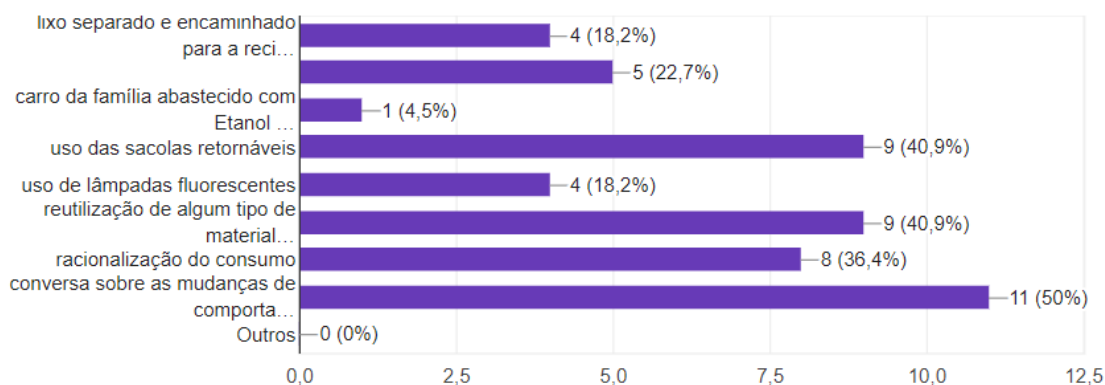
A questão apresentada na figura 15 gerou o gráfico da figura 16. Nesta questão, não há número limitado de respostas. A porcentagem registrada está relacionada não ao número de alunos, mas ao número de respostas.

Figura 15: Questão sobre sugestão do aluno sobre mudança de comportamento da família


Qual (ais) dos comportamentos anteriores foi modificado por sugestão sua?
(Marque quantos forem necessários) *

- lixo separado e encaminhado para a reciclagem
- óleo de cozinha recolhido para reciclagem
- carro da família abastecido com Etanol e/ou gás
- uso das sacolas retornáveis
- uso de lâmpadas fluorescentes
- reutilização de algum tipo de material que seria destinado ao lixo
- racionalização do consumo
- conversa sobre as mudanças de comportamento em relação a atitudes sustentáveis
- Outros

Figura 16: Gráfico sobre a influência do aluno na modificação de comportamento



A seguir, seguem depoimentos de duas alunas sobre como a geografia é percebida essencial à possibilidade do desenvolvimento sustentável de diferentes formas:



A.L., que cursou as aulas de geografia durante os três anos no IGD, relata que “*a geografia é uma das principais fontes de estudo na preparação do mundo para o desenvolvimento sustentável, visto que, através desses estudos é possível ter a noção de como a forma física do planeta funciona - seus biomas, diferentes fontes de água, os animais que o habitam... -, o que era feito pelo ser humano e o que ainda pode ser feito para mantê-lo em ordem, sem causar maior instabilidade na Terra, já que o tempo do homem funciona de forma diferente do tempo da Natureza - queremos tudo rápido e veloz, a Natureza não gosta e não consegue acompanhar o nosso ritmo.*”

G.C., que também cursou as aulas de geografia durante os três anos no IGD, relata que *A geografia é justamente a matéria que nos ajuda a fazer a "leitura de mundo" tanto em relação entre humanos quanto entre os humanos e a natureza e eu percebo que a todo momento ela impacta no modo de pensar dos que entram em contato com ela. O impacto mais marcante pra mim foram as aulas do primeiro ano do EM sobre o descarte correto do lixo, do quanto os lixões prejudicam o solo e, conseqüentemente, a qualidade de vida dos que residem perto deles.*”

Para Vesentini (1988) “a razão-de-ser da geografia seria então a de melhor compreender o mundo para transformá-lo, a de pensar o espaço para que nele se possa lutar de forma mais eficaz.” E Lacoste (1997) “a geografia é um saber estratégico, um poder”. A partir dos gráficos, é possível perceber mudanças de comportamento mesmo que ainda sejam processos. É possível que a geografia aí esteja, na possibilidade de fazer refletir, de permitir a decisão do aluno, sem juízo de valor. É possibilitar uma prática sustentável, sem a certeza de consegui-lo, pois assim é a educação.

Os próximos dados permitem aos otimistas vislumbrarem um futuro com mais esperança. As pretensões de carreiras profissionais de cada um, abriu um leque de possibilidades de se engajar, pessoalmente, nas questões sustentáveis, quebrando o ciclo de que essa responsabilidade é apenas do Estado. Essas são as notícias que fazem um educador perceber que seu trabalho de mediação foi relevante. Paulo Freire é um clássico no que tange a reinvenção do professor em sala de aula e no significado desta sala de aula para o aluno em sua realidade e Reuven Feuerstein, em sua Teoria da Aprendizagem Mediada, tem um olhar muito simples, mas essencial sobre o papel do mediador para a produção do conhecimento e a sobrevivência do indivíduo e seu grupo social.

Na perspectiva de Feuerstein, o mediador é aquele capaz de enriquecer a interação do mediado com seu ambiente, utilizando ingredientes que não pertencem aos estímulos

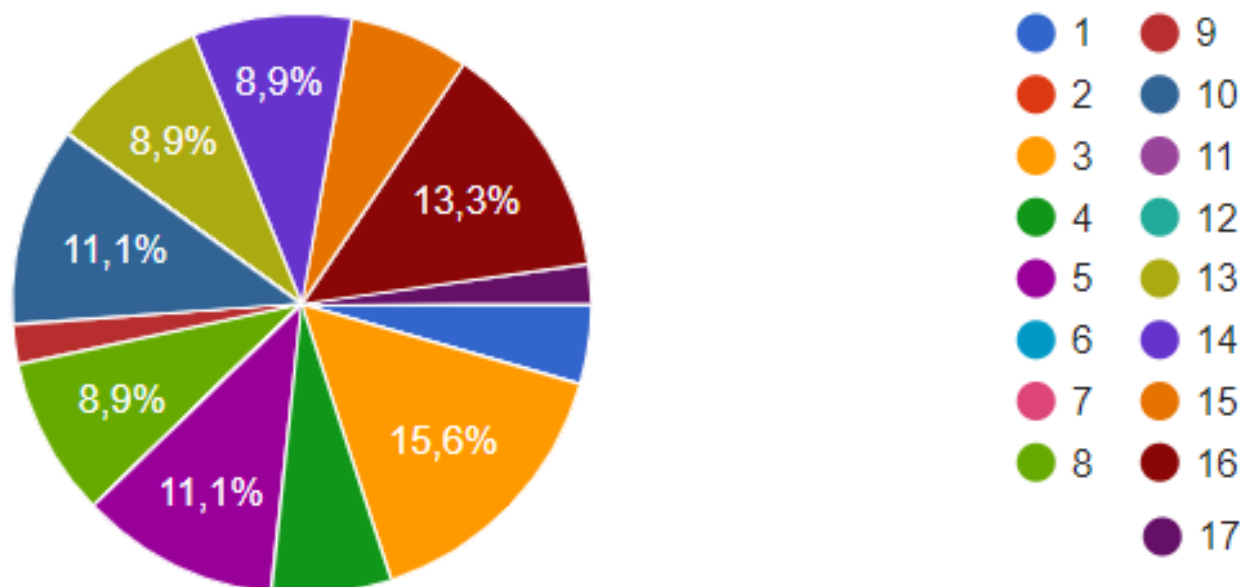
imediatos, mas que preparam a estrutura cognitiva desse mediado para ir além dos estímulos percebidos, transcendendo-os. (SOUZA, 2004)
 Daí a necessidade de uma educação corajosa... que levasse a uma nova postura diante dos problemas de seu tempo e de seu espaço. A da intimidade com eles... A educação do 'eu me maravilho...' (FREIRE, 1994)

A partir desta perspectiva de mediação da educação quanto aos problemas de nosso tempo, pode-se contemplar a questão do Desenvolvimento Sustentável.

Em setembro de 2015, percebendo que os indicadores econômicos, sociais e ambientais dos últimos anos eram pessimistas quanto ao futuro das próximas gerações, a Organização das Nações Unidas (ONU) propôs que os seus 193 países membros assinassem a Agenda 2030, um plano global composto por 17 objetivos (ODSs) e 169 metas para que esses países alcancem o desenvolvimento sustentável em todos os âmbitos até 2030. Cada objetivo e suas respectivas metas abordam aspectos diferentes que convergem pelo fato de serem essenciais para a viabilidade de uma sociedade sustentável. Todos os países membros da ONU assinaram a agenda 2030 e agora têm que arcar com o compromisso de alcançar as metas dos 17 objetivos.

Ter acesso a essa proposta abre outras oportunidades para que o aluno faça suas escolhas.

Figura 17: Gráfico sobre o objetivo da Agenda 2030 com o qual o aluno irá contribuir em sua carreira profissional (pretendida)



* Os números do gráfico da figura 17 se reportam aos objetivos da Agenda 2030 (figura 2), novamente acrescentada a seguir por pertinência




É importante notar como foram distribuídas as escolhas dos alunos. Os depoimentos que se seguem são apenas alguns exemplos da articulação entre a informação, a formação e as escolhas pessoais dos alunos que perpassam a Agenda 2030:

G., que pretende cursar Contabilidade, pode contribuir com o objetivo 8 “*usando conhecimentos financeiros para alavancar a empresa em que trabalharei, ajudando assim no crescimento econômico e também gerenciando bem o dinheiro da empresa para que todos os trabalhadores de lá possam ter um trabalho decente recebendo seus salários corretamente*”.

A.L., que pretende se licenciar em História e Ciência Política, acredita que a “*contribuição (com o objetivo 4) será dando o melhor de mim para meus futuros alunos com aulas de qualidade utilizando meios lúdicos sempre que possível para tornar as aulas mais interessantes e diversificadas sem, portanto, perder o enfoque principal das matérias exigidas pelo currículo escolar básico*”.

A., que pretende fazer Nutrição, pode contribuir com uma sociedade sustentável através dos objetivos 6 e 12, “*tendo e sugerindo uma dieta mais sustentável, evitando o consumo de carne, reduzir o desperdício de comida, desperdiçar menos água*”.

Y., que pretende fazer Jornalismo, percebe sua contribuição com o objetivo dessa forma: “*para que haja investimento em novas tecnologias de infraestrutura é necessário a publicidade do efeito desses novos meios e como podem ajudar a sociedade, isso podendo ser feito através do jornalismo*”.



Jeffrey Sachs, especialista em desenvolvimento sustentável e professor da Universidade de Columbia, em entrevista transcrita no livro *Cidades e Soluções* de André Trigueiro, quando perguntado se é otimista em relação ao futuro, responde:

Eu tenho que ser... que outra opção temos? Eu vejo que o mundo está fora dos trilhos, mas não podemos perder a esperança. Eu sei que podemos avançar rumo a um desenvolvimento sustentável porque já possuímos a tecnologia e o conhecimento necessário, em diferentes áreas: engenharia, agricultura, informação etc. (TRIGUEIRO, p.36, 2017)

E são os novos profissionais que podem sustentar essa esperança, a esperança em um mundo mais resistente e resiliente, um mundo feito de pessoas, cada um com sua genialidade e a expertise de sua área de atuação, rumo a uma nova forma de viver.


CONSIDERAÇÕES FINAIS

A história do capitalismo vai se costurando pela construção de uma sociedade urbana-industrial que vem se expandindo em número de pessoas e em necessidades de sobrevivência e conforto, ampliando o ciclo extração – produção – consumo – descarte.

Dessa forma, a existência da comunidade humana, como espécie, pode estar ameaçada pela retirada de recursos da natureza e a devolução em forma de poluição, limitando o ritmo da natureza de repor, recompor e despoluir. Sendo a educação, por excelência, o espaço para a leitura do mundo, cabe a geografia fazer a leitura da relação ser humano-espaco, suas causas e consequências. As aulas são assim uma oportunidade de perceber a realidade e se propor uma mudança de comportamento.

Esse trabalho possibilitou a reflexão de cada um de nós, alunos público-alvo desta pesquisa, pesquisadora e leitores, sobre o processo educativo da disciplina de geografia no Ensino Médio. Embora, a pesquisa tenha seu foco na conscientização para a mudança de comportamento dos alunos do Ensino Médio de 2018 a 2020 de uma escola privada do município do Rio de Janeiro, cabe a cada leitor perceber pistas para concretizar o Desenvolvimento Sustentável.

Lembro que essa pesquisa não pretende certezas, mas reflexões. A mudança de comportamento para a sustentabilidade tem muitas variáveis que não dependem de uma pessoa, mas de uma estrutura comunitária para acontecer. Por isso, esse estudo se preocupou com a formação de uma consciência pré-disposta a um comportamento sustentável. De fato, após reflexões nas aulas de geografia, esses alunos podem fazer escolhas diferentes das que estão



fazendo. A pré-disposição para uma ação sustentável foi registrada na pesquisa. É isso. Enquanto pesquisadora e professora, após ler os relatos que constam nessa pesquisa quanto à pretensão profissional, me sinto otimista em relação ao futuro e ao valor da geografia.

A utilização do questionário aplicado aos alunos e seus relatos apresentou a mim a oportunidade de perceber como a geografia ainda se faz importante e útil para cada um deles de forma diferente, como ainda há valor dessa disciplina no mundo atual e como há possibilidades de consciência para a mudança de comportamento.

O material de consulta, cujas referências constam a seguir, possibilitou um encontro de ideias com autores e estudiosos de áreas afins que foram conduzindo as reflexões.

O assunto sustentabilidade ainda apresenta muitos nichos a serem pesquisados. A presente pesquisa abre possibilidades não aprofundadas na sua relação com a geografia, o Ensino Médio e áreas urbanizadas. Os relatos proporcionaram liberdade para que cada um se expressasse de uma forma individualizada e única. E, como trabalho científico, contribui para o meio acadêmico a partir da reunião de material reconhecido pela comunidade científica para alinhar o resultado do questionário e dos relatos com críticas, respaldos e paradigmas e podem motivar novas possibilidades de investigação do tema.

REFERÊNCIAS


A classe média é maioria no mundo pela primeira vez na história. Instituto Humanitas Unisinos, 27/10/2018. Disponível em <<http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/584150-a-classe-media-e-maioria-no-mundo-pela-primeira-vez-na-historia>> Acesso em 16/02/2021.

ALVES, José Eustáquio Diniz. **A Conferência Habitat III: as cidades e a elevação do nível do mar.** Ecodebate, 17/10/2016. Disponível em <<https://www.ecodebate.com.br/2016/10/17/a-conferencia-habitat-iii-as-cidades-e-a-elevacao-do-nivel-do-mar-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>> Acesso em 11/07/2020

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988.** Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 11/07/2020.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica.** Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf

FRANKL, Viktor E. **Em busca de Sentido: um psicólogo no campo de concentração.** 2ª edição. Petrópolis: Editora Vozes, 1991.



FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. 22ª Reimpressão. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1994

GADOTTI, Moacir. **Educar para a sustentabilidade: uma contribuição à década da Educação para o Desenvolvimento sustentável**. SP: Editora e livraria Instituto Paulo Freire, 2008.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GILBERT, Martin. **A Segunda Guerra Mundial – Volume 1: os contornos da guerra**. 1ª Ed. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2019.

LACOSTE, Yves. **A geografia – Isso serve, em primeiro lugar, para fazer a guerra**. 4ª edição. Campinas, SP: Papirus, 1997.

LANDES, David S. **A riqueza e a pobreza das nações: por que algumas são tão ricas e outras tão pobres**. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

LUDKE, Menga. ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

PRESSE, France. **A população mundial em números**. G1.globo.com, 2011. Disponível em: <<http://g1.globo.com/mundo/noticia/2011/10/a-populacao-mundial-em-numeros.html>>. Acesso em 16/02/2021.

ROSS, Jurandy. **Os fundamentos da Geografia da Natureza**. In Geografia do Brasil. 3ª edição. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2000.

SERRES, Michel. **Polegarzinha**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.

SHEHERAZADE, Rachel. **O Brasil tem cura**. 1ª Ed. São Paulo: Mundo Cristão, 2015.

Sobre o nosso trabalho para alcançar os objetivos de desenvolvimento Sustentável no Brasil. Nações Unidas Brasil, 2020. Disponível em < <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs> > Acesso em 20/02/2021.

SOUZA, Ana Maria Martins de. **A mediação como princípio educacional: bases teóricas das abordagens de Reuven Feuerstein**/ Ana Maria Martins de Souza, Léa Depresbiteris, Osny Telles Marcondes Machado. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004.

STEVENSON, David. **1914-1918: a história da Primeira Guerra Mundial**. Barueri, SP: Novo Século Editora, 2016.

TRIGUEIRO, André. **Cidades e Soluções: como construir uma sociedade sustentável**. Rio de Janeiro: Leya, 2017



CAPÍTULO 13

TRATAMENTO DO LIXIVIADO DE ATERRO SANITÁRIO E DO CONCENTRADO DE UNIDADE DE OSMOSE INVERSA PELO PROCESSO DE FENTON EM UM REATOR DE LEITO FLUIDIZADO

Gabriela Pinheiro Prates, Mestre em Engenharia Química, UNIFACS, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal

Luiz Mario Nelson de Góis, UNIFACS

Ramiro José Espinheira Martins, Instituto Politécnico de Bragança, Portugal


RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo tratar o lixiviado de aterro sanitário e o concentrado da unidade de osmose inversa num reator de leito fluidizado usando o processo Fenton, no qual utiliza ferro (II) e peróxido de hidrogénio como catalisador e agente oxidante, respectivamente, formando grupos hidroxilos altamente reativos a compostos indesejáveis. A caracterização dos efluentes brutos apresentou CQO de 12000 mg O₂.L⁻¹ para o lixiviado e 25000 mg O₂.L⁻¹ para o concentrado, indicando clara necessidade de tratamento. Os ensaios Fenton constaram de otimizações, como razão Fe⁺²:H₂O₂, presença de leito fluidizado (carvão ativado e material plástico) e utilização dum pré tratamento por coagulação/floculação. A relação escolhida para os prosseguir os ensaios foi a de 1Fe⁺²:10H₂O₂ por demonstrar valores satisfatórios quer para remoção de CQO (Lixiviado – 57%; Concentrado – 63%), quer no volume de lama gerada (Lixiviado – 260 mL.L⁻¹; Concentrado – 410 mL.L⁻¹). Relativamente à % de remoção de CQO, destacou-se o ensaio na presença de leito de carvão ativado (Lixiviado - 68%; Concentrado - 82%), não diferindo significativamente a percentagem de lama formada. O processo de tratamento prévio por coagulação/floculação, mostrou-se um possível aliado no aumento de remoção de CQO: 90% e 83% para o lixiviado e concentrado, respectivamente. Contudo, pouco favorável foi o volume de lama gerado no processo (Lixiviado – 910 mL.L⁻¹; Concentrado – 870 mL.L⁻¹). Foi comprovado que a reação de Fenton em reator de leito fluidizado, enchimento de carvão – 40% em volume, permite uma elevada eficiência de remoção de CQO.

PALAVRAS-CHAVE: Processo de oxidação avançado, Processo de Fenton, leito fluidizado, lixiviado de aterro sanitário, concentrado de unidade de osmose inversa.

INTRODUÇÃO

O nível de poluição, a que correspondem consideráveis valores de carbono orgânico total (TOC) tem aumentado com o crescimento populacional e industrial, consequência da contaminação de águas devida à descarga de efluentes não tratados nos cursos de água. No entanto, a crescente consciencialização ambiental das populações tem permitido minimizar os efeitos dessa contaminação, promovendo a importância do tratamento dos efluentes, e consequente descarga de forma menos agressiva [1].




O tratamento de efluentes ocorre de diversas formas, com o objetivo de reduzir os impactos ambientais, tais como: processos físicos, envolvendo em geral, separação de sólidos; processos químicos utilizando reações para alterar a composição molecular, com objetivo de remoção da Carência Química de Oxigênio (CQO); e processos biológicos removendo basicamente a matéria orgânica dissolvida. A maioria dos resíduos contém matéria orgânica, sendo medida de forma indireta pela CQO, que representa a quantidade de oxigênio necessária para oxidar tal matéria e também inorgânica, como ácidos, óxidos e sais [2].

Tem aumentado o número de compostos complexos, que além de difícil degradação, não se tem conhecimento sobre sua exata composição molecular, necessitando assim de processos auxiliares para a total eliminação da sua toxicidade, sendo os processos oxidativos avançados (POA) aliados neste processo. Os POA podem reduzir bastante a CQO, degradando compostos tóxicos, sendo um processo favorável por ter característica não regenerativa. Estes processos podem ocorrer de forma homogênea ou heterogênea, sendo os dois caracterizados pela formação de radicais hidroxilo altamente reativos [3].

Ao analisar parâmetros críticos, tais como pressão e temperatura, quando se trata de moléculas orgânicas, Henry J. H. Fenton descobriu em 1876 que o reagente de Fenton era uma boa alternativa. A reação de Fenton ou reagente de Fenton vem sendo bastante utilizada na oxidação de impurezas ou águas residuais que apresentam características naturais alteradas. Esta reação é uma mistura de peróxido de hidrogênio e ferro (II), o qual atua como catalisador [4].

Apesar do processo ocorrer a temperatura e pressão ambiente e o ferro ser um componente de fácil acesso, tal processo também apresenta desvantagens, tais como a lama formada. Assim, a utilização de H_2O_2/UV e TiO_2/UV tornou-se um grande aliado por reduzir a formação de ião ferroso, conseqüentemente reduzindo a quantidade de precipitado, sendo a junção desse mecanismo com o reagente Fenton caracterizada como Foto-Fenton em 1993 por Venkatadri e Peters [5].

Entretanto, quando se baseia em processos físicos, a osmose inversa é um dos principais processos abordados, tratando-se de uma separação molecular. Consiste em um tratamento por membrana semipermeável, impermeável para os solutos, sendo estes os materiais indesejáveis, separando deste modo os compostos contidos no líquido baseando-se na diferença de pressão e das moléculas a serem separadas [6].



Tal processo apesar de apresentar vantagens na remoção dos contaminantes, apresenta a desvantagem dos contaminantes não serem efetivamente degradados, sendo necessário um tratamento posterior do concentrado, pois a lama ainda possui uma elevada taxa de contaminantes. Outro processo é a coagulação/floculação, em que a adição de um coagulante, permite uma destabilização das partículas, seguida de aglomeração mediante a adição de um floculante. O processo deve ser otimizado, mediante a seleção do pH ótimo e dosagens ótimas de coagulante e floculante, sendo bastante utilizado como pré-tratamento [6].


O presente estudo tem por objetivo analisar a eficiência do processo de Fenton no tratamento do lixiviado de um aterro sanitário e do concentrado da unidade de osmose inversa, tendo sido realizados um conjunto de ensaios experimentais envolvendo a otimização dos parâmetros reacionais e operacionais.

Segundo Lustosa et al. (2013), os processos oxidativos são uma boa alternativa para tratamento de compostos orgânicos que são altamente resistentes a tratamentos convencionais [7]. Neste contexto Lange et al. (2006), propõem que o emprego do reagente Fenton associado a um tratamento biológico, pode aumentar a biodegradabilidade do lixiviado, elevando a eficiência da remoção de poluentes orgânicos até 80% [8].

O Aterro Sanitário de Urjais (Resíduos do Nordeste – empresa Portuguesa) produz biogás e lixiviado, um dos efluentes bruto a ser tratado neste estudo. Este lixiviado é encaminhado para uma lagoa de homogeneização, de onde segue para uma unidade de tratamento por osmose inversa. Como resultado é gerado um filtrado que é enviado para uma linha de água e o concentrado da osmose inversa para uma lagoa de retenção. Entretanto uma alternativa, aparentemente viável, seria o tratamento do lixiviado e do concentrado por meio do processo de Fenton.

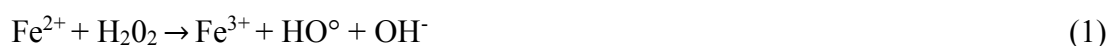
Como mencionado anteriormente, o processo Fenton baseia-se na oxidação catalítica envolvendo peróxido de hidrogênio e ferro (II). Segundo Lange et al. (2006) [8], o processo Fenton baseia-se em 4 etapas principais, ajuste de pH, reação de oxidação, neutralização e precipitação.

Tal reação é condicionada por alguns fatores, tais como o pH, temperatura e a razão dos reagentes. No caso do pH, este deve ser mantido na gama 3 a 5, dada uma melhor estabilidade dos reagentes em meio ácido, pois valores superiores aos especificados podem causar a decomposição do peróxido de hidrogênio, reduzindo a eficiência na remoção da carga orgânica. Com relação a temperatura, apesar de ser uma reação com alta estabilidade térmica, a



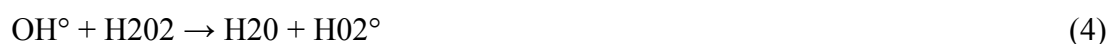
temperatura não deve ser muito alta. Além de que após o término da reação, ao se neutralizar o meio que se encontra ácido, a remoção de TOC é facilitada pela formação de hidróxidos de ferro que precipitam e formam uma lama [3].

Outro parâmetro crítico a ser analisado diz respeito a proporção dos níveis de concentração do íon Fe^{2+} e da H_2O_2 , visto que um excesso de ferro no meio leva ao efeito de coagulação e não ao de oxidação química, que é o real objetivo do processo Fenton. As reações do processo Fenton de decomposição do peróxido podem ser representadas pelas equações 1 e 2, descritas a seguir [9].



(2)

Entretanto, como citado anteriormente, os radicais hidroxilas formados são altamente reativos e podem reagir rapidamente com os radicais orgânicos e na ausência de substrato, podem reagir com o Fe^{2+} e da H_2O_2 , como demonstrado nas equações 3, 4 e 5 [10,11].



Deve-se salientar também que tanto na presença do meio ácido como na presença de ferro em excesso, pode ocorrer uma série de reações simultâneas englobando os radicais, seja reação de oxidação com H_2O_2 e o Fe^{3+} ou de redução com o Fe^{2+} [9].

METODOLOGIA

As amostras (lixiviado e concentrado da unidade de osmose inversa) foram todas recolhidas do Aterro Sanitário de Urjais - Resíduos do Nordeste. De início, foi realizada a caracterização dos efluentes através da análise do pH; sólidos totais (ST); sólidos voláteis (SV) e Carência Química de Oxigênio (CQO) [12,13].

A caracterização analítica do lixiviado do aterro e do concentrado da unidade de osmose inversa foi realizada no Laboratório de Processos Químicos, Escola Superior de Tecnologia e Gestão do IPB de acordo com os procedimentos padrão publicados no Standard Methods [14]. Os métodos analíticos utilizados estão descritos na Tabela 1.

Tabela 9 - Métodos analíticos para a caracterização do efluente [14].

Parâmetro	Método analítico de referência
pH (escala de Sorensen)	Medidor digital da marca inoLab e modelo pH level 1 de acordo com o método 4500-H ⁺ B do Standard Methods (APHA, 2017).
ST (g.L ⁻¹)	Método 2540 B do Standard Methods (APHA, 2017).
SV (g.L ⁻¹)	Método 2540 E do Standard Methods (APHA, 2017).
CQO (mg O ₂ .L ⁻¹)	Método 5220 D do Standard Methods (APHA, 2017).

Algumas amostras foram previamente submetidas ao processo de pré tratamento por coagulação e floculação. As análises de coagulação e floculação utilizaram o equipamento Jar Test (marca ISCO) e o medidor de pH (marca inoLab e modelo pH level 1) conforme procedimento descrito por Eckenfelder Jr [15]. Já os ensaios Fenton se deram em escala laboratorial em um reator batch encamisado com 2000 ml sob agitação e temperatura de 30°C.

Nos ensaios Fenton realizados foram testadas diversas proporções peróxido:ferro (II) e ainda avaliada a eficiência da reação com e sem leito de enchimento fluidizado. A Figura 1 ilustra a instalação experimental utilizada, constituída por banho termostático, agitador magnético e reator.



Figura 1 – Instalação experimental usada nos ensaios de Fenton.

Nos experimentos, ensaios preliminares foram necessários para que se compreendesse o comportamento do efluente bruto frente ao reagente Fenton. Os testes foram realizados com 500 mL de amostra, pH 3 e com volume necessário de peróxido (30%) obtido pela Equação 1, conforme descrito por M.Becerra Díaz et al. (2006) [16].

$$V_{H2O2} = (CQO)/(141,2) \quad (6)$$

Sendo V_{H2O2} , o volume de peróxido necessário em mL para cada litro de amostra a ser tratado e CQO [mg O₂/L]. A partir do volume de peróxido, é possível testar as relações entre os reagentes, sendo o Fe(SO₄).7H₂O a fonte de ferro (II). Ao final da reação, o pH da mistura era elevado, para gama básica, com o objetivo de evitar que substâncias ainda presentes no meio continuassem reagindo. Por fim, ocorre a sedimentação da lama formada.

Encontrada a proporção ótima dos reagentes no reator na ausência do leito, testes na presença de leitos fluidizados foram realizados (enchimento de material plástico e de carvão ativado). Uma vez que os ensaios Fenton podem ser combinados com outros processos de tratamentos prévios, em alguns casos as amostras foram submetidas a um pré tratamento de coagulação/floculação, sendo os ensaios Fenton realizados com o sobrenadante resultante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização analítica do efluente bruto, tanto do lixiviado quanto do concentrado, seguindo parâmetros como pH; ST; SV e CQO, estão expostos na Tabela 2.

Tabela 10 - Resultados da caracterização dos efluentes.

Parâmetro	Lixiviado	Concentrado
pH	8,5	7,9
Sólidos totais (g/L)	33,1	75,3
Sólidos voláteis (g/L)	11,7	15,4
Carência química de oxigênio (mg/L)	12000	25000

Resultados estes comprovando a necessidade de tratamento eficaz destes efluentes antes de serem descartados no meio hídrico.

Algumas amostras (lixiviado e concentrado) foram submetidas ao processo de pré tratamento por coagulação/floculação com posteriores otimizações do processo: pH, coagulante utilizado, dosagem de coagulante e de floculante. Ensaios preliminares para a análise da dosagem mínima de coagulante (dosagem no qual é possível observar a formação de pequenos flocos) foram realizados, obtendo dosagem de 1mL de RIFLOC 18 frente aos dois efluentes.

Os resultados dos ensaios para o lixiviado e para o concentrado estão expostos nas Tabelas 3 e 4, respectivamente. As condições dos ensaios escolhidos para a realização em duplicado (400 mL) para recolha do sobrenadante e prosseguir os ensaios Fenton após suas otimizações foram o 8 para o lixiviado e 6 para o concentrado.

Tabela 11 - Ensaios de coagulação/floculação para o lixiviado (floculante: RIFLOC 1001).

Ensaio	VOLUME amostra (mL)	pH	Coagulante	Dosagem coagulante (mL)	Vol. floculante (mL)	Vol. de lama (%)	CQO (% remoção)
1	100	6	RIFLOC 18	1	1	65	-
2	100	6	RIFLOC 1821	1	1	70	-
3	100	6	RIFLOC 18	2	0,5	50	-
4	100	6	FeCl ₃ (400g.L ⁻¹)	7	0,5	48	-
5	400	5	RIFLOC 18	8	3	58	-
6	400	6	RIFLOC 18	8	3	80	-
7	400	5	RIFLOC 18	10	2	40	75
8	400	5	RIFLOC 18	8	2	44	80

Tabela 12 - Ensaios de coagulação/floculação para o concentrado (floculante: RIFLOC 1001).

Ensaio	VOLUME amostra (mL)	pH	Coagulante	Dosagem coagulante (mL)	Vol. floculante (mL)	Vol. de lama (%)	CQO (% remoção)
1	100	6	RIFLOC 18	1	1	31	65
2	100	6	RIFLOC 1821	1	1	43	64
3	100	5	RIFLOC 18	2	1	44	-
4	100	6	RIFLOC 18	2	1	44	-
5	100	5	RIFLOC 18	3	0,7	55	-
6	100	5	RIFLOC 18	2	0,4	50	77

Os ensaios Fenton se deram por meio de uma serie de otimizações segundo alguns parâmetros: proporção Fe²⁺:H₂O₂; presença de leitos fluidizados; presença de pré tratamento por coagulação/floculação, analisando a eficiência do processo através do volume de lama formado e da percentagem de remoção de CQO. Baseado nos estudos realizados por Singa et al. (2017) no qual foi definido o melhor tempo de reação para o ensaio Fenton foi de 150 min, utilizou-se então 2 horas de reação nos ensaios laboratoriais realizados [17].

Baseado na equação 6 foi possível definir a dosagem de peróxido necessária e obtido 25,5 e 53,12 gramas por litro de amostra para o lixiviado e para o concentrado, respectivamente. Definida a quantidade de peróxido, proporções Fe:H₂O₂ (em massa) foram testadas, sendo estas 1:5, 1:10 e 1:15, tendo como fonte de ferro uma solução de sulfato de ferro heptahidratado, com concentração de 100 g.L⁻¹ do FeSO₄.7H₂O e o peróxido a 30% (w/w).

Após definido a proporção ótima, prosseguiu-se para os ensaios com leite fluidizado (40% do volume de amostra a ser tratada). Os resultados dos ensaios Fenton realizados com o lixiviado estão expostos na Tabela 5.

Tabela 13 – Resultados dos ensaios Fenton com lixiviado.

Ensaio	Fe:H ₂ O ₂	Enchimento	Vol. de Lama (%)	CQO final (mg O ₂ .L ⁻¹)	CQO (% remoção)
1	1:5	-	46	2995	75
2	1:10	-	26	5072	57
3	1:15	-	10	8015	33
4	1:10	Carvão ativado	23	3812	68
5	1:10	Material Plástico	43	4162	65

A partir dos resultados conforme Tabela 5, pode-se afirmar-se que o volume de lama gerada varia na razão direta da remoção de CQO, sendo que à maior remoção de CQO (75%) corresponde um volume de lama de 46%, e foi registada para uma razão Fe:H₂O₂ de 1:5. O menor volume de lama produzido, ensaio 3, foi de 10% para uma razão 1:15. Contudo foi adotada como razão mais adequada 1 Fe:10 H₂O₂ (Figura 15), que demonstrou um valor médio mais favorável globalmente, isto é, no que respeita à % de lama produzida e à remoção de matéria orgânica (CQO).

Para os dois enchimentos utilizados, carvão ativado e material plástico, não foi significativa a diferença entre os valores de remoção da CQO alcançados, 65% e 68%. Contudo, a utilização de enchimento proporcionou um aumento de 10 pontos na remoção de CQO, tendo passado de 57% (ensaio 2) para 65-68%. O carvão ativado mostrou um ótimo desempenho global, quer na remoção de CQO (68%), quer relativamente ao volume de lama gerado no processo, 23% (57,5 mL). Comparando o ensaio 2 sem enchimento, 130 mL de lama formada (vol amostra 500 mL) e a utilização de reator com enchimento-carvão ativado (ensaio 4), 57,5 mL (vol amostra 250 mL), podemos concluir que a presença do carvão permitiu uma redução de aproximadamente 12% no volume de lama gerada por litro de amostra a ser tratado.

Refira-se que numa possível aplicação deste processo à escala industrial, deveria ser tido em consideração o fato de o material plástico ser reutilizável, o mesmo não acontecendo com o carvão ativado. Além deste ter um custo elevado, acresceriam custos de deposição em aterro, o que economicamente poderia constituir um entrave.

Processo idêntico ao realizado com o lixiviado foi adotado para avaliar o tratamento do concentrado da unidade de osmose inversa do Aterro sanitário, pelo processo de Fenton, onde os resultados são expostos na Tabela 6.

Tabela 14 - Resultados dos ensaios Fenton com concentrado.

Ensaio	Fe:H ₂ O ₂	Enchimento	Vol. de Lama (%)	CQO final (mg O ₂ .L ⁻¹)	CQO (% remoção)
1	1:5	-	57	6155	75
2	1:10	-	41	9260	63
3	1:15	-	26	11530	54
4	1:10	Carvão ativado	42	4490	82
5	1:10	Material Plástico	35	6880	73

Dentre os ensaios com o concentrado, nota-se o aumento no percentual de lama formada, o que está de acordo com a carga orgânica dos efluentes, indicando uma atenção maior neste processo. A remoção de CQO mais elevada foi obtida para a razão Fe:H₂O₂ de 1:5 (ensaio 1), contudo o menor volume de lama gerado (65 mL) foi obtida para a maior razão Fe:H₂O₂ testada (1:15). Os ensaios subsequentes foram realizados com uma razão Fe:H₂O₂ de 1:10, pois satisfaz mais o compromisso entre os dois parâmetros em avaliação no processo, remoção de CQO e menor volume gerado de lama.

A partir dos resultados com a utilização de leito fluidizado, confirmou-se que a presença de leito reduz ainda mais a CQO. Quanto ao tipo de enchimento mais favorável à remoção de matéria orgânica, o carvão ativado demonstrou vantagem sobre o enchimento de material plástico, com valores para a remoção de CQO de 82% e 73%, respectivamente (ensaios 4 e 5). Relativamente ao volume de lama gerado na reação Fenton, os valores sem e com enchimento não diferem significativamente. Contudo, é para reator com enchimento de material plástico que o processo se revela mais atrativo, 350 mL de lama por litro de concentrado tratado.

Algumas amostras foram previamente submetidas a ensaios de coagulação/floculação, utilizando assim o sobrenadante do processo para a realização do ensaio Fenton. Vale ressaltar que este processo exige a junção dos resultados, visto que houve uma formação de lama preliminar, além duma prévia remoção da CQO. Os ensaios Fenton usando sobrenadante decorreram nas seguintes condições: 250 mL de amostra; temperatura ambiente (28-30°C); 1Fe:10H₂O₂.

O sobrenadante do lixiviado apresentava uma CQO de 2400 mg O₂.L⁻¹ (remoção de 80%), tendo sido gerado no processo 440 mL de lama por cada litro de lixiviado tratado. Já com o concentrado, o sobrenadante apresentava uma CQO de 6000 mg O₂.L⁻¹ e registrou-se a formação de 500 mL de lama por cada litro de concentrado tratado.

A partir destes valores de CQO, por meio da equação 6, foi calculada a quantidade de peróxido necessária, sendo obtido um valor de 5,31 g.L⁻¹ para o lixiviado e 12,75 g.L⁻¹ para o concentrado. Resultados para os ensaios realizados com o sobrenadantes do processo estão expostos na Tabela 7.

Tabela 15 – Resultados dos ensaios Fenton com sobrenadante do pré tratamento por coagulação/floculação.

Ensaio	Efluente	Vol. de Lama (%)	CQO final (mg O ₂ .L ⁻¹)	CQO (% remoção)
1	Lixiviado	70,3	1228	90
2	Concentrado	68,5	4200	83


Como foi possível observar apesar da elevada percentagem em remoção de CQO, a maior desvantagem é a grande quantidade de lama formada, exigindo um posterior tratamento.

Comparando os melhores resultados dos ensaios experimentais realizados (Fenton - F, Fenton com leito de enchimento de carvão ativado - FLC e Fenton com pré tratamento por coagulação/floculação - FPT), concluiu-se que em termos de carência química de oxigênio é possível uma redução de 90% e 83% aplicando um processo de tratamento que inclua uma etapa prévia de coagulação/floculação seguida do processo de Fenton. Pouco favorável, revela-se o volume de lamas gerado nesse processo (910 mL.L⁻¹ e 870 mL.L⁻¹), com os custos relativos ao seu tratamento e deposição em aterro. Uma solução mais equilibrada poderá ser a opção pelo processo de Fenton usando um reator com enchimento de carvão ativado (FLC), pois apresenta um valor interessante em termos de remoção de CQO, sendo o volume de lamas produzidas cerca de 25% e 50% para o lixiviado e para o concentrado, respectivamente, das registadas para FPT.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Relativamente à caracterização dos efluentes referidos no estudo (lixiviado e concentrado), mostra-se clara a necessidade de tratamento (Lixiviado - 12000 mg O₂.L⁻¹; Concentrado - 25000 mg O₂.L⁻¹).

Para o lixiviado, a maior remoção de CQO (75%) verificou-se para razão Fe:H₂O₂ de 1:5, tendo-se revelado desfavorável pelo volume de lama formado (460 mL.L⁻¹ de lixiviado



tratado). A razão selecionada para os restantes ensaios com o lixiviado foi 1Fe:10H₂O₂ que demonstrou ser mais favorável em termos médios (lama formada e remoção de CQO). Sendo assim observou-se uma produção de lama de 260 mL.L⁻¹ e uma remoção de CQO de 57%. Ao avaliar a utilização do reator com enchimento destacou-se a utilização de carvão ativado, alcançando-se uma remoção de CQO de 68%, a que está associada a produção de um volume de lama de 12%.

Como era espectável face a carga orgânica inicial para o concentrado da unidade de osmose inversa foram registrados volumes de produção de lama maiores aos obtidos para o lixiviado. Para o concentrado, com uma razão 1:5 foi obtida uma remoção de CQO de 75%. Contudo a razão adotada foi definida de 1:10 (razão definida ao lixiviado), tendo-se obtido remoção de CQO e volume de lama gerado de 63% e 41%, respectivamente. A utilização de reator para a reação Fenton com enchimento de carvão ativado uma vez mais revelou-se bom desempenho ao que se refere a remoção de CQO (82%), permanecendo o volume de lama gerado praticamente inalterado (intervalo: 350 - 420 mL.L⁻¹). Reação Fenton com enchimento de material plástico obteve uma remoção de CQO de 73%, sendo que o volume de lama gerado foi da mesma ordem de grandeza para o registrado com o carvão ativado.

O processo de tratamento prévio por coagulação/floculação mostrou-se um possível aliado do processo Fenton com o objetivo de melhorar a remoção de CQO, apesar do elevado volume de lama gerado. No que diz respeito ao processo global (pré tratamento + ensaio Fenton), para o lixiviado foi obtido uma remoção de CQO de 90% (1225 mg O₂.L⁻¹) e para o concentrado de 83% (4200 mg O₂.L⁻¹). Para ambos os efluentes, foi significativamente elevada o volume de lama produzido, 910 mL.L⁻¹ de lixiviado tratado e 870 mL.L⁻¹ do concentrado.

REFERÊNCIAS


N. N. Brito and V. B. Marinho Silva, “Processo Oxidativo Avançado E Sua Aplicação Ambiental,” REEC - Rev. Eletrônica Eng. Civ., vol. 3, no. 1, pp. 36–47, 2012.

G. Giordano, “Tratamento e controle de efluentes industriais,” 2004.

M. L. Adário, “Utilização do processo fenton homogêneo no tratamento de efluentes gerados em cabines de pintura da indústria moveleira,” Faculdade de Engenharia UFJF, 2014.

K. Barbusiński, “Fenton reaction - controversy concerning the chemistry,” Ecol. Chem. Eng. S., vol. 16, no. 3, pp. 347–358, 2009.

M. S. Lucas and J. A. Peres, “Decolorization of the azo dye Reactive Black 5 by Fenton and photo-Fenton oxidation,” Dye. Pigment., vol. 71, no. 3, pp. 236–244, 2006.



G. do C. J. Francisco, R. S. F. F. Vendramel, and T. Cabral, “Uso da tecnologia de filtração por osmose reversa para reúso de efluentes em indústria alimentícia,” São Paulo, 2015.

G. M. M. M. Lustosa, J. M. Moita Neto, and C. E. Da Silva, “Degradation of textile effluente by fenton reaction,” *Rev. Virtual Quim.*, vol. 5, no. 5, pp. 973–980, 2013.

L. C. Lange, J. F. Alves, M. C. S. Amaral, and W. R. De Melo, “Tratamento de lixiviado de aterro sanitário por processo oxidativo avançado empregando reagente de Fenton,” *Eng. Sanit. e Ambient.*, vol. 11, no. 2, pp. 175–183, 2006.

L. Freire, “Processos Oxidativos Avançados usando reagente de Fenton para degradação do corante Remazol Azul RGB,” Instituto Politécnico de Portalegre, 2014.

M. S. Lucas and J. A. Peres, “Decolorization of the azo dye Reactive Black 5 by Fenton and photo-Fenton oxidation,” *Dye. Pigment.*, vol. 71, no. 3, pp. 236–244, 2006.

F. C. N. Sassano, “Integração entre os Processos Foto Fenton e Lodo Ativado no Tratamento de Efluentes contendo Compostos Orgânicos Recalcitrantes,” 2008.

SABESP, Norma Técnica Interna SABESP NTS 013 - Sólidos. 1999, p. 8.

S. F. De Aquino, S. De Queiroz Silva, and C. A. L. Chernicharo, “Considerações práticas sobre o teste de demanda química de oxigênio (DQO) aplicado a análise de efluentes anaeróbios,” *Eng. Sanit. e Ambient.*, vol. 11, no. 4, pp. 295–304, 2006.

APHA, *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 23th Editi. Washington: American Public Health Associaton, 2017.

W. W. Eckenfelder, *Industrial water pollution control*, 3rd ed. McGraw-Hill Science/Engineering/Math, 1999.

M. S. Becerra Díaz and S. F. Cadena Ibáñez, “Evaluación de la aplicación del método fenton a nivel laboratorio en la planta de tratamiento de aguas residuales de la empresa Aguas San Juan S.A.S. ESP,” 2016.

P. K. Singa, M. H. Isa, Y. C. Ho, and J. W. Lim, “Treatment of hazardous waste landfill leachate using Fenton oxidation process,” *E3S Web Conf.*, vol. 34, pp. 4–9, 2018.



CAPÍTULO 14

UMA ANÁLISE SOBRE SISTEMAS UTILIZADOS E FATORES IMPORTANTES NO PROCESSO DE COMPOSTAGEM

Gelbis Martins Agostinho, Mestrando em Cognição e Linguagem, UENF, Pesquisador

Jalimar Martins Agostinho Maia, Mestrando em Políticas Sociais, UENF, Pesquisadora

Aline Peixoto Vilaça Dias, Doutoranda e Mestre em Cognição e Linguagem, UENF,
Pesquisadora

Eliana Crispim França Luquetti, Professora no Programa de Pós Graduação em Cognição e
Linguagem, UENF

Carlos Henrique Medeiros de Souza, Professor no Programa de Pós Graduação em
Cognição e Linguagem, UENF

RESUMO


A compostagem é um processo natural que envolve a ação de microorganismos como bactérias, fungos e até outros organismos atuam na decomposição de matéria orgânica. O presente estudo teve como objetivo apresentar um panorama geral sobre o processo de compostagem e relatar alguns fatores que podem interferir na compostagem. A metodologia que foi utilizada foi uma pesquisa bibliográfica qualitativa. Verificou-se que a compostagem resulta em produtos bastante ricos em nutrientes naturais, que são os compostos orgânicos. Sendo que diversos fatores interferem nesse processo de compostagem, sendo alguns deles: umidade; oxigenação; temperatura; tamanho da partícula. Dessa forma, conclui-se que ao escolher um determinado material para ser usado nas composteiras é preciso conhecer um pouco das suas características e as possíveis relações entre elas e os fatores citados anteriormente.

PALAVRAS-CHAVE: Compostagem; microorganismos; Material orgânico.

INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos a população vem aumentando, conseqüentemente a produção de resíduos também. Alguns desses compostos não podem ser utilizados, mas uma parcela denominada material orgânico é passível de reutilização.

Pereira Neto (2007), diz que todo material orgânico descartado pelo homem, pode ser reciclado por meio do processo de compostagem e que todo o composto após o tratamento se torna um fertilizante orgânico ideal para ser usado na agricultura. Assim, reduz os impactos ambientais causados pelo lixiviamento de produtos inorgânicos usados nas zonas rurais e minimiza os problemas sanitários ocorridos nas cidades. Dessa forma, promovendo melhorias na qualidade de vida e no bem-estar de toda a sociedade.



Visto a funcionalidade da compostagem adotou-se para esse estudo o objetivo de apresentar um panorama geral sobre o processo de compostagem e apontar alguns fatores que podem interferir nesse processo. Para atender ao objetivo proposto adotou como metodologia a pesquisa qualitativa e como procedimento técnico a pesquisa bibliográfica. As partes a seguir são descritas apontamentos gerais sobre a compostagem e fatores que inferem no processo.

REFERENCIAL TEÓRICO

Compostagem é um processo controlado de decomposição da matéria orgânica por microrganismos aeróbicos, promovendo um produto estável e rico em nutrientes naturais para o solo, denominado de composto orgânico (PEREIRA NETO, 2007). Kiehl (2012) informa que o processo de compostagem modifica completamente as características iniciais da matéria orgânica e a transforma em material composto por substâncias de elevado grau de alteração, denominado de substâncias húmicas. Coelho (2008) ressalta que, na natureza, a humificação (estabilização da matéria orgânica) não possui tempo estabelecido para ocorrer, mas a técnica de compostagem tem a função de acelerar esse processo com qualidade.

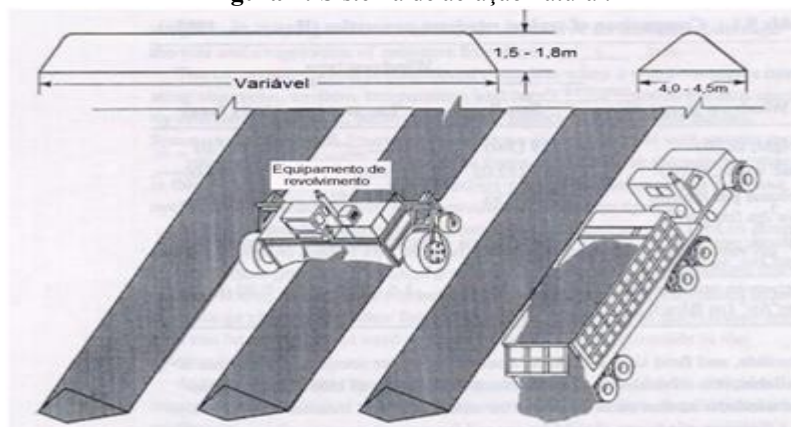
Os microrganismos são os agentes fundamentais do processo de compostagem, pois são os responsáveis pela biodegradação dos resíduos orgânicos, ou seja, pela decomposição da matéria orgânica. A ação desses indivíduos ocorre em duas fases distintas. A primeira fase, termófila de degradação ativa, é considerada como fase crítica do processo, onde temperaturas permanecem em torno de 45°C a 65°C nos primeiros dias e eliminam grande parte dos patógenos (FERNANDES; SILVA, 1999). Na segunda fase, mesófila de maturação ou cura, acontece o decréscimo da temperatura para menos de 45°C, onde ocorre a mineralização dos nutrientes pelo processo de humificação da matéria orgânica (PEREIRA NETO, 2007). Na fase mesófila, o composto pode ser transferido para outro local se necessário e aguardar o processo de maturação (FERNANDES; SILVA, 1999).

O balanceamento de nutrientes no processo de compostagem é fundamental para que os microrganismos possam fazer a degradação da matéria orgânica de forma eficiente. O carbono como fonte de energia e o nitrogênio, essencial para o processo de síntese de proteínas. A biodegradação pode ser interrompida ou freada, caso haja excesso de material rico em carbono, como folhas e galhos secos, e pode ser acelerado com materiais ricos em nitrogênio, como o sangue por exemplo. A relação carbono e nitrogênio deve estar em torno de 30:1 no princípio do processo de compostagem (BRASIL, 2010).

Segundo o manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos do MMA, a compostagem pode ser elaborada em três formas diferentes: aeração natural, aeração forçada e por reator biológico (COSTA *et al.*, 2010).

O sistema de aeração natural, os resíduos são amontoados em pilhas de forma cônica ou em leiras com formato prismático. As dimensões são pré estabelecidas e os reviramentos são periódicos, para que a atividade de aerobiose dos microrganismos não seja prejudicada. O período de reviramento das composteiras gira em torno de 60 a 90 dias na primeira fase e por volta de 45 na fase de maturação (PEREIRA NETO, 2007). Esse modelo (Figura 1) necessita do dobro da área utilizada pelos resíduos, para que possa efetuar o reviramento dos resíduos manualmente ou mecanicamente (ANDREOLI *et al.*, 2001).

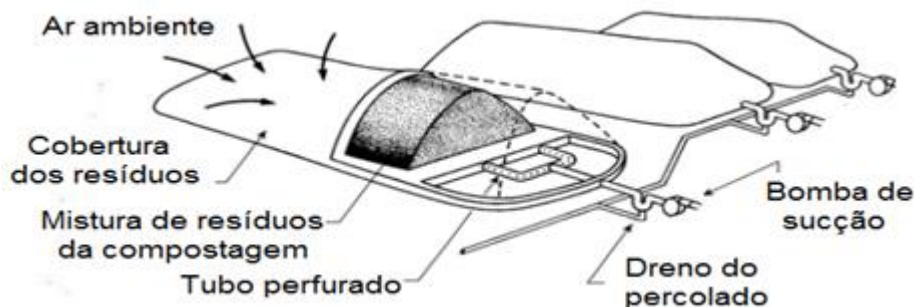
Figura 1: Sistema de aeração natural.



Fonte: Andreoli *et al.*, (2001).

No sistema por aeração forçada (Figura 2), os resíduos são dispostos sobre tubos perfurados conectados a um sistema de injeção de ar por bombeamento. Nesse processo, não é preciso o reviramento dos resíduos, pois bombas de compressão ou sucção, induzem a oxigenação necessária para o processo de compostagem. A eficiência do processo pode ser aumentada cobrindo a composteira com uma camada fina de composto maturado, evitando o ressecamento da parte superior. Todo processo ocorre em torno de 60 dias, porém os gastos com materiais específicos e eletricidade podem elevar os custos desse modelo de compostagem (FERNANDES; SILVA, 1999).

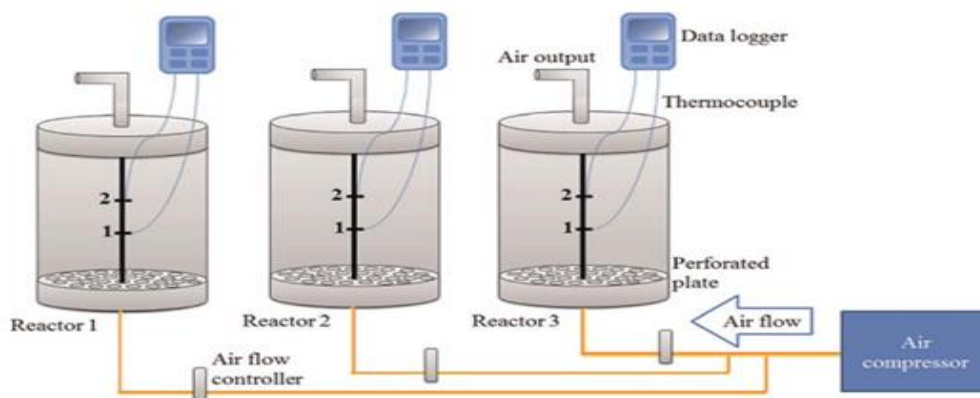
Figura 2: Sistema de aeração forçada



Fonte: Adaptado de Andreoli *et al.*, (2001).

A compostagem realizada por reatores em sistema fechado, pode utilizar mecanismos tecnológicos capazes de aferir e manter maior controle sobre parâmetros físico-químicos importantes no processo de degradação dos componentes orgânicos. A fase termófila ganha um pouco mais de estabilidade, tornando-se mais eficiente na eliminação de agentes patógenos. O balanceamento adequado da relação C/N no reator maximiza a reação e reduz o tempo na fase termófila (FERNANDES, F. *et al.*, 2000). Além disso, a área para o procedimento fica limitado somente pela alocação do reator. A Figura 3 mostra três reatores controlados por um Datalogger, onde a temperatura é o parâmetro determinante sobre o fluxo de ar impulsionado pelo compressor (GUMUSCU *et al.*, 2015).


Figura 3: Reatores de sistema fechado para compostagem



Fonte: Gumuscu *et al.*, (2015).

A estabilidade do processo de compostagem depende diretamente da atividade microbológica e são vários os fatores que podem afetar a atuação dos microrganismos nesse sistema. Um único parâmetro pode promover variações nos demais fatores, alterando o tempo e qualidade dos compostos (PEREIRA NETO, 2007).

Segundo Brito (2006), a ação de diferentes comunidades de microrganismos (incluindo bactérias, leveduras e fungos) fazem parte das diferentes fases da compostagem. Nogueira (2011), informa que a atividade microbiana necessita da umidade para promover os processos bioquímicos de decomposição da matéria orgânica. Pereira Neto (2007) propõe que a faixa ideal



para que isso ocorra encontra-se em torno de 55% de umidade. Fernandes e Silva (1999) ressaltam que teores de umidade acima de 65% dificultam a passagem de ar e tornam o meio propício à atividade de anaerobiose e geração de lixiviados orgânicos como o chorume. Numa situação inversa, Noguera (2011) diz que o processo se torna relativamente lento abaixo dos 40% e paralisado aos 12% de umidade.

A atividade metabólica dos organismos forma água como subproduto da reação de respiração ($\text{Matéria orgânica} + \text{O}_2 = \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$). Porém, nesse processo a volatilização é maior que a precipitação da água, tendendo a diminuição do volume e da umidade na compostagem (INÁCIO; MILLER, 2009).

Dessa forma, Brito (2006) recomenda a irrigação sempre que o teor de umidade encontrar-se abaixo do padrão e o reviramento quando apresentar-se acima. A verificação da umidade pode ser feita manualmente apertando o composto com as mãos. Um leve gotejamento e palma umedecida representa estabilidade no processo.

A oxigenação é fundamental para biodegradação da matéria orgânica, uma vez que, a atividade dos microrganismos na fase termofílica é estritamente aeróbia. A oxigenação nos tipos de compostagem pode ser efetuada por aeração e/ou reviramento do material (PEREIRA NETO, 2007). Isso estimula o fluxo de ar pela massa orgânica, garante a integridade e eficiência biológica dos microrganismos, favorece a troca de calor e controle da temperatura (NOGUERA, 2011). Além disso, diminui a compactação e aumenta a porosidade do meio, melhora o processo de desinfecção conduzindo as camadas externas para temperaturas mais elevadas no interior do material (FERNANDES; SILVA, 1999).

O fluxo de ar na massa do composto depende da estrutura, tamanho das partículas, arranjo, umidade e tecnologia utilizada. A circulação do ar influi na redução dos odores ocorridos na geração de produtos indesejáveis, como o gás metano e desprendimento da amônia (KIEHL, 2012).

A temperatura está atribuída como fator que revela a eficácia do processo de compostagem. A produção de calor acontece pela atividade metabólica de várias comunidades de microrganismos liberando CO_2 e vapor d'água em conjunto no interior da massa orgânica (KIEHL, 2012). A manutenção e controle da temperatura na primeira fase é crucial para degradação e higienização do composto orgânico. O monitoramento e administração da temperatura em torno dos 55°C na fase termofílica, garante a eficiência da biodegradação e a eliminação dos principais organismos patogênicos (PEREIRA NETO, 2007). Teixeira *et al.*

(2004) ressalta em seus trabalhos que temperaturas acima dos 70 °C merecem medidas corretivas. A Tabela 1 demonstra o tempo necessário para a morte de organismos patogênicos a saúde humana.

Tabela 1 - Temperatura e tempo de exposição para eliminar organismos patogênicos.

Organismo	50°C	55°C	60°C	65°C	70°C
<i>Ovos de ascaris lumbricoides</i>	60min	7min			
<i>Corynebacterium diphtheriae</i>		45min			4min
<i>Salmonella typhi</i>			30min		4min
<i>Escherichia coli</i>			60min		5min
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>					20min
<i>Mycobacterium diphtheria</i>	45min				
<i>Necator americanus</i>	50min				
<i>Taenia saginata</i>					5min
<i>Virus</i>					25min

Fonte: Adaptado de Fernandes e Silva (1999).

Nesse mesmo sentido, a Tabela 2 mostra alguns fitopatógenos são prejudiciais em determinada produção agrícola e as temperaturas que promovem a redução do número desses indivíduos (TANAKA *et al.*, 2003).

Tabela 2 - Resistência temporal de fitopatógenos e elevação da temperatura


Patógeno/Hospedeiro	35°C/30min	40°C/30min	45°C/30min	50°C/30min	55°C/30min
<i>C. fragariae</i> (morangueiro)	++++	+++	-	-	-
<i>C. lindemuthianum</i> (feijoeiro)	+++	+	-	-	-
<i>Diaporthe phaseolorum</i> (soja)	++++	++++	++	-	-
<i>F. subglutinans</i> (abacaxi)	++++	++++	++++	+++	+
<i>Pythium sp.</i> (alface)	+++	+	-	-	-
<i>R. solani</i> (morangueiro)	+++	+++	++	-	-
<i>S. Rolfsii</i> (pimentão)	+++	+++	++	-	-
<i>Verticillium dahliae</i> (berinjela)	++++	++++	++	-	-
<i>V. dahliae</i> (tomateiro)	++++	++++	+	-	-

++++ (crescimento intenso); +++ (moderado); ++ (fraco); + (muito fraco); - (ausente)

Fonte: Adaptado de Tanaka *et al.* (2003).

Temperaturas abaixo dos 45° na fase termofílica provoca o retardo da atividade biológica e acima de 70° a maioria dos microrganismos são eliminados, inclusive os agentes biodegradadores dos materiais orgânicos, prejudicando todo o processo de compostagem (FERNANDES; SILVA, 1999; TEIXEIRA, 2004).

A variedade de macronutrientes e micronutrientes, impulsiona a atividade metabólica dos microrganismos. Quanto mais diversificado os componentes do material orgânico, maior a população de agentes decompositores e conseqüentemente, maior a degradação dos compostos orgânicos no processo de compostagem. Os principais nutrientes para a comunidade de microrganismos degradadores desse processo são: o Carbono (C) e o Nitrogênio (N), pois a



concentração e disponibilidade desses dois elementos limitam todo o processo de formação do composto e sua qualidade final (PEREIRA NETO, 2007). O Carbono entra como fonte de energia e o Nitrogênio como auxílio para a síntese das proteínas (COSTA *et al.*, 2010).

A relação C/N muito elevada dificulta a degradação da cadeia carbônica pela falta de nitrogênio na síntese proteica e, se muito reduzida, gera volatilização da amônia (NH₃) pelo excesso de nitrogênio perdido (FERNANDES ; SILVA, 1999).

De acordo com Bidone (1999), a relação C/N ideal para início da degradação no processo de compostagem, gira em torno de 30:1. Na reação de degradação, 20 partes de carbono são liberadas em forma de gás carbônico (CO₂) e 10 partes serão integradas ao composto. Brito (2006) confirma que a relação C/N ao final do processo de compostagem tende a ficar abaixo de 15:1, reduzindo mais da metade do volume total dos materiais utilizados.

Brito (2006) informa que as dimensões das partículas dos materiais no processo de compostagem assume papel importante junto aos outros fatores. A função de degradação pelos microrganismos inicia-se no contato com o material. Assim, quanto menor o tamanho da partícula, maior a superfície de contato e mais rápido o processo de biodegradação. Porém, Kiehl (2012) menciona que um particulado muito pequeno dificulta o processo de aeração e promove a colmatação do material. Dessa forma, Pereira Neto (2007) e Fernandes e Silva (1999), concordam que o particulado deve deter 04 mm de espessura em média, variando 03 mm para mais e para menos. Além disso, favorece a homogeneidade da massa orgânica reduzindo a compactação e melhora a porosidade facilitando a oxigenação.

Outro fator que contribui como indicativo no processo de compostagem é o potencial hidrogeniônico (pH). Estima-se para os primeiros momentos dessa técnica que o meio levemente ácido, em torno de 5,0 no índice de pH (SILVA *et al.*, 2008) e no decorrer do processo de formação do composto, herda gradativamente a característica alcalina, atingindo pH 9,0 aproximadamente (PEREIRA NETO, 2007).

De acordo com Oliveira *et al.* (2018), bactérias e fungos atuam sobre a matéria orgânica liberando compostos ácidos durante a digestão. A concentração da atividade microbiana no início da fase termofílica força a redução do potencial hidrogeniônico, tornando o ambiente ácido e propenso ao crescimento de fungos. Porém, com o processo de oxigenação durante a aeração ou reviramento do material, esses ácidos são decompostos e oxidados. Além disso, Fernandes e Silva (1999) acrescentam que a elevação do pH durante a fase termofílica é causada pela hidrólise das proteínas e volatilização da amônia.

A qualidade do produto final no processo de compostagem pode ser definida em função das características do material (KIEHL, 2012), da metodologia utilizada na técnica de compostagem e a eficiência do controle operacional (PEREIRA NETO, 2007).

Segundo a instrução normativa Nº 25, de 23 de julho de 2009, os produtos finais da compostagem são classificados de acordo com o material usado para sua produção (SDA/MAPA, 2009). No Quadro 1 é apresentada a classificação segundo a origem do material.

Quadro 1: Classificação do composto orgânico segundo sua origem.

Classe	Matéria Prima	Observação
A	Vegetal, animal ou de processamentos da agroindústria.	Não utiliza metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos.
B	Processamentos da atividade industrial ou agroindustrial.	Utiliza metais pesados tóxicos, elementos ou compostos orgânicos sintéticos potencialmente tóxicos
C	Lixo domiciliar.	Utiliza produto obtido pela separação da parte orgânica dos resíduos sólidos.
D	Tratamentos de despejos sanitários.	Aplicação através de equipamentos mecanizados. Proibido em pastagens e cultivo de culturas cuja parte comestível entre em contato com o solo.

Fonte: Adaptado de SDA/MAPA (2009).

A Normativa Nº 25/2009, exige a exclusão de alguns produtos específicos:

Art. 21. Fica vedada a utilização de serragem ou maravalha contaminadas com resíduos de produtos químicos para tratamento de madeira como matéria-prima para produção dos fertilizantes de que tratam esta Instrução Normativa (SDA/MAPA, 2009, p.15).

Para Pereira Neto (2007), a qualidade do composto orgânico tem influência direta no solo utilizado, como: efeito tampão na superfície e capacidade de troca de cátion, permeabilidade do solo, retenção de água, processos erosivos, inserção de microrganismos e nutrientes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manutenção da vida dos microrganismos torna-se fundamental para que as etapas do processo de compostagem sejam efetivamente concluídas. De mesmo modo, e não menos importante, a observação e suporte aos fatores promove a estabilidade da mistura durante o processo de compostagem para a geração do produto final adequado para o solo nutritivo para as plantas.

REFERÊNCIAS

ANDREOLI, C. V *et al.* **Resíduos sólidos do saneamento: processamento, reciclagem e disposição final.** Projeto PROSAB - RiMa, ABES, 282p.. Rio de Janeiro, 2001.

BIDONE, F. R. A.; POVINELLI, J. **Conceitos básicos de resíduos sólidos.** São Carlos: EESC-USP, 1999. 120p.

BRASIL. **Lei No 12.305 de 2 de Agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm>. Acesso em: 26 abr. 2021.

BRITO, M. L. **Compostagem para a agricultura biológica.** In: Manual de agricultura biológica - Terras de Bouro. Escola Superior Agrária de Ponte de Lima, 2006. Cap. 3, p. 119-138. Disponível em: <http://www.actuar-acd.org/uploads/5/6/8/7/5687387/manual_ab_terras_bouro.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2021.

COELHO, F. C. **Composto orgânico.** Manual técnico, 03. 10 f. 2008. 10f. Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/downloads/riorural/03%20Composto%20Organico.pdf>> Acesso em: 27 abr. 2021.

COSTA, S. S. *et al.* **Manual para implantação de compostagem e de coleta seletiva no âmbito de consórcios públicos.** Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/srhu_urbano/_arquivos/3_manual_implantao_compostagem_coleta_seletiva_cp_125.pdf> Acesso em: 19 abr. 2021.

FERNANDES, F.; SILVA, S. M. S. P. **Manual prático para compostagem de biossólidos.** 1.ed. 84p. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária. Rio de Janeiro, 1999.

FERNANDES, F. *et al.* Automação para o controle da aeração em reator piloto para compostagem do lodo. **Semina: Ciências Exatas/Tecnológicas.** v. 21, n.4, p. 89-94, Londrina, 2000.

GUMUSCU, B. *et al* Complete dissipation of 2,4,6-trinitrotoluene by in-vessel composting. **RSC Advances,** v. 5, n. 64, p. 51812–51819, 9 jun. 2015.

INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto.** Piracicaba, SP. 2012. 171 p.

NOGUERA, J. O. C. Compostagem como prática de valorização dos resíduos alimentares como foco interdisciplinar na educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental,** REGET, v. 3, n. 3, p. 316-325, 2011.

OLIVEIRA, C. L. V. *et al.* **Aprenda Arduino – Uma abordagem prática.** Editora Katzen, 181p. Duque de Caxias, 2018.



PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo.** Viçosa-MG: Editora UFV, 81p. 2007.

SDA/MAPA. **Instrução normativa nº 25 de 23 de Julho de 2009.** Publicado por Secretaria de Defesa Agropecuária/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Diário Oficial da União, p 20, seção 1. 2009.

SILVA, A. G. *et al.* Compostagem aeróbia conjugada de lodo de tanque séptico e resíduos sólidos vegetais. **Engenharia sanitária ambiental.** vol. 13 - nº 4 - out/dez 2008, 371-379. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v13n4/a05v13n4.pdf>> Acesso em 14 abr. 2021.

TANAKA, M. A. *et al.* Tratamento térmico solar da água para controle de fitopatógenos. **Fitopatologia Brasileira.** Brasília, 2003 v. 28, n. 4, p. 386-393. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582003000400007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 abr. 2021.

TEIXEIRA, L. B. *et al.* **Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural.** Belém: Embrapa, 2004, 8 p.



CAPÍTULO 15

AUTOMAÇÃO NA COMPOSTAGEM: UM PROTÓTIPO PARA ACELERAÇÃO DO PROCESSO DE DEGRADAÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA

Gelbis Martins Agostinho, Mestrando em Cognição e Linguagem, UENF, Pesquisador
Jalimar Martins Agostinho Maia, Mestrando em Políticas Sociais, UENF, Pesquisadora
Aline Peixoto Vilaça Dias, Doutoranda e Mestre em Cognição e Linguagem, UENF, Pesquisadora
Carlos Henrique Medeiros de Souza, Professor no Programa de Pós Graduação em Cognição e Linguagem, UENF

RESUMO

A compostagem trata-se de um processo de reciclagem de matéria orgânica. Esse processo pode ser feito de forma manual ou usando equipamentos tecnológicos. O presente artigo trata-se de um recorte do trabalho de conclusão de curso de Bacharel em Engenharia Ambiental no IFFluminense. Neste trabalho o objetivo foi discutir a relação entre compostagem e o uso de um protótipo de uma composteira automatizada, desenvolvido com equipamentos eletrônicos de baixo custo, para promover a aceleração desse processo de degradação da mistura orgânica. Verificou-se que o protótipo de composteira elaborado, pode acompanhar os parâmetros de temperatura e umidade, além de promover a redução da massa orgânica. Conclui-se que esse projeto atende aos objetivos iniciais e abre possibilidades para aperfeiçoamentos.


PALAVRAS-CHAVE: Automação; Compostagem; Educação Ambiental.

INTRODUÇÃO

A técnica de compostagem, quando é feita manualmente, pode levar aproximadamente 120 dias para concluir todo o processo e necessita de dedicação e conhecimento para obter um produto de qualidade. A automação tem a finalidade de dinamizar o trabalho e reduzir os erros que podem ocorrer manualmente e com isso diminuir tempo e custos do processo (FERNANDES; SILVA, 1999).

A prototipagem é o processo de desenvolvimento de um modelo experimental. O protótipo, fruto da prototipagem, possibilita ao seu desenvolvedor efetuar testes para reduzir os riscos operacionais de um projeto. Observar as falhas que possam vir a ocorrer e buscar as possíveis correções é fundamental para que futuramente o protótipo possa se tornar algo real (PRESSMAN, 2011).

Este estudo trata-se de um recorte do trabalho de conclusão de curso de Bacharel em Engenharia Ambiental no IFFluminense cuja finalidade foi abordagem da tecnologia da



automação relacionada a compostagem. Este trabalho restringe apenas a trazer apontamentos a respeito da relação entre compostagem e o uso de um protótipo de composteira, desenvolvido com equipamentos eletrônicos de baixo custo, para promover a aceleração desse processo de degradação da mistura orgânica.

Nesse sentido, foi selecionada para este trabalho a plataforma Arduino, com o intuito de utilizar mecanismos de baixo custo, aprendizagem rápida e que pudesse ser reproduzido por pessoas leigas nesse assunto.


REFERENCIAL TEÓRICO

O Arduino é uma plataforma eletrônica de *hardware*, programável e de código livre que pode ser adaptado para diversos fins (OLIVEIRA *et al.*, 2018). Com ele pode-se criar várias linhas de montagens para projetos experimentais, pois possui diversos mecanismos que permite interagir com o ambiente, por exemplo: sensoriamento da umidade e temperatura do ambiente, leitura de distâncias por sensores ultrassônicos, ativação de motores, displays, reles, etc.

A plataforma Arduino possui diversos segmentos para atividades experimentais e estudos científicos (SOUZA *et al.*, 2011). Essa plataforma já foi utilizada em monitoramento da compostagem (JORDÃO *et al.*, 2017), em monitoramento atmosférico de estações meteorológicas (SILVA *et al.*, 2015), sistemas de irrigação para produção agrícola (ISHIKAWA *et al.*, 2017), automação em controle de luminosidade na construção civil (BRITO *et al.*, 2012), entre outros.

Segundo Castro (2016), sensores são dispositivos eletrônicos, que podem ser analógicos ou digitais, com objetivo de captar determinadas informações do meio em que estão inseridos, como energia cinética, luminosa e térmica. Cada informação recebida pelo sensor é convertida em uma variação de grandeza elétrica como, tensão, corrente ou resistência e interpretada em um dado valor pela placa controladora. Os sensores são utilizados em termômetros digitais, estações meteorológicas, sistemas de segurança residencial, entre outras funcionalidades.

Para Thomazini e Albuquerque (2005), os sensores digitais podem fornecer ao longo do tempo apenas dois valores para a placa controladora que os interpretam como sinal de ligado ou desligado. As grandezas físicas não possuem naturalmente esse padrão de sinal, porém os sensores digitais podem estar associados a um transdutor que possibilita converter uma grandeza física em um sinal de tensão ou corrente, para ser compreendida pelo Arduino como ligado ou desligado, por exemplo: sensores de movimento, velocidade e distância.



Os sensores analógicos são mais complexos que os sensores digitais (POUSO, 2012). Esse tipo de sensor pode assumir quaisquer valores dentro de seu limite de operação (FUENTES, 2005). As grandezas físicas que podem proporcionar maiores mudanças de valores ao longo do tempo são: temperatura, pressão, velocidade, umidade, vazão, força, ângulo, distância, luminosidade, entre outros. Os sensores analógicos são utilizados para monitorar essas grandezas físicas e apresentar os valores medidos para as placas controladoras.

Bolton (2010) acrescenta que o sinal de saída de um sensor de medição pode ser modificado para se tornar adequado para o funcionamento dentro do sistema, ou seja, sinal pode ser analógico e precisar ser transformado em digital e vice-versa.

Os atuadores são dispositivos que recebem ordens diretamente ou indiretamente da placa controladora e interagem sobre o meio em que está exposto. A placa controladora emite um comando elétrico para que o atuador estimule outros dispositivos a executarem suas funções. Estes atuadores são utilizados no controle dos equipamentos relacionados à condução de eletricidade, referentes ao funcionamento de portões eletrônicos, sistema de irrigação automática e demais mecanismos que efetuem uma atividade oriunda de outro dispositivo (WENDLING, 2010).

A placa controladora Arduino, por exemplo, possui limitações no repasse de tensão elétrica entre 3 e 5 volts (V), porém alguns dispositivos operam em tensões superiores ao oferecido. Devido a isso, pode ser necessário a utilização de atuadores para serem empregados como intermediário entre o Arduino e outros dispositivos. O Arduino emite estímulos para o atuador ativar ou desativar uma fonte paralela que suporta tensões acima de 5V, como as de 12V, 110V ou 220V, por exemplo o acionamento de motores elétricos e bombas hidráulicas (CAPELLI, 2014).

METODOLOGIA

Para o desenvolvimento de um protótipo automatizado a ser utilizado para a compostagem, considerando os fatores influenciadores do processo de compostagem, foi proposta uma metodologia organizada em 4 macro etapas, que são: elaboração do projeto e construção do protótipo, localização do experimento, definição dos materiais a ser utilizado no processo de compostagem e acompanhamento operacional de coleta dos dados em um período de 10 dias.

ELABORAÇÃO DO PROJETO E CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

O protótipo de composteira atuou sobre a aferição de parâmetros de uma mistura orgânica, a fim de providenciar a atividade de reviramento no processo de compostagem, de forma a oxigenar e resfriar a matéria orgânica em seu interior. Para tal, sensores efetuaram a leitura de parâmetros internos como a temperatura e a umidade da mistura orgânica. Mediante os dados obtidos, a plataforma de prototipagem promove o armazenamento destes dados em um cartão de memória, além de determinar o acionamento de um motor, quando necessário, para atuar sobre a ação do reviramento da mistura.

Para fins de organização, a montagem do protótipo foi dividida em definição dos materiais para montagem do mesmo e o desenvolvimento do *software* para a integração de todos esses elementos.

Para a construção do protótipo de composteira, foi levado em consideração que materiais e equipamentos eletrônicos de baixo custo e de fácil acesso fossem utilizados, de modo a permitir que pessoas comuns encontrem todo material aplicado neste trabalho em oficinas mecânicas, ferros-velhos e lojas de componentes eletrônicos por preços mais acessíveis.

O protótipo de composteira foi construído utilizando-se de um tambor de óleo (Figura 1) vazio com capacidade de 200 litros, duto de aço, hastes metálicas e rolamentos.

Figura 1: Tambor de óleo com capacidade para 200 litros.

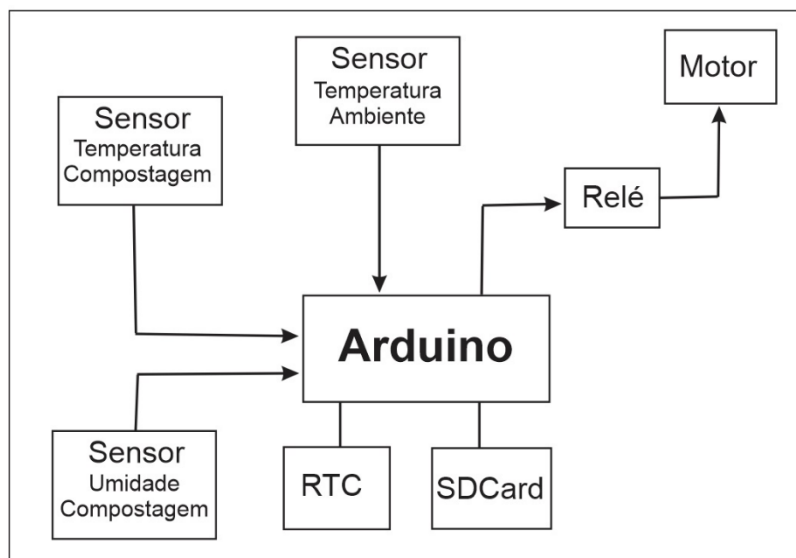


Fonte: Autoria própria.

O mecanismo de automação foi estruturado por componentes eletrônicos e mecânicos composto por: placa Arduino, shield temporizador, sensores de temperatura e umidade, relé, motor elétrico 12 V, conforme mostrado na Figura 2. Além disso, foi utilizado uma correia de

alternador automotivo e estrutura de metal como suporte de sustentação do protótipo de composteira.

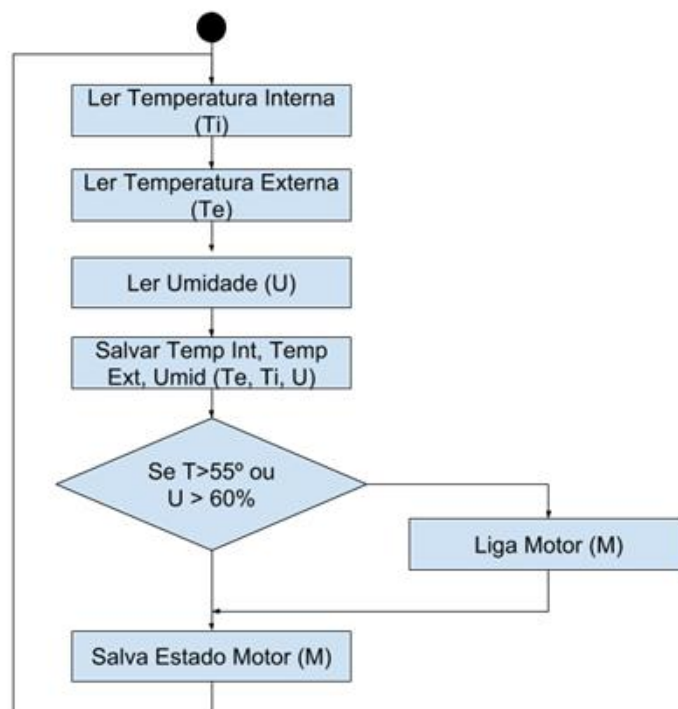
Figura 2: Esquema de automação do protótipo de composteira.



Fonte: Autoria própria

O desenvolvimento do *software* foi confeccionado no *sketch* de programação da plataforma Arduino, uma vez que o mesmo interpreta os comandos em linguagem C++ e encaminha as ações atribuídas para o *hardware* operar eletronicamente. As rotinas a serem executadas estão descritas conforme o fluxograma da Figura 3.

Figura 3: Fluxograma para o desenvolvimento do *software*.



Fonte: Autoria própria.

No desenvolvimento do código foi necessário usar algumas bibliotecas específicas como: a “*OneWire*”, responsável pela comunicação dos sensores digitais com o Arduino, a “*DallasTemperature*” que é específica para o sensor DS18B20, a “*DHT*” para o sensor de temperatura e umidade externa, a “*RTCLib*” para horário dos eventos e “*Sdcard*” para guardar as informações no *DataLogger Shield*.

MONTAGEM DO PROTÓTIPO DE COMPOSTEIRA

Inicialmente o tambor de 200L sofreu as modificações necessárias para adaptação do projeto. Um corte circular com 30mm de diâmetro foi feito no centro das extremidades planas da estrutura do tambor (Figura 4A) e uma única abertura com 30x20cm na parte lateral (Figura 4B), sendo que esse material cortado foi utilizado como entrada de resíduos do protótipo de composteira. Além disso, um aro de bicicleta de tamanho 26” foi soldado na lateral do tambor de 200 litros (Figura 4C) com a finalidade de ser usado como polia da correia que proporciona a rotação do protótipo de composteira.

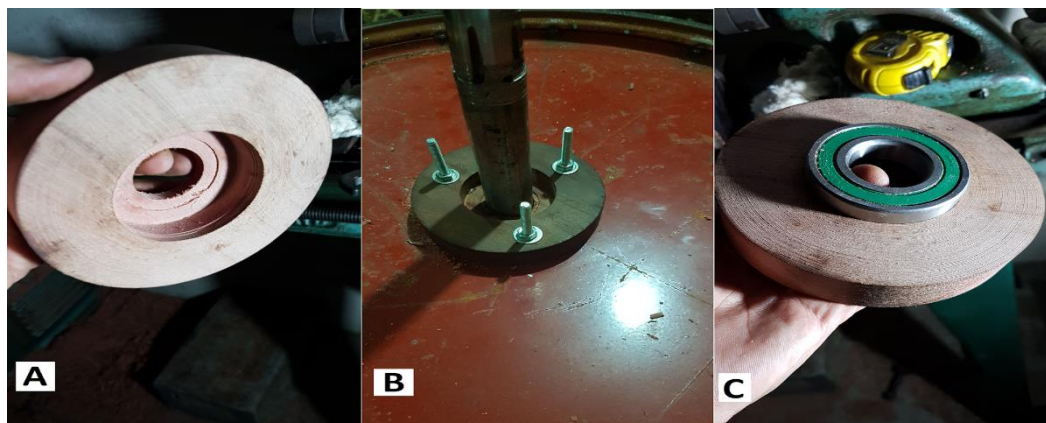
Figura 4: Alterações sobre o tambor de 200 litros.



Fonte: Autoria própria

Para que o protótipo de composteira possa girar sobre o seu eixo central fixo, foi necessário a fabricação de um mancal específico (Figura 5A) para auxiliar a rotação do tambor de forma que o eixo central permanecesse estático. O mancal com 25mm de espessura é preso na parte externa do protótipo de composteira e apoiado sobre o eixo central (Figura 5B). Foram utilizados dois rolamentos usados do tipo 6206 com diâmetro de 30mm interno e 62mm externo (Figura 5C).

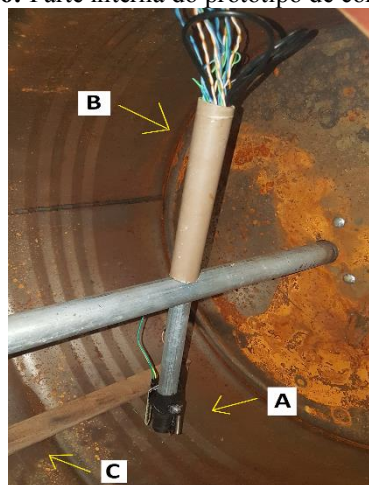
Figura 5: Mancal utilizado auxiliar a rotação do protótipo de composteira



Fonte: Autoria própria

Para a parte interna usou um tubo de aço 30mm de diâmetro com 1000mm de comprimento como eixo central de rotação do protótipo de composteira. Tubos de menor diâmetro (15x200mm) foram acopladas ao eixo central (Figura 6), sendo a parte inferior para utilização dos sensores (A) e a superior para entrada de oxigênio e manutenção dos fios elétricos (B). Além disso, barras de madeira com dimensões de 20x40x800mm foram presas na parede interna do protótipo de composteira (C) para auxiliar no reviramento do composto.

Figura 6: Parte interna do protótipo de composteira



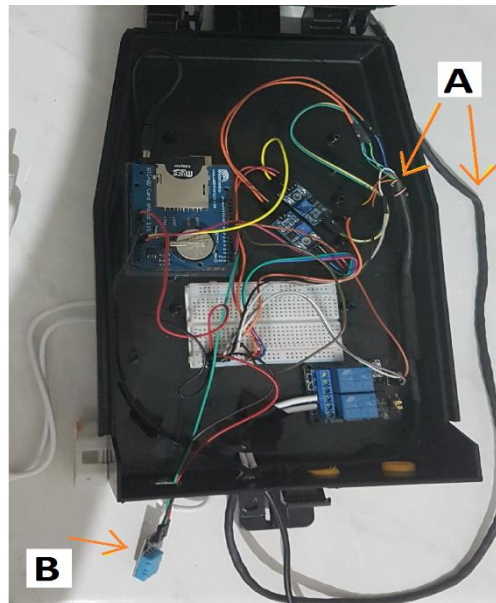
Fonte: Autoria própria

Os componentes eletrônicos responsáveis pela automação, foram instalados de forma a atender aos objetivos do projeto. Os sensores de temperatura digital DS18B20 e umidade LM393 foram instalados nas extremidades inferiores dos tubos mais finos (Figura 6B) dentro do protótipo.

Uma caixa de proteção foi usada para proteger os componentes sensíveis da plataforma de prototipagem. Os fios ligados aos sensores dentro do protótipo de composteira, percorrem pela parte interna desses tubos até a caixa de proteção (Figura 7). Para a medição da temperatura do ambiente externo, o sensor DHT11 foi instalado ao lado de fora da caixa de proteção (Figura

7B). A plataforma de prototipagem foi acoplada de forma isolada às estruturas do protótipo de composteira e alimentados por uma fonte de energia externa.

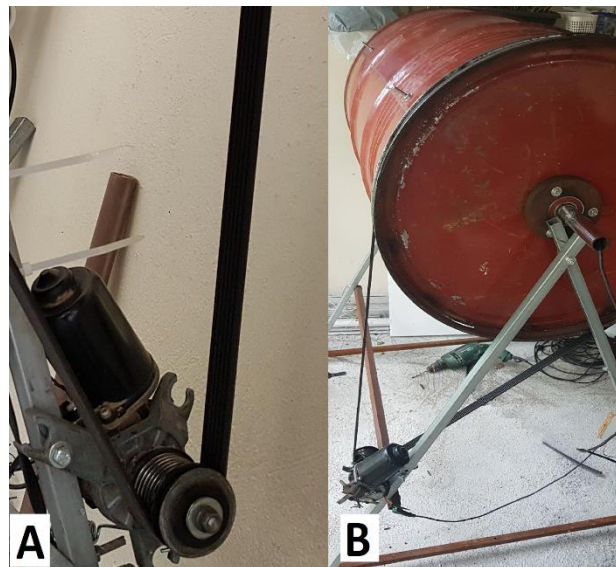
Figura 7: Caixa protetora da plataforma de prototipagem



Fonte: Autoria própria

O motor elétrico acoplado a uma das pernas do protótipo de composteira, quando acionado atua sobre uma polia presa ao seu eixo (Figura 8A). Uma correia envolvendo a polia e o tambor é usado para promover o giro do protótipo de composteira (Figura 8B).


Figura 8: Correia entre a polia e o tambor



Fonte: Autoria própria

LOCALIZAÇÃO DO SISTEMA EXPERIMENTAL

Dois fatores importantes foram considerados para a localização do protótipo de composteira, a não exposição excessiva aos fatores ambientais externos e facilidade de acesso.



Raios solares e/ou chuva incidindo diretamente ao protótipo de composteira podem influenciar tanto na formação do composto quanto no funcionamento dos mecanismos eletrônicos. Quanto à facilidade de acesso, é importante que o protótipo de composteira encontre-se em local de fácil e rápido acesso para coleta de amostras para análise, para o monitoramento do processo e para manutenção dos equipamentos.

Desta forma, foi utilizada uma área coberta do prédio de laboratórios, bloco C, do Campus Campos Guarus do Instituto Federal Fluminense, no município de Campos dos Goytacazes-RJ, para instalação deste protótipo. O protótipo de composteira permaneceu em uma área bastante arejada e protegida da chuva e raios solares.

RESÍDUOS ORGÂNICOS UTILIZADOS

No ensaio para verificar o funcionamento do protótipo de composteira automatizado foram utilizados resíduos orgânicos formados por material de poda de árvores e sangue bovino. O material de poda consistia em pequenos galhos picados e folhagem com granulometrias variadas. O resíduo de sangue bovino, proveniente de frigoríficos, foi doado pela empresa GR AGRÁRIA (Sede em Travessão de Campos, 7º Distrito de Campos dos Goytacazes), que trabalha com esses materiais para produção de composto orgânico em escala comercial.

De acordo com Brito (2006), será usado a relação entre carbono e nitrogênio próxima a 30:1 como a ideal para o processo de compostagem. O mesmo informa que a massa, a umidade, as porcentagens de carbono e nitrogênio das amostras, são os fatores necessários para calcular a quantidade de cada material usado na compostagem.

UMIDADE

A umidade foi monitorada eletronicamente, porém como controle e observação do adequado funcionamento do sensor, em períodos de 2 em 2 dias, o teor de umidade foi calculado manualmente segundo o método gravimétrico descrito pela AOAC (1995). Em recipientes de porcelana, foram pesados 100g de amostra e encaminhados para estufa a 105°C por 8 horas. Após o resfriamento em dessecador para resfriar até a temperatura ambiente foram pesadas e calculadas úmida conforme a equação (1A) de umidade em base úmida. A equação de umidade em base seca (1B) foi utilizada segundo os estudos de Gumuscu *et al.* (2015) e Brito (2006).

$$Uu = \frac{(A-B) \times 100}{(A-C)} \quad (1A)$$

$$Uu = \frac{(A-B) \times 100}{(B-C)} \quad (1B)$$

Onde:

Uu = umidade em base úmida;

Us = umidade em base seca;

A = peso cápsula + amostra;

B = A, após a estufa;

C = Peso cápsula.

VOLUME DE SANGUE RESIDUÁRIO A SER UTILIZADO

Para o teor de carbono considerou-se os estudos de Mihelcic e Zimmerman (2015) que informam que os resíduos de galhos e folhas possuem em sua massa seca, aproximadamente 0,5% de nitrogênio e razão C:N em torno de 41 respectivamente. Já para o sangue, foram utilizados os dados de análise química de sangue residual de abatedouros (COSTA, 2017). Os dados dessa análise são mostrados na tabela 1.

Tabela 1 - Análise química de sangue residual de abatedouros

pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	C		Fe	Cu	Zn	Mn	U
						g Kg ⁻¹		mg Kg ⁻¹				%
6,2	139	1,49	3,10	0,16	0,03	355,2		911	6	35	4	88

Fonte: Costa (2017).

Para obter a quantidade necessária de sangue residual a ser utilizado na compostagem, a fim de atingir aproximadamente a relação C/N de 30:1, foi utilizado a Equação (2), baseados em Gumuscu *et al.* (2015) e Brito (2006).

$$\frac{C}{N} = \frac{(P_1 [C_1 (100 - U_1)]) + (P_2 [C_2 (100 - U_2)]) + \dots}{(P_1 [N_1 (100 - U_1)]) + (P_2 [N_2 (100 - U_2)]) + \dots} \quad (2)$$

Onde:

P = peso amostra;

C = % de Carbono;

N = % de Nitrogênio;

U = Umidade.



VOLUME DO RESÍDUO

O volume de resíduos compôs a metade da capacidade total do tambor do protótipo de composteira. Dessa maneira, permitiu a automação do sistema, trabalhar com carga adequada para efetuar a oxigenação da matéria orgânica e também a homogeneização do resíduo quando necessária. Em função disso, foi utilizado um total de 15,6Kg de massa de poda e adicionados de 4 litros de sangue, chegando a 104 litros de volume total do material dentro do protótipo de composteira.

MONITORAMENTO DOS DADOS

A aferição da temperatura do ambiente exterior do protótipo de composteira e da massa orgânica no interior, efetuada de forma manual, foi operando um termômetro de mercúrio com escala de 0 °C à 100 °C com ponta de 10cm, no período da manhã e da tarde, sendo que em dias intercalados. A aferição externa foi observando o indicativo de mercúrio antes de inserir o instrumento no protótipo de composteira e a interna após inserir a ponta do termômetro na massa do composto e aguardando 5 minutos para estabilização do indicativo da temperatura. A umidade monitorada de forma manual, foi utilizando o método de aferição em base úmida (seção 3.3.1), sendo coletadas 3 amostras com 100g para aferição em dias intercalados.

A leitura feita automaticamente pelos sensores de umidade e temperatura, segundo o fluxograma (Figura 3), foram registradas a cada minuto, armazenadas em um cartão SD na plataforma de prototipagem e transferidas manualmente para um computador. Assim foi possível observar os dados com maior detalhamento sobre a temperatura e umidade no ensaio do protótipo de composteira.

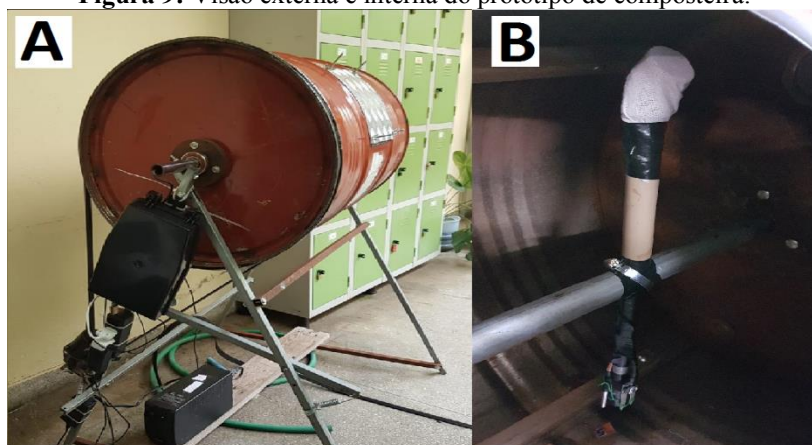
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse presente trabalho, primeiramente buscou-se obter os materiais para construção do protótipo para compostagem. Após a montagem do protótipo de composteira, foi realizada a verificação do funcionamento mecânico e eletrônico. Na sequência foi inserida a mistura orgânica no protótipo de composteira e acompanhamento dos resultados desse trabalho.

CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO DE COMPOSTEIRA

Após a confecção das peças e montagem do protótipo para compostagem, observou-se que o protótipo de composteira construído obteve conformidade segundo a representação gráfica (Figura 12), destacando-se a vista externa do protótipo (Figura 18A) e os sensores posicionados estaticamente no interior do protótipo de composteira (Figura 9B).

Figura 9: Visão externa e interna do protótipo de composteira.



Fonte: Autoria própria

Em relação ao projeto estrutural inicial da composteira, foi necessário inserir um braço de tensionamento dinâmico (Figura 10A) para tensionar a correia utilizada para girar o tambor do protótipo de composteira. Além disso, utilizou-se molas presas ao motor (Figura 10B) de forma a contrapor a torção provocada em uma das pernas de apoio da composteira, mantendo o tensionamento da correia.

Figura 10: Braço e mola utilizados para tensionamento da correia do motor.



Fonte: Autoria própria.

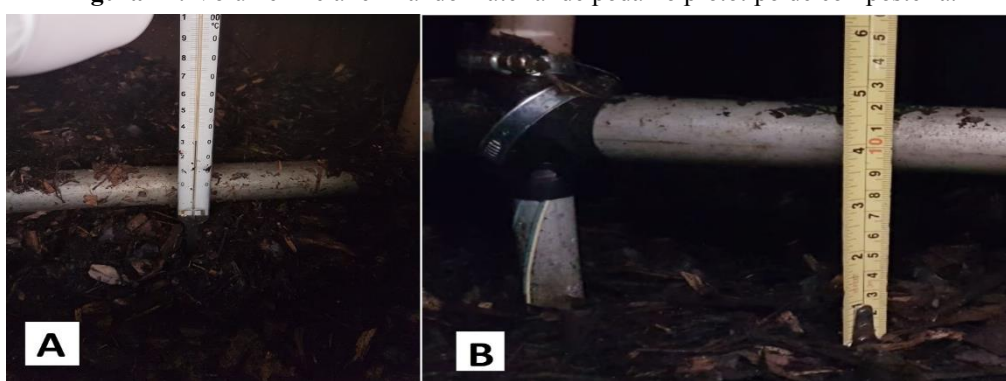
MASSA E VOLUME

A quantidade da mistura utilizada no composto foi de 19,6 kg, após 10 dias no protótipo de composteira a massa quantificada foi de 16,340 Kg, correspondendo uma perda 16,7%. Durante a retirada do composto para aferição da massa, foi notado o odor de amônia. Nessa direção Fernandes e Silva (2009) informa que a volatilização da amônia (NH₃) ocorre pelo

excesso de nitrogênio, indicando que quantidade de sangue residual utilizado pode ter sido alcançado uma relação C/N superior a 30.

O volume inicial foi de, aproximadamente, 104 litros e ao final do período de compostagem foi de 62 litros, com uma redução de aproximadamente 40%, nesse sentido Inácio e Miller (2009) informam que a atividade metabólica dos microrganismos na compostagem promovem a redução do volume. Outra forma de evidenciar a redução de volume foi analisando a altura da mistura no interior do protótipo de composteira, conforme a Figura 11A na altura do eixo central, e ao fim do ensaio a Figura 11B observa-se o rebaixamento da massa em torno de 10 cm.

Figura 11: Volume inicial e final do material de poda no protótipo de composteira.

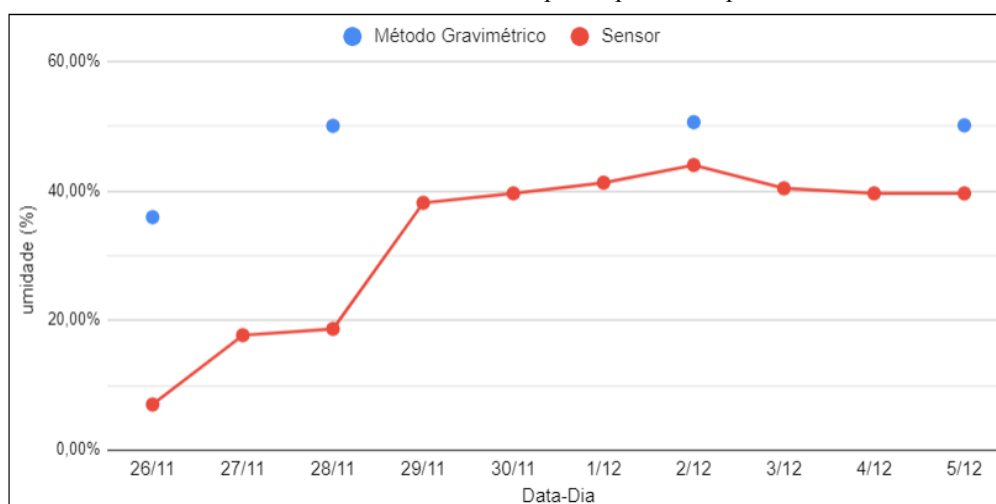


Fonte: Autoria própria.


TEOR DE UMIDADE

O teor de umidade em base úmida foi utilizado para o acompanhamento do ensaio. O Gráfico 1, exibe o valor do teor de umidade determinado pelo método gravimétrico e a umidade registrada pelo sensor interno.

Gráfico 1: Teor de umidade do protótipo de composteira.



Fonte: Autoria própria.



A primeira amostragem para o teor de umidade foi efetuada sem o sangue agregado à massa do material da compostagem. Dessa forma, pôde-se observar que a elevação da umidade acontece após a adição de sangue. Observou-se também que a aferição da umidade utilizando o método gravimétrico se manteve constante após a segunda coleta. Já a leitura automática dos dados adquirida pelo sensor mostrou maior distância no início, tendendo a aproximar-se dos dados coletados manualmente nos últimos dias do experimento. Rabelo *et al.* (2014) ressaltam que o sangue é um meio de cultura muito nutritivo para microrganismos e a oleosidade do sangue pode alterar a condutividade elétrica no meio.

De modo geral, a inserção do sangue na massa de poda, promoveu a elevação da umidade do composto e logo após se manteve constante. Isso indica que o ambiente fechado do protótipo de composteira dificultou a perda da umidade para o meio externo, mantendo a umidade em torno dos 50% durante os dias subsequentes. Pereira Neto (2007) recomenda a faixa de umidade em torno dos 55% como ideal para o processo de compostagem, uma vez que favorece os processos bioquímicos de decomposição da matéria orgânica.

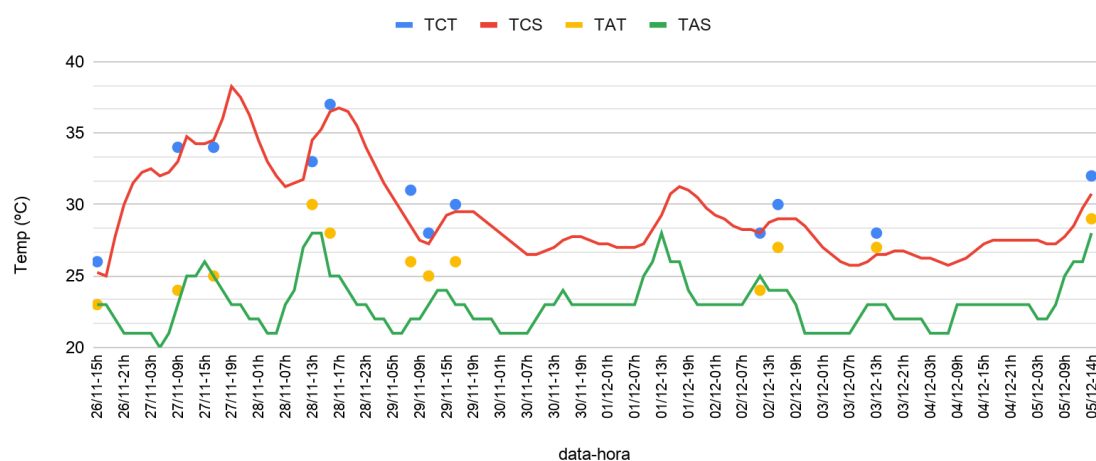
TEMPERATURA

A elevação da temperatura após a inserção de sangue nos primeiros momentos deste ensaio ocorreu em acordo com o que foi descrito por Fernandes e Silva (1999) e Pereira Neto (2007). No entanto, a temperatura não atingiu o valor ideal para a fase termofílica de degradação ativa da matéria orgânica, o que pode ter provocado o retardamento da atividade biológica e prejudicado o processo de compostagem.

O Gráfico 2 retrata a temperatura do composto e do ambiente fora do protótipo de composteira medidas com o termômetro de mercúrio e a registrada eletronicamente, onde TCT representa a Temperatura da Compostagem pelo Termômetro, TCS a Temperatura da Compostagem pelo Sensor, TAT a Temperatura do Ambiente pelo Termômetro e TAS a Temperatura do Ambiente pelo Sensor.

Notou-se que as temperaturas aferidas com o termômetro, seguiram um mesmo padrão das lidas pelos sensores, indicando pouca variação entre os dados adquiridos. É importante ressaltar que o sensor de temperatura ambiente foi acoplado abaixo da caixa de componentes, de modo a preservá-lo da incidência de luz, e assim, obter dados mais próximos sobre a temperatura ambiente. Isso pôde ter gerado maior variação entre os dados de temperatura ambiente coletados pelo sensor e os coletados manualmente com o termômetro.

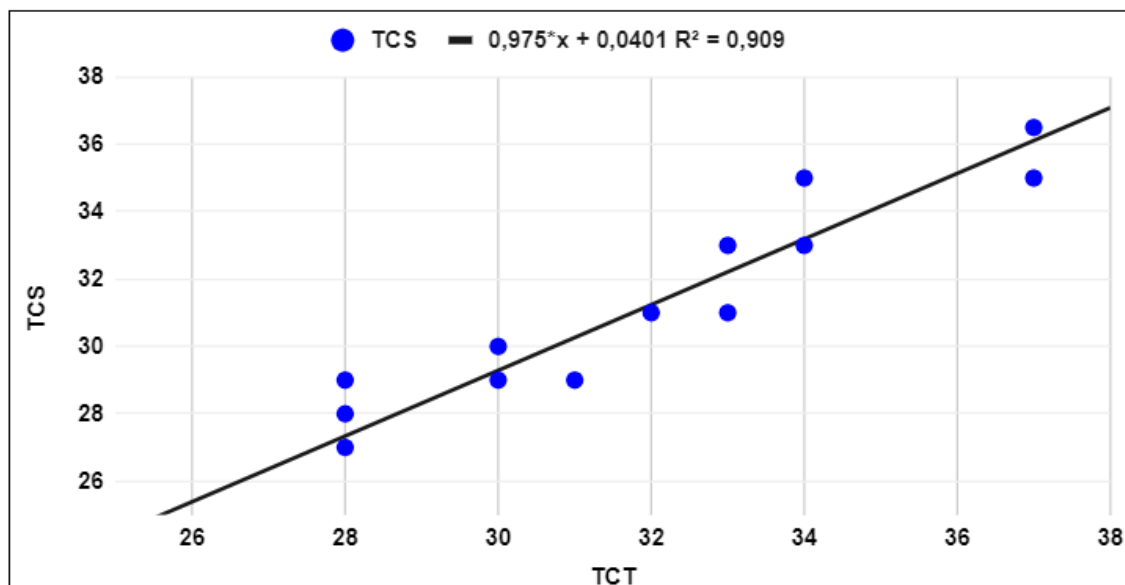
Gráfico 2: Temperaturas internas e externas do protótipo de composteira.



Fonte: Autoria própria.


A proximidade entre os dados da temperatura dentro da mistura aferida pelo sensor e as medidas com o uso do termômetro, também pôde ser evidenciada em um diagrama de dispersão. O Gráfico 3 informa o quanto as duas temperaturas estão associadas, indicando uma correlação linear positiva.

Gráfico 3: Dispersão das temperaturas na mistura.



Fonte: Autoria própria.

Notou-se também, que a elevação da temperatura ocorreu após a adição de sangue ao material de poda no primeiro dia de ensaio do protótipo de composteira. Com o termômetro e o sensor foram registrados no segundo dia pela manhã e tarde temperaturas próximas de 35 °C. Porém a elevação da temperatura próxima de 38 °C no início da noite e a queda posterior da temperatura em torno dos 32 °C, foram registradas somente pelo sensor. Na sequência observou-se um novo aumento da temperatura, isso ocorreu após o reviramento do material



promovido pelo acionamento do motor de forma manual, uma vez que a temperatura ou umidade não alcançaram o limite de 55 °C e 60% respectivamente, indicados na programação (seção 3.1.2).

O particulado de menor tamanho, como partes divididas de folhas pertencentes ao material, pôde ter dificultado o processo de aeração, impedindo o processo de degradação e aumento da temperatura (KIEHL, 2012), ao passo que o aumento da temperatura subsequente ao reviramento, deve-se ao fato que o material foi oxigenado, favorecendo a ação dos microrganismos aeróbicos presentes no composto (PEREIRA NETO, 2007).

Segundo Noguera (2011) a integridade e eficiência dos microrganismos é estimulada pelo fluxo de ar que passa pela massa orgânica. A quantidade de fios que ligam os sensores à plataforma de prototipagem pode ter dificultado a circulação de ar nos dutos do protótipo de composteira, afetando a atividade biológica dos microrganismos nos dias subsequentes desse trabalho.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos chegou-se a conclusão que foi possível construir um protótipo de composteira capaz de monitorar a temperatura e umidade do material orgânico na fase inicial do processo de compostagem.


O sensor de temperatura dentro da mistura mostrou-se mais eficaz para monitorar o processo de compostagem e o sensor de umidade demonstrou um potencial para o monitoramento da mistura, uma vez que os resultados do teor de umidade se aproximaram ao final desse experimento.

Quanto aos materiais utilizados para a elaboração do protótipo de composteira, o mancão do eixo central e a porta de entrada de resíduos reagiram conforme esperado, mas é consideravelmente relevante para trabalhos futuros alguns pontos como, a estabilidade e corrosividade do material utilizado e a passagem de ar nos dutos para aeração adequada durante o processo de compostagem.

Diante do exposto, o protótipo dessa composteira automatizada pode ser utilizado para aprofundar as pesquisas abordando a qualidade do composto, assim como em automação e monitoramento do processo em novas pesquisas acadêmicas. O aperfeiçoamento desse modelo torna-se favorável à redução do descarte inadequado dos resíduos orgânicos e ao reaproveitamento desses como complemento para a nutrição de solos.

REFERÊNCIAS

- AOAC. **Official methods of analysis**. 16 ed. Arlington: AOAC International, 1995.
- BOLTON, W. **Mecatrônica - Uma Abordagem Multidisciplinar**. 4. ed. Bookman, 2010.
- BRITO, M. A. G. *et al.* Sistema automático para o controle eficiente de iluminação para múltiplas lâmpadas fluorescentes. **Revista Sba Controle & Automação**, Campinas, v. 23, n. 4, p. 439-452, 2012.
- CAPELLI, B. M. **Desenvolvimento de uma estufa controlada e monitorada remotamente**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2014.
- CASTRO, L. H. M. **O uso do Arduino e do Processing no Ensino de Física**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) UNIRIO - Instituto de Biociências. Rio de Janeiro, 2016.
- COSTA, R. M. S. **Compostagem de material de poda urbana enriquecido com sangue residual de abatedouros**. 50f. Monografia (Bacharel em Engenharia Ambiental) Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Fluminense/Campus Campos Guarus, 2017.
- FERNANDES, F.; SILVA, S. M. S. P. **Manual prático para compostagem de biossólidos**. 1.ed. 84p. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Ambiental e Sanitária. Rio de Janeiro, 1999.
- FUENTES, R. C. **Apostila de automação industrial**. Curso de Eletrotécnica - Universidade Federal de Santa Maria RS. Santa Maria, 2005. Disponível em: <http://coral.ufsm.br/beltrame/arquivos/disciplinas/medio_automacao_industrial/Apostila_Unidade_2-4.pdf> Acesso em 09 abr. 2021.
- GUMUSCU, B.; GEKMECELIOGLU, D. TEKINAY, T. **Complete dissipation of 2,4,6-trinitrotoluene by in-vessel composting**. **Royal Society of Chemistry Advances RSC Adv.**, 2015, 5, 51812-51819.
- INÁCIO, C. T.; MILLER, P. R. M. **Compostagem: ciência e prática para a gestão de resíduos orgânicos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 156 p.
- ISHIKAWA, R. H. *et al.* Sistema de Irrigação Automática com Arduino. **Revista Univap**, v. 22, n. 40, p. 472, 2017.
- JORDÃO, M. D. *et al.* **Estação automática de baixo custo para monitoramento de temperatura da compostagem**. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.11, p.809-813, 2017.
- KIEHL, E. J. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba, SP. 2012. 171 p.
- MIHELICIC, J. R.; ZIMMERMAN, J. B. **Engenharia Ambiental - Fundamentos, Sustentabilidade e Projeto**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2018.
- NOGUERA, J. O. C. Compostagem como prática de valorização dos resíduos alimentares como foco interdisciplinar na educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, REGET, v. 3, n. 3, p. 316-325, 2011.



OLIVEIRA, C. L. V. *et al.* **Aprenda Arduino – Uma abordagem prática.** Editora Katzen, 181p. Duque de Caxias, 2018.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem: processo de baixo custo.** Viçosa-MG: Editora UFV, 81p. 2007.

POUSO, M. T. P. **Sistema de automação e controle de um sistema de irrigação.** Trabalho de conclusão de curso. Centro Universitário de Brasília - UniCEUB. Brasília, 2012.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de Software: uma abordagem profissional.** 7. ed. Pearson Makron Books. São Paulo, 2011.

RABELO, M. H. S.; SILVA, E. K.; PERES, A. P. Análise de Modos e Efeitos de Falha na avaliação dos impactos ambientais provenientes do abate animal. **Engenharia Sanitaria Ambiental.** v. 19, n. 1, p. 79-86, Janeiro, 2014 .

SILVA, R.B. *et al.* Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. **Revista Brasileira de Ensino Física.**, v. 37, n. 1, 1505, São Paulo, 2015.

SOUZA, A. R. *et al.* A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino Física.** v. 33, n. 1, p. 01-05. São Paulo, 2011

THOMAZINI, D.; ALBUQUERQUE, P. U. B. **Sensores Industriais – Fundamentos e Aplicações.** Érica, 4^a ed. 17p. São Paulo, 2005.

WENDLING, M. **Sensores.** Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus de Guaratinguetá, 2010. Disponível em: <<http://www2.feg.unesp.br/Home/PaginasPessoais/ProfMarceloWendling/4---sensoresv2.0.pdf>>. Acesso em: 02 Mar. 2021.



CAPÍTULO 16

A UTILIZAÇÃO DE MATERIAIS REGIONAIS E RECICLADOS NA CONSTRUÇÃO DE CASAS FLUTUANTES

Helisson de Jesus Costa, Especialista em Tecnologias e Ensino de Matemática, Professor de Matemática, Professor autônomo, Abaetetuba-PA, Brasil

Pedro Paulo Santos da Silva, Doutorado em Educação em Ciências e Matemática, Professor de Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Belém, DEPRO, Departamento de Professores Belém, PA - Brasil

Allan Almeida Dias, Mestrado em andamento em Engenharia Civil, Engenheiro Civil, Estudante Belém, PA, Brasil

Haroldo da Costa Maciel, Técnico em Edificações, Abaetetuba, PA, Brasil


RESUMO

O propósito principal deste trabalho é promover o desenvolvimento de habilidades técnicas para a edificação de estruturas flutuantes utilizando materiais de construção existentes na própria região. Busca desenvolver habilidades para preparar projetos de construção naval e promover a integração entre docentes, discentes e comunidade através da exposição de trabalhos ligados a ciência e a tecnologia, possibilitar a toda a comunidade escolar o desenvolvimento de uma formação integrada, onde o processo ensino-aprendizado tenha como base a realidade dos educandos, o meio social onde vive e as construções de artefatos ligados a novas tecnologias. Para efetivar as ações foram organizadas entrevistas com carpinteiros navais da região para obtenção de informações qualificadas que permitam a escolha de materiais adequados para a construção de uma base flutuante utilizando os diferentes tipos de madeiras de lei de baixa densidade existentes na região que permitem a sua flutuação na água. A realização de testes de empuxo e de carga com material flutuante como garrafas PET, tambores de plástico e rolos de miriti ajudarão na preparação das plantas baixas da casa modelo e nos cálculos necessários para dimensionar e quantificar o material adequado para suportar o peso da estrutura da construção. A execução desta proposta produzirá impactos no campo financeiro e econômico com incentivo à qualificação de mão de obra local, podendo aumentar a oferta de empregos na área da construção. No âmbito institucional estimulará a produção de artigos científicos, a publicação em periódicos e apresentação de trabalhos em eventos científicos. e no aspecto ambiental atuará na salvaguarda e preservação do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Habitação, Casa Flutuante, Sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Entre os problemas centrais das comunidades ribeirinhas destaca-se a dificuldade de construir habitações que sejam adaptadas as situações adversas produzidas pelos fenômenos naturais como é o caso das marés e das chuvas que provocam a erosão das margens e o assoreamento dos rios, além disso, fatores provocados pela ação do homem como é o caso do



desmatamento desordenado e da poluição dos rios, que são produzidos em muitas ocasiões pela falta de saneamento básico das cidades e pelo despejo de resíduos de materiais das fábricas e grandes indústrias direto nas águas dos rios.


Dentro deste contexto destacamos o município de Abaetetuba, situado na mesorregião do nordeste Paraense, microrregião de Cametá, recortado territorialmente por uma grande quantidade de rios de hidrografia bastante diversificadas. Levando em conta a localização geográfica do município e considerando que um elevado contingente populacional está distribuído nas suas diversas ilhas, o que torna a densidade populacional concentrada em grande escala nas regiões ribeirinhas. Deste modo a grande maioria da população Abaetetubense reside próximo de rios e longe da sede do município e está sujeita as diversidades do tempo e possui grandes dificuldades para edificar construções com condições de produzir energia, água potável e saneamento básico.

Baseado nestas informações passamos a considerar a elaboração de projetos de pesquisa e extensão que visem a edificação de casas flutuantes utilizando materiais reciclados e/ou outros materiais existentes na própria região e que possam ter uma conotação mais ecológica, isto é, ligadas ao meio ambiente e que possam vir a se tornar objetos de estudo e de pesquisa de alunos e professores do IFPA-Campus Abaetetuba para fomentar o desenvolvimento de tecnologias para a construção de casas autossustentáveis planejadas especificamente para regiões ribeirinhas.

Em princípio utilizaremos o Rio Jarumã que passa no terreno onde está edificado o prédio do IFPA-Campus Abaetetuba como nosso campo de pesquisa que servirá para a realização de experimentos visando a construção de uma casa flutuante modelo. Este protótipo servirá de referência para pesquisas de técnicas de construção e testes com materiais de construção existentes na região.

A construção da casa modelo será de extrema importância para o aperfeiçoamento dos profissionais da área além de promover a melhoria da qualidade e das técnicas de construção irá proporcionar aos futuros técnicos em edificações a aquisição de conhecimentos específicos e o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para serem aplicadas na construção dessa modalidade de habitação.

A Ideia de construir uma casa flutuante autossustentável está associada com aquisição de competências para desenvolvimento de tecnologias capazes de promover a geração de sua própria energia e também de produção de água potável a partir da chuva e do próprio rio. Outro



aspecto relevante e a pesquisa para resolver os problemas de saneamento como é o caso do destino a ser dado ao lixo, aos resíduos sólidos produzidos pelos moradores, assim como a produção da água que será utilizada para as tarefas diárias.


As pesquisas aliadas à execução das diversas etapas do processo de construção proporcionarão aos alunos do curso de edificações a aquisição de habilidades e competência técnica para a construção desse tipo de habitação tornando-os aptos a desenvolver metodologias de trabalho e estratégias adequadas para atender as demandas da comunidade local. A execução deste projeto possibilitará a apresentação de atividades acadêmicas, tecnológicas e científicas sobre o tema e promoverão a participação efetiva não só de educadores mas também de educandos no processo de desenvolvimento profissional dinamizando as atividades acadêmicas e o processo de formação dos futuros profissionais da área de edificações do IFPA-Campus Abaetetuba.

Deste modo torna-se fundamental promover e incentivar a participação da comunidade, dos alunos e dos professores no projeto que está sendo realizado ao longo deste ano. A busca por alternativas que sejam capazes de atender a demanda habitacional da população ribeirinha já está promovendo o aperfeiçoamento profissional dos bolsistas envolvidos pois tem dado vazão a uma série de processos técnicos que ensejam a necessidade de pesquisa e busca de participação de profissionais de diversas áreas de conhecimento que acabam sendo envolvidos de forma direta ou indireta na construção deste tipo de habitação.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A utilização de casas flutuantes em diversas partes do mundo é bastante conhecida e já existe uma tecnologia para a sua construção utilizando materiais recicláveis como garrafas pet e outros materiais que flutuam. Entretanto dependendo da utilização a qual ela se destina pode se tornar nociva ao meio ambiente como ocorreu recentemente no rio Paraná, de acordo com Beto Roncolato:

[...] Os pescadores podem ficar no local por semanas. Algumas casas são mais confortáveis, equipados com água aquecida, ar-condicionado e antena parabólica. As casas flutuantes ficam ancoradas numa área de preservação do Rio Paraná, próximo à cidade de Paulicéia, estado de São Paulo. Um local estratégico, onde há grande concentração de peixes, mas, segundo ambientalistas, a presença do homem causa danos irreparáveis à natureza, impedindo a regeneração natural, afetando a vida aquática e a fauna terrestre. Outra preocupação dos ambientalistas é com a possibilidade de que no futuro, todas as casas flutuantes que não puderem ser aproveitados para pesca, sejam abandonados pelos donos no meio do rio. Essa situação chamou a atenção do Ministério Público Federal, que entrou com uma ação contra os donos das casas flutuantes e contra a Marinha do Brasil, que concede as autorizações para o uso dessas embarcações. Segundo o Procurador da República, Luiz Roberto Gomes, o Ministério Público Federal quer que a União suspenda a



concessão de autorizações, que cancele as autorizações já concedidas e que os proprietários dos dispositivos flutuantes os retirem do Rio Paraná. O comandante da Marinha na região defendeu a posição da instituição. Enquanto isso, novas casas flutuantes já estão prontas para serem levadas ao rio.

Segundo a revista inovação tecnológica “O Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá (IDSM) realiza pesquisas para desenvolver técnicas de construção de casas flutuantes ambientalmente corretas e já possui 16 bases flutuantes de pesquisa nas Reservas de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá e Amanã, cogeridas pela organização em parceria com o governo do Amazonas.”

O desafio é tornar as casas flutuantes autossustentáveis e para isso se faz necessário a formação de grupos de pesquisa multidisciplinares para buscar soluções econômicas no que se refere a geração de energia elétrica a partir da luz solar. Segundo explica Josivaldo Modesto, coordenador de operações do Instituto Mamirauá "A água das torneiras e chuveiros é captada da chuva e do próprio rio sobre o qual a construção está instalada. Filtros garantem que a água esteja limpa para o consumo em tanques que permitem armazenar até 5.700 litros". Materiais alternativos também são usados para edificação de estruturas de cobertura.


Diante destes fatos e considerando que o município de Abaetetuba é composto por uma grande quantidade de ilhas com muitos moradores na região ribeirinha entendemos que a pesquisa sistemática vai ajudar a desenvolver tecnologias que tornem a construção dessas casas economicamente viáveis senão vejamos a reportagem do jornal O Globo que diz:

[...] A irregularidade da casa flutuante é ainda maior em razão do deque feito com garrafas pet e isopor, que provoca o desvio do curso natural do canal. Marilene Ramos voltou a chamar a atenção para que a população evite jogar lixo nos rios e construa casas às suas margens. A casa de Luiz Fernando foi erguida pelo próprio biscateiro. O imóvel, onde ele vive sozinho, chama a atenção de quem passa perto do canal: trata-se de um espaçoso quarto-e-sala com banheiro e até uma hidromassagem que, em breve, estará funcionando. Um sofá de três lugares rodeado por quadros nas paredes compõe a decoração do imóvel. Segundo Luiz Fernando, boa parte do material usado na construção da casa foi encontrado no próprio canal ou recolhido em lixões. Foram dois meses entre a fase de coleta e o início das obras. Para erguer a casa, o biscateiro improvisou: recorreu a três mil garrafas pet e cinco metros cúbicos de isopor, que foram usados para as balsas que sustentam a casa e a garagem. Quatro barris de 200 litros de concreto servem como base para o imóvel, a fim de que não seja arrastado pela maré do canal [...].

Com isso, entendemos que o custo de construção pode ser bastante reduzido e a edificação das casas flutuantes populares pode ser uma alternativa economicamente viável e ecologicamente correta para a região.

MATERIAIS E MÉTODOS

Existe muitos estaleiros navais na região e a maioria ainda trabalha de forma bastante artesanal mas os mestres de carpintaria possuem uma experiência de muitos anos de trabalho



na construção de barcos e possuem conhecimento apurado sobre os tipos de madeiras existentes na região e quais são as mais adequadas para a construção dessas embarcações.

Como não encontramos referências sobre o assunto na literatura especializada e não conseguimos localizar registros em revistas, livros ou jornais locais acerca dos tipos de madeira utilizada para esse tipo de construção levamos em conta as informações oriundas do saber popular e para obter essas informações foram feitas entrevistas com mestres carpinteiros navais que exercem profissão na região e a partir das informações obtidas utilizá-las como base para escolha de materiais adequados para a construção da base flutuante.


Essas entrevistas estão orientando o processo da pesquisa e seleção das madeiras de lei que flutuam na água e que existem na região e foram realizadas pelos alunos bolsistas que estão vinculados ao projeto que utilizaram uma máquina filmadora para evitar perdas de informação e tornar o registro mais consistente, posteriormente realizaram a transcrição dessas entrevistas para análise das informações e um modelo dessas transcrições.

Neste momento da pesquisa estamos realizando a determinação do peso das peças de madeira e calculando o volume que cada peça vai ocupar com o objetivo de determinar a densidade de cada peças de madeira e com isso poder realizar os testes para determinação do empuxo e estabelecer os tipos adequados de flutuadores além de auxiliar no cálculo da carga que esses materiais flutuantes suportam.

Outro aspecto que consideramos importante no trabalho foi elaboração da planta baixa da casa modelo que precisou ser construída adequadamente em virtude da sua peculiaridade e para executar esta etapa adotamos como metodologia de trabalho a realização de sessões de estudo e a discussão em conjunto dos pontos centrais da elaboração da planta, proceder a escolha do material adequado para ser utilizado na estrutura, definir as dimensões da base flutuante e principalmente efetuar os cálculos necessários para equacionar as dimensionar a casa. A planta baixa preliminar encontra-se em processo de confecção.

Além da pesquisa para a escolha do tipo de madeira adequado para utilizaremos na confecção das longarinas, perna mancas, ripas e flechais que servirão para constituir a estrutura da casa e da base flutuante vamos realizar diversos testes de determinação de peso, densidade e empuxo com diferentes tipos materiais citados pelos mestres carpinteiros e verificar quais produzem empuxo suficiente para suportar o peso da estrutura usada na construção.

O piso da base flutuante será construído com tábuas de madeira e deverá ser leve flexível e resistente e para a escolha do material correto a ser utilizado o método da pesquisa a ser



desenvolvida será a experimentação, que consistirá em testes para a determinação do peso máximo suportado por diferentes tipos de madeira. Da mesma forma vamos proceder na pesquisa dos materiais que constituirão as estruturas das paredes e da cobertura.

No que concerne ao dimensionamento do peso mínimo para o telhado serão realizados pesquisas e testes de peso com diferentes tipos de telhas existentes no mercado. Para a construção da parte hidráulica a metodologia a ser empregada será a pesquisa bibliográfica uma vez que já existe uma farta literatura que trata a respeito deste assunto.


Para a definição dos flutuadores o método que vamos utilizar será a experimentação e para isso estamos preparando uma maquete em escala reduzida da base flutuante e da casa para realização de testes com tambores de plástico, garrafas pet, rolos de miriti e madeira de baixa densidade. Outros pontos de pesquisa importantes serão implementados em uma segunda etapa e entre os mais importantes destacamos a busca na literatura especializada de métodos e técnica para a obtenção de água potável e de captação de energia.

Entre as possíveis formas de utilização prática desse tipo de construção estamos estudando a possibilidade do seu aproveitamento como um laboratório móvel multiuso para ser aplicado nas pesquisas e análises microbiológicas das águas da região e para isso estamos pesquisando na literatura formas de tornar a estrutura capaz de ser deslocada através de um rebocador.

ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Abaetetuba é um polo de referência dentro do estado na construção de barcos de madeira e nessa região existem muitos profissionais trabalhando neste ramo de atividade, a grande maioria com competência estabelecida ao longo de muitos anos de trabalho e dedicação com um vasto aprendizado construído através da sua prática diária, mas que ainda se utilizam de técnicas rudimentares e artesanais e praticamente não dispõe de instrumentos e maquinarias mais sofisticados o que os tornam ”artesões navais”.

Com o intuito de aproveitar esta enorme gama de conhecimentos técnicos iniciamos nossas pesquisas com a coleta de informações produzidas através de entrevistas com os mestres da carpintaria naval que tem seus estaleiros localizados na sede do município. Essas entrevistas são transcritas na sua íntegra e nelas os mestres artesões Cuca, Zelito e Tacilo nos informam sobre os tipos de madeira que eles mais utilizam na construção de suas embarcações. Estas informações passam então a nos servir de referência para a seleção do material com o qual iremos trabalhar.




Deste modo levamos em consideração as orientações do “artesão naval” Cuca que nos sugere que a base flutuante não leve madeira e sim tubo galvanizado ou ferro, cita a construção de flutuantes no Amazonas sobre toras de Samaumeira e destaca como madeiras de qualidade o Lôro vermelho e o pau d’água. Já Zelito destaca o pau d’água e a sapucaia como os melhores tipos de madeira para se trabalhar dentro d’água e para a parte da casa que ficará fora d’água indica a sapucaia, a Itauba e a sucupira nas obras mortas aconselha a utilização da maçaranduba e da tatauba indica também a utilização da andiroba mas adverte que este é um tipo de madeira imprópria pra água.

Por sua vez Tacilo nos indica a utilização do Piquiá, da sapucaia, da Itauba, do ipê, do acapu e da maçaranduba destaca porém que o acapu, a sapucaia e a maçaranduba são os tipos de madeira que apresentam maior durabilidade. No presente momento estamos trabalhando no dimensionamento e na quantificação das peças de madeira que irão compor a base flutuante e nos materiais que iremos utilizar para revestimento do piso, das paredes e do telhado.

A base flutuante deverá ser quadrada para facilitar a estabilidade do sistema e em princípio terá as seguintes dimensões: 7,5 x 7,5 x 1,5 metros perfazendo uma área de piso de 56,25m² e um volume de 84,375m³. Será construída utilizando longarinas de 7,5 x 0,12 x 0,08 metros perfazendo um total de 24 longarinas na extensão de comprimento e 24 longarinas na extensão da largura. 32 pernas mancas de 3,0m de comprimento, 36 flexais de 7,5m de comprimento e 16 tambores plásticos de 200 litros. Cabe ressaltar que estamos estudando a melhor maneira de fazer as atracções e que este quantitativo e as dimensões serão revistas após a construção da maquete em escala de 1:10 e dos testes de carga e empuxo.

O piso em princípio será construído utilizando 25 dúzias de tábuas de madeira plainada e macheda sobre a qual se assentará a estrutura da casa que terá uma base com dimensões de 6,0 x 6,0 metros perfazendo uma área de 36m². A estrutura de sustentação das paredes e do telhado será edificada utilizando um total de 76 pernas mancas de 4,0m de comprimento, 8 esteiotes de 5,0 metros de comprimento e dimensões de 0,1 x 0,1 metros de espessura e 5 dúzias de ripão de 4,0 metros de comprimento.

As paredes levarão cerca de 32 dúzias de tábuas entretanto esse tipo de revestimento ainda está sendo estudado com mais detalhes, assim como o tipo de telhas que utilizaremos na cobertura mas em princípio pretendemos utilizar telhas plásticas feitas de garrafas PET recicladas, entretanto ainda estamos analisando esta possibilidade. Os projetos hidráulicos e elétricos ainda estão em fase de construção e só deverão estar prontos nas próximas semanas. As plantas baixas e os cortes longitudinais e transversais estão em processo de aperfeiçoamento.



Estamos fazendo também o levantamento inicial dos custos e pretendemos terminar a planilha orçamentária nas próximas semanas. Este é um aspecto bastante delicado da execução do projeto pois não temos recursos financeiros disponíveis para o empreendimento e precisaremos buscar apoio financeiro externo, mas para isso teremos que sensibilizar a sociedade local para a formação de parcerias que vislumbrem neste projeto perspectivas de impactos financeiros e econômicos positivos para a população de Abaetetuba.


Dentro deste prisma destacamos a importância e o incentivo que se dará à qualificação de mão de obra local e a possibilidade do aumento na oferta de empregos na área da construção. Para que isso aconteça será necessário gerar uma demanda de oferta desse tipo de habitação visando melhorias nas condições de vida das populações ribeirinhas. O sucesso no empreendimento produzirá a médio prazo a criação de novas categorias profissionais para ocupação do mercado de trabalho com grandes possibilidades de incrementar o comércio local.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A população da maioria das cidades do estado do Pará cresceu nas margens de rios e a ocupação desses espaços tem mudado lentamente o ecossistema e a ideia de construir uma casa flutuante autossustentável está associada a uma proposta ecológica para a região com aquisição de conhecimentos e competências para desenvolver novos métodos e tecnologias que sejam capazes de promover a geração de sua própria energia e também de produção de água potável a partir da chuva e do próprio rio.

Outro aspecto relevante e a pesquisa para resolver os problemas de saneamento como é o caso do destino a ser dado ao lixo, aos resíduos sólidos produzidos pelos moradores, e a produção da água que será utilizada para as tarefas diárias. Uma alternativa possível é recolher água do próprio rio, filtrar e purificar através da utilização do cloro de modo que possa vir a ser consumida pelos moradores da casa. Ressalte-se que estão sendo realizados estudos pelos alunos do curso de edificações do IFPA. Campus Abaetetuba para desenvolver uma bomba de água utilizando o movimento da maré e a captação da água para a casa pode usar essa bomba cujo protótipo já foi construído pela turma de edificações da tarde e apresenta na “I Mostra de Ciência e Tecnologia do IFPA. Campus Abaetetuba”.

Cabe ainda ressaltar que devem ser considerados aspectos relacionados com a distribuição interna dos ambientes de modo que sejam asseguradas boas condições de iluminação e ventilação e para que toda a casa funcione de maneira harmoniosa proporcionando conforto e segurança aos moradores. Dentro desse ponto de vista entendemos que a execução



desse projeto proporcionará diversas possibilidades de utilização eficiente e com a participação de pesquisadores de outras áreas será possível tornar a casa cada vez mais auto-sustentável.

Outro ponto que estimula positivamente o desenvolvimento da pesquisa nesse projeto é o seu caráter ambientalista uma vez que sua execução praticamente não apresenta impactos ambientais e este é um aspecto a ser destacado pois a utilização de materiais nativos da região aliado ao uso de materiais reciclados promovem a salvaguarda e a preservação do meio ambiente.

Consideramos que o estímulo a pesquisa é o melhor caminho para encontrarmos as soluções adequadas para os problemas de saneamento como, o destino a ser dado ao lixo e aos resíduos sólidos produzidos, a produção de água potável a partir da coleta da água da chuva e do próprio rio e a produção da água limpa para utilização nas tarefas diárias.

Sem contar que a necessidade de produção e geração de energia utilizando fontes alternativas promove uma busca pela adesão de professores e alunos das diversas áreas patrocinando um incentivo na evolução das pesquisas sobre o tema tornando o projeto multidisciplinar e promovendo uma abertura para a participação de pesquisadores de todos os cursos promovidos pela instituição.

REFERÊNCIAS

- KOHONEN, T., **Self-Organizing Maps**, 3rd. Edition, Berlin: Springer-Verlag, 2001.
- ANDRADE, Maria Margarida de. **Introdução à metodologia do trabalho científico**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 6023: Informação e documentação - referências - elaboração**. Rio de Janeiro: 2002,
- _____. **NBR 6027: Informação e documentação - sumário - apresentação**. Rio de Janeiro: 2003.
- MARTINS, Gilberto de Andrade; LINTZ, Alexandre. **Guia para elaboração de monografias e trabalhos científicos**. São Paulo: Atlas, 2000.
- SANTOS, Antônio Raimundo dos. **Metodologia Científica: a construção do conhecimento**. 3 ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.
- Beto Roncolato: meioambiente@blogdacomunicacao.com.br Jornal “O Globo”



CAPÍTULO 17

A JUSTIÇA AMBIENTAL APLICADA AO ESPAÇO URBANO: INSTRUMENTOS DE ORDENAMENTO NACIONAL

Isabôhr Mizza Veloso dos Santos, Cientista social pela UMESP. Bacharelada em Direito pela UEMG. Doutoranda em Geografia pelo IG/UFU

Isabella Ayezza Veloso dos Santos, Mestranda em Geografia pelo ICHPO/UFU, Professora efetiva de Artes pela SEEMG


RESUMO

O processo de ocupação do espaço urbano foi intensificado em meados do século XX e provocou uma mudança estrutural no cenário mundial, em função da transição da parcela da população do meio rural para o meio urbano. Este processo de urbanização no Brasil ocorreu conjuntamente com a industrialização na década de 1950. Este artigo faz uma reflexão sobre a importância da justiça ambiental aplicada ao espaço urbano, tendo em vista, a atual crise socioambiental vivenciada nas cidades, notadamente, em todo o território nacional. Assim, busca-se demonstrar que o Estatuto da Cidade juntamente com a implementação do Plano Diretor perpassa por formas de ordenamento do espaço urbano no Brasil, a partir, da (re) formulação das políticas públicas vigentes, agregando novos modelos de pensar a cidade. Sendo assim, a tomada de decisão, deixa de ter um poder de troca de favores políticos e tende a passar a atender a sociedade, de maneira, mais sócio ambientalmente responsável. Desta forma, no que tange aos objetivos deste artigo, ressalta a importância da justiça ambiental aplicada ao espaço urbano no Brasil, as soluções mais viáveis do ponto de vista das políticas públicas urbanas, seriam efetivamente a implantação da lei do Estatuto das Cidades e também da implementação dos planos diretores integrados tanto nas cidades e em seus municípios, para o alcance prático desse ideal de justiça. É importante retratar sobre os impactos ambientais urbanos que começaram a ser discutidos a partir da década de 1960, e já estavam ligados na relação entre o número de pessoas e os impactos negativos causados na Terra. O artigo aborda a questão de um ponto de vista mais argumentativo e de análise acadêmica e uma abordagem sobre os temas de forma mais geral, típico de pesquisa da área de ciências humanas e aplicável aos métodos de investigação geográfica. No que tange a metodologia de pesquisa, no que concerne ao método utilizado, centra-se na abordagem qualitativa e por métodos correlacionais, para abordar sobre os temas de forma mais subjetiva, de acordo com a menção de autores especializados que abrangem as temáticas. Trata-se de pesquisa por fontes bibliográficas essencialmente.

PALAVRAS-CHAVE: Espaço Urbano. Estatuto da Cidade. Geografia. Justiça Ambiental. Plano Diretor.

INTRODUÇÃO

As cidades, vêm passando, por diversas transformações econômicas, políticas, sociais e ambientais. Principalmente a partir do crescimento populacional urbano percebido a partir do final da Segunda Guerra Mundial e do consequente aumento da produção e consumo de



recursos naturais, afetando diretamente a qualidade de vida dos cidadãos. A questão ambiental precisou ser (re) pensada em escala local e global. (DAMASCENO, 2012).

Neste contexto, se percebe que, os chamados aglomerados urbanos são centros de geração de riqueza, mas os ganhos com a urbanização podem se desintegrar em função das diferentes divergências e dos conflitos de interesse, que recaem, em sua grande maioria, na ausência de infraestrutura e serviços, facilmente visível no tráfego, na poluição, falta de esgotamento sanitário e de habitações adequadas nas cidades, ainda que com a falta de recursos financeiros, do planejamento e políticas públicas com pouco eficiência, aparecem como as principais causas para a instalação e não resolução dos problemas urbanos no Brasil. Nas cidades brasileiras, os benefícios da urbanização não são atendidos com igualdade de acesso à sociedade, gerando desigualdades em diferentes comunidades urbanas. (DAMASCENO, 2012).


Quanto ao **objetivo geral** deste artigo, buscou correlacionar as reflexões acerca da justiça ambiental como forma de aplicação ao espaço urbano, para isso, são dois os instrumentos de ordenamento desse espaço, mediante a legislação do Estatuto da Cidade e da implementação dos Planos Diretores nas cidades no Brasil.

Quanto aos **objetivos específicos**, buscou-se primeiro evidenciar a importância da justiça ambiental no Brasil e no mundo, desde sua concepção histórica até os dias atuais, bem como conceituar, em segundo plano, sobre o Estatuto das Cidades (parte legislativa) e da implementação dos planos diretores e especificidades inerente a política urbana no Brasil. O terceiro e último objetivo específico centra-se nas correlações entre as temáticas e enfatizar sobre o planejamento no espaço urbano brasileiro.

É imprescindível retratar sobre os impactos ambientais urbanos que começaram a ser discutidos a partir da década de 1960, e estavam ligados na relação entre o número de pessoas e os impactos negativos causados na Terra. Tal relação era simples por concentrar pessoas e produção, as cidades concentram demandas por água e outros recursos e concentram resíduos. (NEWMAN, 2006).

Para Newman (2006), esta visão negativa relacionada ao estabelecimento das manchas urbanas deve ser evitada ao se considerar que, os densos aglomerados urbanos não são necessariamente a origem dos problemas ambientais urbanos, mas sim locais de intensificação das experiências humanas de forma natural.

Destarte, os grupos sociais mais vulneráveis são expostos a degradação a partir das consequências ambientais através das atividades econômicas, mediante a desigualdade



ambiental. Conforme Herculano (2002) a igualdade ambiental é focada nos aspectos positivos e negativos que são distribuídos igualmente entre a população, sendo este um norteio básico para o estudo da desigualdade ambiental no Brasil.


A Igualdade ambiental nos pressupõe justiça ambiental. Entende-se por justiça ambiental o conjunto de princípios que asseguram que nenhum grupo de pessoas, sejam os grupos étnicos, raciais ou de classe, tenham que suportar uma parcela (des) proporcional das consequências ambientais negativas de operações econômicas, de políticas e programas federais, estaduais e locais, bem como resultantes da ausência ou omissão de tais políticas (HERCULANO, 2002). Entretanto, compreende-se por *(in) justiça ambiental* o funcionamento pelo qual as sociedades desiguais destinam o acúmulo dos danos ambientais e do desenvolvimento econômico a grupos sociais de trabalhadores, populações de baixa renda, grupos raciais discriminados, populações marginalizadas. (DAMASCENO, 2012).

Assim, no que tange a importância da *justiça ambiental* aplicada ao espaço urbano no Brasil, as soluções mais viáveis do ponto de vista das políticas públicas urbanas, seriam efetivamente a implantação da lei do Estatuto das Cidades e também da implementação dos planos diretores integrados tanto nas cidades e em seus municípios. (DAMASCENO, 2012).

Este artigo está estruturado em duas partes, além da própria introdução e das considerações finais e referências utilizadas. A primeira parte conceitua as principais características acerca da justiça ambiental, suas especificidades no mundo e no Brasil. A segunda parte enfatiza sobre a correlação da justiça ambiental juntamente com a aplicação da lei do Estatuto das Cidades e da implementação dos planos diretores nas cidades e municípios, como forma de ordenamento, no sentido da organização do espaço urbano, com ênfase na importância do planejamento da área urbana na atualidade no Brasil.

O artigo abordará a questão de um ponto de vista mais argumentativo e de análise acadêmica e uma abordagem sobre os temas de forma mais geral, típico de pesquisa da área de ciências humanas e aplicável aos métodos de investigação geográfica.

No que tange a metodologia de pesquisa, no que concerne ao método utilizado, centra-se na abordagem qualitativa e por métodos correlacionais, para abordar sobre os temas de forma mais subjetiva, de acordo com a menção de autores especializados que abrangem as temáticas. Trata-se de pesquisa por fontes bibliográficas essencialmente.



Os instrumentos utilizados para pesquisar serão artigos científicos, livros, que englobam o assunto, tanto que o tipo se centra por cunho bibliográfico, com pontos de vistas de diferentes autores acadêmicos sobre os temas para respaldar as conclusões pertinentes.

O MOVIMENTO DE JUSTIÇA AMBIENTAL NO ESPAÇO URBANO: A REALIDADE BRASILEIRA

O meio ambiente é o local onde estão a fauna e a flora existente na superfície terrestre do globo. É também, espaço onde vivem os seres humanos que desenvolvem atividades diversas, necessárias à sua sobrevivência. O meio ambiente sofre intervenções distintas do homem, em termos de modos e intensidades. Nesse sentido, ele é entendido como o entorno do homem, o palco de suas ações sociais, políticas e ambientais. (CASSETI, 1991).


A nomenclatura meio ambiente refere-se ao meio natural caracterizado pelos diversos elementos físicos e bióticos. Dessa forma, o ambiente envolve todos os elementos que o cercam, nele se desenvolve toda vida vegetal e animal, assim como o homem que com a industrialização e a urbanização vem intensificando sua ação sobre esse meio social e ambiental:

(...) através da transformação da primeira natureza em segunda natureza que o homem produz os recursos indispensáveis à sua existência, momento em que se naturaliza incorporando em seu dia a dia os recursos da natureza, ao mesmo tempo em que socializa a natureza. (CASSETI, 1991, p.11).

Na atualidade, as cidades modernas brasileiras são marcadas pela maximização de relações sociais entre essas forças, o que implica o afastamento das condições ecológicas naturais do ambiente urbano e que tem reflexos diretos sobre a biosfera e a qualidade de vida nas cidades. (CASSETI, 1991).

Nesse sentido, quanto maior e mais modernos forem os centros urbanos no Brasil, mais dificultosa seria a sobrevivência da fauna, da flora e do próprio homem no meio. Nessa perspectiva, as condições ambientais do sistema urbano no momento atual, tem sido caracterizada por temperaturas elevadas, adensamento de edificações, lançamento de gases por veículos automotores e pelas indústrias, lixo acumulado no espaço urbano, alteração do clima, diversos tipos de poluição dentre elas: sonora, do ar, dos solos, das águas; do lançamento de esgotos em cursos de águas e morte de fauna e flora. (CASSETI, 1991).

É nesse contexto socioambiental percebido no Brasil e no mundo, que se estabelece a imprescindível necessidade do conhecimento e da aplicação da justiça ambiental ao espaço urbano.



Porém, as pesquisas sobre justiça ambiental são pouco exploradas no Brasil e encontram-se mais avançadas nos Estados Unidos e na Europa e em outros países da América Latina. O início dos estudos sobre justiça ambiental ocorreu nos Estados Unidos na década de 1980, a partir de uma articulação entre lutas de caráter social, territorial, ambiental e de direitos civis. (ACSELRAD, 2009).


No ano de 1970 os sindicatos preocupados com a saúde ocupacional, juntamente com grupos ambientalistas e de organizações de minorias étnicas, se articulavam para tentar elaborar um conceito do que entendiam por *questões ambientais urbanas*. Na medida em que o movimento foi se fortalecendo, este elevou o conceito de *justiça ambiental* à condição de questão central na luta pelos direitos civis, mediante a incorporação da ideia de desigualdade ambiental na agenda do movimento ambientalista tradicional. A justiça ambiental está amparada na distribuição espacial e social de fatores ambientais positivos e negativos, em função das decisões político-econômicas na esfera social (ACSELRAD, 2009).

O movimento por Justiça Ambiental se propõe a articular o movimento ambientalista desenvolvido nas últimas décadas com a luta contra dinâmicas discriminatórias, que também sobrecarregam determinados grupos populacionais com as consequências do desenvolvimento econômico e industrial (PORTO, 2005).

Tanto no Brasil quanto na América Latina o movimento pela justiça ambiental é bem recente, e possui como marco a criação da Rede Brasileira de Justiça Ambiental (RBJA), formada por representantes de vários movimentos sociais, membros de organizações não governamentais, ambientalistas, sindicatos, pesquisadores, acadêmicos, organizações afrodescendentes e indígenas de todo o Brasil. (PORTO, 2005).

A RBJA surgiu após a realização do Colóquio Internacional sobre Justiça, Trabalho e Cidadania, realizado no ano 2001 em Niterói, a partir de uma organização conjunta de várias instituições, que deu origem ao Manifesto de Lançamento da Rede Brasileira de Justiça Ambiental, construído coletivamente por inúmeros movimentos sociais e apresentado no Fórum Social Mundial de Porto Alegre no ano de 2002 (PORTO, 2005).

Essencialmente o conceito de justiça ambiental refere-se ao tratamento justo e ao envolvimento pleno e efetivo de todos os grupos sociais, independentemente de sua origem ou renda nas decisões sobre o acesso, ocupação e uso dos recursos naturais em seus territórios nas cidades. A formulação dos princípios relativos a justiça ambiental é uma proposição colocada pela OMS, no que se refere a manutenção das Cidades Saudáveis². (PORTO, 2005).



A justiça ambiental nos implica no direito a um meio ambiente seguro e produtivo para toda sociedade local, seus primeiros movimentos de avanço como berço, foram nos EUA por meio do engajamento político de seus ativistas para o aperfeiçoamento dos direitos civis. A experiência praticada nos Estados Unidos a partir do movimento por justiça ambiental aponta a importância dos movimentos sociais demonstrando a necessidade considerar a participação da população na reivindicação por melhores condições de vida. (LYNCH, 2009).

Já na América Latina, as preocupações dos gestores de políticas públicas estão concentradas nas áreas de pesquisa sobre higiene e saúde. Nos últimos anos foram problemas acrescentados a outros correlatos as áreas de acesso a água, esgoto, coleta de lixo sólido e que passaram a ser tratados como relevantes temas de justiça ambiental. (LYNCH, 2009).

Portanto, se compreende por justiça ambiental o conjunto de diretrizes que:


- Asseguram que nenhum grupo social, seja ele étnico, racial, ou de classe, suporte uma parcela desproporcional das consequências ambientais negativas de operações econômicas, decisões de políticas e programas federais, estaduais, locais, assim como da ausência ou omissão de tais políticas;
- Asseguram acesso justo e equitativo, direto e indireto, aos recursos ambientais do país;
- Asseguram amplo acesso às informações relevantes sobre o uso dos recursos ambientais, a destinação de rejeitos e a localização de fontes de riscos ambientais, bem como processos democráticos e participativos na definição de políticas, planos, programas e projetos que lhes dizem respeito;
- Favorecem a constituição de sujeitos coletivos de direitos, movimentos sociais e organizações populares para serem protagonistas na construção de modelos alternativos de desenvolvimento que assegurem a democratização do acesso aos recursos ambientais e a sustentabilidade do seu uso. (ACSELRAD, 2009).

A justiça ambiental nos implica sobre como os riscos experimentados pelos bairros nas cidades que são percebidos por dinâmicas urbanas amplas, assim como a capacidade de as instituições governamentais detectarem e monitorarem agressões ao meio ambiente, (re) projetando estruturas reguladoras justas com a participação da população inserida numa realidade. (LYNCH, 2009).

Por isso se torna tão importante ter o instrumento da justiça ambiental (sendo melhor desenvolvida e aplicada) como forma de intermediar a organização/ordenamento do espaço urbano no Brasil, tendo como aliada da justiça, tanto o Estatuto das Cidades quanto da implementação do Plano Diretor.

O ESTATUTO DA CIDADE E O PLANO DIRETOR: INSTRUMENTOS DE ORDENAMENTO DO ESPAÇO URBANO NO BRASIL.

O processo de ocupação do espaço urbano foi intensificado em meados do século XX e provocou uma mudança estrutural no cenário mundial, em função da transição da parcela da



população do meio rural para o meio urbano. Este processo de urbanização no Brasil ocorreu conjuntamente com a industrialização na década de 1950. (BATISTA; DIAS, 2008).


Em função desse crescimento populacional acelerado no Brasil, começaram a surgir demandas por ordenar o processo de ocupação das cidades, mediante a aprovação de vários documentos para regulamentar os processos de uso e ocupação dos solos, sobretudo, a lei 4.771/1968 (Código Florestal), que foi readaptada para o solo urbano pela lei 7.803/1989 a lei 6.766/1979 (Parcelamento Territorial Urbano), a lei 6.938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente), e a lei 9.433/1997 (Política Nacional de Recursos Hídricos), e a lei 9.985/2000 (Sistema Nacional de Unidades de Conservação) e também a lei 10.257/2001 (Estatuto das Cidades), sendo esta última, a mais avançada porque regulamenta sobre a política urbana (nos artigos 182 e 183) através dos dispositivos da Constituição Federal de 1988. (BATISTA; DIAS, 2008).

Assim, conforme se expressa a CF 88 tem-se os instrumentos para garantia, em cada município, do direito a cidade, da defesa da função social da cidade e da propriedade e da democratização da gestão urbana. Ainda se fazia necessário uma legislação complementar de regulamentação dos instrumentos, que versasse sobre a construção obrigatória de planos diretores que contemplassem os princípios constitucionais nos municípios com população superior a 20.000 habitantes. (BATISTA; DIAS, 2008).

Foi sugerido, a partir daí o projeto de Lei 5.788/1990, conhecido como Estatuto da Cidade (Lei 10.257) datada de 10 de julho de 2001, que se encontra vigente desde outubro deste mesmo ano até os dias atuais. Especificando as diretrizes para a política urbana no país, nas esferas federal, estadual e municipal, estabelecidas na Constituição Federal de 1988, com apoio do Estatuto da Cidade e da Medida Provisória 2.220/2001. (DAMASCENO, 2012).

O Estatuto da Cidade compreende uma gama de princípios e instrumentos de planejamento e gestão urbanos, buscando pelo alcance da regulamentação de planos diretores, para possibilitar o engajamento da sociedade civil no processo político, na busca por uma cidade que atenda aos anseios e direitos urbanísticos da coletividade. O Capítulo II do Estatuto da Cidade, versa sobre o objetivo exercido pela política urbana e que deve possibilitar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana. (DAMASCENO, 2012).

Para atingir o objetivo exercido pela política urbana previsto no Estatuto da Cidade são delimitados instrumentos gerais para efetivação destas políticas, de modo a assegurar o




atendimento das necessidades dos cidadãos quanto à qualidade de vida, à justiça social e ao desenvolvimento das atividades econômicas, respeitadas as diretrizes previstas no art. 2º desta Lei, um dos instrumentos colocados, são as atribuições do Plano Diretor Municipal. (DAMASCENO, 2012).

Nesse sentido, é o Plano Diretor um instrumento técnico jurídico referente à gestão do espaço urbano em âmbito municipal. Se encontram definidas no Plano Diretor as normas para expansão territorial, para as redes de infraestrutura, sendo definidas as zonas de uso e ocupação do solo. Com os princípios e diretrizes expressas no Estatuto da Cidade, os Planos Diretores devem resultar de um processo participativo da população e de associações comunitárias representativas dos vários segmentos econômicos e sociais, não somente durante o processo de elaboração, mas também na implementação e gestão de suas principais decisões. (DAMASCENO, 2012).

Com a relevância conferida aos Planos Diretores no Estatuto da Cidade, destaca-se que esta Lei, em seu artigo 40, expressa sobre a obrigatoriedade do Plano Diretor como documento integrante do processo de planejamento municipal. O Plano diretor deve ser priorizado na elaboração do plano plurianual, considerando que as diretrizes orçamentárias devem ser pautadas nas prioridades contidas, para englobar o território do Município como um todo, tanto nas áreas urbana e rural. O Plano Diretor, deve ser aprovado por lei municipal, com previsão de revisão do mesmo a cada dez anos. (DAMASCENO, 2012).

O Estatuto da Cidade busca pela distribuição justa das consequências permeadas pelo processo de urbanização, sejam elas benéficas ou não, enfatizando a necessidade do interesse coletivo, uma importante ferramenta para *minimizar a especulação imobiliária* que promove a segregação social socioespacial em benefício de uma minoria da população, configurando um sério problema enfrentado pela administração municipal e pela sociedade brasileira na atualidade. (DAMASCENO, 2012).

Torna-se relevante salientar que universalizar a aplicação dos princípios contidos no Estatuto da Cidade consiste em um obstáculo dos dias atuais, principalmente, nos seus anos iniciais de vigência. Para tanto foi desenvolvido um Guia para Implementação pelos Municípios e Cidadãos do Estatuto da Cidade pelo Ministério das Cidades, pelo Senado Federal, pela Caixa Econômica Federal com o intuito de contribuir para a efetividade prática deste Estatuto, para colaborar com práticas efetivas da democratização das cidades brasileiras. (DAMASCENO, Nesse sentido, cabe ao planejamento urbano articular a criação das condições para a



sobrevivência do sistema a longo prazo, buscando parcerias para a gestão das cidades e precisa ser gerido com o objetivo do bem comum social e vazado na ideologia da interdisciplinaridade. O planejador urbano é um (co) gestor do espaço, tanto na concepção do planejamento quanto na gestão com flexibilidade, intervindo nas relações sociais e políticas e na participação popular.

Esse processo do efetivo planejamento urbano e sua implementação deveria acontecer em vários âmbitos: tanto nos níveis locais, regionais, nacionais e internacionais a fim de buscar uma cidade ideal (mais alinhada a expressão da legalidade), pautada a partir dos ideais científicos e combatendo as desigualdades socioespaciais.

Portanto, cabe ao planejamento urbano, ser orientado para o futuro, com a devida escolha de alternativas e assim com a consideração de limites, restrições e potencialidades, relativos aos prejuízos e benefícios. Haveriam possibilidades de diferentes cursos de ações, que dependeriam das circunstâncias do momento.

O planejamento e a gestão urbana para serem socialmente críticos, possuem desafios consideráveis, dentre os quais a valorização crítica simultânea das dimensões políticas e técnico-científica do planejamento e da gestão, bem como da ponderação dos instrumentos de que dispõem na atualidade o planejamento e da gestão urbanos, e da adequação dos meios aos fins estabelecidos, da participação popular e da reflexão teórica sobre o desenvolvimento. Nesse panorama, Marcelo Souza (2003) ressalta a relação entre planejamento e gestão urbana:


[...] o planejamento e a gestão urbanos como pesquisa social aplicada, é integrar a reflexão sobre aquilo que, sistematicamente, deve ser a finalidade do planejamento e da gestão – o desenvolvimento urbano, ou a mudança social positiva da na cidade com as reflexões e a respeito do desenvolvimento social [...]. (SOUZA,2003, p. 40).

Por fim, reitera-se a importância da análise deste Estatuto aliado a implementação dos planos diretores nos municípios, com ênfase no que se refere à justiça ambiental, para entender os instrumentos de ordenamento do espaço no meio urbano mediante a adoção do planejamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A guisa de conclusão, percebe-se que diante desse quadro ambiental crítico que o meio se encontra, é imprescindível uma transformação no comportamento humano. Assim, mediante pequenas mudanças e hábitos, pode-se levar a conscientização ambiental para as novas gerações proporcionando uma qualidade de vida pautada a partir da sustentabilidade ambiental.

Para tanto, a gestão ambiental de uma cidade passa, por uma inserção da sociedade, mediante a tomada de decisões, que precisam ser mais democráticas não sobrecarregando



apenas o poder público de todas as responsabilidades, mas sim, tentando fazer a integração do público e do privado e da sociedade na gestão ambiental das cidades.

É importante destacar que a elaboração de planos diretores e a implementação destes é de suma relevância na tentativa de equilibrar situações de desigualdade ambiental, considerando a atenção dada à realidade nacional e a abertura à participação da população, que precisa ser mais informada e atuante, para identificar nas cidades, os problemas urbanos que necessitam ser mitigados a partir de ações efetivas, buscando a melhora na qualidade de vida no espaço urbano.

Neste sentido, é pertinente salientar a necessidade da realização de estudos relacionados à qualidade de vida, especificamente à qualidade ambiental urbana, em cidades médias e de grande porte, através da atratividade e da ocupação desses polos regionais, considerando a busca pela redução da desigualdade ambiental, fomentada a âmbito dos debates nacionais e internacionais acerca da importância real da aplicabilidade da justiça ambiental voltadas ao espaço urbano.

Ficou evidenciado a importância do Estatuto das Cidades e do Plano Diretor para o alcance dessas perspectivas da política urbana e da justiça ambiental, como formas práticas de ordenamento do espaço urbano no Brasil.

Portanto, acredita-se que os objetivos propostos neste artigo, foram atingidos de forma satisfatória. Foi possível verificar por meio das análises e correlações interpretativas respectivamente, os pontos fundamentais, que se abarcam sobre as temáticas da justiça ambiental no Brasil, bem como a sua ligação com a importância da aplicabilidade do Estatuto das Cidades e do Plano Diretor nas cidades e seus municípios em potencial.

De modo que, o acompanhamento das condições urbanas por meio da análise de dados sobre a justiça ambiental é de fundamental importância para o direcionamento das políticas públicas a nível federal, estadual e municipal. É necessário o aprofundamento dessas questões pontuadas em outras pesquisas futuras, pautando diferentes áreas dos estudos urbanísticos no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACSELRAD, H. **A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas**. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009. 256 p.

BATISTA, G.T., DIAS, N.W. **Ocupação do solo urbano: Desafios pós Estatuto das Cidades**, 2008. Disponível em:



http://www.agro.unitau.br:8080/dspace/bitstream/2315/146/1/Capitulo_Getulio_Livro_GDR_Ocupacao.pdf. Acesso em: mai. de 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. LEI 10.257/2001. **Estatuto da Cidade**. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/>>. Acesso em: Maio de 2018.

CASSETI, Valter. **Ambiente e Apropriação do Relevo**. São Paulo: Contexto, 1991. (Série: Caminhos da Geografia).

DAMASCENO, Lorena Lorrayne Bittencourt. **Análise da qualidade ambiental Urbana da cidade de Uberlândia (MG) a partir de indicadores socioambientais**. 131 folhas. Dissertação de Mestrado acadêmico em Geografia. UFU/MG. 2012.

HERCULANO, S. **Riscos de desigualdade social: a temática da Justiça Ambiental e sua construção no Brasil**. In: ENCONTRO DA ANPPAS, 1. 2002. Indaiatuba/SP. Anais... Indaiatuba: ANPPAS, 2002.

LYNCH, B. D. **Instituições internacionais para a proteção ambiental: suas implicações para a justiça ambiental em cidades latino-americanas**. In: ACSELRAD, H. (Org.). A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas. 2. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009. 256 p.

NEWMAN, P. **The environmental impacts of cities**. *Environment & Urbanization*, London: IIED. v.18, n.2, p. 275-295, 2006.

OPAS. **Organização Pan-Americana de Saúde**. Municípios e cidades saudáveis. 2008. Disponível em: <www.observasaude.sp.gov.br>. Acesso em: Maio De 2018.

PORTO, M. F. **Saúde do trabalhador e o desafio ambiental: contribuições do enfoque ecossocial, da ecologia política e do desenvolvimento pela justiça ambiental**. *Ciência e Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro: Abrasco, v. 10, n. 4, p. 829- 839, 2005.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. 3. ed. São Paulo: Hucitec, 1993. 155 p.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.



CAPÍTULO 18

O TERRITÓRIO E AS POLÍTICAS PÚBLICAS: INTERAÇÕES COM A AGRICULTURA FAMILIAR NO CAMPO

Isabôhr Mizza Veloso dos Santos, Cientista social pela UMESP. Bacharelada em Direito pela UEMG. Doutoranda em Geografia pelo IG/UFU

Isabella Ayezza Veloso dos Santos, Mestranda em Geografia pelo ICHPO/UFU, Professora efetiva de Artes pela SEEMG

RESUMO

O artigo pretende tratar sobre o território e as políticas públicas correlatas a manifestação da agricultura familiar no campo brasileiro, em especial, aquelas que contribuíram diretamente para o aperfeiçoamento do Pronaf. Marília Steinnberger (2013) faz uma discussão importante acerca da inseparabilidade entre o Estado, as políticas públicas existentes se articulando nos territórios mediante as ligações de poderes inerente as esferas institucionalizadas. No atual modelo brasileiro, há uma inseparabilidade entre Estado, políticas públicas e o território, que é comandada pelo Estado. Assim a inserção de políticas nacionais (em diferentes áreas de saúde, educação, segurança, agricultura familiar, etc) formuladas após 2002, sob o comando do Estado Brasileiro, inova e também restringe a concepção de território com ênfase apenas na sua identidade jurídica. O enfoque geográfico contemporâneo tem que ultrapassar essa definição dos juristas. Essa abordagem geográfica do território está pautada no pensamento de Milton Santos, em que o território tem um sentido geográfico que vai além da geografia física. Porém, produzir políticas públicas não é uma prerrogativa exclusiva do Estado, mas a todos os agente e atores sociais que vivenciam na sociedade. Todas as políticas públicas têm uma dimensão territorial e precisam priorizar mais a realidade da agricultura familiar no Brasil fomentando suas potencialidades aos pequenos e médios produtores tendo mais espaço de atuação nas cidades brasileiras.


PALAVRAS-CHAVE: Agricultura familiar. Políticas Públicas. Território.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo pretende tratar sobre o território e as políticas públicas correlatas a manifestação da agricultura familiar no Brasil, em especial, aquelas que contribuíram diretamente para o aperfeiçoamento do Pronaf.

Marília Steinnberger (2013) faz uma discussão importante acerca da inseparabilidade entre o Estado, as políticas públicas existentes se articulando nos territórios mediante as ligações de poderes inerente as esferas institucionalizadas.

Nesse sentido, retoma a discussão sobre a operacionalização do neoliberalismo e a procura de argumentos por parte de seus intelectuais defensores presentes em diferentes meios



acadêmicos. Mas, enfatiza a partir de intelectuais e pensadores contrários dessa corrente neoliberal, para compreender os processos econômicos das sociedades atuais.

A mesma autora também compreende os fatores históricos e sociopolíticos para interpretar parte deste contexto. A categoria território com tais relações imbricadas, aparece como algo novo, e que precisa ser melhor explicado acerca de demandas econômicas, sociais e culturais.

Desse modo, o caso brasileiro passou por esse processo, mas desde 2003, optou por um caminho diferente. O Brasil estava na mão e na contramão desse contexto. Na mão, porque não abandonou por completo o receituário neoliberal, como é o caso das privatizações. E na contramão, por causa do modelo desenvolvimentista social adotado, que se volta para uma valorização do mercado interno e na promoção de políticas sociais que buscam reparar injustiças e as desigualdades.

O artigo tem como objetivo geral compreender sobre o território e as políticas públicas mediante as interações com a agricultura familiar no campo brasileiro de forma mais ampla. Já como objetivo específico, pretende trazer à tona algumas especificidades acerca das políticas do Pronaf.

2 METODOLOGIA

O artigo possui uma proposta metodológica qualitativa, com foco em relacionar o território com as políticas públicas e as interações com a agricultura familiar no campo. Trata-se de um pequeno ensaio que engloba os conhecimentos da geografia mediante a agricultura familiar na atualidade.

Em função disso, foi realizado um levantamento da produção científica (artigos, livros) que retratam sobre as temáticas relacionadas a geografia que permita auxiliar na pesquisa teórica, articulando o entendimento dos conceitos geográficos analisados, por meio da pesquisa bibliográfica somente.

E dessa forma, após sistematizar este levantamento, buscou-se discutir e analisar as argumentações selecionadas, permitindo um aprofundamento do referencial teórico, com o objetivo de permear reflexões importantes para complementar as considerações defendidas.



3 DA DISCUSSÃO

O TERRITÓRIO E AS POLÍTICAS PÚBLICAS: CONSIDERAÇÕES INICIAIS


O território representa uma categoria de análise na geografia que abarca a noção de construção e de (des) construção em diferentes escalas, que perpassa desde uma rua até a formação de um bloco de países, ou desde a escala local a internacional com temporalidades diferentes.

Para Souza (2012), o território caracteriza-se por um espaço definido e delimitado por relações de poder, sendo então essencialmente um instrumento qualificado do exercício desse poder, protagonizado por um indivíduo ou por um grupo de indivíduos de diferentes segmentos sociais.

Assim, outras territorialidades são mais definidas e possuem menor mobilidade, como por exemplo, é o caso de camelôs que se apropriam de espaços públicos, de algumas praças durante parte do dia, que podem se deslocar para outros lugares em função de conflitos com comerciantes locais e a polícia, ou seja, existindo divergências entre o trabalho formal versus o informal. Um outro exemplo de territorialidade definida, ocorre quando em dias de feira-livre, quando os feirantes armam seus bancos nas ruas em dias especificados pelo poder público, no qual se organiza para posteriormente se cobrar tributos dos feirantes, por parte do poder público instituído. (SOUZA, 2012).

As relações de poder espacialmente delimitadas que se instalam sobre parte da materialidade, isto é, da territorialidade, faz de qualquer território um território na essência. Desta forma, conforme Souza (2012), todo espaço definido e delimitado por relações de poder é um território. O território também não é percebido de forma isolada, o espaço também pode ser atrelado as multiplicidades de uso do território conforme nos elucida Raffestin (1993) quando afirma que o espaço não tem valor de troca para os marxistas, e sim de uso apenas. Já o território é uma produção a partir do espaço e que envolve o trabalho.

Nesse sentido, no que tange ao caráter político a partir de território, a imagem territorial que é projetada pelo ator social e não representa a equivalência do território real, pois são diferentes, são aqueles territórios em disputa por exemplo. Assim, são três elementos que formam o sistema territorial, qual seja; a tessitura (repartição), os nós e as redes. Para Raffestin (1993) as imagens territoriais representam a estrutura, que pode ser manipulada por um sistema de objetivos intencionais, que pode perpassar pelo Estado, empresas, aos atores sociais, produtores de territórios.




Assim, Raffestin (1993) argumenta que a tessitura seria a área de exercício dos poderes ou de suas capacidades de alcance, bem como os pontos de malhas entre os nós territoriais e as redes representam a hierarquias dos pontos. Tanto as redes, tessituras e nós realçam o sistema territorial como produto e meio de produção essencialmente. O entendimento de Raffestin (1993) retoma o de Ratzel, que abarcava a noção de território, a partir das condições de trabalho e de existência da sociedade, nesse sentido, a perda de território representava a decadência social e o seu progresso representava o aumento territorial.

A partir das críticas traçadas a Raffestin (1993), para Souza (1995), a concepção do território representa o substrato das relações sociais como um campo que soma forças, teias, redes, de relações sociais que definem as delimitações do espaço, marcado principalmente pelas relações de poder, em associação direta com o Estado nacional, sendo importante e necessário, analisar o território por escalas e das multiplicidades de poder que atuam num único território. São as redes que operacionalizam a articulação de dois ou mais territórios conforme nos apontam Castells (1999) e Leila Dias (2005).

No que tange a compreensão de território vinculado a agricultura familiar, Marcos Saquet (2018) contribui bastante para tal entendimento, porque abarca evidenciando a abordagem territorial adotada na pesquisa e nas ações participativas. A noção do território existe a partir do componente fundamental do desenvolvimento de base local, cultural e ecológica, bem como através da centralidade da criação da consciência de classe e de lugar na ativação de territorialidades voltadas para a cooperação, para a solidariedade, para a luta e a resistência política diante das amarras hegemônicas do capital.

Para tanto elucidada a partir de abordagens práticas as comunidades agroecológicas do interior do estado do Paraná conforme enfatiza:

Essa concepção tem sido debatida e construída desde 1996, quando nos envolvemos na discussão e efetivação do *Projeto Vida na Roça* (1996-1998). Nessa oportunidade, trabalhamos com distintos sujeitos e instituições (públicas, ONGs, sindicatos e associações), num movimento de articulação política em favor do desenvolvimento, na época, denominado de multidimensional (agricultura, educação, ambiente, saúde, cultura e recreação), melhorando a capacidade organizativa local das famílias de agricultores camponeses da comunidade de Jacutinga (Francisco Beltrão - Paraná). As principais diretrizes das ações foram a auto-organização, a interdisciplinaridade, a agroecologia, a diversificação produtiva e a participação social (em reuniões, assembleias, oficinas, cursos, pesquisas e ações comunitárias permeadas pelo debate dos “sonhos”, imaginando uma vida melhor). Considerando esses princípios orientadores, as principais atividades realizadas foram: definição do grupo de trabalho a partir das colaborações estabelecidas; constante diálogo com os colaboradores institucionais e com as lideranças da comunidade; assembleias deliberativas; estudo diagnóstico dos estabelecimentos rurais com a participação dos moradores (“metodologia” dos “sonhos” dos homens, mulheres, crianças e idosos); socialização



e discussão dos dados e das análises feitas com os habitantes da comunidade; definição, em conjunto, das ações prioritárias para resolver os principais problemas identificados; efetivação de parcerias para conseguir outras colaborações institucionais e recursos financeiros para as ações do projeto; análise do solo dos estabelecimentos rurais; ações de educação ambiental na escola da comunidade; reflorestamento de algumas áreas devastadas; cultura agroecológica etc. (SAQUET e DUARTE, 1996; SAQUET, 2015 [2011]). (SAQUET, 2018, p. 478-479).


Essa concepção articulada entre território e o desenvolvimento de ações metodológicas práticas enfatizadas por Saquet (2018) possuem forças para se materializarem como políticas públicas, com potencial de inclusão social e de educação voltadas ao campo e ao alcance da agricultura familiar. Isso porque Saquet (2018) defende que um dos principais caminhos adotados para melhorar a qualidade de vida da população mais simples é a via da organização popular, na articulação conjunta entre pesquisadores e cidadãos do bairro analisado.

Nesse sentido, compreendemos como política pública, o que Celina Souza (2006) reforça como sendo campos multidisciplinares, e seu foco está nas explicações sobre a natureza da política pública e seus processos.

Por isso, conforme Celina Souza (2006) uma teoria geral da política pública implica na busca de sintetizar teorias construídas no campo da sociologia, da ciência política e da economia. Portanto, as políticas públicas repercutem na economia e nas sociedades, daí por que qualquer teoria da política pública precisa também explicar as inter-relações entre Estado, política, economia e sociedade. Marília Steinnberger (2013) faz uma análise das referências a políticas públicas e ao território em meio às análises de Estado citadas pelos autores a nível mundial e de vertentes brasileiras.

Nessa perspectiva então, considera que as políticas públicas, embora os autores não trabalhem com essa expressão concordam que a globalização neoliberal, intensifica as questões como as desigualdades socioeconômicas, a exclusão, a injustiça social, a marginalidade. Entretanto, discordam quanto ao papel e a importância do Estado. De modo que são unânimes ao se pontuar os princípios de se “fazer política” no século XXI. A partir disso cita as formas de justiça social e ambiental, a democracia representativa e a participativa.

Destarte, a autora destaca a necessidade de incluir diferentes segmentos sociais presentes no território, afirmando a partir de Hobsbawn, Habermas e Boaventura, mediante referências explícitas. Ao passo que David Harvey retrata tais apontamentos de forma implícita. Nesse sentido, Hobsbawn considera o território um dos critérios objetivos para definir uma nação.



Já Habermas, contraria os defensores da globalização des-territorializadora aos da territorialidade, e assim contraria Boaventura, já que não reconhece meios territoriais em meio a esse processo intensificado de globalização.

Para Harvey o território não está explícito, mas está nas entrelinhas de sua análise sobre a espacialização das crises do capitalismo e da concentração geográfica do dinheiro, dos meios de produção e da força motriz de trabalho. No que tange ao território, para Marília Steinberger (2013) é preciso destacar que ele tem conotações diferentes para cada autor, mas na maioria das vezes são usados para evidenciar a importância do Estado face às características socioterritoriais brasileiras.

Todavia, existe uma trilogia ao se pensar tais relações, Estado-território, Estado - políticas públicas e Política públicas-território. Destacando que esta última ainda é pouco explorada, em detrimento das outras que valorizam o papel do Estado.

Assim Marília Steinberger (2013) retrata a definição de políticas públicas e território. Celina Souza (2006) considera que as políticas públicas estão ligadas ao Estado e como esse determina o uso dos recursos para beneficiar os seus cidadãos. Desta forma, as políticas públicas são molas propulsoras do desenvolvimento econômico e promotoras da inclusão social, de uma função primaz do Estado Nacional, e que o projeto do neoliberalismo vem tentando esvaziar a todo e quaisquer custos.

Com efeito, Marília Steinberger (2013) defende que, mediante o pensamento de juristas, existe uma relação entre o Estado e o território, configurando-se como um preceito jurídico.

Assim, mediante análise de outros autores, sintetiza o sentido do território em três pontos: pela captura do território como um elemento do Estado. Através de sinônimos de superfície terrestre, da base física, do quadro natural, do limite e da extensão espacial. E do plano secundário do seu sentido geográfico, local onde o povo vive e nele o Estado exerce sua soberania. Dessa forma, a autora aponta que essa abordagem da relação território e Estado, percebe o território a algo coisificado e submetido ao Estado como um mero instrumento passivo onde sua ação se passa.

Tais fatores atrelados aos poucos estudos de pesquisas da relação políticas públicas - território, leva a autora a questionar se o significado jurídico do território é adequado ou não para fazer uma análise mais profunda das vantagens e desvantagens das políticas públicas vigentes.



4 AS INTERAÇÕES COM A AGRICULTURA FAMILIAR NO CAMPO: UMA BREVE CONTEXTUALIZAÇÃO

Para Cátia Grisa e Sérgio Schneider (2015) foi a partir do reconhecimento conferido à agricultura familiar e a construção de políticas diferenciadas, para um grupo social que até então, não havia sido contemplado com ações específicas não foram mudanças triviais, e é por isto que ganharam repercussões no cenário nacional e internacional.


Nesse contexto, Grisa e Schneider (2015) enfatizam que foi com a Constituição de 1988, que proporcionou novos espaços de participação social e reconheceu direitos; a criação do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura (Pronaf) em 1995 desencadeou outras políticas diferenciadas de desenvolvimento rural; a criação do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) em 1999 e da Secretaria da Agricultura Familiar (SAF) em 2001, institucionalizaram a estrutura agrária e fundiária no Brasil; e em 2006, foi regulamentada a Lei da Agricultura Familiar que reconheceu a categoria social, definiu sua estrutura conceitual e passou a balizar as políticas públicas para este grupo social em específico.

Desse modo, no que tange a primeira geração de políticas para a agricultura familiar, sobre a construção de um referencial agrícola e agrária, para Grisa e Schneider (2015) cabe salientar que o Estado atuou como agente produtivo por meio da criação de infraestruturas estatais; como agente financeiro, promovendo a transformação da estrutura industrial; sendo articulador de capitais privados nacionais e internacionais e formulador e executor de políticas macroeconômicas e setoriais, privilegiando a constituição de uma economia industrial (DELGADO, 2010).

Assim, os autores pontuam a importância do possível ajuste entre o setor da agricultura (“referencial setorial”) e a industrialização da economia do País (“referencial global”) passou a ser realizado por um conjunto de ações e políticas públicas, como crédito rural, garantia de preços mínimos, seguro agrícola, pesquisa agropecuária, assistência técnica e extensão rural, incentivos fiscais às exportações, minidesvalorizações cambiais, subsídios à aquisição de insumos, expansão da fronteira agrícola, e o desenvolvimento de infraestruturas.

Nesse sentido, no que tange ao desenvolvimento político da agricultura familiar no Brasil, em diferentes regiões torna-se pontual destacar que:

No âmbito da agricultura familiar, destacaram-se as mudanças na forma de atuação da Contag; a criação da Central Única dos Trabalhadores (CUT) em 1983 e, nesta, a conformação do Departamento Nacional de Trabalhadores Rurais (DNTR) em 1988; a constituição do Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (MST) em 1984; a



institucionalização do Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB) em 1991, os quais vinham atuando desde o final da década de 1970, e a criação do Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS) em 1985. Ainda que com objetivos ou ênfases distintas, as ações destes atores sociais tornaram visíveis as precárias condições de reprodução social dos pequenos produtores e, cada vez mais, reclamaram a intervenção do Estado na construção de políticas públicas adequadas às suas particularidades, destacando-se a reforma agrária e o crédito rural. (GRISA, SCHNEIDER, 2015, p. 130).


Grisa e Schneider (2015) destacam que a abertura democrática e mudanças político-institucionais em curso, os representantes da agricultura familiar alteraram sua postura diante do Estado. Tais possibilidades abertas com o debate da constituinte, as negociações para a definição das Leis Agrícola e Agrária, e a emergência dos Conselhos alteraram a forma de interação entre a sociedade civil representativa dos agricultores familiares e o Estado. A política pública relativa ao Pronaf tem se mostrado, conforme defende, os autores, num meio central para difundir a agricultura familiar:

O Pronaf se constituiu na principal política agrícola para a agricultura familiar (em número de beneficiários, capilaridade nacional e recursos aplicados) e, historicamente, tem contado com um montante crescente de recursos disponibilizados, atingindo, no Plano Safra da Agricultura Familiar 2014/2015, o valor de R\$ 24,1 bilhões. Ilustrando seu viés de fortalecimento da produção agrícola, diversos estudos apontam que o programa tem beneficiado principalmente as unidades familiares de produção em melhores condições socioeconômicas, localizadas nas regiões Sul e Sudeste, e promovido o cultivo de produtos competitivos no mercado internacional, os quais são controlados por poucas empresas do sistema agroindustrial e cuja forma de produção está assentada no uso generalizado de insumos modernos. O milho e a soja respondem, desde 2001, por mais de 50% dos recursos aplicados pelo Pronaf no custeio de lavouras (em 2002 e 2003, os dois produtos alcançaram mais de 60%). (GRISA; SCHNEIDER, 2015, p. 132-133).

Isso tudo também contribuiu para o alcance da segunda geração de políticas para agricultura familiar, que teve referenciais sociais e assistenciais relativas ao mundo do campo e suas principais características, através da articulação entre representantes sindicais e movimentos sociais da agricultura familiar, entre políticos e gestores públicos, com representantes do agronegócio, com especialistas da realidade rural.

A terceira geração enfatiza políticas para a agricultura familiar, com referencial de construção de mercados para a segurança alimentar e a sustentabilidade ambiental a partir de 2003, a exemplo dos programas PAA, PNAE, PGPMEis, PNPE, agroindústria, selos e certificações.

Essa operacionalização se deu através dos representantes sindicais e movimentos sociais da agricultura familiar, com a participação das organizações do campo agroecológico, com a ajuda de políticos e gestores públicos, e também com as organizações da sociedade civil, vinculados ao tema da segurança alimentar e nutricional.



Estas políticas públicas de terceira geração foram mais atuantes a partir do período político relativo ao governo Lula (2003-2011) que foi uma gestão elementar para o desenvolvimento de políticas especializadas para a agricultura familiar no Brasil, juntamente as demandas dos movimentos sociais do campo.


A partir disso é possível evidenciar sobre o potencial da agricultura familiar para o desenvolvimento social e ambiental. Criando as condições de competição entre os agricultores e produtores rurais, sobretudo, em função do acesso desigual da qualidade da terra, e do acesso muito desigual do crédito rural, das dificuldades das ações de Refis e o perdão de dívidas e do não acesso de tecnologias e máquinas nas operacionalizações das atividades agrícolas no campo, ou seja, tudo isso interfere nesse desenvolvimento da agricultura familiar e na complexidade dos mercados. Portanto, é preciso atingir os desafios globais para a agenda de 2030 dos objetivos sustentáveis da ONU, no que tange ao combate à fome e de desigualdades sociais a nível mundial.

Todavia, é preciso propiciar a segurança alimentar da população na atualidade e da produção orgânica dos países em prol da evolução da agricultura familiar. É interessante salientar sobre os consumidores organizados, através das cooperativas de consumo e da diversificação de selos de qualidade mediante as mudanças de hábitos alimentares da população nacional e /ou mundial, como uma forma de compreender as diferenças entre o aspecto agroecológico e orgânico, com mudanças de valores de consumo, trazendo o conceito de agriculturas ecológicas de mercado desenvolvido.

No que tange, as projeções futuras, um contexto a ser analisado é a redução da participação da agricultura no Pib brasileiro, na possível redução das exportações de produtos agrícolas, e na diminuição de postos de emprego no campo. É importante salientar o entendimento sobre a regionalidade e a sazonalidade nas correntes sustentáveis da agricultura a nível mundial, oportunizando produtos agroecológicos e mais sustentáveis, em prol de uma agricultura familiar, que promova o bem-estar das populações visando o equilíbrio e a proteção ambiental de forma mais generalizada em âmbito legal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Marília Steinnberger (2013) considera que o modelo híbrido adotado acerca do desenvolvimentismo social possui medidas predominantemente voltadas para o mercado interno e para a recuperação de índices sociais, com as de ordens neoliberais, como as



privatizações. Portanto, o Estado Nacional reassume proeminência pelo aparelhamento dos seus quadros e a retomada de políticas públicas nacionais.

No contexto, no atual modelo brasileiro, há uma inseparabilidade entre Estado, políticas públicas e o território, que é comandada pelo Estado. Assim a inserção de políticas nacionais (em diferentes áreas de saúde, educação, segurança, agricultura familiar, etc) formuladas após 2002, sob o comando do Estado Brasileiro, inova e também restringe a concepção de território com ênfase apenas na sua identidade jurídica.

Contudo, o enfoque geográfico contemporâneo tem que ultrapassar essa definição dos juristas. Essa abordagem geográfica do território está pautada no pensamento de Milton Santos, em que o território tem um sentido geográfico que vai além da geografia física. Não pode ser desprezado a um papel secundário apenas.

O território não é propriedade do Estado, e sim de todos os agentes e atores sociais que tem o poder do “agir a partir da vontade política” na sociedade. O território não é um mero receptor inativo que abriga a ação do Estado. É sim um território ativo, em constante interação com sociedade e o próprio Estado.

Portanto, produzir políticas públicas não é uma prerrogativa exclusiva do Estado, mas a todos os agente e atores sociais que vivenciam na sociedade. Todas as políticas públicas têm uma dimensão territorial e precisam priorizar mais a realidade da agricultura familiar no Brasil fomentando suas potencialidades aos pequenos e médios produtores tendo mais espaço de atuação nas cidades brasileiras.

Consideramos ter contribuído para as discussões relativas as políticas públicas do campo destacadas nas leituras e debates em prol do desenvolvimento de políticas públicas para a agricultura familiar no campo.


REFERÊNCIAS

CASTELLS, Manuel. **A Questão Urbana**. 6. ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2014.

DELGADO, N. G. **O papel do rural no desenvolvimento nacional: da modernização conservadora dos anos 1970 ao Governo Lula**. In: DELGADO, N. G. *Brasil rural em debate: coletânea de artigos*. Brasília (DF): CONDRAF/ NEAD, 2010, p. 28-78.

GRISA, Cátia. SCHNEIDER, Sérgio. **Três Gerações de Políticas Públicas para a Agricultura Familiar e Formas de Interação entre Sociedade e Estado no Brasil**. RESR, Piracicaba-SP, Vol. 52, Supl. 1, p. S125-S146, 2014 – Impressa em fevereiro de 2015.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma Geografia do Poder**. Tradução de Maria Cecília França. São Paulo (SP): Ática, 1993.



SAQUET, Marcos. **A descoberta do território e outras premissas do desenvolvimento territorial.** Rev. Bras. Estud. Urbanos Reg., SÃO PAULO, V.20, N.3, p.479-505, set.-dez. 2018.

SOUZA, Celina. **Políticas públicas: uma revisão da literatura.** In: Sociologias, Porto Alegre, ano 8, nº 16, jul/dez 2006, p. 20-45.

SOUZA, M. A. **Uso do território e saúde. Refletindo sobre “municípios saudáveis”.** In: SPERANDIO, A. M. G., org. O Processo de Construção da Rede de Municípios Potencialmente Saudáveis. Ed 1. v. 2. Campinas: IPES Editorial, 2012.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Fobópole: o medo generalizado e a militarização da questão urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

SOUZA, M. L. de. **Mudar a cidade: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbana.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

_____. **“O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento”** In: Geografia: Conceitos e Temas. Rio de Janeiro, Editora Bertrand Brasil, 1996. Pp.77-116.

SECCHI, Leonardo, **Tipos de políticas públicas**, 2015.

STEINBERGER, Marília. **A inseparabilidade entre Estado, políticas públicas e território.** IN: Território, Estado e políticas públicas espaciais. Brasília: Ler Editora, 2013, p. 31-64.



CAPÍTULO 19

MINIESTAÇÃO ALTERNATIVA DE TRATAMENTO DE ÁGUA BARRENTE EM UNIDADES DE PRODUÇÃO FAMILIAR SITUADAS NO TERRITÓRIO IDENTIDADE VELHO CHICO¹

Jacson Rogério Damasceno, Graduando em Eng. Agrônômica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Bom Jesus da Lapa
Marcos Aurélio da Silva, Prof. EBTT, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Bom Jesus da Lapa

RESUMO


O presente trabalho descreve sobre o desenvolvimento e construção de uma mini estação de tratamento de água barrenta, de elevada turbidez, utilizando mandacaru como agente coagulante natural em combinação com sulfato de alumínio e cal virgem. A metodologia aplicada foi o teste de jarros (*jarr test*) empregando misturas em proporções variadas de reagentes, controle de pH e volumes de operação. Foram determinadas a velocidade de decantação, turbidez, pH, condutividade e percentual de recuperação. A melhor combinação encontrada foi de 2:2:1 em massa de mandacaru:sulfato:cal. A mini estação foi construída com recipiente plástico com capacidade de operação de 100 litros. O sistema de filtragem foi construído em PVC, com dois filtros em série, o primeiro feito com camadas de brita e areia e o outro com carvão ativo. O volume de recuperação de água pura foi em média de 77% com redução da turbidez de 99%. A mini estação apresenta baixo custo de construção e operação podendo ser aplicada em regiões remotas contribuindo para mitigar a escassez de água.

PALAVRAS-CHAVE: mandacaru, barreiro, coagulantes, floculação, sustentabilidade

INTRODUÇÃO

A maioria das comunidades rurais localizadas no Território Identidade Velho (TVC) convive com a crítica escassez de água. Além da quantidade, a qualidade também é um fator crítico que leva as famílias ao patamar de extrema pobreza, pois muitas residências rurais não são atendidas pela rede de abastecimento. São muito comuns nesta região, as formações de barreiros, resultado de acúmulo de água da chuva, formando pequenas lagoas. Nestas localidades estudadas para execução desta proposta foram levantados pelo menos 20 barreiros com potencial para abastecimento das famílias, desde que a água seja devidamente tratada. A água de barreiro ou água barrenta consiste em pequenos reservatórios que recebem água no período chuvoso e que as comunidades agrícolas aproveitam para irrigação e para uso animal.

¹ Parte do projeto financiado por Pró-Reitoria de Extensão, IFBAIANO



Devido a grande quantidade de material em suspensão a água de barreiro não encontra aplicação para uso humano, até mesmo para o banho ou lavagem de roupas e utensílios domésticos (Henriques, 2012).

Em certas regiões do Nordeste brasileiro a água de barreiro é a única fonte disponível para o consumo de comunidades agrícolas que não são assistidas pelo sistema de saneamento convencional. Entretanto, para sua plena aplicação, faz-se necessária adoção de medidas eficazes que permitam o atendimento dos requisitos mínimos estabelecidos pelos órgãos reguladores aos fins supracitados. Deve-se salientar também que nestas regiões as comunidades são atendidas por programas como operação carros-pipa que fornecem água para as comunidades, nem sempre com qualidade e quantidade suficiente.

A pesquisa para uso da água de barreiro já vem sendo desenvolvidas em algumas regiões do Nordeste. A aplicação de espécies de cactos para tratamento de água é bastante recente em comparação com outros coagulantes naturais, tais como Nirmali e a Moringa oleifera (Basulto, 2018). O cacto Mandacaru (*Cereus jamacaru*) é uma planta típica do Brasil abundante principalmente na região nordeste. Trabalhos recentes mostraram a eficiência do mandacaru como coagulante natural para purificação de água (Lenz, 2011).

METODOLOGIA

Inicialmente foi feito um planejamento experimental em três níveis de duplicatas para determinar a melhor condição de operação, empregando o software minitab 18. As variáveis independentes testadas foram: pH (5, 7 e 9); percentual de reagente em relação a amostra (20%, 40% e 60%) e volume da amostra (100ml, 250ml e 400ml). Os parâmetros de respostas foram; velocidade de decantação, turbidez final, pH, condutividade e percentual de recuperação. Preparou-se as soluções estoques dos coagulantes químicos, Sulfato de alumínio 50 g/L; óxido de cálcio 1,5 g/L e hidróxido de sódio 1 mol/L. A amostra de mandacaru foi colhida no mesmo dia dos testes. Neste teste inicial foi empregada uma mistura sulfato/NaOH. O pH ajustado, adicionando uma solução de NaOH 1 M sobre a solução de sulfato até atingir o pH desejado.

Os testes de decantação (*jarr test*), foram feitos utilizando agitadores magnéticos e provetas de volumes variados. Após ajustes dos volumes, pH e percentual de reagentes as amostras eram misturadas e permaneciam 15 segundos em agitação rápida a 300 rpm e em seguida 10 minutos em agitação lenta em 50 rpm. Em seguida a mistura reagente junto a água barrenta foi adicionada em provetas. O processo de decantação foi acompanhada registrando uma fotografia a cada minuto até o tempo de 2 horas, contra um fundo verde para melhor

contraste. Após esse tempo deixava a amostra em repouso terminando a decantação de um dia para o outro.

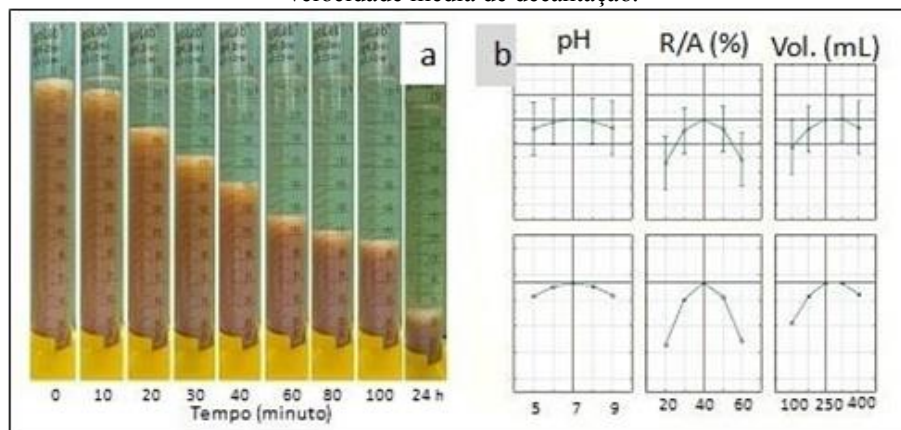
A velocidade média de decantação foi determinada construindo o gráfico da variação do volume do material decantado em função do tempo. As medidas de turbidez, pH e condutividade foram medidas coletando-se água da fase superior. O percentual de recuperação foi calculado pela razão da água purificada obtida pelo volume de água barrenta inicial após o período de 24 horas.

A miniestação de tratamento de água de barreiro foi construída utilizando um balde de capacidade de 100 litros. O sistema foi construído em material de PVC, empregando tubos, conexões e válvulas de 20 mm. Os filtros foram construídos com tubos de PVC de 100 mm. Um dos filtros foi construído em camadas empregando uma lã sintética, brita grossa, brita fina e areia. O outro filtro empregou os mesmos materiais com o acréscimo de uma camada de carvão ativo. Para a operação da miniestação foi utilizada 100 litros de água barrenta, 50 g de sulfato de alumínio, 25 g de óxido de cálcio e 50 g de mandacarú.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento foi montado para realizar quatro corridas por vez. Após a agitação a mistura reagente/amostra foram transferidas para provetas e fotografadas a cada 1 minuto com auxílio de um smart fone preso em um suporte universal. A velocidade média de decantação foi determinada construindo gráficos da variação do volume decantado em função do tempo, como exemplo exposto na figura 1a. A velocidade média máxima determinada coincide nos pontos centrais de cada parâmetro testado em pH 7, razão reagente/amostra em 40% e volume de amostra de 250 mL, conforme mostrado na figura 1b.

Figura 1: Teste de otimização do experimento; a) decantação em função do tempo; b) curva de máxima velocidade média de decantação.



Fonte: Autores

Após determinação das condições ótimas de operação os testes foram realizados com os parâmetros ajustados em pH 7, razão reagente/ amostra em 40% e volume total de 250 mL. A mistura ideal do reagente coagulante determinada pelos testes de decantação foi a proporção em massa de 1:2:2 de CaO:Al₂SO₄:Mandacará. Esses resultados levem em consideração a velocidade de decantação, turbidez final, pH, condutividade e percentual de recuperação.

O uso da cal virgem (CaO) na preparação dos reagentes mostrou melhores resultados que o hidróxido de sódio (NaOH), principalmente no parâmetro condutividade iônica com diferença de 86%. O uso do mandacaru puro mostrou ótimos resultados tanto na velocidade de decantação, pH e melhor ainda na condutividade iônica. Entretanto, apresenta uma turbidez mais elevada, devido a uma espécie de pigmento natural que se solubiliza na água. Essa turbidez é completamente removida pela passagem da água por um filtro de carvão ativo. A análise destes resultados indica que o mandacaru pode ser empregado sem a presença de reagente químico. Neste caso o descarte dos rejeitos da operação não traria nenhum problema ambiental, além da redução dos custos de operação.

Tabela 1: Resultados dos testes realizados variando-se os reagentes coagulantes

REAGENTE	PH	Cond. (mS/cm)	TURBIDEZ (NTU)	DECANTAÇÃO (mL/min)	RECUPERAÇÃO (%)
Al/Cao	7,4	1,6	1,6	1,4	77
Al/NaOH	7,3	12,3	1,4	0,4	60
Mandacará	7,1	0,8	7,1	1,8	76
Al/CaO/Mand.	7,1	2,1	2,1	1,8	75
Al/NaOH/Mand.	7,0	11,6	9,9	0,9	64

Fonte: Elaboração dos autores

O protótipo da miniestação de tratamento de água de barreiro está representado na figura 2. A miniestação tem a capacidade de tratar de 100 litros de água barrenta por operação. Após os processos de decantação e filtração, a taxa de recuperação de água tratada foi de aproximadamente 78%, de cada 100 litros de água barrenta recuperou-se em média 78 litros de água tratada.

Figura 2: Miniestação de tratamento de água; a) sistema de filtros; b) decantação; c) água antes e depois do tratamento



Fonte: Autores

Os parâmetros de qualidade observados após o tratamento foram de uma turbidez média de aproximadamente 9 NTU. Considerando que a turbidez inicial da água barrenta não tratada foi de 980 NTU, o percentual de redução da turbidez foi de aproximadamente 99%. A condutividade iônica da água ficou em torno de 0,7 a 1,2 mS/cm. O pH da água tratada ficou próximo a neutralidade, mas levemente alcalino em torno de 7,2 a 7,8.

Com as análises dos resultados obtidos constatou-se que uma miniestação de tratamento de água barrenta, aplicando uma mistura de agentes químicos e mandacaru, pode ser empregada em pequenas propriedades rurais. A água obtida pelo tratamento da estação apresentou padrões de qualidade satisfatórios para aplicação em atividades domésticas e consumo animal. Com tratamento adequado posterior, aplicando se germicidas, poderá eventualmente ser aplicada para consumo humano.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implantação de miniestações de tratamento de água em pequenas propriedades rurais do Oeste Baiano traria grandes benefícios para a população local, pois a região sofre longos períodos de estiagem. A miniestação de tratamento de água apresenta baixo custo de construção e manutenção, e com o devido treinamento pode ser operada pelos próprios moradores. Um projeto que pode ser apoiado pelo poder público tendo como parceiros instituições públicas inseridas na região com o objetivo de mitigar os problemas causados pela escassez de água.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação a Extensão PIBIEX do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Bom Jesus da Lapa pelo aporte logístico e financeiro.



REFERÊNCIAS

Basulto, Villaseñor Déborah L. **Wastewater treatment using Moringa oleifera Lam seeds: A review.** *Journal of Water Process Engineering* Volume 23, June 2018, Pages 151-164

Henriques, Juscelino Alves Et. Al. **Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo De Água Da Chuva**,8. Campina Grande Paraíba. Anais...14 A17 De Agosto De 2012. Issn 1818-4952

Lenz, GF; ZARA, RF; THOMAZINI, MH. **Study of the efficiency of natural polymer extracted Mandacaru cactus (Cereus jamacaru) as coagulation and flocculation aids for water treatment.** In: Symposium on Sustainable Systems, Proceedings. Toledo, 2011.



CAPÍTULO 20

DESTINO DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS: UMA BREVE REVISÃO

Allison Berghahn, Engenheiro Agrônomo
Ronaldo Elias, Mestrando em Direito, UPF
Leonita Beatriz Girardi, Doutora em Engenharia Agrícola
Janine Farias Menegaes, Doutora em Agronomia, UFSM
Milene Auler, Engenheira Agrônoma
Ítalo Girardi Ferreira, Acadêmico de Agronomia UPF

RESUMO


À medida que cresce a produção no agronegócio, a geração de consumo de agrotóxicos com embalagens, conseqüentemente, cresce na mesma proporção. Assim, diante das questões ambientais envolvidas, as embalagens desses produtos devem receber o destino correto. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma breve revisão de literatura sobre o processo ou etapas que envolvem desde a compra dos agrotóxicos por parte dos produtores até a devolução das embalagens ao local correto, e o conhecimento e cumprimento da Lei nº. 9.974/2000. Observou-se, nesta revisão, que a legislação brasileira tem se preocupado com o destino destas embalagens, impondo regras e criando sistemas de recolhimento. O sistema brasileiro de logística reversa das embalagens de agrotóxicos, tem demonstrado eficácia, com média de 94% de recolhimento dessas embalagens. Por fim, conclui-se que há a necessidade de campanhas de sensibilização e conscientização do destino correto das embalagens de agrotóxicos em todas as etapas da cadeia produtiva do agronegócio, visando a conservação e proteção do meio ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: Agrotóxicos. Embalagens vazias. Logística reversa.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas mundiais, segundo pesquisas recentes está na terceira posição, perdendo apenas para os Estados Unidos e China. Atualmente, o setor do agronegócio tem investido em suporte tecnológico visando maximizar a produtividade por área cultivada, seja em máquinas, material genético e agrotóxicos.

Nas décadas de 1960 e 1970, a Revolução Verde tinha como finalidade da erradicação da fome, o qual esse programa de desenvolvimento proporcionou a agricultura pacotes tecnológicos em diversos setores do agronegócio, com a modernização do campo, o aumento da produção e, principalmente, o desenvolvimento da agricultura em países mais pobres ou subdesenvolvidos (ANDRADE; GAMINI, 2007).



No que tange a tecnologia pode-se destacar máquinas agrícolas modernas, desenvolvimento de sementes com alto poder produtivo, adubos e fertilizantes para o solo e os agrotóxicos. Com isso começou-se a produzir em maior quantidade e qualidade, contudo, as questões como o meio ambiente foram deixadas de lado, pois, o programa da Revolução Verde não contemplava a preocupação com a sustentabilidade do meio que se estava ocupando, ou se existia não era expressiva e com certeza sem força.


Com o aumento da produção agrícola as empresas de agrotóxicos e fertilizantes químicos procuravam espaço no mercado de consumo, com sucesso e ascensão, pois à medida que aumentavam as áreas agrícolas e conseqüentemente a produção, novas pragas e doenças surgiam e era preciso combatê-las.

Por muito tempo não se preocupou com aspectos ambientais, como anteriormente citado, e as embalagens dos agrotóxicos usados eram então jogadas na maioria das vezes no próprio meio ambiente ou, em muitos casos, até reaproveitadas como recipiente para os mais diversos fins, tornando-se assim um problema sério à saúde humana, animal e ao meio ambiente.

As preocupações e cuidados com questões ambientais e, na tentativa de incentivar a consciência ambiental, órgãos públicos criam leis e estabelecem condutas com o intuito de preservar o meio ambiente e a qualidade de vida da população. O Governo Federal, por exemplo, criou, no final da década de 1990, uma série de medidas que tentam reduzir as agressões ao meio ambiente. Uma dessas diz respeito à necessidade obrigatória de devolução dos vasilhames (já utilizados) de produtos tóxicos empregados nas lavouras.

À medida que a preocupação com as questões socioambientais aumenta em todo mundo, cresce a importância da logística reversa em um contexto capaz de promover um crescimento sustentável das empresas e da própria sociedade. No momento em que se ressaltava a questão ambiental sobre o tema de embalagens de agrotóxico, lançam-se as questões econômicas, uma vez que além dos prejuízos que envolvem a saúde dos usuários a legislação prevê multa para quem descumprir as normas por ela editadas.

A Lei Federal n.º 9.974, de 06 de junho de 2000, estabelece normas para o recolhimento das embalagens, extensivas a todos os envolvidos na produção agrícola. O processo começa na compra dos agrotóxicos, quando o produtor deve ser informado sobre o posto de recolhimento mais próximo e o prazo de devolução da embalagem, geralmente, a própria revenda ou cooperativa recebe as embalagens de volta. A legislação brasileira *obriga* o agricultor a



devolver todas as embalagens vazias dos produtos na unidade de recebimento de embalagens indicada pelo revendedor, mas antes da devolução, o agricultor deve preparar as embalagens, ou seja, separar as embalagens lavadas das embalagens contaminadas.

A inexistência de um processo específico e adequado para o destino final das embalagens vazias de defensivos agrícolas acarreta diversos impactos ambientais, como a poluição, a contaminação das águas de córregos e do solo, permanecendo seus efeitos por longos anos e, também impactando na saúde das pessoas, tanto naquelas que fazem o manuseio direto dos produtos químicos, quanto nas que sentem seus efeitos de maneira indireta, prolongando-se por gerações futuras.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma breve revisão de literatura sobre o processo ou etapas que envolvem desde a compra dos agrotóxicos por parte dos produtores até a devolução das embalagens ao local correto, e o conhecimento e cumprimento da Lei nº. 9.974/2000.


METODOLOGIA

Para a elaboração do presente trabalho realizou-se uma revisão de literatura baseada na legislação, artigos científicos, livros e anais de eventos, todos referente a temática abordada. Para a obtenção das referências citadas neste trabalho foram consultadas as bibliotecas do Centro IDEAU de Passo Fundo, e os sites eletrônicos de pesquisa SciELO, Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES.

LEGISLAÇÕES BRASILEIRAS RELACIONADAS À QUESTÃO AGRÁRIA E AMBIENTAL

Segundo Da Silva (2013), embora a fase de exploração desregrada dos recursos ambientais tenha persistido ao longo da história da humanidade, o meio ambiente tornou-se a grande preocupação de todas as comunidades do nosso planeta nas últimas décadas, seja pelas mudanças provocadas pela ação do homem na natureza, seja pela resposta que a natureza dá a essas ações.

Na Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, o artigo 225º relata que “todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial a sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e a coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações”. Em seguida, nos incisos do mesmo artigo, retrata as incumbências do Poder Público, entre elas destaca-se a de “controlar a produção, a




comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem riscos para a vida e o meio ambiente”. Traz, também que as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente, os infratores estarão sujeitos a sanções penais e administrativas, independente da obrigação de reparar o dano, se estende tais penas a pessoas físicas e jurídicas.

Tolonei (2005) esclarece que a Constituição Federal (CF) revelou, no capítulo do Meio Ambiente, a importância que a sociedade, o Estado e os instrumentos jurídicos devem ter quando se está diante de um bem jurídico ambiental e, que a preocupação com tal tema está evidenciada, pois, os constituintes, partiram da premissa de que proteger o meio ambiente, em última análise, significa proteger a própria preservação da espécie humana. O mesmo autor ainda relata que a questão ambiental está ligada a outras partes da CF, como o princípio contido no inciso VI, do artigo 170º, que revela a necessidade de haver um desenvolvimento econômico compatível com o meio ambiente, mantendo-o ecologicamente equilibrado, gerando, dessa forma, o desenvolvimento e o uso sustentável dos recursos naturais, neutralizando o crescimento econômico e o mercado de consumo, com a qualidade de vida e do meio ecológico em que o indivíduo se encontra inserido.

O direito a um meio ambiente ecologicamente equilibrado, está intimamente ligado a um dos princípios fundamentais da República Federativa do Brasil, previstos no artigo 1º da Constituição Federal (1988), qual seja a dignidade da pessoa humana (inciso III). Da mesma forma, o próprio direito à igualdade, previsto no artigo 5º, *caput*, é prejudicado quando não se tem um meio ambiente ecologicamente equilibrado, pois, só quem tem o poder econômico é que se permite o uso de um ambiente ecologicamente equilibrado com a sadia qualidade de vida. O mesmo se aplica com relação ao direito social de habitação, previsto no artigo 6º da Constituição Federal, quando por uma deficiência da política urbana, por exemplo, não existam espaços habitáveis que ofereçam qualidade de vida.

O Brasil começou realmente a se preocupar com os problemas ambientais, e com questões envolvendo a terra, na década de 1960, mais precisamente em 30 de Novembro de 1964, quando surge o Estatuto da Terra (Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964), onde houve a possibilidade de serem tratadas questões relacionadas à função social da terra, de desapropriação por interesse social e por ocasião de descumprimento da lei, ente outras questões que foram agregadas na referida lei.

Todavia, de acordo com Tolonei (2005), o primeiro grande passo para a proteção ambiental ocorreu em 1970, mais precisamente quando o país participou da primeira grande




conferência sobre o meio ambiente, realizada em Estocolmo em 1972. Nesta década, teve início a atuação mais incisiva da relação do estado e da sociedade, para buscar uma racionalização da exploração ambiental, pois, foi justamente nesta fase que o Governo brasileiro incentivou o crescimento industrial visando ocupar espaço no cenário internacional, entre os países desenvolvidos.

Na década de 1980, influenciado pela criação de um direito ambiental internacional, o Brasil promulgou Leis de extrema importância para a tutela do Meio Ambiente, uma delas é a Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981, que até hoje está em vigor no Ordenamento Jurídico Brasileiro, que trata, entre outras situações, da responsabilidade civil por ato lesivo ao meio ambiente, criando instrumentos de preservação do dano. Na mesma década foi promulgada a Lei n.º 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, entre outras providências.

Nesta fase, o Estado Brasileiro já contava com Organizações Não-Governamentais (ONGs), instituições científicas, engajados não só na fiscalização do meio ambiente, como em buscar alternativas para a adequada exploração dos recursos ambientais (TOLONEI, 2005). De acordo com Ladeira et al. (2012) na década de 1990 o governo Federal continuou instituindo medidas para tentar reduzir as agressões ao meio ambiente, entre elas está a lei que trata acerca da devolução de vasilhames (já utilizados) de produtos tóxicos empregados nas lavouras. Trata-se da Lei n.º 9.974, de 06 de junho de 2000, que acrescentou dispositivos à Lei n.º 7.802/1989, vindo a regulamentar a obrigatoriedade do recolhimento e destinação final das embalagens após o uso dos defensivos agrícolas pelas empresas que produzem e pelas que comercializam os defensivos agrícolas.

A aprovação dessas leis foi resultado do aumento da consciência ambiental da população e da pressão exercida por ONGs ambientalistas (LADEIRA et al., 2012). Dorion et al. (2011) relata que entre os diversos impactos causados ao meio ambiente, um está relacionado com os resíduos plásticos, e que esses resíduos, geralmente, levam muito tempo para sofrerem degradação espontânea e, quando queimados, produzem gases tóxicos. Logo, com o crescente uso desses materiais, principalmente na área de embalagens, cujo descarte é muito rápido, tem-



se um agravamento dos problemas ambientais, prejudicando, inclusive, o tempo de vida útil dos aterros sanitários.

A reciclagem dos materiais plásticos é uma forma de aproveitamento de tais resíduos, considerando-se o imenso valor potencial dos plásticos e as implicações dos desperdícios e poluição decorrentes de sua não (FORLIN; FARIA, 2002). Segundo Ladeira et al. (2012), para que a Lei n.º 9.974/2000 seja eficiente é fundamental a cooperação de toda a cadeia envolvida, e que nesse sentido, tal conjunto de medidas e leis repassa a responsabilidade do produto final e seu descarte ao agricultor e à empresa produtora de defensivos agrícolas. No caso do recolhimento das embalagens de defensivos agrícolas utilizadas nas plantações, a cooperação depende diretamente dos produtores rurais, que fazem parte de um elo da cadeia agrícola, como destacado pelo Instituto Nacional de Processamento das Embalagens Vazias (INPEV; 2010).


O Quadro 1 apresenta uma descrição resumida da legislação em vigor no território nacional até o presente momento, abordando leis e decretos relacionados ao tema agrotóxicos.

Quadro 1 – Legislação Brasileira que disciplinam a questão das embalagens vazias de agrotóxicos.

Legislação	O que regulamenta
Lei n.º 7.802/1989 - Lei dos Agrotóxicos	Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins e dá outras providências.
Lei n.º 9.974/2000	Altera a lei n.º 7.802, de 11 de julho de 1989 e regulamenta a obrigatoriedade do recolhimento das embalagens pelas empresas produtoras e comercializadoras de agrotóxicos.
Decreto n.º 4.074/2002	Regulamenta a Lei Nº 7.802, de 11 de julho de 1989
Resolução - CONAMA n.º 465/2014	Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos

Cabe salientar que a fiscalização federal ocorre na forma de leis e decretos, e que a legislação aplicada quanto ao tema é bem rígida para aquele que a descumpre, com pesadas multas e até mesmo detenção por certo período. Para Cordeiro (2015), essas medidas de certa forma são extremamente necessárias visto que poucos tem uma consciência ecológica apurada ou até mesmo a noção exata, em se falando de embalagens de agrotóxicos, do que as embalagens podem causar se abandonadas na natureza.

Contudo, a continuidade e a expansão deste processo de recolhimento, reciclagem e incineração de embalagens de agrotóxicos é a saída mais coerente. De extrema importância destacar aqui algumas informações relacionadas à indústria brasileira de agrotóxicos, onde de acordo com Silva e Costa (2012), em 2010, a indústria brasileira totalizou vendas de US\$ 7,3




bilhões, e que entre 1990 e 2010, o mercado brasileiro cresceu cerca de 576%, enquanto o mercado mundial aumentou 83%. Como resultado, a participação das vendas da indústria de defensivos no Brasil, em relação às vendas globais, aumentou de 10% para 15,3% no período. Segundo a Associação Brasileira do Agronegócio (ABAG, 2019), no Brasil as vendas da indústria alcançaram aproximadamente US\$ 9,4 bilhões em 2016. A estimativa para 2019 foi de US\$ 45,11 bilhões.

A necessidade da erradicação da fome e redução da desnutrição, aliada ao crescimento da população mundial, especialmente, nos países em desenvolvimento, prosseguirá oferecendo oportunidades para a agricultura e, por extensão, à indústria de agrotóxicos, que continuará sendo sua mais importante ferramenta para a proteção dos cultivos. O Brasil continuará desempenhando um papel importante na agricultura mundial, em função de suas vantagens comparativas associadas a fatores naturais, como a ampla disponibilidade de terras e o clima favorável à atividade agrícola, além do desenvolvimento e implantação de novas técnicas agronômicas (BOLFE, 2018). A lavoura de soja é a principal consumidora de defensivos no Brasil.

SOBRE O INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS (INPEV)

O INPEV é uma entidade sem fins lucrativos criada por fabricantes de defensivos agrícolas com o objetivo de promover a correta destinação das embalagens vazias de seus produtos. Criada oficialmente em 14 de dezembro de 2001, está sediada em São Paulo, SP e integra o Sistema Campo Limpo. Esse sistema atua como núcleo de inteligência, sendo responsável pela operacionalização da logística reversa das embalagens em todo o país, e pelo transporte adequado das embalagens devolvidas dos Postos para Centrais e das Centrais de Recebimento para o destino final (recicladoras), conforme determinação legal (CORDEIRO, 2015).

De acordo com Cordeiro, (2015), esse sistema é o maior e o mais eficiente programa desse tipo no mundo, onde desde 2002, já retirou mais de 500 mil toneladas de embalagens vazias do campo, destinando corretamente 94% das embalagens comercializadas no Brasil. O que garante esse sucesso é a responsabilidade compartilhada entre agricultores, canais de distribuição, indústrias e poder público, conforme determina a legislação. Com foco no engajamento de todos esses elos e reconhecendo a importância de conscientizar as futuras gerações, o INPEV investe, continuamente, em ações de educação ambiental, dentre elas o



Programa de Educação Ambiental (PEA) do Sistema Campo Limpo. Atualmente, integram o INPEV mais de 100 empresas fabricantes de defensivos agrícolas e entidades representativas do setor (INPEV, 2019).

LOGÍSTICA REVERSA DAS EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS

De acordo com Campos (2006), não se tem uma definição “universal” para o conceito de logística reversa. Em linhas gerais é a área da logística empresarial que trata do retorno de produtos pós-vendidos e/ou consumidos ao seu centro produtivo. Diferente da logística tradicional (direta), ela está relacionada ao processo de reutilização de produtos, sendo que esse processo recupera todo o produto de forma sustentável, ou seja, necessitando de menos matéria prima virgem para a utilização de novos produtos.

Para Dorion et al. (2011), a logística reversa trata dos bens descartados, incluindo-os no sistema logístico, tendo em vista a crescente escassez de recursos e a constante elevação dos custos de suprimentos, trazendo a possibilidade de reutilização destes bens descartados. Os autores, também esclarecem que na logística reversa têm-se os aspectos da reciclagem e suas vantagens para o meio ambiente, bem como seus benefícios econômicos, além da importância dos canais reversos como forma de viabilizar o retorno dos efluentes.

Convém, destacar que o assunto Logística Reversa de Embalagens de Agrotóxicos é um sistema relativamente novo, tanto no Brasil como na região em estudo, os agricultores de idade mais avançada costumavam sem nenhuma culpa descartar as embalagens em valas abertas nas propriedades ou até mesmo, as que eram possíveis, usa-las como balde ou outro utensílio nas lidas do campo, mas apesar disso deve ser encarado de forma consciente.

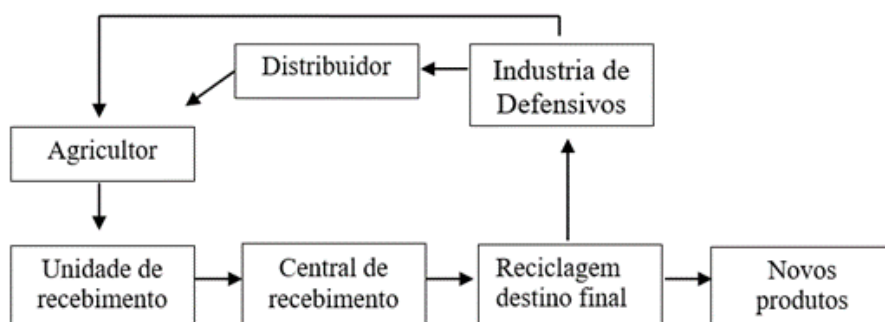
A mudança de hábito muitas vezes atrapalha para que a cadeia caminhe como deve ser, por esse motivo foi realizado uma campanha na mídia e na publicidade escrita sobre a devolução das embalagens vazias, o que não pode é com o passar do tempo desleixar sobre esse tema de tamanha importância. O principal objetivo desse recolhimento das embalagens é evitar que essas venham a ser descartadas de forma incorreta, o que poderia contaminar rios, lagos e o meio ambiente em geral comprometendo os recursos naturais e a subsistência das futuras gerações. Vale a pena lembrar que, uma embalagem plástica leva cerca de 150 anos para se decompor na natureza, sem contar os danos causados.

Magrini (2018) deixa claro que o resultado do aumento das exigências do consumidor, buscando produtos ecologicamente corretos e do cumprimento das leis frente à preservação dos recursos naturais, fazem com que haja um comprometimento das empresas perante os seus

clientes/consumidores e a responsabilidade passa a ser de ambos em respeito ao ser humano e a natureza.

A Figura 1 traz a sequência do fluxo da logística reversa em relação a embalagens de agrotóxicos, onde estão descritos todos os envolvidos no processo, desde a indústria (origem), até o consumidor final (agricultor), observa-se que ocorre, quando possível o retorno de produtos, reciclagem ou incineração se não for possível utilizá-la como é o caso de embalagens de papel.

Figura 1 – Fluxo do processo de destinação das embalagens vazias.




Para que o fluxo acima seja eficiente em todas as etapas é preciso responsabilidade de todos os envolvidos, a responsabilidade é compartilhada conforme explanação a seguir.

RESPONSABILIDADE DE DEVOLUÇÃO

Para que o processo de logística reversa de embalagens de agrotóxicos vazias aconteça, há a necessidade de um trabalho em sintonia para gerar uma grande integração entre os agentes principalmente no que diz respeito ao produtor, comerciante e poder público para que os mesmos sigam os mesmos objetivos e faça com que esta cadeia reversa funcione (BOLDRIN et al., 2007). O primeiro passo é a conscientização e dedicação dos diversos envolvidos neste processo, que tem um respaldo na legislação ambiental, pois estabelece direitos e deveres para cada uma das partes cumpra com requisitos.

Devolver embalagens vazias de defensivos agrícolas nas unidades fixas ou itinerantes do Sistema Campo Limpo (programa brasileiro de logística reversa do material) é uma obrigação legal dos produtores rurais. Também se estende ao produtor:

- A lavagem das embalagens (Tríplice Lavagem ou Lavagem sob Pressão);
- Cuidados com as embalagens rígidas não laváveis, mantendo-as intactas, adequadamente tampadas e sem vazamento;
- Acondicionamento das embalagens em sacos plásticos padronizados;


- 
- Armazenamento na propriedade, em local apropriado, até a sua devolução;
 - O transporte e devolução das embalagens vazias, com suas respectivas tampas e rótulos, para a unidade de recebimento indicada na Nota Fiscal pelo canal de distribuição, no prazo de até um ano, contado da data de sua compra. Se, após esse prazo, permanecer produto na embalagem, é facultada sua devolução em até seis meses após o término do prazo de validade.

Quem entrega o material para terceiros, ou mantém as embalagens e tampas estocados na propriedade após o período de um ano da data que consta da nota fiscal de venda, além de descumprir a legislação, pode sofrer penalidades. Mas, muito mais do que evitar problemas com fiscalizações, o agricultor que faz sua parte corretamente, contribui com um importante ciclo que traz inúmeros benefícios ambientais. O Brasil dá a correta destinação para 94% das embalagens plásticas primárias comercializadas em todo país. Desse total devolvido, 90% retornam para a reciclagem, dando origem não só a novos recipientes para defensivos agrícolas, mas, também a outros 32 artefatos plásticos, como condutores corrugados e tubos de esgoto (CORDEIRO, 2015).

A Lei Federal n.º 9.974/2000, que ordena a prática, foi regulamentada dois anos depois pelo Decreto Federal n.º 4.074 de 4 de janeiro de 2002, determinando a responsabilidade compartilhada entre os fabricantes dos produtos, distribuidores e usuários. Informações do INPEV (2019) mostram que, desde então, o Brasil recolheu 260 mil toneladas de embalagens. A energia elétrica economizada seria suficiente para abastecer 1,4 milhão de casas entre 2002 e 2012, o gasto de água evitado equivale a 36 milhões de caixas d'água cheias e o dióxido de carbono não emitido é de 346 mil toneladas. Nos seis primeiros meses de 2013, o sistema totalizou o recolhimento de mais de 21,3 mil toneladas de embalagens vazias.


Devolver embalagens vazias de defensivos agrícolas nas unidades fixas ou itinerantes do Sistema Campo Limpo (programa brasileiro de logística reversa do material) é uma obrigação legal dos produtores rurais. O agricultor que faz sua parte corretamente, contribui com um importante ciclo que traz inúmeros benefícios ambientais, além é claro de não sofrer as penalidades impostas pelas leis em vigor sobre o assunto, Rando (2019) diretor-presidente do INPEV, esclarece algumas etapas e benefícios da devolução conforme descrição a seguir:

- a) Prática - “Cada vez que um agricultor lava corretamente e inutiliza as embalagens vazias de defensivos agrícolas e as devolve nos locais autorizados talvez nem imagine a dimensão de sua iniciativa. Além de cumprirem com sua responsabilidade dentro do



Sistema Campo Limpo, atuam em prol de uma agricultura mais sustentável e de um planeta melhor para futuras gerações”, explica João Cesar M. Rando, diretor-presidente do Instituto (INPEV, 2019).

- b) Recicladoras parceiras - O material devolvido pelos agricultores nas unidades de recebimento segue para as onze recicladoras parceiras do Sistema Campo Limpo. “O bom funcionamento do Sistema exige que todos os envolvidos façam a coisa certa. O agricultor que não devolve as embalagens nos locais devidamente autorizados a recebê-las está infringindo a lei”, reforça Antônio Carlos do Amaral, gerente de Operações do INPEV. Os infratores podem ser responsabilizados administrativa, civil e penalmente conforme o disposto nas Leis n.º 7.802/1989 e n.º 9.605/1998 (INPEV, 2019).
- c) Etapas - Para cumprir com as determinações legais, é preciso estar atento a todas as etapas. No momento do uso dos defensivos agrícolas, os produtores rurais precisam realizar os processos de tríplice lavagem ou lavagem sob pressão e inutilizar as embalagens. No prazo de um ano, têm que devolvê-las, junto com as tampas, nas unidades de recebimento indicadas na nota fiscal de venda ou nos recebimentos itinerantes, que são realizadas pelas associações de revendas da região, com apoio do instituto (INPEV, 2019).
- d) Avaliação - A entrega das embalagens e tampas nas unidades credenciadas permite que o material seja avaliado e apenas aquilo que esteja dentro dos padrões de qualidade exigidos seja reciclado. “Somente assim as embalagens pós-consumo poderão ser utilizadas pelas recicladoras parceiras, que respeitam os padrões preestabelecidos de segurança, qualidade e rastreabilidade, as normas dos órgãos ambientais e as exigências legais. Os artefatos produzidos pelas recicladoras homologadas pelo INPEV são controlados e têm seu uso aprovado para comercialização”, o que não pode ser reciclado é incinerado, (INPEV, 2019).
- e) Inovação a favor do meio ambiente - Um dos destaques na reciclagem do material devolvido pelos produtores nos pontos credenciados é a Ecoplástica, embalagem pioneira fabricada pela Campo Limpo Reciclagem e Transformação de Plásticos, em Taubaté (SP), a partir do material proveniente do Sistema. Além das embalagens, as tampas devolvidas pelos produtores também seguem para reciclagem, e dão origem à Ecocap, sistema de vedação de alta performance produzido pela Campo Limpo Tampas e Resinas Plásticas. Juntas, fecham o ciclo de gestão das embalagens ao serem utilizadas pela própria indústria no envase de novos defensivos agrícolas.



Existe uma cadeia de responsabilidade, que começa no momento da compra do agrotóxico. As revendas, as cooperativas ou as distribuidoras são obrigadas a colocar, na nota fiscal, o local de recebimento dessas embalagens. Depois disso, a indústria fabricante recolhe, e fica responsável por enviar para a reciclagem ou encaminhar para destino final. Para realizar essa coleta, o Sistema Campo Limpo conta com 411 unidades de recebimentos em 25 Estados brasileiros e no Distrito Federal. Em 2017, foram 44,5 toneladas de embalagens vazias recolhidas. Desde 2002, quando o Campo Limpo foi criado, 475.644 toneladas já foram destinadas ao Sistema.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos ou etapas que envolvem desde a compra dos agrotóxicos por parte dos agricultores até a devolução das embalagens ao local correto, envolvem toda a cadeia do agronegócio. Sendo a logística reversa das embalagens de agrotóxicos, um sistema de recolhimento de alta eficácia, no Brasil em média de 94% das embalagens de agrotóxicos são recolhidas.

Todavia, a manutenção deste sistema requer constantes observações da legislação e estratégias, que visem fortalecer o processo, como, campanhas de conscientização voltadas a todos os envolvidos nesta cadeia, bem como a informação e a sensibilização dos agricultores sobre os benefícios de destinação final correta das embalagens vazias de agrotóxicos para a conservação e proteção do meio ambiente.


REFERÊNCIAS

ABAG - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO AGRONEGÓCIO. **Brasil pode virar líder mundial em soja em 2019.** Disponível em: <http://www.abag.com.br/sala_imprensa/interna/abag-brasil-pode- virar-lider-mundial-em-soja>. Acesso em: 30 ago. 2019.

ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, Juiz de Fora, v. 21, n. 1, p. 43-56, 2007.

BOLDRIN, V. P.; TREVISAN, E. F.; BARBIERI, J. C.; FEDICHINA, M. A. H.; BOLDRIN, M. da S. T. A gestão ambiental e a logística reversa no processo de retorno de embalagens de agrotóxicos vazias. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 29-48, 2007.

BOLFE, E. L. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira**. Brasília: Embrapa, 2018. 212 p.



BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em 02 de set. 2020.

_____. **Decreto n. 4.074, de 04 de janeiro de 2002**. Regulamenta a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção... Diário Oficial da União, Brasília, 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4074.htm>. Acesso em: 7 jun. 2020.

_____. **Estatuto da Terra (Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964)**. Diário Oficial da União, Brasília, 1964. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4504.htm>. Acesso em: 21 jan. 2020.

_____. **Lei n. 9.974, de 06 de junho de 2000**. Altera a Lei no 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem... Diário Oficial da União, Brasília, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9974.htm>. Acesso em: 7 jun. 2020.

_____. **Lei n.º 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, 1981. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm>. Acesso em: 21 ago. 2019.

_____. **Lei nº 7.802, de 11 de julho de 1989**. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização... Diário Oficial da União, Brasília, 1989. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm>. Acesso em: 21 ago. 2020.

CAMPOS, T. **Logística reversa: aplicação ao problema das embalagens da CEAGESP**. 2006. 154f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.


CORDEIRO, J. L. **Logística reversa de embalagens de agrotóxicos no município de Dom Pedrito-RS**. 2016. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (curso superior de Tecnologia em Agronegócio) - Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, 2016.

DA SILVA, R. M. P. **O meio ambiente na Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/25529/o-meio-ambiente-na-constituicao-federal-de-1988>>. Acesso em: 26 ago. de 2019.

DORION, E.; ABREO, M. F de; SEVERO, E. A. A Contribuição da Logística Reversa e dos Sistemas de Informação na Busca Pela Sustentabilidade Ambiental. **Revista de Administração Imed – RAIMED**, vol. 1, n. 1, p.97-122, dezembro/2011.

FORLIN, F. J.; FARIA, J. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. Polímeros: **Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 1-10, 2002.

INPEV - Instituto Nacional de Processamento das Embalagens Vazia – **Quem somos**. 2019. Disponível em: <<http://www.inpev.org.br>>. Acesso em: 11 abr. 2019.



LADEIRA, W. J.; MAEHLER, A. E.; NASCIMENTO, L. F. M. Logística reversa de defensivos agrícolas: fatores que influenciam na consciência ambiental de agricultores gaúchos e mineiros. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 50, n. 1, p. 157-174, 2012.

MAGRINI, D. C.; PACHECO, M. T. M.; PANOSSO, O.; SCOPÉL, E. M. Custos da logística reversa: um estudo no segmento de embalagens vazias de agrotóxicos na região nordeste e noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Agronegócio - Reagro**, Jales, v.7, n.1, p. 45-60, jan./jun. 2018.

TOLONEI, L. B. **A Constituição Federal e o meio ambiente**. Disponível em: <<https://www.direitonet.com.br/artigos/exibir/2092/A-Constituicao-Federal-e-o-meio-ambiente>>. Acesso em: 26 ago. 2019



CAPÍTULO 21

EXTRATOS VEGETAIS PARA TRATAMENTO DE SEMENTES: UMA BREVE REVISÃO

Janine Farias Menegaes, Doutora em Agronomia, UFSM
Felipe de Lima Franzen, Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, FEA/UNICAMP
Janete Denardi Munareto, Doutora em Agronomia, UFSM
Tatiana Taschetto Fiorin, Doutora em Ciências do Solo, UFSM
Ubirajara Russi Nunes, Doutor em Fitotecnia, UFSM
Leonita Beatriz Girardi, Doutora em Engenharia Agrícola


RESUMO

Nos sistemas de cultivos agrícolas, o tratamento de semente faz parte do manejo agrônômico, entre os tratamentos o que utiliza extratos vegetais tem apresentando efeito positivo para algumas espécies atuando diretamente na porcentagem de germinação e no controle fitopatogênico, em substituição ao uso de produtos químicos. Assim, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura referente ao uso de extratos vegetais para tratamento de sementes, em busca de uma agricultura de baixo impacto ambiental. A metodologia para a elaboração do presente trabalho foi através de uma revisão de literatura baseada em artigos científicos e livros, todos referente a temática abordada, com as palavras-chave para essa pesquisa: “atividade antifúngica de extratos”, “controle de patógenos de sementes” “extratos de plantas”, “extratos vegetais” e “tratamento de sementes alternativos”. Observou-se que há grande lista de plantas com comprovação científica para serem utilizadas como extratos vegetais, tanto na forma em pó quanto na forma aquosa, etanólicos e hidroalcoólicos. Por fim, verificou-se a importância do uso dos extratos vegetais para o tratamento de sementes, resultando em alternativas de defesa fitossanitária para os diferentes sistemas de cultivo agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: atividade antifúngica de extratos, controle de patógenos de sementes, extratos de plantas, tratamento de sementes alternativos.

INTRODUÇÃO

A semente é um dos insumos agrícola mais importante, pois nela contém as potencialidades produtivas da planta e a preservação dos recursos genéticos vegetais fundamentais para a garantia da sustentabilidade e segurança alimentar. As qualidades dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, determinam a capacidade da semente de originar plantas de alta produtividade (MACHADO, 2000; MARCOS FILHO, 2015) e, ao longo do tempo esses atributos vão se modificando.



A preservação da qualidade das sementes para a implantação da lavoura ocorre devido aos seus tratamentos, que consistem na aplicação de processos e substâncias sobre as mesmas, que auxiliam na expressão do seu potencial genético, visando, especialmente, o vigor das sementes e a eficiência do controle de fitopatógenos (MENTEN; MORAES, 2010).


Os tratamentos de sementes ocorrem em quatro maneiras: os biológicos que utilizam agentes de controle biológico (*Trichoderma*, *Bacillus*, entre outros) são incorporados às sementes, agindo através de antagonismo e competição. Os bioquímicos que fazem uso de extratos vegetais aquosos, macerado seco ou com fermentação anaeróbica, entre outros. Os de origem química com utilização de fungicidas, normalmente, em tratamento realizado imediatamente antes da sementeira. E, os físicos, dentre estes se destaca a termoterapia, que faz uso do binômio temperatura-tempo (MACHADO, 2000; JOSÉ et al., 2010; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015).

Para o tratamento de sementes de espécies agroeconômicas utilizam-se produtos de diversas origens, como as supracitadas, desde que apresentem viabilidade agroeconômica e sejam registradas no MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). Assim, o uso de extratos vegetais para tratamento tem demonstrado eficiente para várias culturas, por exemplo, amendoim-do-campo (*Pterogyne nitens* Tul.) (MEDEIROS et al., 2013), arroz (*Oryza sativa* L.) (SILVA et al., 2019), cártamo (*Carthamus tinctorius* L.) (MENEGAES et al., 2019; 2021), mamona (*Ricinus communis* L.) (CATÃO et al., 2018), quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) (LIDÓRIO et al., 2020), trigo (*Triticum aestivum* L.) (BASEGGIO et al., 2019), entre outras, atuando como com propriedades antimicrobianas, sem prejuízo a sua qualidade fisiológica, oferecendo uma alternativa ecológica e promissora para culturas ao uso de produtos químicos, comumente, utilizados nos tratamentos de sementes.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi realizar uma revisão de literatura referente ao uso de extratos vegetais para tratamento de sementes, em busca de uma agricultura de baixo impacto ambiental.

METODOLOGIA

Para a elaboração do presente trabalho realizou-se uma revisão de literatura baseada em artigos científicos e livros, todos referente a temática abordada. Para a obtenção das referências citadas neste trabalho foram consultadas as bibliotecas do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria e nos endereços eletrônicos de pesquisa, como, *SciELO*, Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de



Pessoal de Nível Superior). Utilizou-se as seguintes palavras-chave para essa pesquisa: “atividade antifúngica de extratos”, “controle de patógenos de sementes” “extratos de plantas”, “extratos vegetais” e “tratamento de sementes alternativos”.


TRATAMENTO DE SEMENTES

O tratamento de sementes visa resguardar as qualidades das mesmas, sobretudo, as fisiológicas e sanitárias, para que possibilite originar um bom estande de plantas, bem como, alta produtividade. Todavia, essas qualidades vão se modificando ao longo do tempo, sendo o armazenamento, um procedimento complementar, importante para manter a integridade e viabilidade das sementes por períodos prolongados (JOSÉ et al., 2010; MARCOS-FILHO, 2015).

As qualidades dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários determinam a capacidade da semente de originar plantas de alta produtividade e, ao longo do tempo esses atribuídos vão se modificando. A qualidade genética expressa às características de interesse agrônomo do material, referente à pureza varietal. A qualidade física indica a integralidade e aparência das sementes quanto à pureza do grau de contaminação com outras espécies e a quantidade de material inerte existente. A qualidade fisiológica determina as condições em que as sementes expressam seu potencial produtivo de desempenhar funções vitais, como: capacidade de germinação, vigor e longevidade. E, a qualidade sanitária expressa o grau de contaminação por fitopatógenos e de infestação por pragas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; MARCOS FILHO, 2015).

A preservação da qualidade das sementes para a implantação da lavoura ocorre devido aos seus tratamentos que consistem na aplicação de processos e substâncias sobre as sementes, que auxiliam na expressão do seu potencial genético, visando especialmente, o vigor das sementes e a eficiência do controle de fitopatógenos (MENTEN; MORAES, 2010). Dentre os tratamentos de sementes, destaca-se os de controle bioquímico, os quais são compostos tanto por produtos da fermentação como por extratos vegetais (MEDEIROS et al., 2015; MENEGAES et al., 2019).

A presença e a ação de patógenos e insetos, a umidade relativa e temperatura do ar, os tipos de embalagens, a disponibilidade de oxigênio e o período de armazenamento, também, são fatores importantes para a conservação da qualidade de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; COSTA, 2009).



A inadequação das condições de estocagem propicia a aceleração da deterioração e, conseqüentemente, a redução da qualidade das sementes, evidenciada durante a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas (COSTA, 2009; JOSÉ et al., 2010). A velocidade em que ocorre esta deterioração pode ser amenizada pela adequação da qualidade inicial do lote, do estágio de maturação, da longevidade, do grau de umidade, das condições físicas das sementes e do tratamento fitossanitário (SALES et al., 2011).

O tratamento de sementes durante o período de armazenamento pode ser considerado uma vantagem na longevidade das sementes, entretanto, depende do método e da técnica a ser utilizado, por exemplo, uso de produtos químicos apesar da eficiência e facilidade de aplicação, podem causar efeitos fitotóxicos sobre as sementes ao longo do armazenamento (MENTEN; MORAES, 2010). Em que, a utilização destes produtos requer registro e indicação de uso auditado pelo MAPA.

Henning (2005) elenca três formas de associação de agentes causadores de doenças em plantas advindas das sementes, por mistura física com as sementes constituindo uma fração de impureza no lote, por contaminação veiculada por adesão à superfície externa e, por infecção presente no interior das mesmas. Sendo, o grau de associação entre os fitopatógenos e as sementes proporcional à sua velocidade de deterioração, em que o tratamento das sementes pode atuar como:

1. **Desinfetante:** agindo sobre os fitopatógenos que infestam a superfície da semente;
2. **Erradicante:** agindo contra os fitopatógenos que tenha infeccionado a semente;
3. **Protetor:** protegendo a semente e a plântula de fitopatógenos do solo ou dos restos culturais (MACHADO, 2000).

Assim, o tratamento de sementes é imprescindível para evitar a disseminação de doenças a campo, entre as técnicas de tratamentos de sementes, tem-se o uso de extratos tornam-se uma alternativa viável e com baixo impacto ambiental (MEDEIROS et al., 2013; 2015; MENEGAES et al., 2019; 2021)

EXTRATOS VEGETAIS

Os atributos qualitativos das sementes, especialmente, os fisiológicos e sanitários, merecem atenção nos mais diversos sistemas de cultivo, onde esse cuidado perpassa por todas as etapas, iniciando com a colheita das sementes, seu beneficiamento, sua comercialização até a semeadura. Pois, há reflexos negativos entre a associação de patógenos com as sementes, sendo esses refletidos no campo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; PEREIRA et al., 2015).

Assim, há necessidade de realizar o tratamento das sementes, entre esses, destaca-se os tratamentos com uso de extratos vegetais, em diferentes formas.

No Quadro 1, elenca-se algumas espécies que foram utilizadas como extratos vegetais para o tratamento de sementes, como efeito positivo tanto na qualidade fisiológica, principalmente, a germinação e, também na qualidade sanitária, reduzindo a incidência de patógenos, bem como, seu controle. Entre os fungos que mais contribuem para a deterioração das sementes estão os gêneros *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. e *Penicillium* spp., em virtude da produção de micotoxinas sobre as mesmas, depreciando sua qualidade fisiológica (MACHADO, 2000; REVERBERI et al., 2010; PEREIRA et al, 2015).

Menegaes et al. (2019; 2021), verificaram incremento de germinação das sementes de cártamo tratadas com extratos vegetais em pó e aquosos, respectivamente, devido a eficiência do controle fúngico. Ferreira et al. (2015), também, observaram eficiência do uso de extratos vegetais no controle fúngico das sementes de amendoim (*Arachis hypogaeae* L.).

Segundo Medeiros et al. (2015), que verificaram eficiência do controle fúngico sobre as sementes de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul.), potencializou a expressão da qualidade fisiológica das mesmas, especialmente, germinação. Onde esse tratamento de sementes torna-se alternativas ecológicas e promissoras para agricultura de baixo impacto ambiental para as espécies de cunho florestal.

Alguns extratos vegetais são utilizados também como inseticidas e fungicidas naturais. Segundo Lovatto et al. (2013), extratos aquosos de folhas e flores tagetes (*Tagetes minuta* L.) torna-se uma estratégia de manejo agroecológico de afídeos em hortaliças, como no cultivo de folhas de couve (*Brassica oleraceae* L. var. *acephala*).

Quadro 1. Espécies como eficiência de extratos vegetais utilizadas como tratamento de sementes.

Extratos vegetais de:	Parte da planta/ Forma de uso	Tratamento de sementes de:	Referência
Alho (<i>Allium sativum</i> L.)	Bulbo/Extrato aquoso	Zínia (<i>Zinni aelegans</i>)	Girardi et al. (2009)
Boldo (<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews) Hortelã (<i>Mentha sativa</i> Roxb.)	Folhas/Extrato aquoso		
Alho (<i>Allium sativum</i> L.)	Bulbo/Extrato aquoso	Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>)	Lazarotto et al. (2009)
Boldo (<i>Plectranthus barbatus</i> Andrews)	Folhas/Extrato aquoso		
Melão-de-São-Caetano (<i>Momordica charantia</i> L.)	Folhas/Extrato em pó Folhas /Extratos hidroalcoólicos	Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Bueno et al. (2012)

Alamanda (<i>Allamanda blanchetti</i> L.) Melão-de-São-Caetano (<i>Momordica charantia</i> L.)	Folhas/Extratos hidroalcoólicos	Amendoim-do-campo (<i>Pterogyne nitens</i> Tul.)	Medeiros et al. (2013)
Tagetes (<i>Tagetes minuta</i> L.)	Folhas e flores/Extrato aquoso	Couve (<i>Brassica oleraceae</i> L. var. <i>acephala</i>)	Lovatto et al. (2013)
Alamanda (<i>Allamanda blanchetti</i> L.) Melão-de-São-Caetano (<i>Momordica charantia</i> L.)	Folhas/Extratos etanólicos	Pau-ferro (<i>Caesalpinia ferrea</i> Mart. ex. Tull)	Medeiros et al. (2015)
Alho (<i>Allium sativum</i> L.)	Bulbo/Extrato aquoso Bulbo /Extratos etanólicos	Amendoim (<i>Arachis hypogaeae</i> L.)	Ferreira et al. (2015)
Carambola (<i>Averrhoa carambola</i> L.) Eucalipto (<i>Eucalyptus</i> sp.) Goiaba (<i>Psidium guajava</i> L.) Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.) Melão-de-São-Caetano (<i>Momordica charantia</i> L.) Mororó (<i>Bauhinia cheilanta</i> (Bong.) Steud) Mulungu (<i>Erythrina mulungu</i> Mart. ex Benth.) Pinhão-manso (<i>Jatropha curcas</i> L.) Pitanga (<i>Eugenia uniflora</i> L.)	Folhas/Extrato aquoso Folhas/Extratos etanólicos		
Alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i> L.)	Folhas/Extratos hidroalcoólicos	Soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	Coppo et al. (2017)
Cúrcuma (<i>Curcuma longa</i> L.)	Rizomas/Extratos hidroalcoólicos		
Melão-de-São-Caetano (<i>Momordica charantia</i> L.) Taioba (<i>Xanthosoma sagittifolium</i> L.)	Folhas/Extrato aquoso	Bucha-vegetal (<i>Luffa cylindrica</i> L.)	Brito et al. (2018)
Canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume)	Casca/Extrato aquoso	Mamona (<i>Ricinus communis</i> L.)	Catão et al. (2018)
Cravo-da-Índia (<i>Syzygium aromaticum</i> L.)	Botões florais/Extrato aquoso		
Gengibre (<i>Zingiber officinale</i>)	Rizoma/Extrato aquoso		
Pimenta-do-reino (<i>Piper nigrum</i> L.)	Sementes/ Extrato aquoso		
Eucalipto (<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook)	Folhas/Extrato aquoso		

Losna (<i>Artemisia absinthium</i> L.) Nim (<i>Azadirachta indica</i> A. Juss)		Trigo (<i>Triticum aestivum</i> L.)	Baseggio et al. (2019)
Macela (<i>Achyrocline satureioides</i> Lam.)	Inflorescências/Extrato aquoso		
Feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) Grão-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> L.) Lentilha (<i>Lens culinaris</i> L.) Soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merrill)	Sementes/Extrato aquoso	Milho (<i>Zea mays</i> L.)	Lunkes e Marreiros (2019)
Cinamomo (<i>Melia azedarach</i> L.) Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev) Cravo-de-defunto (<i>Tagetes erecta</i> L.)	Folhas/Extrato em pó Folhas/Extrato aquoso	Cártamo (<i>Carthamus tinctorius</i> L.)	Menegaes et al. (2019) Menegaes et al. (2021)
Alho (<i>Allium sativum</i> L.)	Bulbo/Extrato aquoso		
Citronela (<i>Cymbopogon nardus</i> L.)	Folhas/Extrato aquoso	Arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	Silva et al. (2019)
Cravo-da-Índia (<i>Syzygium aromaticum</i> L.)	Botões florais/Extrato aquoso		
Gengibre (<i>Zingiber officinale</i> Roscoe)	Rizoma/Extrato aquoso		
Canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i> Blume) Eucalyptus (<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook) Manjeriço (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Nim (<i>Azadirachta indica</i> A.Juss)	Folhas/Extrato aquoso	Pimentão (<i>Capsicum annum</i> L.)	Dourado et al. (2020)
Cinamomo (<i>Melia azedarach</i> L.) Crisântemo (<i>Dendranthema grandiflora</i> Tzvelev)	Folhas/Extrato aquoso	Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd)	Lidório et al. (2020)
Cravo-da-Índia (<i>Syzygium aromaticum</i> L.)	Botões florais/Extrato aquoso		
Alfavaca-cravo (<i>Ocimum gratissimum</i> L.) Timbó (<i>Ateleia glazioviana</i> Baill)	Sementes/Extrato aquoso	Tomate-cereja (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.)	Mauri et al. (2020)

No Quadro 1, observa-se que várias formas de uso dos extratos vegetais, tanto na forma em pó, quanto extratos aquosos, etanólicos, hidroalcoólicos, entre outros. Bem como, a parte da planta a ser utilizada, por exemplo, flores de tagetes (LOVATTO et al., 2013), sementes de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) (Lunkes; Marreiros, 2019), rizoma de gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) (SILVA et al., 2019), folhas de cinamomo (*Melia azedarach* L.) (LIDÓRIO et al., 2020), entre outros. Na Figura 1, está exemplificado os usos de extratos vegetais de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) na forma em pó e aquoso para o tratamento de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.).



Figura 1. Sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.) tratadas utilizando extrato vegetal de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) na forma em pó (A) na dose de 5 g kg⁻¹ de semente e aquoso (B) na concentração 1%. Foto: Menegaes, J. F. (2021).

A elaboração dos extratos vegetais depende da função e do objetivo de cada produtor e sistema de cultivo, os extratos vegetais secos, geralmente, são realizados por maceração, por exemplo, Menegaes et al. (2019) elaboram extratos em forma de pó a partir das folhas secas de cinamomo (*Melia azedarach* L.), crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) e cravo-de-defunto (*Tagetes erecta* L.), seguindo a metodologia,

[...] com as colheitas das folhas no período matutino, para evitar a desidratação, na sequência às mesmas foram higienizadas com três lavagens consecutivas em água corrente. As folhas higienizadas foram secadas em estufa de ventilação forçada a 30° C até a estabilização da massa seca (60 h), na sequência as mesmas foram liquidificadas até ficarem em forma de pó, depois de peneiradas (malha 0,05 mm) foram armazenadas em sacos de papel kraft para evitar a passagem de luz. Para a aplicação desses extratos secos como tratamento de sementes, as mesmas foram colocadas em Becker de vidro de 500 mL, com adição de água destilada (com volume equivalente a 5% da massa total das sementes) e, com agitação manual por cinco minutos.

Segundo Lidório et al. (2020) e Menegaes et al. (2021), a elaboração dos extratos aquosos, consiste na coleta das folhas, higienização, liquidificação com água destilada, sequências de filtragens e decantação, como detalhado na Figura 2. Para a aplicação os tratamentos de sementes, os extratos e as sementes foram colocados em Becker de vidro de 500 mL, com volume equivalente a 5% da massa total das sementes e, com agitação manual por cinco minutos.

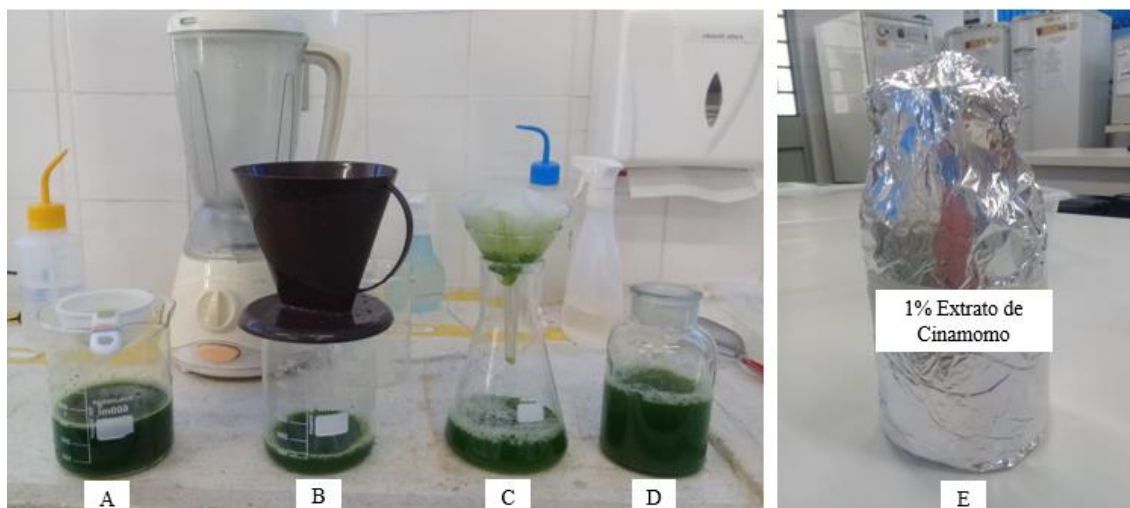


Figura 2. Elaboração do extrato aquoso de 1% (1 g de folhas frescas 100 mL⁻¹ água destilada) cinamomo (*Melia azedarach* L.) na proporção massa/volume. As folhas foram colhidas no período matutino, para evitar a desidratação, na sequência as mesmas foram higienizadas com três lavagens consecutivas em água corrente. As folhas higienizadas foram liquidificadas com 100 mL de água destilada nas concentrações supracitadas. O extrato obtido, passou pela primeira filtração em peneira (A), segunda filtragem e papel tipo “filtro de café” (B), a terceira filtragem foi em papel wathman n.1 (C), o extrato filtrado (D) foi armazenado temperatura ambiente e com ausência de luz (E), metodologia de Menegaes et al. (2021). Foto: Menegaes, J. F. (2018).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tratamento de sementes é uma prática necessária para a produção agrícola, nos seus diferentes sistemas de cultivo, visto que a semente é um insumo que dispense alto valor aquisitivo. Assim, observa-se que o uso de extratos vegetais como tratamento de sementes, tem impactado positivamente os diferentes sistemas de cultivo. Pois, atende agricultura de baixo impacto ambiental, atuando na manutenção e melhoria das qualidades fisiológicas e sanitárias das sementes.

REFERÊNCIAS

BASEGGIO, E. R.; REIK, G. G.; PIOVESAN, B.; MILANESI, P. M. Atividade antifúngica de extratos vegetais no controle de patógenos e tratamento de sementes de trigo. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 21, n.1, p. 22-33, 2019.

BRITO, J. C. S. K.; LEVANDOSKI JUNIOR, O. R.; SILVA, V. G.; SIQUEIRA, A. K. Atividade antifúngica dos extratos de *Luffa cylindrica*, *Xanthosoma sagittifolium* e *Momordica charantia* sobre *Fusarium* sp. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 4, n. 5, p. 734-742, 2018.

BUENO, C. J.; CASTANHA, R. F.; IOST, R.; JULIATTI, F. C.; MORAIS, L. A. S. Extrato vegetal, fungicida e tempo de armazenamento dos produtos, no tratamento in vitro de sementes de feijoeiro contra *Sclerotinia sclerotiorum*. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Campo Grande, v. 16, n. 5, p. 21-31, 2012.



CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 588p.

CATÃO, H. C. R. M.; AQUINO, C. F.; SALES, N. L. P.; ROCHA, F. S.; CAIXETA, F.; CIVIL, N. Hydrolats and extracts vegetable action on quality of stored castor bean seeds in non-controlled conditions. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.13, n.2, p. 1-8, 2018.

COPPO, J. C.; MIORANZA, T. M.; COLTRO-RONCATO, S.; STARGALIN, J. R.; KUHN, O. J.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F. Sanidade e germinação de sementes de soja tratadas com extratos de plantas e de fungo. **Revista de Ciências Agroambientais**, Jardim Tropical, v. 15, n. 2, p. 94-99, 2017.

COSTA, C. J. **Armazenamento e conservação de sementes de espécie do Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2009. 30p.

DOURADO, G. F.; SILVA, M. S. B. S.; OLIVEIRA, A. C. S.; SILVA, E. K. C.; OLIVEIRA, L. J. M. C.; RODIRGUES, A. A. C. Alternative seed treatment methods for plant pathogen control in sweet pepper crops. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.15, n.3, p. 1-10, 2020.

FERREIRA, T. C.; CUNHA, A. L. A.; CORREA, E. B. Bioatividade de extratos vegetais contra patógenos de sementes de amendoim. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 13, n. 1, p. 19-25, 2015.

GIRARDI, L. B.; LAZAROTTO, M.; MÜLLER, J.; DURIGON, M. R.; MUNIZ, M. F. B.; BLUME, E. Extratos vegetais na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de zínia (*Zinnia elegans*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 897-900, 2009.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2. ed. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005. 52 p. (Documentos, 264).


JOSÉ, S. C. B. R.; SALOMÃO, A. N.; COSTA, T. S. A.; SILVA, J. T. T. T.; CURI, C. C. S. Armazenamento de sementes de girassol em temperaturas subzero: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.4 p.029-038, 2010.

LAZAROTTO, M.; GIRARDI, L. B.; MEZZOMO, R.; PIVETA, G.; MUNIZ, M. F. B. Tratamentos Alternativos para o Controle de Patógenos em Sementes de Cedro (*Cedrela fissilis*). **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 01-04, 2009.

LIDÓRIO, H. F.; CARDOSO SOBRINH, J.; MENEGAES, J. F.; LEÃO, J. D. J.; NUNES, U. R.; MUNARTEO, J. D.; BARBIERI, G. F. LEIVAS, A. L. Aqueous extracts of plants on the physiological and sanitary quality of chenopodium quinoa seeds as an alternative to conventional seed treatment. **Journal of Agricultural Studies**, v. 8, n. 2, p. 237-250, 2020.

LOVATTO, P. B.; SCHIEDECK, G.; MAUCH, C. R. Extratos aquosos de *Tagetes minuta* (Asteraceae) como alternativa ao manejo agroecológico de afídeos em hortaliças. **Intercienica**, v. 38, n. 9, p. 676-680, 2013.

LUNKES, C. P.; MARREIROS, E. O. Extratos de brotos de *Fabaceae* melhoram o desenvolvimento inicial do milho? **Revista Cultivando o Saber**, v. 12, n. 2, p. 189-196, 2019. MACHADO, J. C. **Tratamento de sementes no controle de doenças**. Lavras: UFLA, 2000. 138 p.



MARCO FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. ABRATES: Londrina, 2015. 650 p.

MAURI, A. L.; ARAUJO, E. F.; AMARO, H. T. R.; ARAUJO, R. F.; POSSE, S. C. P. Tratamentos sanitários na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de tomate produzidas sob manejo orgânico. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 4, p. 991-999, 2019.

MEDEIROS, J. G. F.; NETO A. C.A.; MEDIEROS, D. S.; NASCIMENTO, L. C.; ALVES, E. U. Extratos vegetais no controle de patógenos em sementes de *Pterogyne nitens* Tul. **Floresta e Ambiente**, v.20, n.3, p.384-390, 2013.

MEDEIROS, J. G. F.; NETO A. C.A.; SILVA, E. C.; HUANG, M. N.; NASCIMENTO, L. C. Qualidade sanitária de sementes de *Caesalpinia ferrea*: incidência de fungos, controle e efeitos na qualidade fisiológica com o uso de extratos vegetais. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 163-174, 2015.

MENEGAES, J. F.; NUNES, U. R.; BELLÉ, R. A.; MUNIZ, M. F. B.; FRANZEN, F. L. Polvo de folhas de *Melia azedarach* L., *Dendranthema grandiflora* Tzvelev y *Tagetes erecta* L. para el tratamiento de semillas de *Carthamus tinctorius* L. **Bioteología Vegetal**, v. 19, n. 2, p. 103- 111, 2019.

MENEGAES, J. F.; NUNES, U. R.; MUNIZ, M. F. B.; BELLÉ, R. A.; ZINI, P. B. Extratos vegetais aquosos para o tratamento de sementes de cártamo. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 18, n. 1, p. 87-96, 2021.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 52-53, 2010.

MENTEN, J. O.; MORAES, M. H. D. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. **Informativo ABRATES**, Brasília, v.20, n.3, p.52-53, 2010.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: KRZYZANOSWKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO; J. B. **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES. 1999. 218 p.

PEREIRA, R. B.; SILVA, P. P.; NASCIMENTO, W. M.; PINHEIRO, J. B. **Tratamento de sementes de hortaliças**. Circular Técnica 140. Brasília: EMBRAPA. 2015. 16p.

REVERBERI, M. et al. Natural functions of mycotoxins and control of their biosynthesis in fungi. **Applied Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 87, n. 3, p. 899-911, 2010.

SALES, J. F.; PINTO, J. E. B. P.; OLIVEIRA, J. A.; BOTREL, P. P.; SILVA, F. G.; CORRÊA, R. M. The germination of bush mint (*Hyptis marruboides* EPL) seeds as a function of harvest stage, light, temperature and duration of storage. **Acta scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.33, n.4, p.709-713, 2011.

SILVA, I. N.; CHRIST, A. J.; SILVA, S. S.; CARVALHO, J. W. P.; PASCUALI, L. C. Qualidade fisiológica de sementes de arroz Tratadas com óleos essenciais e extratos vegetais. **Revista Destaques Acadêmicos**, Lajeado, v. 11, n. 3, p. 259-271, 2019.



CAPÍTULO 22

LOGÍSTICA REVERSA DE EMBALAGENS DE AGROTÓXICOS NO MUNICÍPIO DE TAPERA, RS

Allison Berghahn, Engenheiro Agrônomo
Ronaldo Elias, Mestrando em Direito, UPF
Leonita Beatriz Girardi, Doutora em Engenharia Agrícola
Janine Farias Menegaes, Doutora em Agronomia, UFSM
Milene Auler, Engenheira Agrônoma

RESUMO


Em um país essencialmente agrícola, a utilização de agrotóxicos torna-se necessária para defesa fitossanitária da produção agrícola e seus derivados, promovendo um excedente de embalagens de agrotóxicos. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi analisar como está sendo realizada a logística reversa das embalagens dos defensivos agrícolas no município de Tapera, RS. Observou-se que os agricultores implementam e praticam o descarte das embalagens vazias de agrotóxicos, pois os entrevistados que realizam a operação de devolução das embalagens já realizam há mais de nove anos e fazem o procedimento correto. Dentre as dificuldades encontradas referente ao tema está a distância dos postos de recebimento e locais para armazenamento nas propriedades. Por fim, conclui-se que há logística reversa das embalagens de agrotóxicos no município de Tapera, RS, ocorre de forma eficiente. Sendo necessário a manutenção constante das campanhas de conscientização com intuito de promover a conservação e proteção do meio ambiente, além de estimular a entrega das embalagens de agrotóxicos vazias.

PALAVRAS-CHAVE: Agrotóxicos. Embalagens vazias. Legislação.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país por excelência agrícola, sendo o setor do agronegócio responsável por 21,4% do PIB nacional no ano de 2019. Isso demonstra que o setor tem várias demandas para produzir alimentos e seus derivados, seja de origem vegetal como animal.

A partir da Revolução Verde, meados dos 1960, a produção de alimentos e seus derivados aumentaram substancialmente em virtude dos pacotes tecnológicos preconizados por esse programa de revolução alimentar agrícola. Entre as áreas de desenvolvimento deste programa, destaca-se a defesa fitossanitária com usos de agrotóxicos (ANDRADE; GAMINI, 2007; ARAGOS et al., 2021). De acordo, com a Lei n.º 7.802 de 11 de julho de 1989, agrotóxicos e afins são produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos para uso no cultivo, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, cuja finalidade seja



alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação danosa de seres vivos nocivos (BRASIL, 1989).

Por muitos anos, o uso demasiado de agrotóxicos acabou causando danos ambientais, como o excesso de embalagens, fazendo que o Governo Federal estabeleça a Lei Federal n.º 9.974, de 06 de junho de 2000, a qual normatiza o recolhimento das embalagens, extensivas a todos os envolvidos na produção agrícola. E, em 2001, é criado o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (INPEV) que integra o Sistema Campo Limpo. Esse sistema realiza as operações da logística reversa das embalagens em todo o país, e pelo transporte adequado das embalagens devolvidas dos Postos para Centrais e das Centrais de Recebimento para o destino final (recicladoras), conforme determinação legal (CORDEIRO, 2016; INPEV, 2019; ARAGOS et al., 2021).

Nos últimos anos, a média de devolução das embalagens de agrotóxicos no Brasil é de 94%, desse total, aproximadamente 90% retornam para a reciclagem, originando novos recipientes tanto para novas embalagens de agrotóxicos como para mais de 32 artefatos plásticos, como condutores corrugados, tubos de esgoto, entre outros (CORDEIRO, 2016). Segundo Boldrin et al (2007), nos últimos anos tem-se verificado um crescimento relevante nas quantidades de embalagens vazias coletadas, sendo atribuído principalmente ao processo de conscientização dos envolvidos na cadeia, principalmente os produtores. Outro fator relevante que explica esse crescimento é a implementação de novos postos de recebimento espalhados pelo Brasil. Os mesmos autores, esclarecem, ainda, que para a implementação de um posto de recebimento e central de recebimento, há a necessidade da obtenção de licenciamento ambiental por parte do órgão ambiental competente conforme disposto no Decreto n.º. 4.074/2002 (Art. 56). Assim, estes estabelecimentos devem cumprir com o disposto na Resolução CONAMA n.º. 334 de 03 de Abril de 2003, que dispõe sobre os procedimentos de licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens vazias de agrotóxicos.

Diante destas necessidades e obrigatoriedades, instituições públicas e privadas do Município de Tapera, no Estado do Rio Grande do Sul, implementaram a construção de um posto de recebimento de acordo com estas exigências a Arfita (Posto de recebimento de embalagens vazias). Sendo localizada na Linha Cinco Irmãos, no município de Tapera, desde o ano de 2002 (Figura 1). Este posto de recebimento de embalagens vazias é responsável por realizar os seguintes serviços: recebimento de embalagens lavadas; inspeção e classificação dos recipientes, conforme condições, tipo e tamanho; emissão de recibo para o agricultor via branca,

outras duas vias são mantidas na empresa, confirmando a entrega das embalagens; encaminhamento das embalagens às centrais de recebimento. Suas instalações estão de acordo com as normas e legislações vigentes para operação como boa ventilação, piso pavimentado, acesso restrito, equipamentos de combate a incêndio em quantidade suficiente, conforme a Resolução do CONAMA nº 465, de 5 de dezembro de 2014.



Figura 1 - Imagem externa (A) da parte interna (B) do posto de recebimento de embalagens vazias Arfita. Foto: Autores (2019).

Os tipos de embalagens recebidas são embalagens rígidas lavadas, rígidas não lavadas (tratamento de sementes), embalagens flexíveis (saquinhos de produtos em pó ou granulados) e também de caixas de papelão. Convém esclarecer que cada unidade, denominada central ou posto, conforme o porte e o tipo de serviço prestado, segue normas técnicas específicas e passa por um processo de licenciamento ambiental para receber as embalagens.

A conscientização dos produtores referentes a questões que envolvem saúde e meio ambiente e o tema proposto, assim como, identificação de ações para desenvolvimento da sustentabilidade ambiental e de ações de aperfeiçoamento no sistema de logística reversa de embalagens vazias de defensivos agrícolas no município em estudo e bem como identificar responsabilidades. Assim, o objetivo do presente trabalho foi analisar como está sendo realizada a logística reversa das embalagens dos defensivos agrícolas no município de Tapera, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

O referido experimento foi realizado na cidade de Tapera, localizada no Norte do estado do Rio Grande do Sul, Latitude 27° 45' 31,71" e Longitude 52° 49' 25,89", altitude 680 metros. No que se refere a pesquisa de campo, foi aplicado um questionário (Quadro 1) durante o período de 22 de julho a 20 de setembro de 2019, elaborado com perguntas dissertativas

referentes ao assunto, direcionado aos produtores, associados da Cooperativa Tritícola Taperense – Cotrisoja, do referido município.

Quadro 1 - Questionário aplicado aos agricultores associados da Cotrisoja, Tapera, RS.

<p>Idade - () 18 a 25 anos () 26 a 35 anos () 36 a 45 anos () 46 a 55 anos () acima de 55 anos</p> <p>Sexo - () Masculino () Feminino</p> <p>Você tem conhecimento da Lei nº. 9.974/2000, que estabelece normas para o recolhimento das embalagens de agrotóxico? () sim () não</p> <p>Você acha correto a devolução de embalagens de agrotóxicos? () sim () não</p> <p>A área rural que você utiliza para o plantio é de quantos hectares? () 0 a 10. () 11 a 20. () 21 a 40. () 41 a 60. () 61 a 100. () 101 a 150. () 151 a 200.</p> <p>Há quanto tempo você realiza a devolução das embalagens de agrotóxicos? () de 1 a 2 anos () de 3 a 4 anos () de 5 a 6 anos () de 7 a 8 anos () acima de 9 anos</p> <p>Qual o procedimento que você faz para a devolução das embalagens de agrotóxico? () Tríplice lavagem, perfurar e realizar a devolução. () Fazer a contagem das embalagens. () Colocar as tampas separadamente. () Tríplice lavagem. () Não faz nenhum procedimento.</p> <p>Na retirada dos agrotóxicos o vendedor ou técnico faz a orientação adequada para a devolução e manuseio das embalagens vazias? () sim () não</p> <p>Antes da devolução correta das embalagens de agrotóxico qual era o destino final realizado em sua propriedade? Quais as vantagens geradas pela devolução das embalagens? () Geração de rendas () Diminuição do impacto ambiental () Controle do consumo de agrotóxicos () Conscientização das pessoas () Centralização dos depósitos () Maior controle do consumo de agrotóxicos Outra qual? _____</p> <p>Quais as desvantagens geradas pela não devolução das embalagens? () Aumento da poluição no ambiente () Aumento do custo para produtor () Aumento de doenças nas pessoas () Descontrole no consumo de agrotóxico () Uso indevido das embalagens Outra qual? _____</p> <p>Você presenciou algum caso de mal uso das embalagens de agrotóxicos? () Sim () Não Quantas vezes? _____</p> <p>Quais são as melhorias que você sugere para a atividade em estudo? () Criar panfletos sobre o assunto e distribuir aos agricultores () Destinar um espaço no rádio, para difundida essa técnica(procedimento) () Maior incentivo das empresas revendedoras () Penalizar produtores e empresas que não respeitam as leis ambientais () Treinar e capacitar empresas e produtores () Não deixar de disseminar o assunto (Modismo)</p> <p>Você tem conhecimento de quanto tempo é feito a coleta das embalagens de agrotóxicos? () de 1 a 2 anos () de 3 a 4 anos () de 5 a 6 anos () de 7 a 8 anos () de 9 a 10 anos () acima de 12 anos</p> <p>Você tem algum conhecimento sobre punições que poderão ser aplicadas aos agricultores caso não façam a devolução corretamente? () Sim () Não Quais? _____</p>

Você se comprometeria a incentivar outras pessoas a fazer a correta devolução das embalagens?
() Sim () Não Porquê? _____
Alguma vez veio um órgão federal fiscalizar em sua propriedade se esta sendo feito a correta armazenagem dos agrotóxicos? () Sim () Não Porquê? _____
O Sr. ou Sr.^a acha que tem alguma dificuldade na devolução das embalagens? _____

Também foi realizada uma entrevista na Arfita, a qual foi previamente agendada com o gerente da Central de Recebimento de Embalagens Vazias de Tapera, RS, com a utilização de um questionário específico, voltado para questões ou perguntas sobre a infraestrutura do local, volume de unidades recebidas, classificação e destino final das embalagens, funcionamento da Central em geral.

A coleta dos dados e sua análise, foram submetidos de acordo a metodologia de Pereira et al. (2018) e Menegaes et al. (2020), na sequência foram gerados os respectivos gráficos representativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região de Tapera, RS, onde o presente trabalho foi desenvolvido tem como cultivo agrícola principal a cultura da soja, que tem passado de gerações a gerações, tornando-se, além de base econômica municipal, também cultural. A Figura 2a expõe a idade dos produtores entrevistados, onde 36% apresentam idade acima de 55 anos, e 32% entre 46 e 55 anos, demonstrando dessa maneira a larga experiência dos produtores com o cultivo de soja. Convém, esclarecer que os produtores com idades menores (18 a 25; 26 a 35), são filhos dos produtores, cujos pais em alguns casos se encontram com idade avançada ou já falecido, fato comum no meio rural.

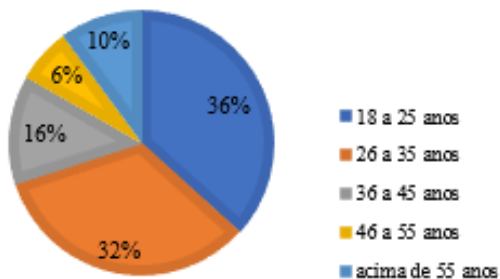
A área da propriedade está demonstrada na Figura 2b, onde a maior percentagem 26% possui de 41 a 60 hectares, 38% possui área igual ou menor que 40 ha, e 36% possuem área maior que 60 ha, o que classifica a força e importância da agricultura familiar na região. A definição de agricultor familiar e empreendedor familiar rural é dada pela Lei n.º 11.326, de 24 de julho de 2006, que também inclui o conceito de módulo fiscal, ao estabelecer que, dentre outros requisitos, este não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 módulos fiscais, sendo que o módulo fiscal é uma unidade de medida, em hectares, cujo valor é fixado pelo INCRA para cada município levando-se em conta:

- (a) o tipo de exploração predominante no município (hortifrutigranjeira, cultura permanente, cultura temporária, pecuária ou florestal);
- (b) a renda obtida no tipo de exploração predominante;

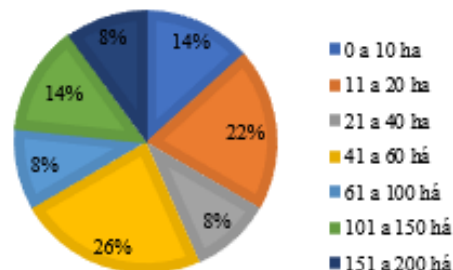


(c) outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam expressivas em função da renda ou da área utilizada;
(d) o conceito de "propriedade familiar". A dimensão de um módulo fiscal varia de acordo com o município onde está localizada a propriedade.

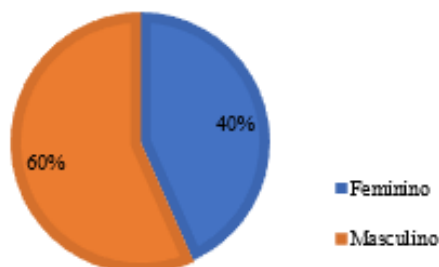
a) Idade dos entrevistados



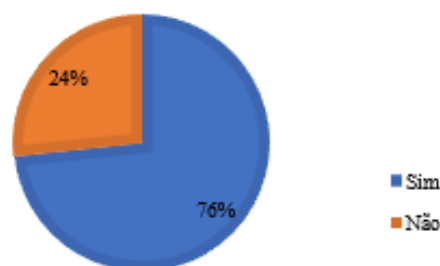
b) Área (hectare)



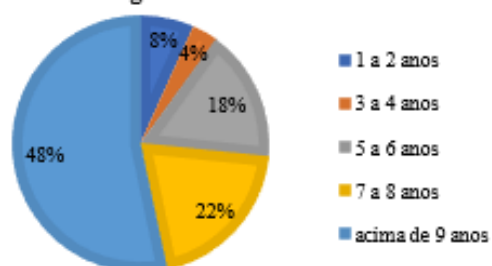
c) Sexo dos participantes



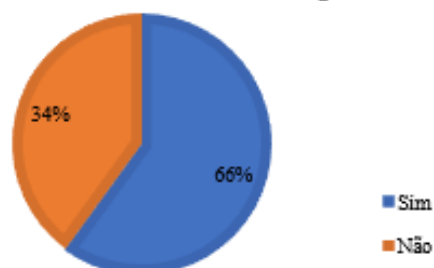
d) Conhecimento da Lei n.º 9.974/2000



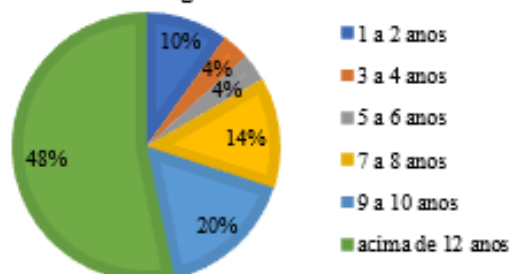
e) Tempo de devolução das embalagens



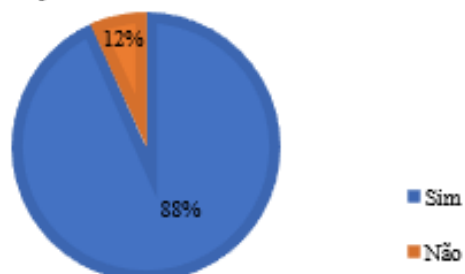
f) Caso de mau uso das embalagens



g) Tempo que realiza a coleta das embalagens



h) Participantes que receberam orientação sobre o descarte correto



i) Conhecimento sobre a punição em lei

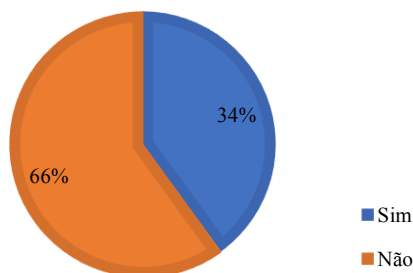



Figura 2 - Relação entre os cinquenta produtores participantes. a: Faixa etária; b: Área em hectares de produção; c: Sexo; d: Conhecimento sobre a existência da Lei n.º 9.974/2000; e: Participantes que realizam a devolução das embalagens vazias de agrotóxico; f: Participantes que presenciaram algum tipo de mau uso das embalagens vazias de agrotóxico; g: Tempo em anos realiza a coleta das embalagens vazias de agrotóxico; h: Participantes que receberam orientações corretas no momento da compra de produtos de agrotóxico; i: Conhecimento de punições em caso de descumprimento da Lei n.º 9.974/2000.

O valor do módulo fiscal no Brasil varia de 5 a 110 hectares (EMBRAPA, 2019). Para o município de Tapera, RS onde o referido trabalho foi desenvolvido o valor do módulo fiscal é de 0 a 20 hectares.

Segundo a EMATER, a agricultura familiar para o RS, foi responsável por 68,7% da produção de feijão, 47% do milho, 56,4% do leite, 59% da carne de suínos, 50% das aves, 30% dos bovinos de corte, 21% do trigo e ainda, a maior parte da produção de hortigranjeiros e das frutas. Essa dimensão mostra que a agricultura familiar tem um importante papel no abastecimento, produzindo mais de 70% dos alimentos que compõem a cesta básica dos gaúchos.


Apesar disso, um dos gargalos da agricultura familiar é a comercialização dos produtos, visto que, grande parte não são commodities, ou seja, são produtos perecíveis e com vida útil de curta duração. Outro destaque da agricultura familiar são as pequenas agroindústrias que permitem a agregação de valor aos alimentos produzidos. De acordo com Magrini et al. (2018), em seu estudo na região de abrangência da unidade de recebimento de Vacaria, RS, relata que no nordeste do estado, tem-se a predominância na produção de frutas, legumes e verduras, além dos grãos, como milho, soja, trigo, aveia, feijão, entre outros. Chama-se a atenção neste momento para o fato de que culturas que envolvem a produção de hortifrutigranjeiros utilizam, em sua maioria, defensivos agrícolas com embalagens não lavadas, e em grande quantidade ocasionando o encaminhamento de um elevado número de embalagens para a cultura agrícola existente na região.



A Figura 2c relata o percentual dos entrevistados em relação ao sexo, observa-se que 60% dos entrevistados são do sexo masculino, e 40% do sexo feminino. O referido dado chama a atenção, pois foi muito forte a participação das mulheres nas entrevistas, as que não estavam diretamente sendo entrevistadas, estavam ao lado dos seus maridos auxiliando e se mostrando interessadas no assunto. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), cerca de 15 milhões de mulheres vivem na área rural, o que representa 47,5% da população residente no campo no Brasil.

No RS, o maior percentual de mulheres que estão à frente das propriedades fica entre 40-59 anos, conforme o Censo Agropecuário de 2006, do total de 441.472 mil propriedades, 400.465 são chefiados por indivíduos do sexo masculino e 40.837 por indivíduos do sexo feminino, ou seja, no estado, menos de 10% das propriedades estão sob chefia das mulheres (IBGE, 2006). Conforme a FAO (2011), a mulher tem papel fundamental na economia rural e contribuição com seu trabalho na agricultura e pecuária, no entanto alguns fatores como dificuldade ao acesso de mercados, contribuição para a subsistência e responsabilidades domésticas, acabam não sendo reconhecidas perante a sociedade por seu trabalho produtivo agrícola. Ainda, segundo a FAO (2011), as mulheres se tornam excluídas do processo econômico agropecuário por possuírem uma carga maior de trabalho que os homens, pois além dos trabalhos agrícolas, também desempenham atividades domésticas e são responsáveis pela produção de alimentos que são destinados ao consumo familiar. Esta carga de trabalho doméstico não é remunerado e limita que elas participem de outras atividades que contribuam com a geração de renda familiar, as atividades realizadas por mulheres no âmbito doméstico, não são consideradas “emprego economicamente ativo”, porém são fundamentais para o bem-estar familiar.

Spanevello et al. (2017) esclarece que o trabalho das mulheres é realizado com base na divisão sexual do mesmo, e como consequência, as mulheres, de modo geral, carecem de reconhecimento do quanto importante é o seu trabalho para a manutenção do grupo doméstico e das propriedades. Dentro de um horizonte mais amplo, observa-se que o trabalho das mulheres rurais ainda carece de maior atenção dos órgãos públicos de desenvolvimento rural, para que os feitos deste processo não se tornem maiores, como é o caso da saída das jovens mulheres que ao visualizar que o seu trabalho é visto com ajuda, sem reconhecimento e nem remuneração preferem deixar o campo em busca de ocupações urbanas, podendo gerar processos sociais importantes como é o caso da masculinização e envelhecimento no campo.




De acordo, com a questão da entrevista que se referia ao conhecimento dos entrevistados quanto aos regulamentos da Lei nº 9.974/2000 (Figura 2d), constatou-se que 76% conhecem a existência da referida Lei, e 24% não conheciam a sua existência. Fato esse que chamou a atenção e de certo modo acarretou preocupação, pois se o produtor não sabe que a Lei existe, torna-se praticamente obvio que ele mesmo não fará os procedimentos corretos relativo à logística reversa das embalagens dos defensivos (lavagem, armazenamento e devolução).

Contudo, quando perguntados se achavam correta a devolução das embalagens vazias, todos os entrevistados (100%) responderam achar correto, ou seja, é correto devolver, porém desconhecem que existe Lei específica para tal ato. Outro, fato que chamou a atenção foi que no momento das entrevistas pode-se observar vasilhames de agrotóxicos nas propriedades sendo usadas para os mais diversos fins, como balde para transportar ração as aves confinadas, cocho para água dos animais presos na corda, vasos para plantio de flores, entre outros.

De acordo, com INPEV a destinação final dos últimos quatro anos vem aumentando, somente no ano de 2014 o Brasil destinou mais de 42.645.678 kg para reciclagem. No RS passou a ser o 4º do estado que mais destinou embalagens para a reciclagem ou incineração num total de 4.479.448 kg de material, assumindo a posição que, nos anos anteriores, era ocupada pelo estado de GO, isso durante o período de 2012 a 2014 (MAGRINI et al., 2018).

A pergunta referente a quantos anos realiza a devolução das embalagens vazias (Figura 2e), demonstrou que mais da metade (48%), faz o procedimento há mais de nove anos, levando em conta que a Lei foi sancionada no ano 2000, esses percentagem está coerente a Lei, no entanto ainda tem produtores que fazem o procedimento a pouco tempo (1 a 2 anos), isso não significa que esses produtores iniciaram suas atividades nesse período, significa sim que antes não era feito o procedimento, pois como relatado acima a região é de atividade predominante agrícola e mesmo sendo em áreas agrícolas considerada agricultura familiar o uso de produtos agroquímicos é intenso devido ao grande número de pragas e doenças que surgem a cada safra agrícola.

Aqui cabe discorrer sobre outro questionamento feito aos entrevistados, que diz respeito ao destino que era dado às embalagens antes da devolução correta, onde as respostas foram as mais variadas, entre elas: colocavam fogo; enterravam; reutilizam para os mais diversos fins; jogadas em matas ou capoeiras; era realizada uma abertura de vala para ali colocarem onde permanecia.




Da mesma forma no questionamento presenciou-se algum caso de mau uso das embalagens (Figura 2f), 66% responderam que sim, e afirmaram já ter presenciado até mesmo a coleta de leite manual com as embalagens, porém 34% responderam que não. Acredita-se que os 40% que relatam não ter presenciado o mau uso, na verdade, presenciaram, porém, acham normal tal ação.

Os resultados discordam com os encontrados por Henn (2016), em seu trabalho na mesma região do referido estudo Tapera, RS, também em entrevista quando perguntado sobre o mau uso encontrou como resultado que 53% dos agricultores salientam que nunca presenciaram mal uso das embalagens de agrotóxicos e 47% afirmam que já presenciaram mal uso das embalagens, o autor considerou alto o percentual de 47% e esclarece que, diante desse último percentual percebe-se irresponsabilidades, ou seja, falta de conscientização por parte de alguns, pois as embalagens de agrotóxicos vazias, quando utilizadas de forma incorreta podem acarretar problemas à saúde humana, animais e meio ambiente. Os resíduos, dependendo do nível de umidade, podem liberar produto químico para o solo e esse produto químico pode atingir os mananciais hídricos e contaminar o lençol freático.

A preocupação ambiental é um tema recente no meio rural do RS, pois sobre as desvantagens geradas pela não devolução das embalagens, onde os entrevistados poderiam optar por diferentes alternativas, lembrando que um mesmo entrevistado poderia responder mais de uma alternativa, sendo elas: aumento da poluição ambiental; aumento do custo para produtor; aumento de doença nas pessoas; descontrole no consumo de agrotóxicos e uso indevido das embalagens. O resultado foi 46 entrevistados optaram pela primeira alternativa (aumento da poluição no ambiente), apenas 37 acham que aumenta as doenças, o que comprova que se sabe que o ato de não devolução correta das embalagens, sendo as mesmas jogadas ao meio ambiente causa problema ambiental, mas com a saúde humana não seria um problema.

Do mesmo modo, em relação as vantagens da devolução onde também os entrevistados poderiam optar por alternativas, a alternativa referente a diminuição dos impactos ambientais se destacou das demais que tratava de outros temas, como a geração de renda e controle do consumo de agrotóxicos.

Segundo Barbosa (2009), há evidências que algumas substâncias químicas de agrotóxico são transportadas a grandes distâncias pela volatilização, retornando junto com a precipitação, contaminando áreas não tratadas, tendo sido detectadas até em solos urbanos. A grande maioria dos agrotóxicos acaba atingindo o solo e a água, isso acontece principalmente



pela falta de cuidados na aplicação, bem como na lavagem das folhas que são tratadas, nos resíduos de embalagens vazias, nas lavagens de equipamentos de aplicação e pelos efluentes de indústrias de agrotóxicos.

Sobre a pergunta quanto ao conhecimento de quantos anos é feita a coleta das embalagens de agrotóxico, 48% responderam ser acima de 12 anos. Convém, aqui esclarecer que a coleta é realizada por postos de recolhimentos empresas registradas e especializadas, essas empresas passaram a existir com o surgimento da Lei n.º 9.974 de 2000, sendo que a lei tem 21 anos e que para construção, regularização e liberação dos postos de recebimento demorou certo tempo. Logo as respostas foram satisfatórias.


O questionamento quanto ao procedimento adotado para devolução das embalagens de agrotóxicos, que continha alternativas de múltipla escolha, recebeu resposta satisfatória, pois todos responderam a sequência correta, ou seja, tríplice lavagem, perfurar, colocar as tampas separadas, armazenar em local adequado e realizar a devolução.

Boziki et al. (2011) em entrevista sobre o mesmo assunto abordado no referido trabalho a produtores da Rota do Sol, RS, relata que a grande maioria dos entrevistados (12) diz que faz a tríplice-lavagem, seguida de um percentual de (2) entrevistados que não soube dizer como eram feitas as operações corretas de lavagens e armazenamento. Os mesmos autores ainda esclarecem que nem todas as embalagens devem ser lavadas, no caso das laváveis, que representam à maior parte do material que circula no mercado, após o processo de tríplice lavagem, as embalagens deixam de ser consideradas resíduos perigosos e passam a ser recicláveis.

Sobre a orientação adequada dos procedimentos que deverão ser seguidos pelos produtores por parte dos vendedores dos produtos (Figura 2h), 88% responderam estar bem orientados e apenas 12% acha estar mal orientado sobre todo o procedimento que deverá ser realizado desde o momento do uso até a devolução final.

De acordo com Henn (2016), há a necessidade de continuar sendo realizados investimentos em programas de incentivo à logística reserva das embalagens de agrotóxicos, e treinamentos, não só para agricultores, mas também para toda a comunidade econômica envolvida, pois mais importante que respeitar o meio em que se vive, é ter a consciência que as ações do homem afetam não somente o meio ambiente, mas a ele mesmo.

Em relação ao conhecimento por parte dos produtores/entrevistados sobre punições (Figura 2i), mais da metade 66% dizem não conhecer nenhum tipo de punição em caso do não



devolução ou de procedimentos incorretos. Essa resposta justifica outro questionamento sobre a visita em suas propriedades de algum órgão fiscalizador, sendo que 100% dos entrevistados responderam nunca ter recebido nenhum fiscal, lembrando que a fiscalização é realizada pelo Ministério da Agricultura ou órgão/entidades cadastradas junto a este para tal função.

De acordo com a Lei dos Agrotóxicos nº 7.802/1989, nos artigos 15 e 16 destaca-se que:

Art. 15. Aquele que produzir, comercializar, transportar, aplicar, prestar serviço, der destinação a resíduos e embalagens vazias de agrotóxicos, seus componentes e afins, em descumprimento às exigências estabelecidas na legislação pertinente estará sujeito à pena de reclusão, de dois a quatro anos, além de multa.


Art. 16. O empregador, profissional responsável ou o prestador de serviço, que deixar de promover as medidas necessárias de proteção à saúde e ao meio ambiente, estará sujeito à pena de reclusão de 2 (dois) a 4 (quatro) anos, além de multa de 100 (cem) a 1.000 (mil) MVR. Em caso de culpa, será punido com pena de reclusão de 1 (um) a 3 (três) anos, além de multa de 50 (cinquenta) a 500 (quinhentos) MVR.

O questionamento referente a dificuldade encontrada na devolução das embalagens, apenas dezoito dos cinquenta entrevistados responderam ter dificuldade. A principal delas se refere ao deslocamento até os postos de coleta, nesse caso a Arfita, pois é necessário um veículo aberto para o transporte das embalagens. Segundo Cordeiro (2016), o transporte dos agrotóxicos deve ser feito de forma correta, nunca em carros fechados onde os condutores fiquem em contato direto com os produtos, mas sim em caminhonetes ou caminhões adequados para esse propósito.

O outro problema relatado é o local nas suas propriedades do espaço para armazenamento das embalagens, tanto antes do uso quanto após lavadas, até a devolução, lembrando que o local para armazenamento de agrotóxicos, mesmo que em pequenas quantidades, nas propriedades antes do uso deve obedecer às normas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA):

O local para o armazenamento de agrotóxicos deve ser construído em alvenaria, ter boa ventilação e iluminação natural, não permitindo o acesso de animais e pessoas não autorizadas. O piso deve ser cimentado e o telhado resistente e sem goteiras, as instalações elétricas devem estar em bom estado. Deve ter afixadas placas com símbolos de perigo. Se os produtos forem guardados num galpão de máquinas, a área deve ser isolada com parede e ter saída independente e deve ser mantida fechada a chave. As embalagens devem ser colocadas sobre estrados, evitando contato com o piso, as pilhas devem ser estáveis e afastadas das paredes e do teto. Os agrotóxicos não podem ser armazenados junto com alimentos, rações, medicamentos ou sementes. As embalagens vazias deverão ser armazenadas em local isolado, devidamente trancado, identificado com placas de advertência alertando sobre o risco e o acesso restrito a pessoas autorizadas, ao abrigo das intempéries, com piso pavimentado, ventilado, fechado e de acesso restrito.

Resultados semelhantes foram encontrados por Boldrin et al. (2007), em sua pesquisa no município de Lajes, SC, onde constatou que dentre as principais dificuldades em cumprir a



legislação referente a uso e descarte dos agrotóxicos, diz respeito à falta de infraestrutura nas propriedades rurais para que as embalagens possam ser armazenadas temporariamente e, desta maneira, os produtores as amontoam junto a diversos outros objetos, inclusive alimentos ou recipientes utilizados para o preparo de alimentos, isto é fruto da falta de informações aos produtores, fato este que se apresenta como mais uma dificuldade, pois além da falta de divulgação dos perigos dos agrotóxicos e resíduos de suas embalagens, tradicionalmente têm-se produtores com baixo nível de instrução.

questionamento referente às quais as melhorias que os produtores sugerem para a atividade em estudo, ou seja, sobre as melhorias em todas as etapas da logística reversa de agrotóxico, 43 marcaram a opção de criar panfletos (por parte dos órgãos interessados) sobre o assunto e distribuir aos produtores, 47 dos entrevistados responderam que deveriam destinar um espaço no rádio para instruir os produtores sobre a técnica de procedimento adequado sobre as embalagens vazias e 34 marcaram a opção de treinar e capacitar empresas e produtores sobre o assunto.

De acordo com Boldrin et al. (2007), existe folhas no sistema de retorno das embalagens vazias, de acordo com as informações da pesquisa, de modo geral, todos os agentes consideram que o sistema de devolução está precário, principalmente os produtores rurais, que atualmente são os mais prejudicados, pois estão em uma situação em que são obrigados a devolver as embalagens, não estão sendo informados, não tem local para armazenar na propriedade e às vezes a unidade de recebimento é muito distante.

O mesmo autor citado acima ainda relata que o retorno das embalagens é indispensável para o bem-estar das populações e a sustentabilidade do desenvolvimento não só local e regional, mas global uma vez que se trata de poluentes de alta toxicidade durante muito tempo, produzindo danos à medida que se espalha pelo ambiente. O ideal é uma agricultura com conscientização sobre o uso correto de agrotóxico, capaz de produzir com a mesma eficiência e sustentabilidade, porém, enquanto os agrotóxicos continuam sendo utilizados, o retorno das suas embalagens de agrotóxicos vazias exige soluções adequadas. Espera-se que estudos mais aprofundados sejam realizados abordando outras regiões, ou mesmo outras áreas em que o retorno dos produtos pós-consumo, ou resíduos, estão sendo efetuados corretamente, visando ampliar o conhecimento a respeito das práticas voltadas para diminuir os índices de poluição, bem como as quantidades de recursos não renováveis retirados da natureza.



CONCLUSÃO

A região em estudo é essencialmente agrícola, com presença dominante do sexo masculino no meio rural e que os entrevistados tem conhecimento dos procedimentos que devem realizar para a devolução das embalagens vazias, conhecendo na sua grande maioria as exigências da Lei n.º 9.974/2000, mesmo não tendo contato com o seu conteúdo.

Sugere-se estratégias sobre a logística reversa das embalagens de agrotóxicos no município de Tapera, RS, as quais possam fortalecer esse processo, sendo essas a partir de campanhas de conscientização promovendo desde a conservação e proteção do meio ambiente a estimular a entrega das embalagens de agrotóxicos vazias.

REFERÊNCIAS

ANDRADES, T. O.; GANIMI, R. N. Revolução verde e a apropriação capitalista. **CES Revista**, Juiz de Fora, v. 21, n. 1, p. 43-56, 2007.

ARAGOS, K. P. C.; GABRIEL FILHO, L. R. A.; SÉRGIO SILVA BRAGA JUNIOR, S. S. Logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos e as dificuldades para efetiva implantação. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. 1-12, 2021.

BARBOSA, J. M. Gestão do sistema de devolução e destinação final de embalagens vazias de agrotóxicos para o estado do Pará. **Revista Pará Desenvolvimento**, v. 3, n. 1, p. 1-25, 2009.

BOLDRIN, V. P.; TREVISAN, E. F.; BARBIERI, J. C.; FEDICHINA, M. A. H.; BOLDRIN, M. S. T. A gestão ambiental e a logística reversa no processo de retorno de embalagens de agrotóxicos vazias. **Revista de Administração e Inovação**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 29-48, 2007.

BOZIKI, D.; SILVA, L. B.; PRINTES, R. C. Situação atual da utilização de agrotóxicos e destinação de embalagens na área de proteção ambiental estadual rota sol, Rio Grande de Sul BRASIL. *Revista VITAS–Visões Transdisciplinares sobre Ambiente e Sociedade*, v.1, n. 1, p. 1-15, 2011.

_____. **Lei n.º 11.326, de 24 de julho de 2006**. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111326.htm>. Acesso em: 20 ago. 2020.

_____. **Lei n.º 7.802 de 11 de julho de 1989. Lei dos agrotóxicos**. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7802.htm>. Acesso em: 21 ago. 2019.

_____. **Resolução CONAMA nº 465, de 5 de dezembro de 2014**. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=710>>. Acesso em: 10 de out. de 2019.

_____. **Resolução CONAMA nº. 334 de 03 de Abril de 2003.** Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: <http://www.mp.go.gov.br/portalweb/hp/9/docs/resolucao_334_de_2003_licenciamento_emb_alagem_vazia_de_agrotoxicos.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2020.

CORDEIRO, J. L. **Logística reversa de embalagens de agrotóxicos no município de Dom Pedrito-RS.** 2016. 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (curso superior de Tecnologia em Agronegócio) - Universidade Federal do Pampa, Dom Pedrito, 2016.

EMBRAPA. **Módulos Fiscais.** 2019. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso em: 01 ago. 2020.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação. **O Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación.** Roma, FAO, parte I. 2011. 150p.

HENN, A. **A logística reversa das embalagens de agrotóxicos.** 2016. 30f. Trabalho de Conclusão do Curso (Técnico em Agronegócio) - Instituto Estadual de Educação Nossa Senhora Imaculada – Tapera, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Resultado do Censo Agropecuarios 2017.** Disponível em:<<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21905-censo-agro-2017-resultados-preliminares-mostram-queda-de-2-0-no-numero-de-estabelecimentos-e-alta-de-5-na-area-total>>. Acesso em: 28 mar. 2019.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário 2006.** Brasília, 2006. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 03 jun. 2016.

INPEV - Instituto Nacional de Processamento das Embalagens Vazia –. **Quem somos.** 2019. Disponível em:< <http://www.inpev.org.br>>. Acesso em: 11 abr. 2019.

MAGRINI, D. C.; PACHECO, M. T. M.; PANOSSO, O.; SCOPÉL, E. M. Custos da logística reversa: um estudo no segmento de embalagens vazias de agrotóxicos na região nordeste e noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista de Agronegócio - Reagro**, Jales, v. 7, n. 1, p. 45-60, jan./jun. 2018.

MENEGAES, J. F.; NISHIJIMA, T.; BACKES, F. A. A. L.; BENETTI, C. C. Práticas de ajardinamento em espaços de convivência em comunidades rurais como instrumento de Educação Ambiental. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. 1-19, 2020.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. **Metodologia da pesquisa científica.** Santa Maria: UFSM. 2018. 119p.

SPANEVELLO, R.; DOS SANTOS GOULART, M.; LINKE, H. P. de M. **O trabalho feminino nas atividades agropecuárias no contexto do Rio Grande do Sul.** Territórios, Redes e Desenvolvimento Regional: Perspectivas e Desafios Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 13 a 15 de setembro de 2017.



CAPÍTULO 23

GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE

Francisco Rauzito Neris dos Santos, Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Membro do Grupo de Pesquisa Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, GPA

José Deomar de Souza Barros, Licenciado em Ciências com habilitação em Biologia e em Química pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG; Mestre e Doutor em Recursos Naturais pela UFCG; Professor adjunto da UFCG. Membro Grupo de Pesquisa Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, GPA

RESUMO


A saúde está diretamente relacionada ao meio ambiente, nesse sentido, é essencial o desenvolvimento de gestão e gerenciamento em aspectos como o tratamento de resíduos sólidos que afeta dimensões sociais, como desigualdade, visto que, o manejo inadequado afeta diretamente a saúde, comprometendo os componentes bióticos e abióticos. Um sistema que visa exclusivamente o capital interfere no equilíbrio dos ecossistemas. Desse modo, é necessários a inserção de todos os setores sociais na busca pela estabilidade ecológicas e garantia de qualidade de vida para todas as populações.

PALAVRAS-CHAVE: Saúde. Meio ambiente. Resíduos sólidos.

INTRODUÇÃO

A saúde se manifesta em função dos recursos naturais existentes, logo, está diretamente relacionada ao meio ambiente, tornando verídico o fato de que os problemas ambientais são problemas de saúde, pois afetam as sociedades em diversas vertentes. Os debates envolvendo tais questões iniciaram nos últimos 40 anos, percorrendo por diversas conferências, seminários e tratados, expondo cada vez mais a crise ecológica e o modo como afeta a saúde e o meio ambiente (PERES; CAMPONOGARA, 2015).

Arelada a essa problemática, a escassez de políticas públicas intensifica os obstáculos para superação desse conjunto de questões. Um dos fatores que contribui significativamente para a crise ambiental, é o gerenciamento dos resíduos sólidos. A Organização Mundial da Saúde – OMS - (2009), estima que 30% dos danos à saúde estão relacionados às questões ambientais provenientes de fatores como a inadequação do saneamento básico (água, lixo,



esgoto, drenagem), poluição do ar, exposição à substâncias químicas e físicas, desastres naturais e fatores biológicos (vetores, hospedeiros e reservatórios).

Nesse contexto, o modo como as problemáticas ambientais impactam nas condições de saúde da população, denota uma maior aproximação entre as temáticas, estando cada vez mais presentes nos encontros mundiais que tratam sobre o assunto. Exigindo, portanto, uma abordagem interdisciplinar entre os diferentes setores para tratar sobre saúde, gestão e gerenciamento (GOUVEIA, 1999).


Destarte, o manejo inadequado dos resíduos sólidos, além de contribuir para as desigualdades sociais, afeta negativamente a saúde pública e intensifica a degradação ambiental, comprometendo a qualidade de vida. Expondo a necessidade de planejamento integrado, abordando as questões ambientais, sociais, políticas e econômicas. Ademais, uma gestão dos resíduos sólidos eficiente será promovida apenas com a presença de uma política de gestão e compromisso das instituições sociais.

SAÚDE E MEIO AMBIENTE

É inegável que o aumento demográfico provoca alterações químicas, físicas e biológicas no meio ambiente. Estas podem ser neutralizadas pelo próprio meio através do que chamamos de capacidade de suporte, em que o ambiente recebe esses impactos, transforma-os e retorna à homeostasia (PERONI; HERNÁNDEZ, 2011). Porém, a intensidade das atividades humanas aliada à exploração inadequada dos recursos naturais ultrapassa essa capacidade de suporte e causa o desequilíbrio dos ecossistemas (BARROS; SILVA, 2011).

O relatório Planeta Vivo, publicado pela World Wide Fund for Nature – WWF- (2018), aponta que nos últimos 50 anos, a Pegada Ecológica, instrumento para mensurar o consumo de recursos naturais, aumentou cerca de 190% e torna-se cada vez mais evidente o fato de haver uma demanda de consumo maior do que a disponibilidade de recursos naturais.

Entretanto, o crescimento populacional não é o fator majoritário no que se refere à crise ambiental. De acordo com o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas – IPCC – (2018), a emissão de CO₂, oriunda da queima de combustíveis fósseis, ação recorrente no atual modelo de sistema econômico realizada pelas grandes indústrias, é o que mais influencia na pegada mundial, intensificado pela escassez de políticas públicas que minimizem os efeitos negativos, repercutindo em aspectos de trabalho, saúde e meio ambiente.




A terceira lei de Newton postula que, para toda ação, existe uma reação. Nesse sentido, as consequências dessas interferências voltam diretamente para o ser humano, provocando eventos catastróficos que marcam a história, desde períodos como o medieval, descrito pelo Manual de Vigilância e Controle da Peste (2008), quando a peste negra, doença provocada pelo *Yersinia petis*, bactéria transmitida pelas pulgas dos ratos, mamíferos esses que proliferam devido ao acúmulo de matéria orgânica em locais inadequados, causou milhões de mortes, até acidentes mais recentes, como no Brasil, destacado por Freitas et al., (2019), com o rompimento da barragem da cidade de Brumadinho, provocado pelo descuido na manutenção da estrutura.

Peçanha et al. (2012) destaca outros eventos que afetaram a saúde de uma população drasticamente, como em 1948, quando 43% da população de Donora, centro siderúrgico da Pensilvânia, nos Estados Unidos, adoeceram por causa de um nevoeiro sulfuroso. Assim como as condições atmosféricas em Londres durante o apogeu da Revolução Industrial, marcada pela utilização demasiada do carvão, causando mortes de muitas pessoas por complicações circulatórias e respiratórias. Seifert (2014) aborda o acidente nuclear de Chernobyl, na Ucrânia, em 1986, e suas consequências persistem até hoje. Além do acidente com o Césio-137 no Brasil, cidade de Goiânia, em que o desmanche de um equipamento de radioterapia em um ferro velho atingiu cerca de 6 mil pessoas, inclusive, dependem de medicamento até os dias de hoje.

Posto isto, as últimas décadas foram marcadas por eventos que afetaram tanto o meio ambiente, e, por consequência, a área da saúde, resultando em mudanças de conceitos nessas áreas. A Organização Mundial da Saúde (OMS), em 1946, elucidou o termo saúde como bem-estar físico, mental e social, não simplesmente referindo-se à ausência de doença, mas ao modelo biopsicossocial (SEGRE; FERRAZ, 1997).

Na esfera social, percebeu-se que, com o contraste em relação ao acúmulo de riqueza em determinados países, aqueles mais desfavorecidos estão sujeitos a sofrerem os efeitos negativos de doenças infecciosas, por fatores como a ausência de saneamento básico. Em contrapartida, mesmo aquelas nações portadoras de recursos tecnológicos ainda são reféns dos fatores ambientais, relacionados à aspectos como a emissão demasiada de poluentes atmosféricos. Dessa forma, a valorização da saúde ambiental torna-se emergente e deve conduzir as políticas públicas de fomento da saúde da população (FRACETO; MOSCHINI-CARLOS, 2012).

É nessa perspectiva que diversas ações para a melhoria da saúde e prevenção têm sido realizadas desde a década de 1970. Como o evento promovido em 1978 pela OMS, em Alma-




Ata com intuito de que toda a população obtivesse acesso à saúde de forma que trabalhassem de forma eficiente, contribuindo para decisões das suas comunidades. Em paralelo, o evento voltado para a área ambiental, foi a Conferência de Estocolmo, em 1972, no qual reconheceram a ligação direta entre saúde e meio ambiente (PELICIONI, 2014).

Para a execução do suporte teórico trazido pelas grandes conferências, diversas vigilâncias vêm sendo incrementadas, por exemplo, no Sistema Único de Saúde, como a ambiental que norteia a Política Nacional de Saúde Ambiental, objetivando a identificação de elementos motores nas alterações ambientais que afetam a saúde humana. Assim sendo, a Vigilância em Saúde Ambiental direciona os processos de geração, incorporação, processamento e entendimento das informações necessárias para a promoção de saúde, precaução e limitação de doenças (BRASIL, 2002).

O documento Subsídios para construção da Política Nacional de Saúde Ambiental (2009), divulgado pelo Ministério da Saúde, evidencia que a área da saúde ambiental é vinculada ao conhecimento científico e à elaboração de políticas públicas para gerir as devidas intervenções ligadas à saúde humana e meio ambiente, havendo a necessidade de articulação e prevenção de doenças entre os diferentes órgãos, como a Fundação nacional de Saúde (FUNASA) que compôs o Sistema Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde (SINVAS), apontando prioridades para promoção da saúde, dentre elas a prevenção e controle de fatores de risco como a água para consumo humano, ar, solo e acidentes com produtos perigosos (BRASIL, 2009).

Tais degradações ambientais vêm afetando diversos elementos essenciais à promoção de qualidade de vida. Segundo o relatório Progresso nas famílias água potável, saneamento e higiene (2017) divulgado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), cerca de 2, 1 bilhões de pessoas não possuem acesso à água potável. Muitas entram em contato com água contaminada que gera a transmissão de agente biológicos ou químicos promotores de doenças, como diarreia. Ainda segundo dados da OMS (2018), a contaminação química da atmosfera intensificada desde a Revolução Industrial, mata 7 milhões por ano.

Nesse sentido, devido à complexidade nos temas envolvendo saúde e meio ambiente, há necessidade de haver integração entre os diferentes setores, pois a fragmentação, muitas vezes, acaba prejudicando uma área na tentativa de melhorar outra. Por exemplo, o combate à transmissores de doenças como dengue e febre amarela pode contribuir para a contaminação ambiental ou o próprio investimento em saúde pode prover inúmeros resíduos nocivos ao



ambiente. Dessa maneira, ações integradas são primordiais para a promoção da saúde (GOUVEIA, 1999; JURAS, MACHADO, 2015; PEÇANHA *et al.*, 2012; SOUZA, ANDRADE, 2014).


GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

A intensa urbanização escoltada pelo descarte inadequado dos resíduos sólidos domiciliares e a ausência de planejamento de resíduos proveniente das grandes indústrias gera consequências como poluição do ar, do solo, dos sistemas hídricos e geração de organismos patogênicos transmissores de enfermidades (ABELPRE, 2018). Tais características culminam em fatos como o Brasil classificado na 4ª posição como o país que mais produz resíduos no mundo de acordo com a World Wide Found for Nature -WWF – (2019). Júnior (2007) destaca que esses impactos negativos e dados inquietantes exigem uma gestão e gerenciamento intensificado por todos os setores sociais.

De acordo com Mancini, Ferraz e Bizzo (2012), gestão consiste no conjunto de políticas, leis e instrumentos direcionados para a execução de objetivos predeterminados voltados para o sistema de geração, coleta, transporte, tratamento, reciclagem e destinação final dos resíduos sólidos. Enquanto gerenciamento é o conjunto de ações operacionais relativas ao funcionamento dos sistemas de geração, coleta, transporte, tratamento, e destinação final dos resíduos. Para tal, áreas gerenciais, tecnológicas, administrativas, econômicas, institucionais e de avaliação de desempenho, seja em relação à produtividade, qualidade, custo, entre outros estão envolvidos no processo de gerenciamento.

Para o desenvolvimento de ações direcionados ao melhoramento do sistema de resíduos sólidos, Estados membros da União Europeia, por exemplo, são gerados bilhões de toneladas de resíduos sólidos. Porém, desde 2008, a geração per capita média de resíduos sólidos vem se reduzindo nesses locais. A reciclagem e os tratamentos biológicos (compostagem e digestão anaeróbia) tiveram crescimento bastante, respectivamente 162 e 149% em relação ao peso de resíduos encaminhados para cada um (EUROSTAT, 2014). Assim como a Alemanha em que, de acordo com Eignheer (2009), a taxa municipal de coleta de lixo é cobrada desde o século 19, o país de destaca pela maior parte dos resíduos são reciclados, favorecendo os ecossistemas e movimentando a economia.

Para Mannarino, Ferreira e Gandolla (2015) as mudanças na gestão de resíduos sólidos urbanos na Europa podem ser atribuídas, em grande parte, à legislação local, que determina




metas para a evolução do setor e cobrança de taxas Como destaque na legislação europeia, que determinou que 60% das embalagens (e seus resíduos) deveriam ser recolhidas até o final de 2008. Na Suíça, taxas são atribuídas a cada saco de resíduos gerados pela população, incentivando um menor consumo e reutilização de materiais, taxa essa que auxilia na coleta seletiva. Atribuindo a responsabilidade compartilhada ao cidadão comum.

No Brasil, 40% dos resíduos são descartados em locais inadequados, segundo pesquisa realizada pela ABRELPE, 2019. Sendo que um gerenciamento efetivo, destaca Lomasso et al. (2015), acarretaria em benefícios econômico e sociais, promovendo a inclusão de setores privados no processo de gerenciamento e gerando empregos.

Mancini e Cruz (2012) aborda que uma das melhores maneira para melhorar aprimorar a gestão dos resíduos sólidos no brasil consiste na aplicação de responsabilidade estendida ao produtor, ou seja, aspectos de recuperação, reciclagem e destino final dos resíduos produzidos pós-consumo são delegados aos próprios fabricantes, lógica essa instituída pela Política Nacional dos Resíduos Sólidos - PNRS – (ANO), como previsto na lei Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e seu regulamento, Decreto Nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010, destacam-se a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e a logística reversa.

Devido à complexidade no que se refere aos resíduos sólidos, seja pelo aporte teórico das leis ou do próprio gerenciamento torna-se essencial a organização de uma gestão correta para desenvolver aspectos relacionados à prevenção, desde o planejamento até ações efetivas. Exigindo a integração dos diversos setores sociais para a efetivação das intervenções. É nesse sentido que a gestão integrada entra, o artigo 3 da constituição brasileira define gestão integrada de resíduos sólidos como o conjunto de intervenções direcionadas para soluções no gerenciamento de resíduos sólidos, envolvendo dimensões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais. Costa et al. (2017); Soares, Pereira e Cândido (2017); destacam que é essencial uma gestão integrada de modo que tanto os geradores, o poder público e consumidores assumam a responsabilidade compartilhada

Enap (2017) ressalta princípios que devem nortear para garantir a efetividade do processo de gestão e gerenciamentos dos resíduos sólidos, dentre eles, está a geração de indicadores, permitindo avaliação e melhorias contínuas, podendo prever incentivos como fator integrador dos agentes, ações e instrumentos. Treinar os geradores de resíduos para executar a coleta seletiva de forma efetiva; a verificação e efetivação da gestão associada de algumas ações do PGRS, por meio da institucionalização de parcerias oficializadas.



Destarte, aspectos que envolvam o compartilhamento de responsabilidade embasado pela gestão cooperativa entre os setores sociais são significativos na efetivação do gerenciamento, contribuindo nos elementos sociais, como a geração de emprego ou econômico. Tais investimentos podem ser maximizados pelo estabelecimento de parcerias com o setor privado e, ainda, pela adoção de tecnologias simples e baratas, apropriadas à realidade de cada município (JÚNIOR, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, é inegável a relação entre meio ambiente e saúde pública, o investimento em políticas públicas na resolução das problemáticas ambientais culminam no melhoramento no âmbito da saúde. Investimento em aspectos como gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos exige o envolvimento dos diversos setores sociais para o desenvolvimento de processos de decisões que assegura qualidade de vida das populações.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama de resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, 2018.

BARROS, J. D. de S.; SILVA, M. de F. P. da. Reflexões sobre a prática interdisciplinar na educação ambiental. **Polêm!ca**, v. 10, n. 4, p. 682-689, 2011.

BRASIL. Lei 12.305 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e da outras providências. Diário Oficial da União, 03 ago. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual de vigilância e controle da peste**. ALMEIDA, A. M. P. de. Et al. Brasília: Ministério da Saúde, 2008.

BRASIL. **Subsídios para construção da Política Nacional de Saúde Ambiental**. Brasília : Editora do Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. **Vigilância ambiental em saúde**, Brasília: FUNASA, 2002.

COSTA, A. R. S. et al. Os princípios da sustentabilidade como norteadores na gestão dos resíduos sólidos urbanos. **Holos Environment**, v. 17, n. 1, p. 94-109, 2017.

EIGENHEER, E. M. **Lixo: a limpeza urbana através dos tempos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. **Plano de gerenciamento de resíduos sólidos**. Brasília, 2017.



EUROSTAT – ENVIRONMENTAL DATA CENTRE ON WASTE. (2014b) Eurostat News Release no 48/2014. Disponível em: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/waste> Acesso em: 02 jul 2014.

FREITAS, C. M. de. Desastres em barragens de mineração: lições do passado para reduzir riscos atuais e futuros. **Epidemiologia e serviços de saúde**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 5, p. 1-4, mai., 2019.

GOUVEIA, N. Saúde e meio ambiente nas cidades: os desafios da saúde ambiental. **Saúde e sociedade**, v. 8, n. 1, p. 49-61, jan./fev. 1999.

JÚNIOR, J. M. de M.; **Gestão integrada de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: IBAM, 2007.

JURAS, L. da A. G. M.; MACHADA, G. S. A relação entre a saúde da população e a conservação do meio ambiente. In: GANEM, R. S. *et al.* (Org.). **Políticas setoriais e meio ambiente**. Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2015.

LOMASSO, A. L. Benefícios e desafios na implementação da reciclagem: um estudo de caso no centro mineiro de referência em resíduos. **Revista Pensar Gestão e Administração**, v. 3, n. 2, jan. 2015.

MANARINNO, C. F.; FERREIRA, J. B.; GANDOLLA, M. Contribuições para a evolução do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos no Brasil com base na experiência Européia. **Revista Engenharia Ambiental**, Rio de Janeiro, v.21, n.2, abr./jun. 2016.

MANCINI, S. D.; FERRAZ, J. L.; BIZZO, W. A. Resíduos sólidos. In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Fundo das Nações Unidas para a Infância. **Progresso nas famílias água potável, saneamento e higiene**. Nova York, 2017.


ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Mudança Climática e Saúde Humana: riscos e respostas**. Resumo atualizado, 2008. Brasília: Opas, 2008.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Grupo de Trabalho III: Mitigação das Mudanças Climáticas**. METZ, B.; DAVIDSON, O. R. BOSCH, P. R.; DAVE, R.; MEYER, L. A. (Org.). Nova York, 2018.

PEÇANHA, M. P. *et al.*, Saúde e meio ambiente. In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (Org.). **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 155-175.

PELICIONI, M. C. F. Promoção da Saúde e do Meio Ambiente: uma trajetória técnico-política. In: PHILIPPI JR, A.; PRLICIONI, M. C. F. **Educação ambiental e sustentabilidade**. 2 ed. São Paulo: Manole, 2014. P. 477-490.

PERES, R. R.; CAMPONOGARA, S. A relação saúde e meio ambiente na formação profissional em saúde: visão de docentes. **Revista de enfermagem UERJ**, Rio de Janeiro, n. 2, v. 23, 2015 mar./abr. p. 210-215.



PERONI, N.; HENÁNDEZ, M. I. M. **Ecologia de populações e comunidades**. Florianópolis: Biologia/EAD/UFSC, 2011.

PHILLIPPI JR, A.; MALHEIROS, T. F. Saúde Ambiental. In: PHILIPPI JR, A.; PRLICIONI, M. C. F. **Educação ambiental e sustentabilidade**. 2 ed. São Paulo: Manole, 2014. P. 58- 84.

SEGRE, M.; FERRAZ, F. C. O conceito de saúde. **Revista de saúde pública**, v. 31, n. 5, p. 538-542, 1998.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental**: Instrumentos, Esferas de Ação e Educação Ambiental. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2014.

SOARES, J. A. S.; PEREIRA, S. S.; CÂNDIDO, G. A. Gestão de resíduos sólidos e percepção ambiental: um estudo com colaboradores do campus i da universidade estadual da paraíba. **Revista Saúde e Meio Ambiente**, Três Lagoas, v, 4, n.1, p. 39-54, jan/julho. 2017.

SOUZA, C. L. de; ANDRADE, C. S. Saúde, meio ambiente e território: uma discussão necessária na formação em saúde. **Ciência e saúde coletiva**, v. 19, n. 10, p. 4113-4122, 2014.

WORLD WIDE FUND FOR NATURE. **Relatório Planeta Vivo: uma ambição maior**. GROOTEN, M.; ALMOND, R.E.A. (Org.). Gland, 2018.



CAPÍTULO 24

GESTÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Francisco Rauzito Neris dos Santos, Graduando do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. Membro do Grupo de Pesquisa Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, GPA

José Deomar de Souza Barros, Licenciado em Ciências com habilitação em Biologia e em Química pela Universidade Federal de Campina Grande - UFCG; Mestre e Doutor em Recursos Naturais pela UFCG; Professor adjunto da UFCG. Membro Grupo de Pesquisa Ambiental para o Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, GPA

RESUMO

Diante da institucionalização da legislação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), busca-se cada vez mais incrementar os temas inclusos no inciso. Fundamentando-se por meio das problemáticas provenientes do destino incorreto dos resíduos sólidos, faz-se necessário, mais do que nunca, a implementação de processos de redução, reutilização e reciclagem por meio de sistemas comprovadamente efetivos como coleta seletiva. Diante das falhas do método vigente, é preciso o desenvolvimento de políticas públicas que integre todas as camadas sociais de modo que direcione para um desenvolvimento justo e sustentável.


PALAVRAS-CHAVE: Resíduos Sólidos. Legislação. Coleta Seletiva.

INTRODUÇÃO

A produção demasiada de resíduos sólidos vem se tornando pauta de destaque nos debates sobre o assunto. A partir da década de 1970, principalmente, a preocupação com as consequências do estilo de vida no sistema vigente aumentou e denominações como coleta seletiva, uso de tecnologias limpas e desenvolvimento de legislações tornaram-se cada vez mais usuais e importantes (GODECKE; NAIME; FIGUEIREDO, 2012).

Aliado às leis vigentes, o Programa Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) respalda no gerenciamento adequado dos resíduos sólidos, priorizando a diminuição da geração, seguido pela reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final de resíduos, promove o consentimento de incentivos fiscais e financeiros às organizações de reutilização e reciclagem, além de priorizar apoio aos municípios que aderirem ao Programa Nacional de Resíduos Sólidos (CAVALCANTE; FRANCO, 2007).

Um dos projetos pertinentes da PNRS consiste na implementação da coleta seletiva, visando a minimização dos impactos causados pela destinação incorreta dos resíduos sólidos,



além de possibilitar oportunidades de atribuição econômica aos resíduos e valorização dos catadores que costumam habitar a periferia da sociedade (OLIVEIRA, JÚNIOR, 2016).

Assim, as problemáticas relacionadas ao mau gerenciamento dos resíduos sólidos devem ser abordadas cada vez mais pelo incentivo legal e fiscal. O desenvolvimento de alternativas que mitiguem os impactos torna-se emergente, projetos como coleta seletiva contribuem positivamente, envolvendo aspectos técnicos, ambientais, políticos, entre outros, de modo que contribuam para o melhoramento social nos seus mais diversos âmbitos.


RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS

Desde a revolução industrial, o lixo passou a ser classificado como resíduo sólido, quando a sua produção tomou grandes proporções e, concomitantemente, houveram acúmulos demasiados nas áreas urbanas. De lá para cá, os desafios para mitigação desses resíduos intensificaram, principalmente em um sistema respaldado na aquisição de bens de consumo, no qual o corpo social contemporâneo se transformou em sociedade de consumo e, como produto, insuficiência na gestão dos resíduos sólidos, avolumando cada vez mais o número de locais incorretos de destino desses resíduos, como lixões a céu aberto, afetando, de maneira inevitável, negativamente a população. Destarte, a preocupação com o descarte dos resíduos sólidos torna-se cada vez mais emergente em função do mau gerenciamento (NETO, CGAVES, VENDRAMETTO, 2010; PEREIRA; CALGARO, 2016; RECH, 2009; ZANIRATO; ROTONDARO, 2016).

O inciso XVI, do art. 3º, da Lei 12.305/2010, que se refere à Política Nacional de Resíduos Sólidos, institui o seguinte:

Para os efeitos desta Lei, entende-se por: [...] XVI – resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos-d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

De acordo com Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - Abrelpe - (2018) a produção desses materiais provenientes das atividades antrópicas aumentou um pouco menos de 1% do ano de 2017 para 2018, com a geração de 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos sendo que 40,5% foi despejado em locais inadequados. Costa (2016) e Mucelin e Belini (2008) destacam que, entre os impactos ambientais negativos que podem ser gerados a partir dos resíduos sólidos urbanos destinados para locais




inapropriados, há a contaminação dos recursos hídricos, assoreamento, enchentes, disseminação de vetores de doenças, além de transformações negativas da paisagem.

A existência de leis que contribuam para a mitigação desses impactos e garantir qualidade de vida para a sociedade torna-se essencial para um gerenciamento efetivo. Na Constituição da República Federativa do Brasil (1988), art. 225º consta: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.”

A legislação ambiental do Brasil é dividida em diferentes artigos fragmentados entre os membros da federação, permitindo, desse modo, que União, Estados, Municípios e Distrito Federal assumam responsabilidades. Órgãos como o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) consiste em um órgão Federal instituído pela Lei 6.938/81 que trata sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, sendo consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente – SISNAMA. O objetivo é analisar e oferecer normas e políticas governamentais em relação ao tema. Atrelado ao artigo 225º há ainda outras leis federais que tratam sobre o meio ambiente, dessa forma, os responsáveis pela gestão imprópria dos resíduos sólidos tornam-se sujeitos às punições como multas e sanções penais, sendo obrigados a repararem as danificações geradas como poluição de lençóis freáticos e danos à saúde. Geralmente, quando o impacto é presente em apenas um estado, o órgão responsável pelas diretrizes é estadual. A Paraíba, por exemplo, há o SUDEMA – Superintendência de Administração do Meio Ambiente do Estado da Paraíba (BARBOSA, 2012).

A escassez no investimento de gerenciamento dos resíduos afeta negativamente a economia, Ribeiro et al. (2014) que analisaram algumas cooperativas de catadores de materiais recicláveis constataram que ações como reciclagem poupam milhões anuais aos cofres públicos e sugerem que esses pontos negativos podem ser superados se houver o fortalecimento das cooperativas e associações e sua efetiva integração aos sistemas de gestão dos resíduos sólidos urbanos..

Portanto, a desolação contínua, marcados por poluições e contaminações do meio devido ao tratamento inapropriado dos resíduos sólido têm afetado as áreas urbanas em diferentes áreas, seja social ou econômica (SILVA, 2015). Peçanha et al. (2012) complementam que os desafios são análogos à crescente demanda de recursos diante do sistema atual, sendo necessário, portanto, esforços coletivos de modo que as ações de gerenciamento



possam ser subsidiadas de forma efetiva e, desse modo, promova equidade para todos os cidadãos.

POLÍTICA NACIONAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS


No Brasil, os instrumentos legais de suporte direcionados ao viés ambiental iniciaram no final da década de 1980. Na esfera federal, a Constituição Federal de 1988 e a Lei de Crimes Ambientais envolvem diretamente a gestão dos resíduos sólidos, estabelecendo responsabilidades, também, aos municípios. Um dos destaques de embasamento legal consiste na Política Nacional dos Resíduos Sólidos, no qual os primeiros passos para elaboração do projeto iniciaram em 1990 e é destinada à melhoria dos sistemas de gestão dos resíduos sólidos (LOPES, 2006).

A Lei Federal nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), objetiva alcançar um gerenciamento adequado dos resíduos sólidos por meio de incentivos fiscais e financeiros às organizações responsáveis pelos processos tratamentos para destinação adequada dos resíduos, incluindo diretrizes como a eliminação dos lixões, administração dos catadores e estímulo para formação de cooperativas operantes no setor de triagem e reciclagem (BRASIL, 2010).

Porém, Heber e Silva (2014) abordam que fatores como a baixa disponibilidade orçamentária, fraca capacidade institucional e de gerenciamentos de muitos municípios brasileiros interferem na efetivação da aplicação da lei de 2010. A lei enfatiza como essencial à superação desses obstáculos e efetivação dos objetivos consiste na inserção da gestão integrada, por meio de mecanismos como consórcios intermunicipais, exigindo uma elaboração de estratégia adequada para cada município.

Um ponto de destaque diz respeito a um dos embasamentos que compõem esse projeto de Lei, artigo 3, consistido na tentativa de atribuição de valor aos resíduos, delegando responsabilidades ao setor empresarial. Wille (2012) discute que a aplicação da Logística Reversa torna viável o retorno de bens materiais que compõem o processo de produção “O objetivo principal da logística reversa é a gestão e a distribuição do material “agregando valor econômico, ecológico, legal e de localização ao negócio.”

Outro aspecto de relevância e bastante discutido se se refere à administração dos catadores. Como aborda na lei do PNRS: "o titular dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos priorizará a organização e o funcionamento de cooperativas ou




outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis" (BRASIL, 2010). Assim como destaca Moura, Dias e Junqueira (2018) e Brasil et al. (2017) esses profissionais vivenciam diariamente dificuldades de integração nos setores sociais, propícios a diversos efeitos deletérios provenientes do trabalho, como contaminações químicas e biológicas, além de acidentes devido à precarização nas condições de trabalho.

Nesse sentido, Neto e Moreira (2010) ressaltam que nos últimos anos, intensas ações são direcionadas à área dos resíduos sólidos, entretanto, diversos impactos negativos são provenientes do mau gerenciamento. Dessa forma, os atores sociais, sejam gestores públicos ou cidadãos comuns possuem relevância no processo, devendo se utilizar do respaldo legal disponível “em prol da construção de uma sociedade ambientalmente sustentável, socialmente justa e economicamente dinâmica”.

COLETA SELETIVA E DESTINAÇÃO FINAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O depósito inadequado dos resíduos sólidos decorre de fatores como a escassez de conscientização ambiental e insuficiência de infraestrutura e políticas públicas direcionadas ao destino final dos resíduos sólidos (ARAÚJO; PIMENTEL, 2016). Gouveia (2012) complementa que essas condições acarretam em problemas de saúde e meio ambiente, como a presença de vetores de doenças e contaminação dos lençóis freáticos, sendo que, os lixões são os principais locais de destino final dos resíduos e, paralelamente, os mais inapropriados (MENDONÇA; ZANG; FONSECA-ZANG, 2017). De acordo com a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABELPRE- (2017) o Brasil tem quase 3 mil lixões funcionando em 1.600 cidades.

A implementação de sistemas de recuperação e reciclagem minimizam os impactos causados pelo depósito final indevido dos resíduos sólidos além de gerar valorização aos resíduos, podendo ser convertidos em recursos econômicos ou unicamente transportados para um local adequado, extraindo, inevitavelmente, benefícios socioambientais. Ações como essas dispõem de diversos meios para serem efetuadas, como o sistema de 4Rs, com o recurso de Redução, priorizando uma ação preventiva, de Reutilização, mitigando o volume de resíduos, Reciclagem, no qual há o reaproveitamento do material para outras finalidades e Recuperação, transformando o resíduo de forma térmica, química, física e/ou biológica, como incineração com recuperação de energia (BARBOSA, 2012).




Processos como esse, necessitam de etapas até o destino final. Após o acondicionamento dos resíduos sólidos, podendo ser realizado desde sacos até contêineres, realiza-se a coleta por meio de veículos, esses veículos podem ser formados por meio da utilização de animais ou motorizados, comuns ou compactadores e ainda existem aqueles com vários compartimentos para separar os resíduos de acordo com o tipo de material. Esses veículos coletores transportam para estações de transferências onde descarregam sua coleta para, posteriormente, ser direcionada, definitivamente, para seu local final (SCHALCH, 2019).

A destinação final pode incluir aterros sanitários, onde os resíduos domiciliares são dispostos. Há a possibilidade, também, da reciclagem energética no qual processos como incineração e transformação de energia são realizados, além de compostagem, reciclagem industrial, como o reaproveitamento e transformação dos materiais recicláveis ou esterilização a vapor e desinfecção por micro-ondas, muito aplicado em resíduos hospitalares, por exemplo (BARBOSA, 2012).

Outro processo consiste no sistema de coleta seletiva, diminuindo a quantidade de resíduos dispostos em locais inapropriados. Normalmente, aplica-se a coleta misturada que pode se tornar vantajosa do ponto de vista prático, porém, ambientalmente, é desfavorável, pois fatores como a contaminação entre os próprios resíduos e a dificuldade de separação posterior encarecem o processo de tratamento. Nesse sentido, a coleta seletiva reduz esses efeitos negativos. A separação mais comum consiste em cores padronizadas, opta-se por uma coleta mais simples, separando os resíduos secos e úmidos, pois quanto mais minuciosa a seleção, mais caro é processo e esse tipo de seleção minimiza os custos de coleta seletiva. Por fim, aqueles resíduos que ainda possuem partes inproveitáveis são direcionados aos aterros sanitários (MANCINI, FERRAZ, BIZZO, 2012).

Os aterros sanitários, do ponto de vista ambiental, consistem no método mais adequado na disposição final dos resíduos sólidos, sendo necessário, portanto, diretrizes de engenharia e normas operacionais específicas, garantindo uma maior efetividade do mecanismo. No aterro sanitário os resíduos são alocados, dispostos em camadas revestidas por terra e, em seguida, realiza-se a compressão no local escavado, sendo necessário um terreno que não contamine a superfície e os recursos hídricos, impermeabilizando o solo com argila e terra, e, os líquidos que infiltram são conduzidos através de tubulações para a lagoa de tratamento. Ainda, existem tubos nas arestas do aterro para não ocorrer alagamento proveniente de chuvas. O aterro deve ser



localizado a pelo menos 200 metros de cursos de águas, fácil acesso e arborizado. (SILVA, 2011; BARBOSA, 2012)

Outros destinos menos eficazes, comumente aplicados, se referem ao aterro controlado, onde os resíduos são dispostos no solo cobrindo-os com material inerte, porém, não há impermeabilização de base, nem tratamentos para chorume, portanto, apresenta menor eficácia em relação aos aterros sanitários. Em relação aos lixões, solução utilizada mais comum, porém, totalmente inadequada para a disposição final de resíduos sólidos, no qual são descartados sobre o solo sem fatores de proteção ao meio ambiente ou à saúde pública e, por último, a incineração permite que os resíduos sejam expostos à altas temperaturas, havendo redução de peso e volume e modificação das características originais, porém, umas das desvantagens consistem no aumento da poluição atmosférica (BRASIL, 2010).

Destarte, a problemática do descarte incorreto é uma questão pertinente no âmbito social. Santos (2011) ressalta que uma das formas de minimizar os depósitos de resíduos em locais inadequados, consistem em parceria com cooperativas de materiais recicláveis, ato esse incentivado pela própria Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), visto que, em associação com os catadores, há venda direta à indústria, alcançando preços melhores. Além disso, a separação dos materiais recicláveis contribui positivamente para a gestão integrada dos resíduos sólidos, gerando, por exemplo, renda para cooperativa e catadores que normalmente sofrem processos de exclusão social.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o gerenciamento de resíduos sólidos exige a integração de políticas econômicas, sociais, políticas e ambientais. As práticas insustentáveis do atual sistema vigente tornam-se obstáculos preponderantes nas tentativas de amenização. A implementação das diretrizes instituídas pela PNRS, como a coleta seletiva nos municípios em parceria com cooperativas, torna-se uma alternativa benéfica na busca por minimização dos efeitos causados pelo destino incorreto dos resíduos sólidos. Além disso, a integração entre as diferentes áreas torna-se o primeiro passo para um desenvolvimento mais saudável e socialmente justo.



REFERÊNCIAS

ARAÚJO, K. K.; PIMENTEL, A. K. A problemática do descarte irregular dos resíduos sólidos urbanos nos bairros vergel do lago e Jatiúca em Maceió, Alagoas. **Revista de gestão sustentabilidade e ambiente**, Florianópolis, v. 4, n. 2, p. 626-668, out. 2015/mar. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. Panorama de resíduos sólidos no Brasil. São Paulo, 2018.

BARBOSA, E. A. Resíduos sólidos: aspectos conceituais e classificação. In: BARBOSA, E. M.; BATISTA, R. C.; BARBOSA, M. de F. N. (Org.). Gestão dos Recursos Naturais: uma visão multidisciplinar. Rio de Janeiro: **Editora ciência Moderna Ltda.**, 2012. p. 169-212.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.

BRASIL. Besen, G. R. et al. (Org.). **Gestão da coleta seletiva e de organizações de catadores**: indicadores e índices de sustentabilidade. São Paulo: Faculdade de saúde pública/USP, 2017.

BRASIL. Constituição Federal de 1988. Brasília, 1988.

BRASIL. Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010. Política de Resíduos Sólidos. Brasília, 2010.

CAVALCANTE, S.; FRANCO, M. F. A. Profissão perigo: percepção de risco à saúde entre os catadores do Lixão do Jangurussu. **Revista mal-estar e subjetividade**, v. 7, n. 1, p. 211-231, mar. 2007.

COSTA, T. G. A. Impactos ambientais de lixão a céu aberto no Município de Cristalândia, Estado do Piauí, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 3, n. 4, p. 79-86, jun. 2016.


GODECKE, M. V.; NAIME, R. H.; FIGUEIREDO, J. A. S. O consumismo e a geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Rio Grande do Sul, v. 8, n. 8, p. 1700-1712, set./dez., 2012.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência e saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p.1503-1510, 2012

HEBER, Florence; SILVA, Elvis M. D. Institucionalização da Política Nacional de Resíduos Sólidos: dilemas e estrangulamentos na Região Metropolitana de Aracaju (SE). **Rev. Adm. Pública**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 4, p. 913-937, jul./ago. 2014.

LOPES, L. **Gestão e gerenciamento integrado dos resíduos sólidos urbanos**. 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade de São Paulo, São Paulo – SP, 2006.

MANCINI, S. D.; FERRAZ, J. L.; BIZZO, W. A. Resíduos sólidos. In: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 346-374.



MENDONÇA, D. S. M.; ZANG, J. W.; FONSECA-ZANG, N. P. Efeitos e danos ambientais da disposição de resíduos sólidos na área do lixão e aterro controlado no município de Inhumas – GO. **Caderno de Geografia**, Minas Gerais, v. 27, n. 50, p. 486-499, ago. 2017.

MOURA, L. R. de; DIAS, S. L. F. G.; JUNQUEIRA, L. A. P. Um olhar sobre a saúde do catador de material reciclável: uma proposta de quadro analítico. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 21, 2018.

MUCELIN, C. A.; BELINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade & Natureza**, v. 20 n. 1, p. 111-124, jun. 2008.

NETO, G. C. de O.; CHAVES, L. E. de C.; VENDRAMETTO, O. Vantagens econômicas e ambientais na reciclagem de poliuretano em uma empresa de fabricação de borracha. **Exacta**, v. 8, n. 1, p. 65-80. 2010.

NETO, P. N.; MOREIRA, T. A. Política nacional de resíduos sólidos - reflexões acerca do novo marco regulatório nacional. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n. 15, mar. 2010.

OLIVEIRA, T. B. de; JÚNIOR, A. de. C. G. Planejamento municipal na gestão dos resíduos sólidos urbanos e na organização da coleta seletiva. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 1, p. 55-64, jan./mar., 2016.

PEÇANHA, M. P. *et al.* Saúde e meio ambiente. *In*: ROSA, A. H.; FRACETO, L. F.; MOSCHINI-CARLOS, V. (Org.). **Meio ambiente e sustentabilidade**. Porto Alegre: Bookman, 2012. p. 155-176.

PEREIRA, A. O. K.; CALGARO, C. O impacto ambiental do hiperconsumo na sociedade moderna: as políticas públicas de sustentabilidade local. **Revista jurídica**, v. 3, n. 88, p. 232-256. 2016.

RECH, A. U. A sociedade de consumo e o desenvolvimento sustentável. *In*: PEREIRA, A. O. K.; HORN, L. F. D. R. (Org.). **Relações de consumo: meio ambiente**: Rio Grande do Sul: Educs, 2009. p. 27-44.

RIBEIRO, L. C. de S. Aspectos econômicos e ambientais da reciclagem: um estudo exploratório nas cooperativas de catadores de material reciclável do Estado do Rio de Janeiro. **Nova Economia**, v. 24, n.1, p. 191-214, jun. 2014.

SANTOS, Z. dos. Coleta seletiva e responsabilidade social: o caso da cooperativa de reciclagem, trabalho e produção - Cortrap, em Brasília. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados, 2011.

SCHALCH, V. **Resíduos sólidos – conceitos, gestão e gerenciamento**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2019.

SILVA, N. L. da S. e. **Aterro sanitário para resíduos sólidos urbanos - RSU– matriz para seleção da área de implantação**. 2011. 57 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2011.

SILVA, J. S. da. **Gestão de resíduos sólidos e sua importância para a sustentabilidade urbana no brasil**: uma análise regionalizada baseada em dados do SNIS. IPEA, 2015.



WILLE, M. M. LOGÍSTICA REVERSA: CONCEITOS, LEGISLAÇÃO E SISTEMA DE CUSTEIO APLICÁVEL. **Revista Administração e Ciências Contábeis**. v. 08, 2012.

ZANIRATO, S. H.; ROTONDARO, T. Consumo, um dos dilemas da sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 30, n. 88, p. 77-92, set./dez. 2016.



CAPÍTULO 25

RECEITAS A BASE DE CASCAS E SEMENTES COMO ALTERNATIVA PARA DIMINUIR O DESPERDÍCIO DE RECURSOS NATURAIS

- Davina Camelo Chaves**, Doutora em Química Orgânica, Universidade Federal do Ceará, Docente IFMA Campus Zé Doca
- Efraim Costa Pereira**, Tecnólogo em Alimentos, UFMA e Técnico em Química, Balsas-MA
- José Sebastião Cidreira Vieira**, Doutor em Engenharia Química, IFMA e professor de Química, Zé Doca-MA
- Queli Cristina Fidelis**, Doutora em Química, UFMA e Professora de Química, Balsas-MA
- Mesaque Carvalho França**, Mestre em Química, UFC, Fortaleza-CE
- Makson Rangel de Melo Rodrigues**, Licenciado em Química, IFMA e Técnico em Química, Zé Doca-MA
- Maria de Lourdes Silva Lima**, Especialista em Ensino de Biologia, IFMA e Pedagoga, Campus Zé Doca
- Mohrama Paz de Melo Silva**, Graduanda em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, UFMA, Balsas-MA


RESUMO

No Brasil é gerada cerca de 43,5 milhões de toneladas de lixo/ano, das quais 26,3 toneladas são de alimentos, além disso, 60% do lixo urbano brasileiro consistem de resto de alimentos. As cascas e sementes das frutas desperdiçadas apresentam maior quantidade de nutrientes quando comparadas com suas partes comestíveis. O objetivo deste trabalho foi elaborar alternativas para o aproveitamento de alimentos de forma integral e reduzir os impactos ambientais causados pelo desperdício exagerado de alimentos. Realizou-se uma pesquisa qualitativa e quantitativa a respeito do desperdício de alimentos no município de Zé Doca (MA), elaborou-se receitas incorporando sementes e cascas de frutas desperdiçadas. Os produtos obtidos foram caracterizados através de análises físicas, químicas e sensorial. Os resultados obtidos revelaram que as cascas e sementes quando incorporadas em doces melhoraram significativamente o perfil nutricional e foram bem aceitos pelos degustadores. O aproveitamento integral dos alimentos pode ampliar as oportunidades de emprego e renda e não somente servir de ferramenta para programas sociais por não agregarem valor comercial. Sua maximização eficiente permite maior disponibilidade dos alimentos sem a supressão de áreas agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento. Alimentos. Desperdício. Qualidade nutricional

1 INTRODUÇÃO

Para a produção de 1 kg de cereal são gastos 1.300 litros de água. A terra e água necessárias para produzir 1 quilo de carne são suficientes para 200 quilos de tomates ou 160 de batatas (HIATH, 2009).




No Brasil, aproximadamente 70 mil toneladas de alimentos são jogadas no lixo diariamente, o que torna esse lixo um dos mais ricos do mundo, sendo o Brasil considerado o país do desperdício (BADAWI, 2010).

As cascas e sementes das frutas desperdiçadas pela maioria da população apresentam segundo análises físico-químicas, de modo geral uma quantidade de nutrientes maiores em relação às próprias partes comestíveis das frutas. As cascas das frutas podem contribuir com a diminuição do desperdício de alimentos por ser fonte alternativa de nutrientes (GONDIM et. al., 2005).

Dentre as partes dos frutos (casca, semente e pedúnculo) aproveitadas para formar os subprodutos, as sementes são aquelas que contêm teores de proteínas mais elevados. A farinha de semente de acerola contém quantidade apreciável de vitamina C, cálcio, potássio, ferro e magnésio. Embora o teor de lipídio seja reduzido, essa porção é nutricionalmente importante em função do seu grau de insaturação representado principalmente pelos ácidos graxos, oléico e linoléico. Apesar de conter teores considerados desse macro nutrientes, faz-se necessário à avaliação da biodisponibilidade e estudos que revelem a inexistência de compostos tóxicos e alergênicos antes de sua incorporação na dieta tradicional (AGUIAR et.al., 2010).

O desconhecimento dos princípios nutritivos dos alimentos induz ao mau aproveitamento, o que ocasiona o desperdício de toneladas de recursos alimentares. Com o objetivo de incentivar o reaproveitamento de alimentos e oferecer uma alternativa nutritiva de dieta a baixo custo, foi determinada a composição centesimal de 7 elementos minerais com importância nutricional (Ca, Cu, Fe, K, Mg, Na, Zn) em 7 tipos diferentes de cascas de frutas: abacate, abacaxi, banana, mamão, maracujá, melão e tangerina, cultivadas no Estado do Rio Grande do Norte (CINTRA et. al., 2008).

Estudos afirmam que o mundo emergente e os países desenvolvidos desperdiçam aproximadamente a mesma quantidade de alimentos: 670 milhões de toneladas por ano nos países ricos e 630 milhões nos países em desenvolvimento. A quantidade equivale a mais da metade de toda a colheita de grãos no mundo. No entanto, eles seguem um padrão diferente de desperdício. Nos países mais pobres ou em desenvolvimento, a maior parte dos alimentos é perdida durante o processo de produção e transporte. Já nas nações mais ricas, a maior parte do desperdício acontece quando os alimentos já foram comprados pelos consumidores (FAO, 2011).



O alimento desprezado no dia a dia pode ser processado e aumentar seu valor nutricional, pois ao contrário do que se pratica tradicionalmente, as cascas de frutas não devem ser jogadas fora, podem ser aproveitadas e transformadas em doces, bolos, cremes, pães doces, incluídas nas massas, etc (SANTANA; OLIVEIRA, 2005).


O aproveitamento de alimentos não utilizados comercialmente é uma medida eficaz para a resolução dos problemas emergenciais que o mundo enfrenta por causa da fome. Em teoria, tanto os produtores como os consumidores se beneficiariam desses esquemas. Os primeiros poderiam garantir a qualidade do produto comercializado sem que os excedentes não vendáveis derrubassem os preços praticados e sem que os custos de descarte de produtos fora dos padrões de conformidade pudessem pressionar as margens. Os consumidores, por sua vez, poderiam se beneficiar com a boa qualidade do produto e possivelmente com preços mais baixos. Já os consumidores que hoje estão à margem do mercado teriam acesso a uma alimentação de qualidade, atendendo emergencialmente as suas necessidades (BELIK; CUNHA; COSTA, 2012).

Infelizmente, ainda não é alvo de atenção da maioria das empresas responsáveis a transformação de matéria-prima em alimento. Há superficialidade nos controles, o que dificulta a análise dos dados e compromete sua fidedignidade. A sobrevivência dos empreendimentos depende, na maioria das vezes, dos processos de avaliação e mensuração de perdas, onde são necessárias técnicas para diagnosticar, avaliar e definir perdas diretas e indiretas e relevância de processos, baseando-se num bom planejamento (MULLER, 2008).

A produção de farinha de resíduos como a uva escura com elevada atividade antioxidante, e utilizada como ingrediente para a elaboração de barra de cereais, permitiu formular um produto integral e com características de alimento rico em fibras, além do aproveitamento do resíduo produzido durante o processamento da uva (BALESTRO; SANDRI; FONTANA, 2011).

As indústrias alimentícias brasileiras produzem resíduos que poderiam ter uma finalidade muito mais benéfica ao homem e ao meio ambiente. Muitos frutos comestíveis são processados para fabricação de sucos naturais, sucos concentrados, doces em conserva, polpas e extratos, os quais possuem sementes que são, muitas vezes, descartadas sendo que poderiam ser utilizadas para minimizar o desperdício de alimentos (KOBORI; JORGE, 2005).

Estudo realizado pela Embrapa com cinquenta frutos em termos de rendimento percentual de polpa constatou-se que 14% das espécies de frutas enquadraram-se no grupo de



frutas com rendimento de polpa muito baixo, ou seja, igual ou inferior a 20%. Nesse grupo estão incluídas frutas bastante populares na Amazônia Brasileira, como o bacuri e o pequiá. O grupo com rendimento de polpa baixo (21% a 40%) englobou 28% das espécies. Os grupos com médio (41% a 60%) e alto (61% a 80%) rendimento de polpa foram representados por 22% e 30% das espécies de frutas, respectivamente. O grupo de frutas com rendimento de polpa muito alto está representado por 6% das espécies. Nesse grupo, somente o araçá-boi tem alguma expressão econômica (EMBRAPA, 2005).


1.1 A ANÁLISE SENSORIAL E O DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (1993) análise sensorial é a disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição. Sendo de primordial importância no desenvolvimento de novos produtos como bolo, tendo em vista a características organolépticas, que podem ser alteradas pela adição de um determinado componente e não ser bem aceito pelo consumidor.

1.2 DEMANDA POR RECURSOS NATURAIS

O aumento populacional acarreta o aumento da demanda de alimentos. A consequência lógica desse fenômeno é a demanda de novas fronteiras agrícolas e o consumo de mais água para aumentar a produção de alimentos. Além da água disponível para irrigação, os desmatamentos das novas fronteiras agrícolas acarretam inevitáveis modificações climáticas. Com isso, ocorrem a redução dos mananciais e o grave comprometimento da qualidade da água neles produzida (GARCIA 2004).

Não se pode mais sustentar o uso irracional dos recursos naturais, é preciso diminuir os impactos negativos causados pela forma de vida da atual população mundial. A alimentação pode contribuir com esta questão mais geral, desde a forma de produção adotada até a sua utilização pelos consumidores. Neste sentido, o aproveitamento integral dos alimentos tem sido adotado como medida de fácil entendimento, sendo uma prática sustentável ecologicamente correta, com maior utilização de recursos naturais, permite a redução de gastos com alimentação da família, estimula a diversificação dos hábitos alimentares sem esquecer, no entanto a questão nutricional. Entretanto, só poderá ser efetivo com a criação de programas de educação alimentar voltados para o aproveitamento e utilização de alimentos não convencionais, como cascas, folhas, caules e sementes (SANTANA e OLIVEIRA, 2005).



Segundo Costa (2012) do lado da demanda, o maior problema é tanto o crescimento demográfico da população global quanto o das classes médias dos países emergentes e de seu apetite por proteínas animais, principalmente na china. Cada quilo de carne de boi requer 30 quilos de soja. Além disso, o uso crescente de biocombustíveis absorve potenciais alimentos: encher o tanque de um só utilitário esportivo com etanol de milho consome grãos suficientes para alimentar um camponês egípcio por um ano. Enquanto a população mundial provavelmente crescerá cerca de 40% até 2050 (de 7 bilhões para 10 bilhões), especialistas estimam que a demanda por alimentos aumentará 70%.


1.3 OS IMPACTOS CAUSADOS PELA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS

Segundo dados obtidos pela seção de conservação do solo do Instituto Agronômico perde-se anualmente por efeito da erosão, cerca de 130.000.000 de toneladas de terra. Essa perda representa aproximadamente 25% da perda sofrida pelo Brasil inteiro. Para se ter uma ideia do volume de tais perdas, basta dizer que ele corresponde ao desgaste de uma camada de 15 cm de espessura, numa área de 60.000 hectares. Isso corresponde a 300 fazendas de 200 hectares cada uma, que anualmente se tornam improdutivas e praticamente sem valor para fins agrícolas, no estado de São Paulo, pelo efeito da erosão (BERTONI; NETO, 2005).

Nesse contexto um problema de extrema importância é a eliminação da biodiversidade que ocorre na região onde a agricultura moderna é praticada. Isso se deve ao fato de as grandes monoculturas eliminarem inúmeras espécies de plantas e de animais nativos, ocasionando um empobrecimento biológico. Ora, é fato conhecido que um ecossistema rico ou diversificado é muito mais estável que um ecossistema pobre ou pouco diversificado em números de espécies vegetais e animais. Portanto, são agrossistemas frágeis ou pouco estáveis, sobre os quais cientistas e técnicos têm de exercer um controle permanente para não serem facilmente destruídos pela natureza (VESENTINI, 2005).

1.4 OS PROBLEMAS AMBIENTAIS ORIUNDOS DO DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS

O problema das perdas e desperdício dos alimentos tem graves implicações econômicas (aumento do preço dos alimentos; custos adicionais com gestão de lixo e desperdícios), sociais (aumento da fome e insegurança alimentar) e ambientais (contaminação do meio ambiente e delapidação de recursos). É por isso muito importante adaptar medidas que reduzam a quantidade de alimentos não aproveitada. Essas medidas devem ser tomadas a todos os níveis (individual, coletivo, governamental) e ao longo de toda a cadeia agro-alimentar,



designadamente na produção, comercialização e consumo. No campo das Tecnologias Sociais é possível encontrar algumas soluções simples, de baixo custo e facilmente adaptadas pelas comunidades através de recursos locais que podem contribuir para melhorar reduzir as perdas e o desperdício de alimentos (IEH, 2009).

Das 43,8 milhões de toneladas de lixo geradas anualmente no Brasil, 26,3 são de comida - 60% do lixo urbano produzido no Brasil é composto de restos de alimentos (EMBRAPA, 2012).

Esta gigantesca montanha de alimentos descartados torna-se, por sua vez um elemento no ciclo de impactos que atinge os recursos hídricos. Isto porque os resíduos geralmente não encontram destinação tecnicamente correta, sendo na maior parte dos casos despejados no curso dos rios, lagos e córregos, ou então, seguindo para os lixões ou para os aterros ditos controlados. A metáfora da montanha de alimentos descartados é muito mais que uma mera figura de linguagem (WALDMAN, 2003).

Devido grande parte do lixo doméstico ser constituído de restos de alimentos, que descartados em lixões apresentam sérios inconvenientes: Depreciam a paisagem; desprendem odores desagradáveis decorrentes da decomposição de restos orgânicos; contaminam as águas superficiais e as subterrâneas; atraem aves, pássaros e vetores de doenças e mostram a degradação social de pessoas que utilizam esses depósitos como fonte de recursos para sobreviver (VAITSMAN; VAITSMAN, 2006).

A crescente preocupação com o descarte destes resíduos, que podem levar a problemas ambientais pela presença de substâncias de alto valor orgânico, potenciais fontes de nutrientes para microrganismos, como também a perdas de biomassa e energia, exigindo investimentos significativos em tratamentos para controlar a poluição (ABUD; NARAIN, 2009).

A problemática dos resíduos sólidos é bastante complexa, por isso, torna-se importante discutir tal tema. Com efeito, as transformações no panorama econômico, social e político remetem a uma complexidade da realidade, notadamente na dimensão das questões socioambientais. A urbanização acelerada e o comportamento do ser humano vinculado ao consumismo causam efeitos negativos ao meio ambiente. Em virtude desses aspectos, o volume de geração de resíduos sólidos torna-se crescente, agravando-se com a carência de tratamento e a disposição inadequada destes resíduos (RIBEIRO, 2006).



1.5 A POBREZA ALIMENTAR E DESNUTRIÇÃO

A prevenção contra a desnutrição e a fome é o melhor procedimento para garantir um crescimento saudável para crianças e jovens, e a manutenção das atividades de adultos e idosos. Por isso, em muitos países, o governo e organizações privadas, com o auxílio de universidades, criaram programas de suplementação alimentar ou de melhoria da qualidade dos alimentos de consumo em geral (RIBEIRO; FINZER, 2011).

Para se minimizar a fome e a subnutrição, muitos obstáculos devem ser enfrentados. É necessário que o indivíduo se anteponha a interesses políticos e econômicos, assim como a tabus alimentares mantidos pela cultura popular e petrificados pelo uso. Deve-se também ter um grande poder de convencimento para mudar as posições dos que consideram que o problema se resolverá apenas através do assistencialismo e os hábitos alimentares melhorarão naturalmente. Para que se resolva a situação é necessário que se estabeleça um pacto social onde todos lutem para a resolução do problema, se não total, ao menos parcial. Neste pacto, a educação, formal ou não, tem papel preponderante (PRIM, 2003).


Com uma perspectiva de apresentar à comunidade a utilização integral dos alimentos, com destaque para cascas e sementes, que apresentam um alto valor nutritivo e minimização do desperdício dos gêneros alimentícios, propõem-se a confecção de doces, a partir de partes dos alimentos que são jogados fora e que apresenta um alto valor nutritivo, de maneira a contribuir com a redução de resíduos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO.

Para tanto foi realizado um levantamento da quantidade e qualidade dos alimentos desperdiçados na área em estudo tendo como base informações disponibilizada por produtores, atravessadores e consumidores no município de Araganã - MA, para aplicação de um questionário semiestruturado para identificar o que é feito com as cascas de banana e as sementes de abóbora, acerola, além do farelo de coco quando retirado o leite entre outros resíduos como a casca da melancia e casca de banana.

A escola Municipal Branca de Neve foi a comunidade selecionada para a realização das palestras e da aplicação dos questionário semiestruturado com o intuito de identificar se os



discentes conheciam as características nutritivas e organolépticas de cascas e sementes. Posteriormente foi realizada visitas em 50 residências aleatoriamente a fim de realizar o mesmo estudo. O resultado foi submetido a uma comparação para a coleta de dados e, posteriormente tabulado uma comparação dos dados usando a estatística indutiva, com dados da literatura.

2.2 ESCOLHA DOS FRUTOS

A escolha dos frutos foi definida com algumas visitas *in loco*, nas áreas de produção e comercialização local. Sendo levadas em consideração as frutas de grande apreciação popular na qual os produtores, comerciantes e consumidores, forneceram algumas informações sobre a forma de degustação e as partes mais apreciadas.

Posteriormente os frutos foram transportados para o laboratório de alimentos do IFMA Campus Zé Doca, onde foram higienizados e separados as cascas, sementes e polpa na qual foram pesados individualmente para a determinação de cada percentual das partes que compõem o fruto conforme figura (6).

2.3 A SANITIZAÇÃO E PREPARO DAS FORMULAÇÕES

Iniciou-se com a preparação de uma solução alcoólica a 70% e uma solução de água clorada, para a sanitização das frutas e bancada e para complementar a higiene das ferramentas e utensílios utilizou-se detergente neutro.

Para a realização da coleta das cascas sem risco de contaminação, higienizou-se as frutas inteira com uma solução de água clorada a 0,3%. As frutas passaram por um processo de pré-lavagem com o objetivo de se diminuir os resíduos orgânicos e inorgânicos, em solução clorada por 15 minutos. Posteriormente, as frutas foram retiradas da solução, para ser realizado o processo de enxague com água mineral.

Com a bancada, ferramentas e utensílios devidamente higienizados, com a solução alcoólica 70%, fez-se a transferência das frutas para a bancada, na qual se retirou as cascas e foram trituradas até se transformar numa pasta bem homogenia.

A primeira formulação foi feito com uso do carboidrato **A**, carboidrato **B** e farelo de coco.

A segunda formulação foi com a semente de abóbora, que foi levada a estufa por três horas a temperatura de 105 °C para obtenção da matéria prima dessecada. Posteriormente foram colocadas no dessecador até atingir a temperatura ambiente e, em seguida trituradas até se transformar em pó e peneirado.

A confecção da receita se deu com a mistura de farelo de coco da praia, semente de abóbora, carboidrato **A** e carboidrato **B**. Os ingredientes foram levados ao fogo até se transformar numa pasta viscosa. Com o mesmo procedimento e ingredientes foi confeccionado um doce com sementes de acerola e outro com farelo de coco.

Tabela 1 – Formulação dos doces 2

Doces	Sementes\ gramas	Leite condensado A	Farelo de coco\ gramas	Licor de guaraná da Amazônia B
Coco		90	600	70
Acerola	25	190	410	90
Abóbora	100	140	260	100

Fonte: Próprio autor

2.4 ANÁLISE SENSORIAL

Para verificar a determinação de aceitabilidade dos produtos à base de cascas e sementes, foram convidadas duas turmas de discentes e algumas discentes escolhidas de maneira aleatória para degustação, totalizando 121 no final da pesquisa em 2014 sendo da escola municipal Branca de Neve e IFMA.

Depois de realizada a degustação os voluntários foram consultados respondendo um questionário semiestruturado com escala hedônica e, em seguida os resultados foram contabilizados através de dados estatísticos.

Algumas pessoas se recusaram a degustar o doce. Em seguida houve uma consulta sobre o porquê da recusa ao convite para o teste de degustação.


2.5 ANÁLISE BROMATÓLOGICA

A tabela nutricional foi montada a partir das seguintes análises físico-química para determinação de:

Dessecação (umidade) – Secagem direta em estufa a 105°C

Para determinação da umidade foi utilizada a Estufa QUIMS Q-3\7B-22.

Pesou-se 5 g da amostra em cápsula de porcelana, previamente tarada. Posteriormente aquecida durante 3 horas. Resfriar em dessecador até a temperatura ambiente. Pesou-se e repetiu-se o procedimento de aquecimento e resfriamento até pesagem constante (INSTITUTO ADOLFO HULTZ, 2008).



Para a determinação da umidade é necessário calcular a quantidade de gramas de umidade no doce de coco, conforme equação 1.

$$N = \text{Peso (N amostra - N dessecado)} \quad \text{Eq.}$$

O valor da umidade é expresso pela equação 2

$$\% \text{ Umidade} = \frac{100 \times N}{p} \quad \text{Eq.}$$

N = n° de gramas de umidade (perda de massa em g)

P = n° de gramas da amostra

2.6 RESÍDUO POR INCINERAÇÃO

Para determinação foi utilizado o forno Mufla BRAVAC 0-900 °C 9-11.

Para determinação de cinzas pesou-se 5 g da amostra em uma cápsula, se realizou a pré carbonização, posteriormente foi colocado no forno mufla a 550°C por 5 horas, resfriada em dessecador até a temperatura ambiente e pesar, foi repetido as operações de aquecimento e resfriamento até peso Constante (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

O valor das cinzas é expresso pela equação 3.

$$\% \text{ Cinzas} = \frac{100 \times N}{m} \quad \text{Eq.}$$

Onde:

N = massa em gramas da cinza (N úmido - N a seco)

m = massa da mostra em grama

2.7 DETERMINAÇÃO DE CARBOIDRATOS


A determinação de carboidratos foi baseado na subtração da umidade, proteína, lipídios, fibra bruta e cinzas da amostra, segundo o procedimento indicado pela (ANVISA, 2003).

A determinação de carboidratos é expressa pela equação 3.

$$\% \text{ de CH} = 100 - (\% \text{ H}_2\text{O} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ Fibra} + \% \text{ proteína} + \% \text{ lipídios}) \quad \text{Eq. (3)}$$

2.8 DETERMINAÇÃO DE LIPÍDIOS OU EXTRATO ETÉREO

Para determinação de lipídios foi utilizado à chapa de agitação e aquecimento SCHCOLAB CMS 160\300°C e o extrator de Soxhlet.



A determinação de Lipídios foi realizada segundo a metodologia indicada pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Pesou-se 2 g da amostra em cartucho de Soxhlet colocou-se para secar em uma estufa a 105°C por uma hora. Transferir o cartucho para o aparelho extrator tipo Soxhlet.

Acoplou-se o extrator ao balão de fundo chato previamente tarado e aquecido a 105°C. Adicionar éter de petróleo em quantidade suficiente para um Soxhlet e meio. Adaptou-se ao sistema de refluxo. Manteve-se o sistema, sob aquecimento em chapa elétrica por seis horas. Resfriou-se até a temperatura ambiente em dessecado. Pesou-se e repetiu-se as operações de aquecimento e resfriamento por 30 minutos na estufa a 105°C, até peso constante.

O teor de lipídios é determinado pela equação 5.

$$\%Lipídios = \frac{100 \times N}{m} \quad \text{Eq.}$$

Onde:

N = massa em gramas de lipídio (N amostra – N gordura no fraco)

m = massa da amostra em gramas

2.9 DETERMINAÇÃO DE PROTEÍNAS


Para a determinação de proteínas foram utilizados os seguintes equipamentos Bloco digestor TECNAL Modelo 040125 e Destilador de nitrogênio TE-0363.

A determinação de proteínas foi realizada segundo o INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008), método de kjeldahl para a determinação a matéria nitrogenada (N₂) total da amostra. A base do processo de Kjeldahl deslocamento de nitrogênio presente na amostra, transformando-se em sal amoniacal (sulfato de amônio, (NH₄)₂SO₄, por meio do ácido sulfúrico, H₂SO₄. Em seguida, do sal obtido, desloca-se o amônio através da adição de uma solução ácida de volume e título conhecidos. Por titulação de retorno, determinou-se a quantidade de nitrogênio que lhe deu origem. A equação de nitrogênio e proteínas é expressa pelas equações 5 e 6.

A porcentagem do nitrogênio é expressa pela equação 6.

$$N\% = \frac{V \times 0,028}{m} \quad \text{Eq.}$$

Onde:



V = diferença entre o volume de ácido clorídrico ($0,02 \text{ mol L}^{-1}$) adicionado e o volume de hidróxido de sódio ($0,02 \text{ mol L}^{-1}$) gastos na titulação da amostra em mL.

0,028 = Miliequivalente grama do N versus a concentração da solução versus a percentagem.

m = massa da amostra em gramas.

A percentagem de proteínas é expressa pela equação 9.

Equação 6:

$$\%P = N \times 5,75 \quad \text{Eq.}$$

% P = Percentual de proteínas

% N = Percentual de nitrogênio

5,75 = Fator empírico de produtos de origem vegetal

2.10 ESTIMATIVA DE RECURSOS NATURAIS NÃO SUPRIMIDOS

Com base nos dados coletados na área em estudo que comparados com dados da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) sobre a quantidade de alimentos desperdiçados, fez-se uma estimativa do volume de água suprimida de maneira insustentável associado ao não consumo integral de alimentos.


3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 - LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO E APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO SEMIESTRUTURADO

O levantamento de dados demonstrou um percentual de perdas em torno de 70% até o consumidor final levando em consideração cascas, talos e sementes. Uma metodologia usada pelos atravessadores consiste em dobrar o preço do produto para compensar as perdas que variam de 30% a 50% dependendo das características do alimento. Em análise parte do material que se encontra machucado é descartado, junto com as cascas, talos e sementes dos frutos bons, representando um grande percentual da matéria prima.

O percentual de famílias que não faz uso dos alimentos integralmente representa mais de 90%, os motivos são os mais diversos, a exemplo: hábitos culturais, pouco conhecimento com relação às características nutricionais e organolépticas.

O desconhecimento de como podem ser aproveitados em receitas com boa característica organoléptica, logo existe a associação com material sem nenhum valor, por se tratar de rejeitos



de um processo na qual a parte mais nobre já foi suprimida, no caso a polpa ou dependendo do fruto a semente. Certamente a falta de projetos voltados para a desmistificação quanto a qualidade desses alimentos é primordial.


As palestras realizadas na escola municipal Branca de Neve, no município de Araguañã, Maranhão sobre a temática consumo integral de alimentos com foco nas cascas e sementes como fonte de nutrientes em maior quantidade que a polpa mais nobre, além de poder dar origem a receitas com excelente característica organoléptica, não foi bem aceita de início.

Um paradoxo sobre os alimentos é que não se atribui qualidade a valor nutricional e sim valor financeiro, e para muitos entrevistados, principalmente os menos informados trata-se de alimento de pobre, pois se fosse tão bom o preço seria bem alto. Em uma das palestras foi abordado, pela primeira vez, o tema Consumo Integral dos Alimentos. Um dos ouvintes disse a seguinte frase “é só o que me faltava, deixar de comer a banana, para comer as cascas, isso é comida de morto de fome e ninguém aqui esta morrendo de fome”.

Uma das explicações para esse fato é que, devido à grande quantidade de frutos produzidos na região e da quantidade não comercializada que é de aproximadamente 5%, logo, não há preocupação em aproveitar essas partes que são consideradas menos nobres. Em alguns períodos do ano a produção de alguma fruta é tão grande e o consumo muito pequeno, resultando em perda quase que total, a manga é um exemplo na área em estudo, devido ser pouco comercializada, logo aproveitar as cascas de algo sem valor comercial não é uma preocupação da comunidade local.

Os métodos de conservação das frutas e hortaliças não são os mais adequados, o que resulta na deterioração de grande parte da safra, principalmente das frutas que devido a grande quantidade de soques mecânicos sofridos não ficam com uma boa aparência. Outro problema é que não há equipamentos suficientes para manter estocados os alimentos considerados nobres, os materiais tidos como lixo, no caso das sementes, são jogados fora.

A comunidade, principalmente os discentes, no início não se mostrou interessada pelas palestras sobre o reaproveitamento de partes constitutivas de frutas e legumes, como cascas e sementes, principalmente por está relacionado, segundo a visão dos entrevistados com rejeitos orgânicos. Durante as palestras foram apresentados vários pôsteres e figuras de bolos, doces, tortas que podiam ser confeccionados com cascas, talos e sementes. A partir da exposição do material didático se percebeu o início da desmistificação com relação ao material que estava sendo jogado no lixo.



No primeiro levantamento de dados da pesquisa em campo se constatou que na área em estudo pouco se sabia sobre a qualidade organoléptica e nutricional das cascas e sementes e que podiam ser usadas como matéria prima na confecção de doces, bolos e sucos de alta qualidade nutricional.

A falta de criatividade é um dos grandes entraves para a solução do problema, tendo em vista que não é cultural usar essas partes que são consideradas de baixa qualidade pela comunidade por está associado a programas sociais, portanto sem muito valor, seja financeiro ou nutricional.

Posterior as palestras, os resultados se mostraram bastante satisfatórios, com um percentual de aceitação superior a 90%, visto que antes do início das palestras ocorrido em agosto de 2010, não se tinha conhecimento das características nutricionais e organolépticas desses alimentos, simplesmente eram associados a lixo


3.2 ANÁLISE SENSORIAL E TABULAÇÃO DOS DADOS

Para a degustação das primeiras formulações foi observado que durante a primeira palestra aproximadamente 93% dos ouvintes trataram o assunto com preconceito, o público era alunos de uma escola com idade média de 14 anos, relataram que se tratava de alimentos para quem não tem o que comer, e que não os consumiriam por se tratar de lixo.

Posteriormente foi oferecido alguns doces para degustação e aplicado um questionário com escala hedônica para identificar a aceitação dos doces de: farelo de coco (1), semente de acerola (2) e semente de abóbora (3), na qual os dados podem ser vistos na tabela (3) e contabilizados através de dados estatísticos.

Tabela 3 - Percentual de aceitação organoléptica dos doces confeccionados

	Doce de Coco	Doce de abóbora	Doce de Acerola
Desgostei extremamente			
Desgostei moderadamente			
Desgostei regularmente			
Desgostei ligeiramente			
Nem gostei, Nem desgostei			
Gostei ligeiramente		10%	
Gostei regularmente		20%	10%



Gostei moderadamente	10%	40%	20%
Gostei extremamente	90%	30%	70%

Fonte: Próprio autor

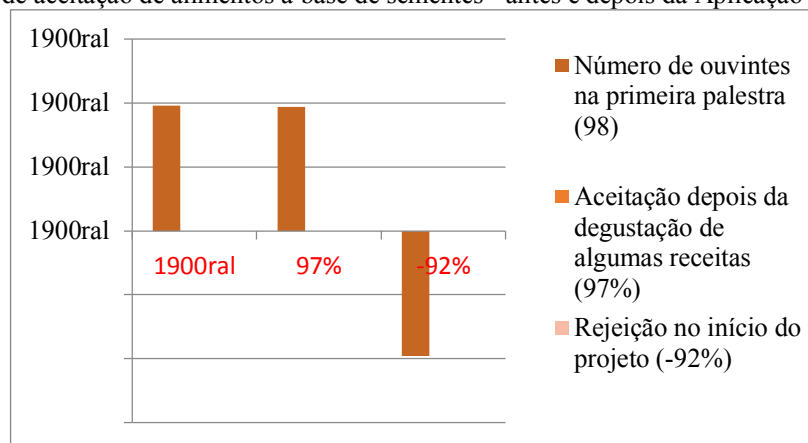
Observou-se que depois das palestras e da degustação de algumas receitas a comunidade composta principalmente por discentes, que representou mais de 70% do pessoal que participou da pesquisa, passou a ver esses rejeitos como alimento de qualidade. No entanto, é preciso trabalhar melhor as questões educacionais voltadas ao aproveitamento integral dos alimentos para que se torne uma realidade em nosso país. Em muitos locais faltam condições adequadas para estocagem e manuseio desses alimentos, além da falta de pessoas qualificadas para a confecção de receitas que contemplem seu uso.

Uma das dificuldades para as pessoas, que consomem as frutas é que elas não as vêem como uma alternativa alimentar, além do fato da necessidade de estocagem e pré-processamento para ser consumido. Considerando a necessidade que o processo de desumidificação é lento e depende de criatividade e teste, torna-se difícil essa prática para quem não dispõe de muito tempo, mesmo com a qualidade das receitas confeccionadas.

O percentual de aprovação no consumo das receitas desenvolvidas com as cascas e sementes demonstra a necessidade de pesquisas voltadas para elucidar a possibilidade do desenvolvimento de novos produtos alimentícios a base dessa matéria prima que segundo a literatura possui mais nutrientes do que a própria polpa da fruta tida como parte nobre por muitos, quando se leva em consideração a grande disponibilidade, a qualidade da matéria prima e o valor comercial.

Ao longo dos três anos de pesquisa foi identificada uma mudança muito significativa em relação à aceitação de alimentos produzidos à base de cascas e sementes como pode ser observado no gráfico (2).

Gráfico 2 - Percentual de aceitação de alimentos a base de sementes - antes e depois da Aplicação do projeto.



Entretanto, observa-se um desperdício gigantesco que pode ser eliminado, ajudando a reduzir doenças ocasionadas com a carência de vitaminas e sais minerais, bem como, a minimização de animais que proliferam doenças com o descarte em lixões e a redução de problemas ambientais.

Os dados da pesquisa realizada sobre a quantidade de cascas e sementes produzidas por alguns frutos indicam a necessidade de estudos que venham a encontrar alternativas para o aproveitamento dessas matérias que são tidos como lixo.

3.3 TABELA NUTRICIONAL


Baseado nas análises bromatológicas, verificou-se que o valor nutricional segundo a determinação de proteínas, cinzas, umidade, lipídeos, fibras e carboidratos.

O resultado das análises físico-químicas das formulações de doces pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4 - Informação nutricional dos doces

	Coco	Abóbora	Acerola
Proteínas	5,03%	6,07%	4,66%
Cinzas	0,98%	1,13%	1,01%
Umidade	32,97%	29,73%	32,14%
Lipídios	9,17%	13,81%	8,29%
Carboidratos	51,85%	49,26%	53,9%
Grau Brix	3,80	4,10	5,33
Kcal em porções de 100 gramas	310,05	345,61	308,85

Fonte: Próprio autor



Ao analisar os teores de calorias presentes nos doce formulados a partir de cascas e sementes de frutas, o doce de abóbora foi o que mais apresentou um teor alto de calorias, além de apresentar o maior teor de proteínas, que é muito interessante, pois se pode pensar numa alternativa nutricional para crianças com carência e distúrbios pela falta de alimento, ou pela má alimentação.

O doce de coco apresentou um alto índice de umidade que deve estar associado à quantidade de água usada no processo de trituração do coco e devido à capacidade de retenção de água que a sacarose tem quando submetida a altas temperaturas.

Portanto, os doces formulados a partir de uso de cascas e sementes demonstram a importância do uso integral dos alimentos, devido aos teores analisados nutricionalmente e, que deve ser revisto como uma oportunidade de negócio e não apenas como uma ferramenta geralmente usada em programas sociais por ser de baixo valor comercial.

4 CONCLUSÃO


Constatou-se que a população estudada não tinha conhecimento das características organolépticas e nutricionais dos alimentos em estudo, principalmente quando se trata de cascas, talos e sementes, por isso são jogados fora como se fossem lixo. Logo o consumo das cascas, talos e sementes pode aumentar a disponibilidade de alimentos sem a necessidade de aumentar a supressão de recursos naturais, devido a qualidade nutricional das receitas que tem em sua composição a utilização de farinha de sementes de frutas, nesse contexto existem concepções que precisam ser desmistificadas, como o caso do consumo integral de alimentos e a redução do desperdício em todos os níveis, desde o transporte até o consumidor final tendo em vista o sustentável dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ABUD, A. K. de S.; NARAIN, N. **Incorporação da farinha de resíduo do processamento de polpa de fruta em biscoitos: uma alternativa de combate ao desperdício.** Disponível em < bj.ital.sp.gov.br/artigos/html/busca/PDF/v12n4389a.pdf > Acesso em 10 de outubro de 2012.

AGUIAR, T. M.; RODRIGUES, F. S.; SANTOS, E. R.; SABAA-SRUR, A. U. **Caracterização química e avaliação do valor nutritivo de sementes de acerola.** disponível em < FS RODRIGUES, ER SANTOS, AU SABAA-SRUR - CEP - files.bvs.br > acesso em 21 de outubro de 2011.

AMORIM, T. N. G. F., **Agronegócio.** (Org) CALLADO, Antônio André Cunha. – São Paulo: Atlas, 2005 p. 30



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia.** 1993. p. 8

BADAWI, C. C. **aproveitamento integral dos alimentos.** Disponível em www.nutrociencia.com.br/.../Artigo%208%20-%20Aproveitamento%20Integral%20dos%20Alimentos.doc Acesso em 22 de fevereiro de 2010.

BELIK, W.; CUNHA, A. R. A. de A.; COSTA, L. A. **Crise dos alimentos e estratégias para a redução do desperdício no contexto de uma política de segurança alimentar e nutricional no Brasil.** Disponível em < www.ipea.gov.br/ppp/index.php/PPP/article/view/277/255 > acesso em 17 de outubro de 2013.

BALESTRO, E. A.; SANDRI, I. G.; FONTANA, R. C. **Utilização de bagaço de uva com atividade antioxidante na formulação de barra de cereais.** Disponível em < EA Balestro, IG Sandri, RC Fontana - Revista Brasileira de ..., 2011 - deag.ufcg.edu.br > Acesso em 12 de março de 2013.

BERTONI, J.; NETO, F. L. **Conservação do solo.** 5. ed. – São Paulo: Ícone, 2005 p. 328

BRASIL, Embrapa Agroindústria de alimentos. **O PAPEL DOS BANCOS DE ALIMENTOS NA REDUÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ALIMENTOS.** Disponível em < pessoal.utfpr.edu.br/marlenesoares/.../BancodeAlimentosEmbrapa.pd... > Acesso em 27 de março de 2013.

BRASIL, EMBRAPA **Biometria e Rendimento Percentual de Polpa de Frutas Nativas da Amazônia.** Disponível em < ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/.../1/com.tec.139.pdf > Acesso em 09 de março de 2013.


CINTRA, V. M., VASCONCELOS, E. T. A., PEREIRA, I. D. F., GUERRA, I. C. O., MARQUES, A. A., CONCEIÇÃO M. L., BARROS, J. C. **farinha de banana e de albedo: opções de enriquecimento alimentar para comunidades carentes** Disponível em 15 < www.prac.ufpb.br/anais/IXEnex/extensao/.../6.../6CCSDNPEX01.pdf > Acesso em 10 de outubro de 2011.

COSTA, A. L. M. C. **A próxima crise fome o mundo pode estar prestes a entrar numa era de insegurança alimentar permanente.** Carta na escola. São Paulo. n. 70, P. 21-22 outubro de 2012.

FAO. **Reducir el desperdicio para alimentar al mundo.** Disponível em < www.fao.org/news/story/es/item/74327/icode/ - > Acesso em 06 de março de 2013.

GARCIA, A. R. **Amazônia: planeta água.** Disponível em < AR GARCIA - CONGRESSO INTERNACIONAL DE ..., 2004 - advagroambiental.adv.br > Acesso em 12 de 2012.

GONDIM, Jussara Aparecida Melo, V. MOURA Maria de Fátima, S. DANTAS, A., S. EDEIROS, R. L., M. SANTOS K. **Composição centesimal de minerais em casca de frutas.** Revista de Ciências e Tecnologia. Disponível em < www.scielo.br/pdf/cta/v25n4/27658.pdf > acesso em 18 de maio de 2010.



IEH. INSTITUTO DE ESTUDIOS DEL HAMBRE. **Boletim Temático sobre Tecnologias Sociais Nº 6, Dezembro de 2009 Tema 6 : Perdas e Desperdício de Alimentos.** Disponível em Disponível em <www.ieham.org/html/docs/clicks.asp?url...6_Perdas...Alimentos..> Acesso em 12 de abril de 2011.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos.** 4ª ed. Versão eletrônica São Paulo, 2008.

KOBORI, C. N.; JORGE, N. **Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais.** Disponível em <www.cloud.editora.ufla.br/revistas/cienagro/pdf/29-5-2005_14.pdf> Acesso em 18 de março de 2012.

MULLER, P. C **Avaliação do desperdício de alimentos na distribuição do almoço servido para os funcionários de um hospital público de porto alegre-rs.** Disponível em <www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/.../000699412.pdf?...1> Acesso em 25 de março de 2013.

RIBEIRO^a, L. M. DE P. **Gestão integrada dos resíduos sólidos: ação coletiva e racionalidade dos atores sociais – a experiência de carmo do rio claro – minas gerais.** 2006. 113p. Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras: UFLA, 2006.

RIBEIRO, R. D.; FINZER, J. R. D. **Desenvolvimento de biscoito tipo cookie com aproveitamento de farinha de sabugo de milho e casca de banana.** Disponível em < RD RIBEIRO, JRD FINZER - FAZU em Revista, 2011 - fazu.br> Acesso em 27 de março de 2013.

SANTANA, A. F.; OLIVEIRA, L. F. **Aproveitamento da casca de melancia (curcubita citrullus, shrad) na produção artesanal de doces alternativos.** Disponível em < AF SANTANA, LF OLIVEIRA - Alimentos e Nutrição Araraquara, 2009 - 200.145.71.150> Acesso em 22 de março de 2013.

PRIM, M. B. DA S. **ANÁLISE DO DESPERDÍCIO DE PARTES VEGETAIS CONSUMÍVEIS.** 2003. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós _ Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2003.

TRUCOM, C. **A importância da linhaça na saúde.** 1.ed. São Paulo: Alaúde, 2006 p. 152

TINOCO, L. P. N.; PORTE, A.; MAIA-PORTE, L. H. M.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S. **COMPOSIÇÃO AMINOACÍDICA DE FARINHA DE SEMENTE DE ABÓBORA (FSA) (Cucurbita maxima) E DE PAÇOCA CONTENDO FSA.** Disponível em < LPN TINOCO - ainfo.cnptia.embrapa.br> Acesso em 22 de março de 2013.

TUNDISI, G. J. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez.**-São Carlos: RiMa, IIE, 2. ed., 2005. p. 67

WALDMAN, M. **Recursos hídricos: os impactos da produção de alimentos e dos resíduos sólidos, Iº Seminário de Pesquisa em Geografia(SEPEGE), 8-10\12\2003,** programa de pós graduação em geografia Humana da FFLCH-USP, Anfeteatro da geografia, Depto de Geografia USP, 2013.



VAITSMAN, E. P.; VAITSMAN, D. S. **Química e Meio Ambiente Ensino Contextualizado**. Rio de Janeiro: Interciência, 2006 p. 36-37.

VESENTINI, J. W. **Geografia geral e do Brasil**. 1. ed. São Paulo: Ática, 2005 p. 171



CAPÍTULO 26

DISCIPLINA DE DIREITO AMBIENTAL EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR E SUA CONTRIBUIÇÃO NA DISSEMINAÇÃO DE INFORMAÇÕES SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS

Liciane Oliveira da Rosa, Mestre em ciências ambientais, Universidade Federal de Pelotas
Vanessa Faria de Oliveira, Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Karine Fonseca de Souza, Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Maiara Moraes Costa, Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Jayne Da Silva Andrade, Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Pelotas

Luciara Bilhalva Corrêa, Doutora em Educação Ambiental, Professora Titular na Universidade Federal de Pelotas

Érico Kunde Corrêa, Doutor em Biotecnologia, Professor Titular na Universidade Federal de Pelotas


RESUMO

A produção e o consumo desenfreado de resíduos sólidos, juntamente com sua disposição inadequada, vêm trazendo diversas consequências econômicas, sociais e ambientais. Portanto, foram criadas algumas leis que visam minimizar os impactos, como a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Para que essas leis sejam disseminadas, algumas Instituições de Ensino Superior (IES) dispõem de cursos que oferecem disciplinas, como direito ambiental. O direito ambiental atua no campo de defesa jurídica para a preservação ambiental. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi avaliar o conhecimento dos discentes da disciplina de direito ambiental de uma IES sobre questões ambientais com ênfase em resíduos sólidos. A avaliação foi feita através de um questionário. Apesar dos resultados terem sido positivos, ainda se faz necessário que as IES assumam uma postura socioambiental e contribuam para uma melhor qualidade de vida e conscientização da comunidade acadêmica e não acadêmica.

PALAVRAS – CHAVE: Direito. Desenvolvimento Sustentável. Meio Ambiente.

INTRODUÇÃO

Cada vez mais os seres humanos geram resíduos sólidos, seja por consequência do estilo de vida moderna, aumento da população urbana e/ou aumento do consumo, a partir disso surge os problemas sociais, ambientais e na saúde pública (SIQUEIRA E MORAES, 2009). Os resíduos sólidos são classificados conforme sua procedência: comercial, residencial, construção, serviços municipais, industrial e agrícola (TCHOBANOGLIOUS E KREITH, 2002)




De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) os resíduos sólidos urbanos é uma das questões mais preocupantes e problemáticas, segundo o IPCC, anualmente são gerados em escala global em torno de 1,5 bilhão de toneladas (Gt), e estima-se um aumento de 2,2 Gt para 2025. Segundo Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2017) a geração de resíduos sólidos no Brasil em 2017 foi de 78,4 milhões de toneladas, totalizando um aumento de 1% referente ao ano anterior.

A valorização tanto biológica, física e energética dos resíduos no Brasil tem um desempenho abaixo da média, grande partes desses resíduos são enviados para aterros sanitários ou aterro a céu aberto (ALBUQUERQUE E COLUNA, 2016). Os resíduos quando descartados em aterros sanitários ou à céu aberto pode provocar sérios problemas ao meio ambiente afetando a qualidade do solo, da água e do ar, isso acontece pelo fato dos resíduos sólidos serem fontes de compostos orgânicos voláteis, solventes, metais pesados e pesticidas (GOUVEIA, 2012). Além de causar sérios problemas na saúde pública.

Outro problema em relação o descarte inadequada dos resíduos é sua fração orgânica, ela forma um líquido denominado como chorume, que pode contaminar o solo e os corpos hídricos ou subterrâneos, além de formação de gases explosivos e tóxicos que são lançados para atmosfera (GOUVEIA, 2012; GOUVEIA E PRADO, 2010).

Por conta disso foram criados princípios, diretrizes e instrumentos com o intuito de preservar os recursos naturais dos impactos ambientais que os resíduos causam no meio ambiente. No Brasil existem vários instrumentos para a proteção e conservação dos recursos naturais, um desses instrumentos é a Lei 12.350/2010 que institui a Política Nacional dos Resíduos que após anos de tramitação no congresso nacional, acabou sendo instituída com participação popular, tendo como objetivo regradar o gerenciamento dos resíduos sólidos e com o propósito de estimular a sociedade a adotar padrões mais sustentáveis (NASCIMENTO, 2017)

A referida lei (PNRS) estimula mudanças no trato com os resíduos sólidos, em seu Art. 7º ela traz seus objetivos como: não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010), porém ela também destaca a importância dos serviços de coleta seletiva e das cooperativas de reciclagem (MONTEIRO; SILVA E DIFANTE, 2013).



Dessa forma, entende-se a necessidade de atuantes de diversas áreas do conhecimento. Para o êxito da gestão dos resíduos, incluindo a área de direito ambiental, pela necessidade de um melhor entendimento dos princípios, ações, objetivos, diretrizes, metas e instrumentos que a PNRS e outras Políticas Ambientais propõem (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2011).

De acordo com Brandão (2009) o direito ambiental é definido como um conjunto de princípios que engloba normas jurídicas com objetivo de regular os efeitos direta e indiretamente das ações humanas no meio ambiente, garantindo à população, presente e futuro o direito a um ambiente sadio.

O direito ambiental atua no campo de defesa da preservação ambiental, a manutenção do meio ambiente é uma disciplina abstrata visando o interesse difuso, onde o destinatário é indeterminado, não podendo identificar quem será beneficiado com a política de proteção ambiental, se envolvendo em diversos ramos e uma delas é a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (MELO 2013).

O presente de estudo teve como objetivo avaliar o conhecimento dos discentes da disciplina de direito ambiental de uma Instituição de Ensino Superior sobre questões ambientais com ênfase em resíduos sólidos.

METODOLOGIA

A Instituição de Ensino Superior (IES) tem o curso de graduação de Direito que foi criada em 1917 e passou ser federalizada em 1969, entre suas disciplinas encontra-se a disciplina de Direito Ambiental, sendo uma disciplina optativa, isso gera uma grande preocupação pelo fato de necessitar progressivamente de especialistas em questões ambientais que auxiliem no desenvolvimento em benefício das gerações atuais e futuras.

O presente trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa, pelo fato que se trata de um levantamento de dados de um indivíduo, grupos e não com amostras (ACEVEDO, 2009). Para o levantamento de dados foi aplicado um questionário em setembro de 2018 que foi previamente aprovada pela coordenadora do curso de Direito para dez alunos da disciplina direito ambiental, com quatro questões fechadas, apresentando apenas duas opções de respostas, do tipo: sim/não, concordo/não concordo, gosto/não gosto, e duas questões com três alternativas de respostas (Quadro 1).

Quadro 1: Questões aplicadas aos discentes do IES

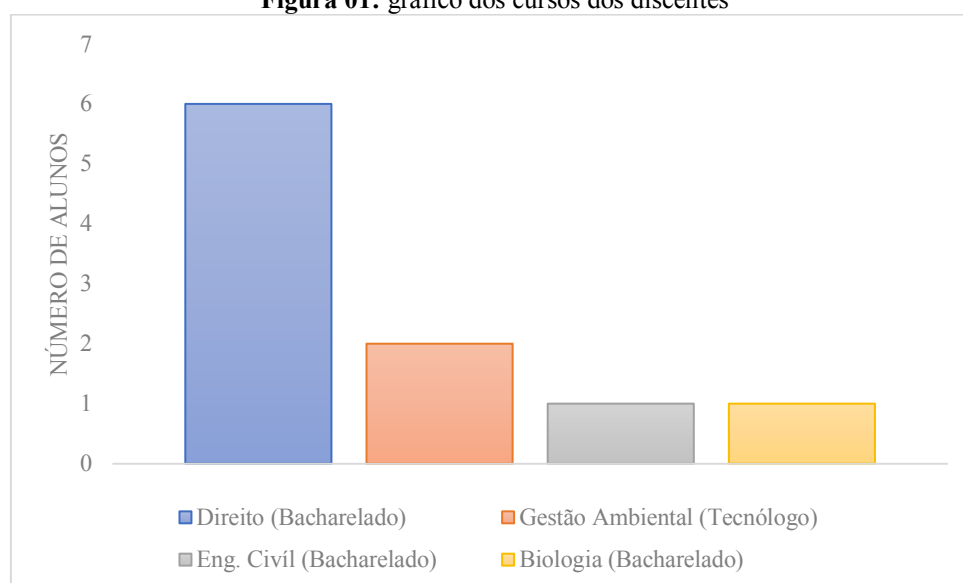
Questões
1) Você sabe a definição de meio ambiente?
2) Você sabe o que é desenvolvimento sustentável?
3) Você conhece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos?
4) Você conhece a definição de Resíduos Sólidos?
5) Você sabe a diferença entre resíduo orgânico e inorgânico?
6) Você conhece a classificação dos resíduos pela norma Brasileira 10004/2004 da ABNT?

Fonte: Elaboração dos autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Primeiramente foi realizado um levantamento sobre os cursos (Figura 1) e semestres que os discentes estavam cursando, 60% (6) dos discentes eram do curso de direito, 20% (2) do curso de Gestão Ambiental 10% (1) curso de Engenharia Civil e 10% (1) do curso de Biologia, todos da mesma IES. Já os semestres ficaram divididos entre o último e penúltimo. Apesar de a IES ter outros cursos que ofertam a disciplina de direito ambiental, segundo os discentes, os professores do curso de direito atuam a mais tempo na área de direito ambiental, tornando-se o mais procurado por quem pretende seguir nesse ramo.

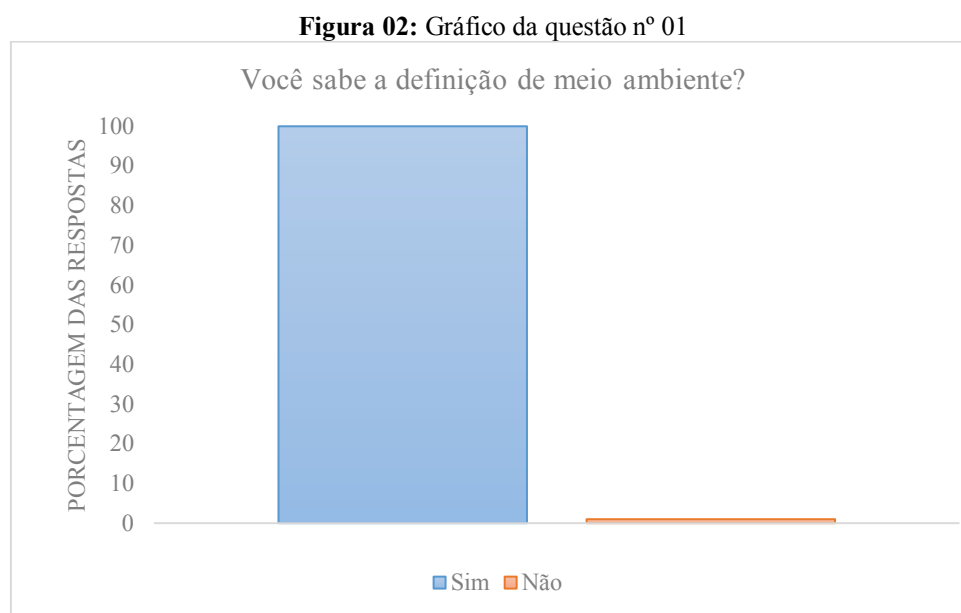
Figura 01: gráfico dos cursos dos discentes



Fonte: Elaboração dos autores

Segundo Cunha (2003) e Milaré (2014) a disciplina de direito ambiental é de grande importância pelo fato que ela visa equilibrar a relação do homem, os meios de produção com a natureza, permitindo a sustentação ao desenvolvimento e diminuindo os efeitos negativos no meio ambiente. Ainda Cunha (2003) descreve que quase todas as universidades usam os mesmos conteúdos sendo: meio ambiente princípio do direito ambiental e Leis referentes à Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA).

A figura 02 aborda o nível de conhecimento dos alunos sobre a definição do que é o meio ambiente, 100% dos questionados responderam positivamente.



Fonte: Elaboração dos autores

O resultado está de acordo com o trabalho de Alves et al., (2017) que aplicou a mesma questão para os discentes do curso de Gestão Ambiental da Universidade de Manaus, todos os entrevistados responderam que conheciam a definição de meio ambiente.

De acordo com o trabalho de Dias e Marques (2013) o meio ambiente é um conjunto que integra a natureza natural e artificial, sendo a água, solo, ar, flora, fauna, patrimônio paisagístico e turístico, sendo resumido em meio físico, biológico e químico.

Segundo Santos (2007) uma forma de se entender a definição do que é meio ambiente e seus problemas relacionados com atividades antrópicas é introduzir como uma disciplina específica nos currículos das escolas e universidades, com objetivo de alcançar uma mudança de comportamento dos alunos em relação ao termo.

Conforme Ferreira (2013) que realizou um trabalho sobre meio ambiente em escolas públicas, descreve que é o papel do docente elucidar o que é o meio ambiente, sendo um trabalho em conjunto professor e aluno.

A segunda questão (Figura 3) era relacionada se eles sabiam o que era desenvolvimento sustentável, 90% responderam afirmando que sim. Essa resposta é positiva, pelo fato que dos quatro cursos que os discentes estão cursando, apenas um é da área ambiental.

Figura 03: Gráfico da questão nº 02



Fonte: Elaboração dos autores

De acordo com um trabalho desenvolvido na Universidade Estadual de Goiás: Campus Morrinhos nos cursos de biologia, geografia e história por Santos e Silva (2017), ao serem questionados com a mesma questão, 98% entrevistados do curso de biologia afirmaram que tinham conhecimento sobre o que é desenvolvimento sustentável, já o curso de geografia 68% responderam que sim e apenas 32% do curso de história afirmaram de forma positiva, assim como o curso de Direito da IES estudada neste trabalho que oferta uma disciplina da área ambiental, apenas o curso de Biologia tem na sua grade curricular disciplina com viés ambiental. O desenvolvimento sustentável é um dos maiores desafios enfrentado atualmente já que visa atender as necessidades do presente sem prejudicar as perspectivas de vida no futuro (LANDIM et al., 2015).

A terceira questão (Figura 4) tinha mais de duas alternativas como respostas, e era relacionada se eles tinham conhecimento sobre a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), 60% dos alunos responderam que tinham grande conhecimento, e 30% que conheciam

apenas alguns princípios e diretrizes sobre a PNRS, e 10% não sabiam nada relacionado à referida lei.

Figura 04: gráfico da questão nº 03



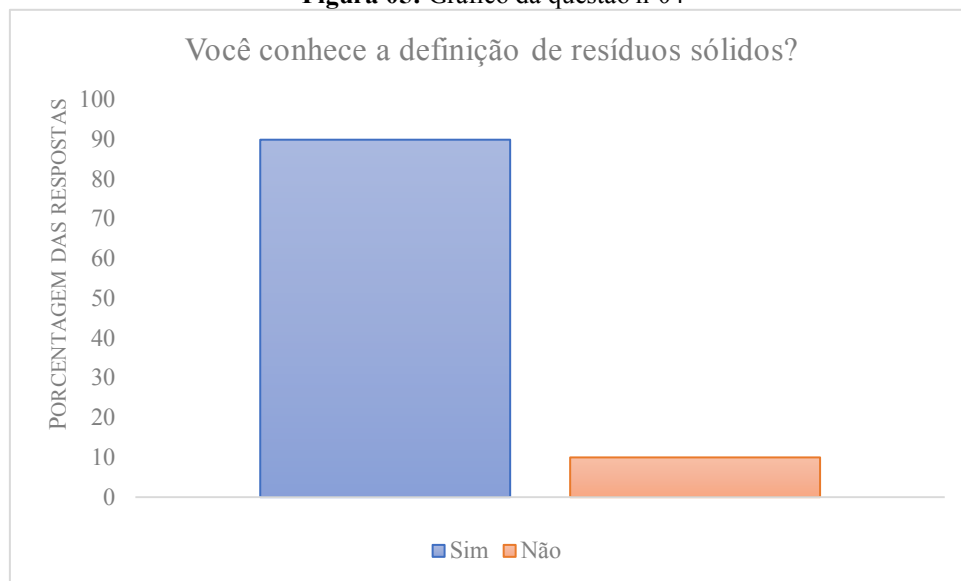
Fonte: Elaboração dos autores

De acordo com o trabalho de Domingues, Santos e Nishi (2015) que realizaram um estudo com os alunos do curso de administração da Universidade de Brasília, de todos os alunos que participaram do estudo, 41,4% afirmaram terem algum conhecimento dos conceitos da PNRS e somente 0,8% afirmaram ter um amplo conhecimento a respeito da Política.

Diante da problemática que se encontra os resíduos sólidos no Brasil, a Lei nº 12.305/10 instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), essa política determina instrumentos para permitir o avanço do País para elucidar os principais problemas ambientais, sociais e econômicos em relação ao manejo ineficiente dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Na quarta questão (Figura 5) era se eles sabiam a definição de resíduos sólidos, 90% dos discentes afirmaram que sim.

Figura 05: Gráfico da questão nº04



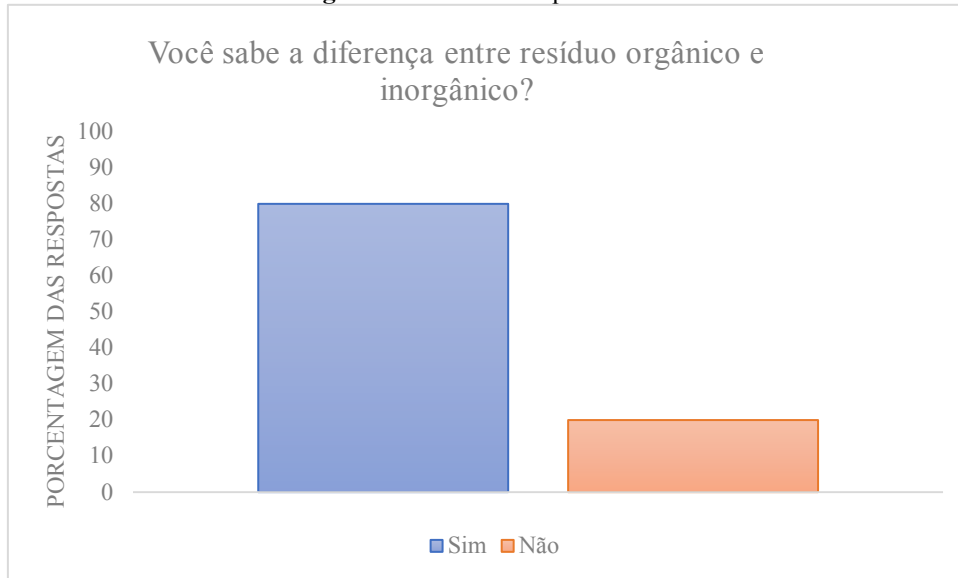
Fonte: Elaboração dos autores

Esse resultado é positivo em relação ao estudo de Rodrigues e Dantas (2018) que realizou uma pesquisa e ao questionar os alunos sobre a definição de resíduos 64% responderam ser algo inútil, não tendo nenhuma serventia. Já o estudo de Boff, Araújo e Boff (2009) também não tiveram resultados positivos, sendo que grande parte dos alunos relacionaram resíduos com materiais descartáveis, sendo a destinação o lixo. Vale ressaltar que essa última pesquisa a PNRS ainda não tinha sido instituído.

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004) NBR-10.004/2004, resíduos sólidos são definidos como: qualquer matéria em estado sólido e semissólido que é produzida pelas atividades de origem doméstica, hospitalar, industrial, agrícola, comercial, de serviços e de varrição.

A quinta questão (Figura 6) era se eles sabiam a diferença entre resíduo orgânico e inorgânico, 80% responderam que sim, porém os 20% que responderam que não conheciam a diferença, justificando que conheciam o termo inorgânico por outro termo, ou seja, por reciclável.

Figura 06: Gráfico da questão nº05

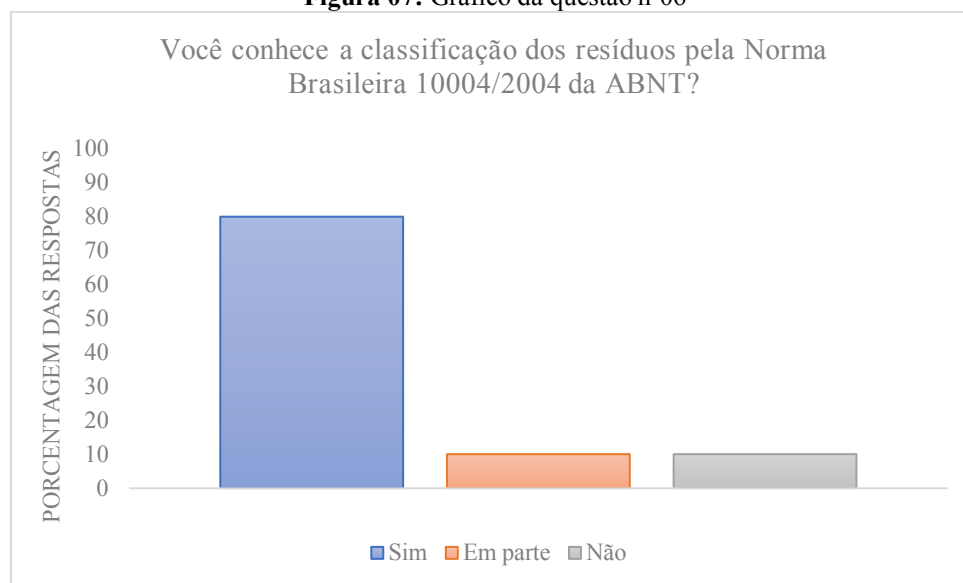


Fonte: Elaboração dos autores

O Ministério do Meio ambiente (MMA, 2012), explica que resíduo inorgânico é todo resíduo que pode ser reciclado ou reaproveitado através de um processo de transformação de partes ou o seu todo, voltando para a cadeia produtiva como mesmo produto ou em produtos diferentes. Já os resíduos orgânicos são todos os resíduos de origem animal e vegetal que são descartados por atividades antrópicas tendo diversas origens como: doméstica, urbana, industrial, agrícola e saneamento básico (MMA, 2017).

Na (figura 7) era outra das questões que teve três alternativas de resposta, foi perguntado se eles conheciam a classificação dos resíduos pela norma Brasileira 10004/2004 da ABNT, 80% responderam que sim, 10% afirmaram que conhecem em parte, somente a classificação em perigosos e não perigosos e 10% responderam que não conhecem a classificação.

Figura 07: Gráfico da questão nº06



Fonte: Elaboração dos autores

A Norma Brasileira (NBR) 10.004/2004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos em perigosos e não perigosos, conforme o Quadro 2.


Quadro 2 - Classificação dos resíduos sólidos segundo a sua periculosidade

RESÍDUOS SÓLIDOS		
Perigosos (classe I)	Não perigosos (classe II)	
	Não inertes (classe II)	Inertes (classe II B)
Aqueles que apresentam periculosidade por possuírem: Inflamabilidade; corrosividade; reatividade; toxicidade e patogenicidade.	São os que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I ou classe II B. Podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade; combustibilidade; Solubilidade em água	Resíduos que, quando amostrados e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água (cor, turbidez, dureza e sabor)

Fonte: NBR 10.004 (ABNT, 2004).

CONCLUSÃO

Através do questionário foi possível observar resultados positivos sobre o conhecimento dos discentes em relação à área ambiental, mostrando a importância da disciplina na disseminação sobre resíduos sólidos aos seus discentes, mostrando a importância de disciplinas com viés ambiental em todos os cursos de Instituições de Ensino Superior (IES).



No cenário atual, é importante que as IES assumam uma postura socioambiental e contribuam para uma melhor qualidade de vida e conscientização da comunidade acadêmica e não acadêmica. Afinal, é nesses locais que serão formados profissionais que poderão disseminar as práticas sustentáveis e os conhecimentos adquiridos em seus futuros locais de trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Associação brasileira de empresas de limpeza pública e resíduos especiais. (2017). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil*. São Paulo.

Associação brasileira de normas técnicas. (2004). NBR 10.004: Resíduos Sólidos - Classificação, Rio de Janeiro.

Acevedo, C. R (2009). Monografia no Curso de Administração: guia completo do conteúdo e forma. 3º ed. São Paulo: Atlas.

Albuquerque, I.R; Coluna, I,M,E (2018). Emissões do setor de resíduos. Disponível em <<http://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2018/06/Relatorios-SEEG-2018-Residuos-FINAL-v2.pdf>> Acesso em 28 de maio de 2019.

Alves, M.S, et al (2017). Percepção ambiental dos alunos do curso de gestão ambiental. **Ambiente & Educação**, 22(1), 333-348.

Boff, E. T. de O; Araújo, M. C. P de; Boff, E. de O. (2009). Educação ambiental e significação dos conceitos científicos para constituição de uma nova consciência. *Revista de Didáticas Específicas*, 1(1), 222-243.

Brandão, A. F. G (2009). *Curso de direito ambiental*. São Paulo: Método.


Cunha, V.M. (2003). **Importância da disciplina de direito ambiental nas instituições de ensino superior**. Monografia (Especialização) - Curso de Pós-Graduação em Docência Superior, Universidade Cândido Mendes, Rio de Janeiro.

Dias, L.S; Marques, M.D. (2013). Responsabilidade social das organizações empresariais diante do desenvolvimento sustentável. **Fórum Ambiental da Alta Paulista**, 0(9), 67-75.

Domingues, G.S; Santos, P.G; Nishi, B.S. (2015). Análise da consciência dos alunos de administração acerca da política nacional de resíduos sólidos. **Revista Admpg Gestão Estratégica**, [s.l], v. 1, n. 8, p.111-123.

Ferreira, C.E.A.(2013). O meio ambiente na prática de escolas públicas da rede estadual de São Paulo: intenções e possibilidades. **Ambiente & Educação**, 18(1), 185-209.

Gouveia, N.(2012). Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, São Paulo, 6(17), 1503-1510.



Gouveia, N, Prado, R.R. (2010). Riscos à saúde em áreas próximas a aterros de resíduos sólidos urbanos. *Saúde Pública*, 44(5), 859-866.

Mitigation of Climate Change. (2014). Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Landim, A. P. M. et al. (2016). Sustentabilidade quanto às embalagens de alimentos no Brasil. *Polímeros*. 26, p.82-92. http://dx.doi.org/10.1590/0104-1428.1897_

Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. (2010). Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília. 2010. Recuperado em 19 de maio, 2019 de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm

Melo, R.S. (2013). Direito ambiental do trabalho e a saúde do trabalhador. 5. ed. São Paulo: LTr.

Milaré, É. (2014). **DIREITO DO AMBIENTE**. 9. ed. São Paulo: Revista dos Tribunais.

Ministério do Meio Ambiente. (2011). Plano Nacional de Resíduos Sólidos. Recuperado em 02 de maio de 2019 de http://www.mma.gov.br/estruturas/253/_publicacao/253_publicacao02022012041757.pdf

Ministério do Meio Ambiente. Resíduos Sólidos. (2012). Como e porquê separar o lixo. Recuperado em 29 de maio de 2019 de <http://www.mma.gov.br/informma/item/8521-como-e-porqu%C3%AA-separar-o-lixo>.

Ministério do Meio Ambiente. (2017). Resíduos Sólidos.Gestão de resíduos orgânicos, Recuperado em 29 de maio de 2019 de <http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/gest%C3%A3o-de-res%C3%ADduos-org%C3%A2nicos.html>.

Monteiro, T.C; Silva, M.B.O; Difante, J. (2013). A lei da nova política nacional dos resíduos sólidos face ao sistema de coleta seletiva do município de Santa Maria. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da Ufsm**,. 8, 208-220. <http://dx.doi.org/10.5902/198136948263>.

Nascimento, L. L.O. (2017). Avaliação comparativa entre a políticanacional de resíduos sólidos e a política municipal de resíduos da cidade de Campos dos Goytacazes. *Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goytacazes*, 1(22), 19-30.

Rodrigues, C. M.C; Dantas, M.C. (2018). A perspectiva discente sobre os resíduos sólidos em uma escola do semiárido nordestino. **Ambiente & EducaÇÃo**, 23(1), 122-139.

Santos, E.T.A.(2007).Educação ambiental na escola: conscientização da necessidade de proteção da camada de ozônio. Monografia (Pós-Graduação em Educação Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS.

Santos, F.R; Silva, A.M.(2017). A importância da educação ambiental para graduandos da Universidade Estadual de Goiás: Campus Morrinhos. **Interações**, 18(2), 71-85. <http://dx.doi.org/10.20435/inter.v18i2.1427.F>.

Siqueira, M. M; Moraes, M. S. (2009). Saúde coletiva, resíduos sólidos urbanos e os catadores de lixo. **Ciência e Saúde Coletiva**, 4(6), 2115-2122.



Tchobanoglous, G; Kreith. F.(2002). Handbook of solid waste management. 2. ed. New York: McGraw Hill. p.833.



CAPÍTULO 27

PRINCÍPIOS AMBIENTAIS: MECANISMOS PARA EFETIVAÇÃO DA SOLIDARIEDADE INTERGERACIONAL

- Lucas Melo Rodrigues de Sousa**, Pós graduando em Direito do Trabalho e Previdenciário pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, bem como em Direito Civil e Processual Civil e Direito Privado e Nova Advocacia pela Faculdade LEGALE
- Paola Moreira de Oliveira**, Pós graduanda em Direito Penal Econômico e Direito Tributário pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
- Fábio Júnio Gonçalves de Oliveira**, Graduando em Direito pela Faculdade de Direito da Universidade Federal de Minas Gerais; Estagiário acadêmico na Advocacia Geral da União
- Otávio Augusto de Freitas Alves**, Graduando em Direito pela Universidade Federal de Ouro Preto; Estagiário no Núcleo de Assistência Jurídica de Ouro Preto - NAJOP
- Raphael Teixeira do Vale**, Graduando em Direito pela Escola Superior Dom Helder Câmara
- Maurício Fontana Filho**, Especialista em Ciências Sociais pela Universidade de Passo Fundo, UPF


RESUMO

O princípio da solidariedade intergeracional ou princípio ambiental da equidade é um princípio jurídico que rege o Direito Ambiental brasileiro. Seu conteúdo é expresso no dever das gerações presentes em preservar o meio ambiente e adotar condutas sustentáveis no uso dos recursos naturais, com o fim de não privar as futuras gerações da possibilidade de desfrutá-los. Possui fundamento no art. 225 da Constituição Federal do Brasil, bem como é previsto como no Princípio 3 da Declaração do Rio.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiental; Intergeracional; Solidariedade.

1 INTRODUÇÃO

O Desenvolvimento econômico, a cautela com meio ambiente e a equidade social devem caminhar juntos, tal frase condiz com o espírito contemporâneo da maior parte da sociedade civil. O processo de modernização em geral e o crescimento econômico advindos principalmente da revolução industrial não colidem com esses valores, tendo em vista que o objetivo primordial é/era o crescimento econômico e o avanço tecnológico, além de um cosmopolitismo desenfreado, para alguns na revolução industrial ou na revolução digital existe a compreensão de que os recursos naturais seriam inesgotáveis, concepção incorreta, inclusive o Planeta tem passada uma mensagem nos últimos anos, tem se observado bruscas mudanças



na natureza desde o crescimento das temperaturas ao “buraco” na camada de ozônio e diversos fenômenos climáticos incomuns,


A coexistência de alguns desses elementos permite nomeá-lo de desenvolvimento sustentável, tal visão nem sempre tem sido alcançada sem a utilização de mecanismos jurídicos, mas o Poder Público juntamente a sociedade (majoritariamente) busca atualmente constituir um Estado de Direito Socioambiental, onde homem e natureza possam coexistir respeitando o espaço um do outro e que as mudanças feitas sejam razoáveis a ótica social e que sejam delimitadas pela consciência em subsidiariedade do direito, logo a sociedade é peça essencial.

2 PRINCIPAIS FONTES MATERIAIS DO DIREITO AMBIENTAL

As questões apresentadas a seguir são consideradas fontes materiais do Direito Ambiental (DINIZ, 2017) aponta que “O termo fonte do direito é empregado metaforicamente, pois em sentido próprio *fonte* é a nascente de onde brota corrente de água. Justamente por ser uma expressão figurativa tem mais de um sentido.” As fontes materiais, são pré jurídicas, melhor dizendo, são embasamento para futuros regulamentos em razão de um determinado fator histórico, sociológico, econômico ou ambiental e entre tantos outros fatores que são capazes de intervir na vida em sociedade, complementarmente:

Fontes materiais ou reais são não só fatores sociais, que abrangem os históricos, os religiosos, os naturais (clima, solo, raça, natureza geográfica do território, constituição anatômica e psicológica do homem), os demográficos, os higiênicos, os políticos, os econômicos e os morais (honestidade, decoro, decência, fidelidade, respeito ao próximo), mas também os valores de cada época (ordem, segurança, paz social, justiça), dos quais fluem as normas jurídico-positivas. (DINIZ, 2009, grifo nosso)

Como elemento natural climático temos o esgarçamento da camada de ozônio, tal fenômeno é causado principalmente pelo uso de um gás sintético, o clorofluorcarbono (CFC), usado sobretudo em aparelhos de refrigeração e em aerossóis, esse gás não é inflamável e por isso foi introduzido no mercado com tamanho sucesso, conquanto foi descoberto na década de LXX que as moléculas de CFC atingem facilmente a estratosfera do planeta que quando atingidas pelos raios ultravioletas são quebradas liberando átomos de cloro, essas passam a romper em cadeia as moléculas de ozônio, formando monóxido de cloro e oxigênio. Grande problema, dado que, a camada de ozônio é extremamente importante para proteger os habitantes da terra de uma maior incidência de raios ultravioletas, logo, que esses são capazes de provocar câncer e aumentar o surgimento de doenças infecciosas em virtude da radiação.




Nota-se a importância do Direito Ambiental e seus tratados e acordos que convencionaram globalmente pela redução do uso de CFC, trazendo normas proibitivas que por óbvio trazem em seu bojo opções de gases inofensivos ao planeta, como por exemplo: A convenção de Viena para Proteção da Camada de ozônio e o Protocolo de Montreal, ambas promulgadas em território nacional, de acordo com o Decreto Legislativo nº 91, de 15 de dezembro de 1989 (BRASIL, 1980) ‘‘ A Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio e o Protocolo de Montreal sobre Substâncias que Destroem a Camada de Ozônio, apensos por cópia ao presente decreto, serão executados e cumpridos tão inteiramente como neles se contém. Importante salientar que existem normas de tal cunho originárias brasileiras no ordenamento jurídico brasileiro como a Lei 10.165/200, Resolução do Conama 267/2000 e na Instrução Normativa do Ibama.

Ainda como elemento natural climático temos o aquecimento global. O efeito estufa concebe um feito natural e benéfico à vida. Funda-se na concepção de uma espécie de ‘‘capa protetora’’ transparente decorrente da ação de alguns gases presentes na atmosfera terrestre. Essa ‘‘capa’’ permite a passagem dos raios solares, mas retém considerável parcela da radiação refletida pela superfície terrestre, impedindo sua dispersão no espaço e consequente resfriamento do planeta.

O efeito estufa natural é importantíssimo para vida na terra sem este a terra auferiria uma temperatura média de dezoito graus Celsius negativos, ainda assim, ele tem mantido a temperatura por volta de trinta graus Celsius, mas da Revolução Industrial até os dias de hoje tem se observado um considerável aumento de acúmulo destes gases na atmosfera e por consequência da temperatura.

(THOMÉ, 2019) Os maiores emissores desses gases na atmosfera inicialmente eram os países do hemisfério norte, todavia os países do sul têm aumentado sua emissão gradativamente, podendo ultrapassar os países do hemisfério norte muito em breve se seguir as tendências atuais. As principais ações antrópicas responsáveis pelo estoque de CO₂ e similares são provenientes da: a) queima de combustíveis fósseis (petróleo, carvão mineral e gás natural) – equivalente à 70% do percentual total de emissão de gases, b) mudanças de uso da terra, principalmente o desmatamento representando os demais 30%. Pesquisas apontam que se o ritmo das ações do homem se manter a consequência será que temperatura da terra irá aumentar consideravelmente trazendo inúmeros problemas como por exemplo o derretimento das calotas polares que resultam no aumento dos níveis dos oceanos que inundariam diversas regiões litorâneas e



ribeirinhas. Uma medida importante no combate de emissões foi a adoção do Protocolo de Kyoto em 1997.

Ainda no âmbito ecossistêmico temos os resíduos que são um enorme problema do desenvolvimento ambiental mundial em virtude do destino dos dejetos e resíduos sólidos, líquidos e gases provenientes da produção industrial e do consumo em grande escala de bens produzidos, pois o homem da sociedade industrial é um ser produtor de lixo em massa.

Quadro 1 – Resíduos

Conceito: resíduo é todo material resultante das atividades diárias do homem que vive em sociedade e pode ser encontrado nos estados sólido, líquido e gasoso
Classificação: a) domiciliar (residenciais, feiras livres e mercados, comerciais etc.); b) hospitalar (hospitais, clínicas, casas de detenção, aeroportos, medicamentos vencidos etc.); c) varrição de logradouros públicos; d) outros (limpeza de lixeiras e de bueiros, podas de árvores, corpos de animais, documentos, terra, entulhos etc.); e) terceiros (resíduos industriais não tóxicos ou perigosos — classes II e III da NBR n. 10.004 da ABNT).


Adaptado se SIRVINSKAS (2020).

O consumismo desenfreado faz com que produtos seminovos com vida útil e utilidade sejam descartados em virtude de novos aparelhos com justificativas de avanço tecnológico ou por puro induzimento midiático ao consumismo. O lixo atômico é uma preocupação em especial. De acordo com (THOMÉ, 2019)'' o plutônio o mais letal desses necessita de quinhentas gramas para causar câncer de pulmão em todas as pessoas da terra.''

Ainda se tem a perda da biodiversidade no ecossistema que se caracteriza pela perda da diversidade biológica e consiste na variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreende os ecossistemas terrestres, marinhos, aquáticos e os complexos ecológicos que fazem parte, compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas. Biodiversidade é:

A variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas'' (art. 2º, III, da Lei n. 9.985/2000)

Quantioso acrescentar a importância do patrimônio genético e da biodiversidade, porque assim é permitindo que se perpetue espécies vivas com suas principais características. A biodiversidade encontra-se ameaçada sobretudo nos países tropicais, de acordo com Ministério do Meio Ambiente (2018) as principais causas são: a) perda e fragmentação dos habitats; b) introdução de espécies e doenças exóticas; c) exploração excessiva de espécies de plantas e animais; d) uso de híbridos e monoculturas na agroindústria e nos programas de reflorestamento; e) contaminação do solo, água, atmosfera por poluentes; f) mudanças climáticas.



Ainda temos a problemática escassez de água no planeta, essa é a substância mais abundante na superfície do globo terrestre, no entanto 97% é salgada e imprópria para consumo humano, a água doce representa apenas 3% do número total e mesmo assim 80% dela consiste em líquido congelado ou ao menos deveria. A revolução industrial fez com que a demanda por água aumentasse, o desenvolvimento/agrupamento e o surgimento das grandes cidades fizeram com que máquinas e homens precisassem de água. No Brasil a Lei de Política Nacional de Recursos Hídricos (1997) busca a maior preservação do bem natural que é limitado e dotado de valor econômico.

De acordo com (Thomé, 2019) os desastres de Minamata que ocorreram no Japão onde o consumo de substâncias tóxicas causou a morte de inúmeras pessoas em razão do mercúrio, porque este foi despejado no mar sem qualquer tratamento e resultou na contaminação dos peixes e na morte de muitas pessoas, os sobreviventes contaminados apresentavam danos severos neurológicos como distúrbios sensoriais, danos na visão, na audição e ainda paralisia.


3 TIPOLOGIA DAS NORMAS AMBIENTAIS:

Os fundamentos das normas ambientais são estabelecidos em:

Normas ambientais que objetivam seu cumprimento voluntário simplesmente em virtude de ser favorável ao grupo social e ao próprio administrado e não por medo do fenômeno da coação em virtude de respectiva sanção de seu descumprimento, esses dispositivos são feitos através de instrumentos que incentivem o seu acatamento como por exemplo: instrumentos econômicos onde a adoção da prática prevista na legislação impulse uma sanção compensatória como um desconto.

A respeito das sanções premiaias discorre Tella & Tella:

As sanções negativas são os castigos, e as positivas, as recompensas. Ambas têm em comum o reforço do cumprimento das normas, porém o fazem de forma antagônica: as negativas, castigando o infrator do dever; as positivas, premiando o que o cumpriu. Dentro das negativas entram tanto as sanções repressivas ou penais como as restitutivas, civis ou administrativas. [...] Entretanto, sempre é maior o número de castigos em comparação com a importância muito menor do prêmio. Assim, quando se fala de sanção jurídica, pensamos, sobretudo, nos castigos. De fato, não há um código de prêmios paralelo ao Código Penal. As sanções positivas merecem mais o nome de incentivos ou vantagens que o de sanções propriamente ditas, apesar de alguns usarem o termo pouco comum, e até à primeira vista contraditório, de sanções premiaias. (TELLA; TELLA, 2008, p. 45)



É sintomático o fato de o Novo Código Florestal haver tomado uma direção no sentido de adoção das sanções premiaias visando o alcance da sustentabilidade ambiental e a compatibilização das necessárias atividades economicamente

Normas de dissuasão são as que visam desestimular condutas pela eficácia da norma. A aplicação se faz necessária para que não se gere efeitos cumulativos e sinérgicos, ambos efeitos negativos, aqui não se tutela apenas o meio ambiente e forma mediata, mas também imediata.

O efeito cumulativo consiste no fato que determinado ato isolado poderia não gerar uma consequência ambiental, mas unido a outros, torna-se uma ameaça aos seres humanos e ao meio ambiente e o que ocorre com a bioacumulação.


Com fins exemplificativos suponhamos que três peixes pequenos consumam uma pequena partícula de mercúrio e que posteriormente um peixe maior coma os três e por consequência se contamina com nove pequenas partículas de mercúrio gerando uma média partícula de mercúrio, posteriormente um peixe ainda maior se alimenta de dois peixes de porte médio, resultando na ingestão de dezoito pequenas partículas de mercúrio, gerando uma grande partícula e que posteriormente o ser humano consuma esse peixe ingerindo uma razoável quantidade de mercúrio.

Segundo Gonçalves (2009), os efeitos sinérgicos dizem respeito à alteração significativa na dinâmica ambiental a partir da acumulação de impactos locais provocados por mais de um empreendimento. Essa alteração deve ser representativa de uma mudança em um mesmo aspecto econômico, social, ambiental ou institucional.

Normas de comando e controle são as que visam coibir posturas em razão da fiscalização do Estado, logo uma atuação punitiva do Estado, existe coação e ameaça estatal. A problemática deste tipo de norma é que o Estado não consegue fiscalizar todo mundo e assim a eficácia da norma fica comprometida.

4 DOS PRINCÍPIOS:

De acordo com Dworkin, princípios são comandos de ponderação, um suporte do Direito que deve ser observado na criação, interpretação e aplicação da norma jurídica, pois sistematizam e concebem institutos. No presente capítulo serão apresentados alguns princípios essenciais do Direito Ambiental que contribuem diretamente com a efetivação da solidariedade intergeracional ao limitar e adequar o uso de nossos preciosos bens.



O princípio da solidariedade intergeracional visa combinar fatores adjacentes dentro da sociedade, pois o desenvolvimento efetivo deve-se pautar na combinação de aspectos ambientais, econômicos e sociais. O desenvolvimento sustentável não é passível de ser alcançado isoladamente, portanto para a tutela efetiva do meio ambiente é necessário unir todos esses elementos.


É delimitado pelas grandes convenções ambientais que os maiores problemas que impedem uma ampla e efetiva tutela ambiental é a pobreza e a ausência do pensamento intergeracional na gerência ambiental, tendo em vista que o desenvolvimento sustentável deve ser pensado na conjuntura da geração atual com futuras e aqui temos um grande problema, pois o modelo econômico atual é um grande impasse para uma efetiva tutela, dado que ele busca a obtenção de riquezas ilimitadas e imediatas.

O desenvolvimento é inerente aos povos, razão pela qual existe indicação da própria ONU em âmbito internacional, entretanto juntamente ao direito ao meio ambiente equilibrado, esse inalienável, mas o que se observa é que o crescimento econômico desenfreado afeta diretamente os recursos naturais e que alguns desses bens utilizados são escassos e essenciais à manutenção da vida com qualidade em todas as suas formas.

A pergunta que se faz é: "Qual é o sentido de um avanço econômico desenfreado que afetaria a qualidade de vida e a continuidade das espécies?". É aqui que o conceito de "desenvolvimento sustentável" interfere, pois ele visa equilibrar os aspectos econômicos, sociais e ambientais. A Constituição Federal de 1988 prevê a necessidade de defender o meio ambiente como princípio de ordem econômica, logo o progresso econômico-financeiro depende da conservação do meio ambiente.

A doutrina ambiental (THOMÉ, 2009) tem buscado conscientizar as pessoas para três necessidades: a) evitar a produção de bens supérfluos e agressivos ao meio ambiente; b) convencer o consumidor da necessidade de evitar o consumo de bens "inimigos" do meio ambiente; c) estimular o uso de tecnologias limpas no exercício da atividade econômica. O termo sustentável impõe que o impacto seja passível de renovação dentro de um prazo razoável e deve ser associado ao princípio da cooperação entre os povos através de parceria global.

Um dos reflexos é o princípio da função socioambiental da propriedade, em matéria ambiental, considera o das demais ultrapassadas, em virtude da dinâmica das relações humanas com meio ambiente, pois nos demais campos concentra-se apenas no ser humano e aqui ao



contrário expande-se a aplicação para todo o meio ambiente. A pergunta a ser feita aqui é a seguinte: “qual é a função social da propriedade para o meio ambiente?”


No plano jurídico, como analisa GRAU:

Por outras palavras, a função social e ambiental não constitui um simples limite ao exercício do direito de propriedade, como aquela restrição tradicional, por meio da qual se permite ao proprietário, no exercício do seu direito, fazer tudo o que não prejudique a coletividade e o meio ambiente. Diversamente, a função social e ambiental vai mais longe e autoriza até que se imponha ao proprietário comportamentos positivos, no exercício do seu direito, para que a sua propriedade concretamente se adeque à preservação do meio ambiente.

São exemplos da proteção da função social da propriedade: a) proteção da reserva legal na propriedade rural, onde 20% da propriedade rural fora da Amazônia legal deve ser preservada, melhor dizendo, resguardada para a proteção ambiental. Sem indenização, pois existe o cumprimento de uma máxima socioambiental, constituindo uma limitação administrativa. Seus efeitos trazer inúmeros frutos não só na parte conservada, mas também ao redor onde a um maior aproveitamento dos recursos ambientais.; b) necessidade de manter a área de preservação permanente em volta dos rios; c) nos espaços urbanos o coeficiente de construção delimita o máximo da área permitida a vir ser construída em determinado imóvel. É importante manter uma parte dos imóveis sem construção para que haja impermeabilização das águas e assim evitando as enchentes; d) poluição sonora.

O princípio da função socioambiental da propriedade está ligado às variações dos tipos de meio ambiente. O meio ambiente pode ser: a) natural: constituído pelo solo, água, ar, flora e fauna; b) artificial: envolve a cidade e o meio urbano em si. um exemplo de lesão é a própria poluição visual que pode resultar em estresse; c) cultural; d) do trabalho: é demonstrado através da inclusão do bem-estar no trabalho, era lesado por exemplo com as cadeiras específicas para destros. o meio ambiente do trabalho, mas também em toda sua generalidade deve ser pensado como uma “arquitetura universal”. onde o acesso a rampa e escada, não é suficiente, mas apenas rampas que se tornam acessíveis a todos, logo devemos com essa união mudar a forma que pensamos, constituímos e compreendemos a vida; e) virtual: é poluição que pode ser exemplificada pela caixa de SPAM, que polui dentro e fora do ambiente virtual, tendo em vista que sua armazenagem exige energia e resfriamento.

Assim o Direito Ambiental visa a proteção não somente dos bens vistos de forma unitária, como se fosse microbens isolados, tais como rios, ar, fauna, flora, mas como um macrobem, o ambiente como um todo que engloba todos os microbens em conjunto assim como suas relações e interações.



Entre os mais importantes princípios temos a precaução e a prevenção, ambos se relacionam e estão ligados a situações de risco em virtude da dinâmica do conhecimento científico. Evitar a incidência de danos ambientais é melhor que remediá-los, essa é a ideia chave dos princípios da prevenção e da precaução, já que as sequelas do meio ambiente muitas vezes são graves e irreparáveis. A tendência primária em âmbito global em matéria de Direito Ambiental é a prevenção e não a reparação

O princípio da prevenção visa evitar que o dano possa ser produzido e por tanto são adotadas medidas preventivas, mas não é aplicado em qualquer tipo de situação sendo necessário que se tenha certeza científica do impacto ambiental de determinada atividade, assim visando diminuir ou eliminar os efeitos negativos, exemplifica-se por meio de estudos prévio de impacto ambiental.

Em ambos os casos se adotam medidas em favor do meio ambiente, tirando o “elemento” de circulação, assim é adotada uma postura de fixação de determinados procedimentos de segurança, de grande importância salientar que o risco deve ser relevante, uma vez que, tais princípios não se baseiam no direito do medo.

Evitar a incidência de danos ambientais é melhor que remediá-los. Essa é a ideia chave dos princípios da prevenção e da precaução, já que as sequelas do meio ambiente muitas vezes são graves e irreparáveis. A tendência primária em âmbito global em matéria de Direito Ambiental é a prevenção e não a reparação

O princípio da prevenção visa evitar que o dano possa vir à ser produzido e por tanto são adotadas medidas preventivas, mas não é aplicado em qualquer tipo de situação sendo necessário que se tenha certeza científica do impacto ambiental negativo de determinada atividade, assim visando diminuir ou eliminar os efeitos negativos.

O princípio da precaução é considerado como garantia contra riscos potenciais, pois de acordo com o estado atual do conhecimento não se pode mensurar seu impacto, logo a incerteza científica milita em favor do meio ambiente, devendo o interessado provar que as intervenções pretendidas não são perigosas ou danosas ao meio ambiente, todavia o risco deve ser grave e irreversível e não qualquer risco, pois, assim se inviabilizaria o próprio desenvolvimento econômico e científico. Com intuito de complementar a necessidade de aplicação desses princípios.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Existe atualmente uma enorme preocupação com as gerações presentes e futuras, já que o desenvolvimento sustentável não se concretiza pensando na sustentabilidade isoladamente. A palavra sustentável deriva do latim *sustentare* e significa sustentar, apoiar, conservar e cuidar. O conceito de sustentabilidade aborda a maneira como devemos agir perante a natureza, além disso, ele pode ser aplicado desde uma comunidade até todo o planeta.

Deve o uso dos bens serem feitos sem afetar as possibilidades de uso posterior, gerando-se o conceito de herança geracional. Proporcionando encargos as gerações presentes em prol das gerações futuras, aqui não se apega às pessoas, mas aos bens ambientais com intuito que o direito ao meio ambiente equilibrado se perpetue no tempo, trazendo uma vida de qualidade a todos.

BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988.

DINIZ, Maria Helena. O estado atual do Biodireito. São Paulo: Saraiva, 2010.

GONÇALVES, Luiz Cláudio. Planejamento de Energia e Metodologia de Avaliação Ambiental Estratégica: Conceitos e Críticas. 1ª Ed. Curitiba: Juruá, 2009,

GRAU, Eros Grau. Princípios fundamentais de direito Ambiental. Revista de Direito Ambiental, São Paulo: Ed. Revista dos Tribunais, n. 02., 1997.

SIRVINSKAS, Luís Paulo. Manual de direito ambiental. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

SILVA, Romeu Faria Thomé da. Manual de direito ambiental. 5. ed. Salvador: Editora JusPODIVM, 2019. 905 p.

STJ. Superior Tribunal de Justiça Disponível em: <https://stj.jusbrasil.com.br/jurisprudencia/6060024/recurso-especial-resp-972902-rs-2007-0175882-0/inteiro-teor-12193311>por Acesso em 30 dez 2020.

TELLA, Maria José Falcón y; TELLA, Fernando Falcón y. Fundamento e finalidade da sanção: existe um direito de castigar? Tradução Cláudia de Miranda Avena. Revisão Luiz Flávio Gomes. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais, 2008.



CAPÍTULO 28

REDUÇÃO DE PERDAS NA PÓS COLHEITA DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Lucia Tamires Gehrman Buchweitz, graduanda do curso de Tecnologia em alimentos da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS
Rosana Colussi, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

RESUMO


A produção de alimentos é bastante elevada no mundo com aproximadamente 3,8 bilhões de toneladas por ano, por outro lado 30% da produção mundial, é desperdiçado, sendo que no Brasil a fome afeta 14 milhões de pessoas, sendo que esse valor seria necessário para suprir as necessidades nutricionais dessa população. Esse trabalho realizou-se na cidade de Canguçu-RS através de um questionário a estabelecimentos, como mercados, supermercados e feiras, e teve por objetivo avaliar os pontos de desperdício de frutas e hortaliças, bem como o percentual das perdas, as causas e medidas para evitar o desperdício.

PALAVRAS-CHAVE: Fome, Desperdício, Produção, Canguçu

INTRODUÇÃO

De acordo com os dados da Food Agriculture Organization (FAO, 2018), a produção total de alimentos no mundo atinge atualmente cerca de 3,8 bilhões de toneladas por ano. Entre os maiores produtores mundiais, o Brasil produz 353 milhões de toneladas de alimentos, como grãos, carnes, frutas, hortaliças, entre outros o que corresponde a 9% da produção mundial. A produção de frutas gira em torno de 45 milhões de toneladas, onde 65% são consumidas internamente e 35% destinadas ao mercado externo. Dos 65% destinados ao mercado interno, estima-se que são desperdiçadas 41 mil toneladas de alimentos anualmente, enquanto a fome afeta 14 milhões de pessoas. No mundo o desperdício chega a 1,3 bilhões de toneladas, o que corresponde a 30% do total produzido (FAO, 2018).

No Brasil a fome afeta 14 milhões de pessoas (FAO, 2020). Na venda, o país desperdiça 22 bilhões de calorias, o que seria suficiente para satisfazer as necessidades nutricionais de 11 milhões de pessoas e permitiria reduzir a fome em níveis inferiores de 5% (FAO, 2020). Segundo a Embrapa (2018), o desperdício de alimentos ocorre em toda a cadeia de produção: sendo que 10% correspondem a perdas no campo, 50% no manuseio e transporte, 30% na



comercialização e abastecimento, e 10% é desperdiçado em supermercados, restaurantes e nas próprias residências.

Nos últimos anos há um grande enfoque em como devemos nos preparar com o aumento da população, produzindo mais. Entretanto, não precisaríamos produzir mais se conseguíssemos reduzir os desperdícios, principalmente no setor de frutas e hortaliças. E, também, a prevenção da perda de alimentos pode contribuir para reduzir as emissões do setor agrícola, diminuindo a pressão sobre os recursos naturais e evitando a necessidade de converter terras e expandir a fronteira agrícola. (FAO, 2019). Mas existem também formas de evitar as perdas e os desperdícios em todos os escalões da cadeia, principalmente com o investimento em infraestrutura e capital físico. É necessário melhorar a eficiência dos sistemas alimentares e a governança sobre o tema, por meio de marcos normativos, investimentos, incentivos e alianças estratégicas entre o setor público e o privado (FAO, 2020). Neste contexto, este estudo teve por objetivo verificar os principais pontos de desperdícios de frutas e hortaliças em diferentes estabelecimentos comerciais, bem como, avaliar as causas e consequências destes para posteriormente encontrarmos métodos para aumentar a vida útil.

METODOLOGIA

O presente estudo foi conduzido através de uma pesquisa de mercado realizada no município de Canguçu, Rio Grande do Sul, Brasil. O questionário apresentado no Quadro 1 foi aplicado na forma de abordagem direta, em 18 estabelecimentos comerciais, dentre eles, supermercados, mercados e feiras.

Figura 1: Questionário aplicado para pesquisa de mercado

1. Qual tipo de estabelecimento?
2. De onde provém as frutas e hortaliças comercializadas?
3. Quais as condições de transporte?
4. As frutas e hortaliças sofrem algum dano durante o transporte, que diminui a qualidade? Quais?
5. Quais as frutas e hortaliças que apresentam maior percentual de danos durante o transporte?
6. Ao chegar no estabelecimento, as frutas e hortaliças são diretamente expostas ou são acondicionadas?
7. Se são acondicionadas, qual é a forma?
8. Há alguma pessoa treinada com qualificação em alimentos para fazer a melhor forma de acondicionamento?
9. Durante a comercialização, quais os principais danos que as frutas e hortaliças sofrem que diminui a qualidade?
10. Qual é o principal fator que influencia no aumento dos danos das frutas e hortaliças?
11. Qual percentual de perdas na comercialização?
12. Quais frutas e hortaliças tem disponibilidade o ano inteiro?
13. Qual tem menor vida útil?
14. Em época de safra, as frutas e hortaliças são adquiridas na CEASA ou com agricultores?
15. O que você acha que pode ser feito para diminuir o desperdício?
16. Já foi implementado, ou já ouviu falar de Boas Práticas de Fabricação, POPs ou 5 Sentos.
17. Há algum órgão de fiscalização municipal?
18. Este órgão já fiscalizou seu estabelecimento?

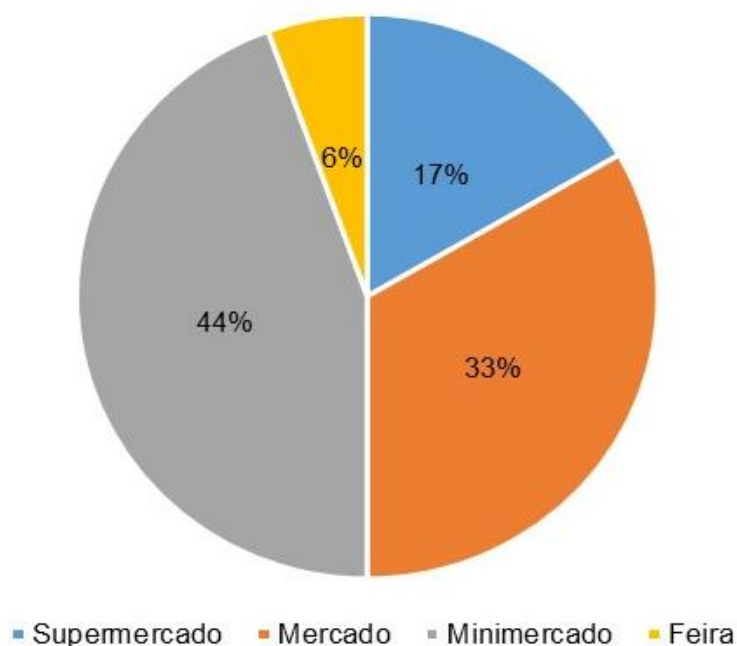
SESSÕES DO ARTIGO

O presente estudo foi conduzido através de uma pesquisa de mercado realizada no município de Canguçu, Rio Grande do Sul, Brasil. O questionário apresentado no Quadro 1 foi aplicado na forma de abordagem direta, em 18 estabelecimentos comerciais, dentre eles, supermercados, mercados e feiras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A relação dos tipos de estabelecimentos entrevistados está apresentado na Figura 2.

Figura 2: Estabelecimentos entrevistados para conclusão da pesquisa;



Dos estabelecimentos entrevistados 44% foram minimercados, 33% mercados, 17% supermercados e 6% foram feiras.

Ao serem questionados de onde provêm as frutas e hortaliças comercializadas, verificou-se que 61% são adquiridas pela CEASA (Centro de Abastecimento do Estado Do Rio Grande do Sul), 11% da agricultura familiar e 28% dos estabelecimentos responderam que adquirem de ambos os locais. Os estabelecimentos reportam que a aquisição dos diferentes locais é dependente da sazonalidade das frutas e hortaliças.

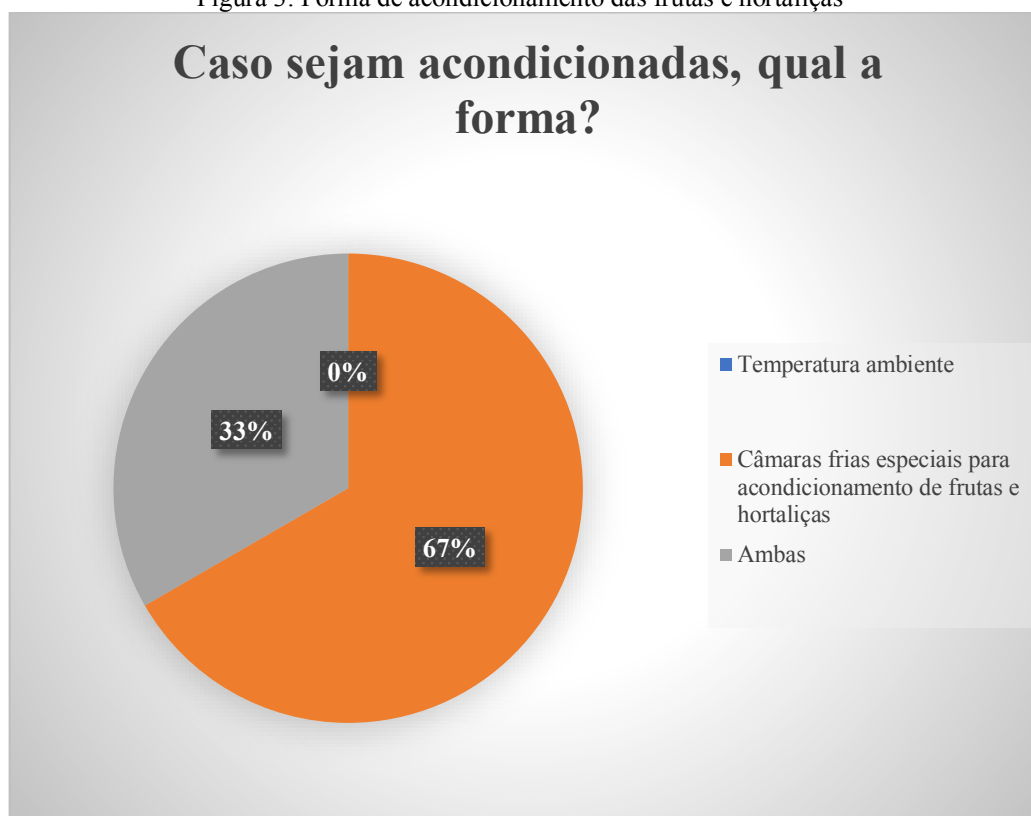
Das condições de transporte até o estabelecimento, 33% são feitas em caminhões com câmara fria, 28% caminhonetes sem refrigeração coberta por lonas, 17% caminhonetes com as

frutas e hortaliças expostas, e 22% com ambos (câmara fria e caminhonetes sem refrigeração coberta por lonas, pois alguns estabelecimentos tem suas frutas e hortaliças adquiridas tanto pela CEASA, como com agricultores). Nota-se que as más condições de transporte são umas das maiores causas de perdas nesta etapa, entretanto, ao questionar os estabelecimentos qual a opinião destes quanto às perdas durante o transporte, a maioria expressou opinião de que não há danos durante a etapa de transporte (67%).

Ao questionar quais frutas e hortaliças sofrem mais danos durante o transporte, 59% dos estabelecimentos reportam que não há danos durante esta etapa, os demais reportam que o tomate sofre 18%, alface, banana, maçã com 5%, manga e mamão com 4%. Destes danos, os estabelecimentos reportam que os danos físicos atingem o primeiro lugar com 75%, manipulação 12% e danos microbiológicos 13%.

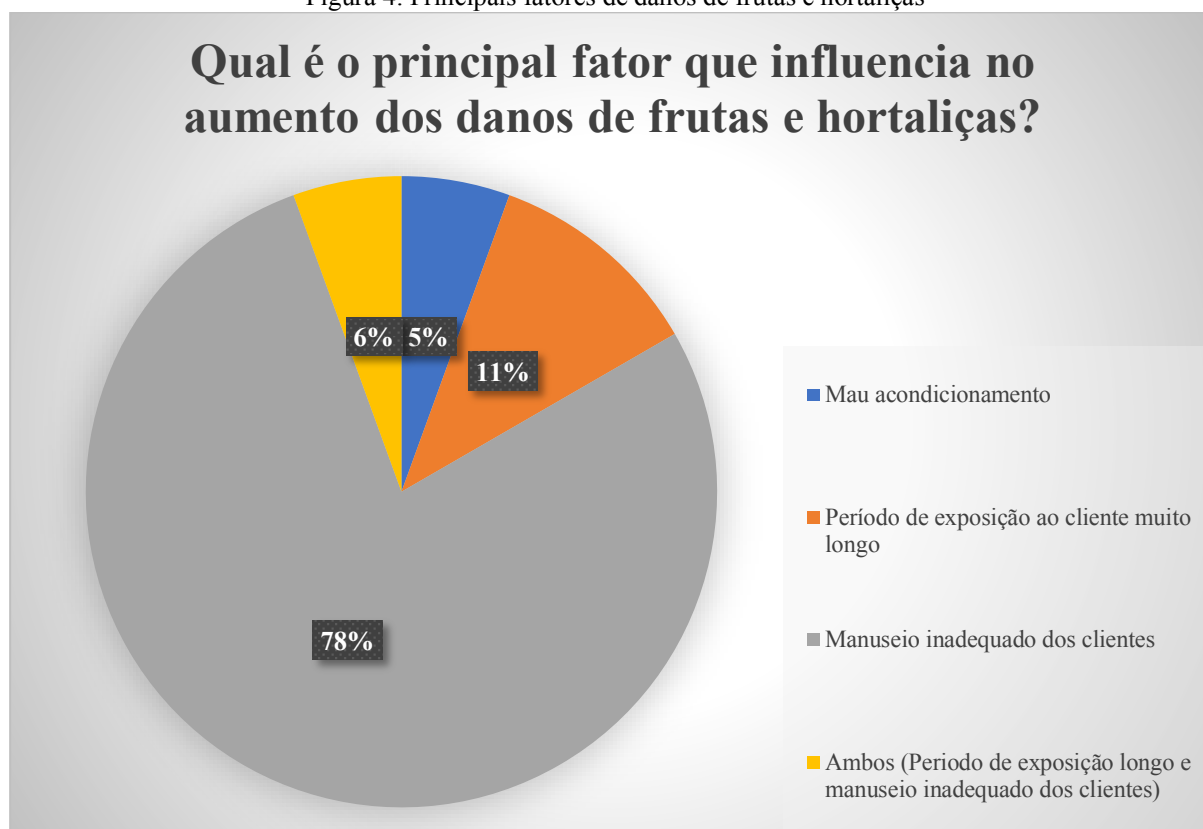
Ao aplicar a questão 6, os estabelecimentos reportam que 33% das frutas e hortaliças são diretamente expostas, 67% acondicionadas. A exposição direta das frutas e hortaliças pode favorecer as perdas, uma vez que os produtos altamente perecíveis que estiverem em grandes quantidades não forem comercializados imediatamente. As principais formas de acondicionamento são pelo uso do frio. Os estabelecimentos reportam ainda, quase a totalidade que não há uma pessoa treinada para definir a melhor forma de acondicionamento.

Figura 3: Forma de acondicionamento das frutas e hortaliças



De acordo com a presente pesquisa, observou-se que a manipulação é o principal causador de danos que as frutas e hortaliças sofrem durante a comercialização. Segundo os estabelecimentos a manipulação inadequada de clientes é o principal fator que influencia no aumento dos danos de frutas e hortaliças com 78%, seguido de período de exposição aos clientes por um período de tempo longo, seguida de mau acondicionamento com 5%, e 6% ambos (período de exposição longo e manuseio inadequado dos clientes). O percentual de perdas durante comercialização reportado foi de 22,15%.


Figura 4: Principais fatores de danos de frutas e hortaliças



Quanto a disponibilidade, a fruta que apresenta maior percentual foi a banana com 15%, seguida da maçã com 14% e após mamão com 13%, e com menor percentual laranja, alho e cebola, ambos com 1%. Ao questionar quais as frutas e hortaliças com menor vida útil, o tomate apareceu em primeiro lugar, com percentual de 32%, seguido do mamão de 23%.

Foi questionado aos estabelecimentos de onde eram adquiridas as frutas e hortaliças em época de safra, estes reportaram que 39% foram adquiridas pelos agricultores, 22% com a CEASA, e 39% com ambos.

Por fim, os estabelecimentos foram questionados quanto ao que pode ser feito para diminuir o desperdício, e assim aumentar a vida útil de frutas e hortaliças. Como resposta, a



manipulação foi o item mais citado com percentual de 73%, seguido de cuidado na exposição com 14%, e 5% maior cuidado no transporte, maior rotatividade do produto e compras em menores quantidades.

Pensando na comercialização de alimentos seguros, foi questionado se já foram implementadas as Boas práticas de Fabricação, POPs ou 5 Sentos no estabelecimento, onde 89% não implementou, e 11% já implementaram. Apesar de não ter implementada estas ferramentas da qualidade, os estabelecimentos tentam se manter dentro dos padrões de qualidade, visto que 78% dos estabelecimentos já passaram por processo de fiscalização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A manipulação inadequada de clientes é a principal causa de danos e conseqüentemente de perdas de frutas e hortaliças (78%), portanto, a manipulação adequada seria muito importante para diminuir os desperdícios. Cada estabelecimento deveria optar por ter um responsável, e realizar treinamentos entre funcionários e colaboradores, para melhorar as formas de acondicionamento, manipulação, armazenamento e exposição, pois a exposição direta das frutas e hortaliças também favorece as perdas, pois os produtos altamente perecíveis muitas vezes ficam a exposição de luz solar, umidade, etc, e, muitas vezes por um período de tempo prolongado, portanto seria necessário uma forma adequada de acondicionamento.

Seria necessário também haver uma fiscalização durante o transporte, porque a média de desperdício entre os estabelecimentos é menor (22,15%), do que a média nacional durante o transporte (50%). E, cabe a cada pessoa, na sua casa, seu estabelecimento, reduzir o desperdício, pois todo descarte causa perdas sociais e econômicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. 2018. Ciência que transforma, disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortalicas>, acesso em 02/09/2019.

FAO. Food Agriculture Organization 2020. Disponível em <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/pt/c/239394/>. Acesso em 17/09/2020

FAO. Food Agriculture Organization 2019. Disponível em <https://nacoesunidas.org/fao-reduzir-desperdicio-de-alimentos-contribui-para-combate-as-mudancas-climaticas/>. Acesso em 17/09/2020.



FAO. Food Agriculture Organization. 2018. Disponível em:
<http://www.fao.org/home/en/>. Acesso em 02/09/2019.



CAPÍTULO 29

ANÁLISE SENSORIAL DE MACARRÃO COM FARINHA DE PESCADO DEFUMADO

Lucia Tamires Gehrman Buchweitz, Graduada de Tecnologia em alimentos, da Universidade Federal de Pelotas, RS

Pâmela Malavolta, Bacharela em Química de Alimentos, da Universidade Federal de Pelotas, RS

Raquel Moreira Oliveira, Graduada de Química de alimentos, da Universidade Federal de pelotas, RS

Nádia Carbonera, Professora do Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e de Alimentos, da Universidade Federal de Pelotas, RS

RESUMO


O Consumo de pescado no Brasil ainda é baixo, porém pode-se verificar também uma mudança no perfil nutricional da população, buscando uma alimentação mais saudável, portanto, torna-se necessário produtos inovadores, práticos e rápidos. A carne de pescado é altamente nutritiva, então se faz necessária a introdução do pescado a dieta. Então, este trabalho teve por objetivo produzir farinha de pescado defumada, realizar a formulação e avaliar os parâmetros sensoriais do produto. Os resultados obtidos mostram índices de aceitabilidade de 85%, portanto sua inclusão no mercado se torna uma alternativa viável.

PALAVRAS-CHAVE: Consumo, nutricional, pescado, defumada, aceitabilidade.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o consumo do pescado ainda é pouco expressivo, este baixo índice do consumo pode ser atribuído à falta de tradição (hábitos do consumidor), à pequena oferta do produto de fácil preparo e variados, disponibilidade de pescado e o fator socioeconômico do consumidor (Oetterer, 2018). Atualmente, verifica-se uma mudança no perfil nutricional da população, buscando uma alimentação mais saudável principalmente por produtos com alto valor proteico e que apresentem bons atributos nutricionais, extensão da vida útil e segurança do alimento. Uma alternativa para incrementar este consumo, pode ser direcionada em especial para alimentos de conveniência, pela oferta de novas formas de apresentação de produtos derivados do pescado, uma vez que a maior parte dele é consumida in natura, na forma de filé ou pescado inteiro eviscerado (Trondsen .T; Scholderer. J; Lund E; Eggen).

A indústria brasileira de pescado não tem acompanhado a inovação das indústrias de carnes bovinas e de aves, que fazem melhor uso da matéria prima e desenvolvem diferentes



produtos a partir dela. O consumidor está buscando produtos à base de pescado inovadores, rápidos e práticos. A carne de pescado é recomendada para o consumo humano, pois é de fácil digestibilidade e excelente fonte de proteínas de alto valor biológico vitamina A, D e complexo B, ácidos graxos essenciais e minerais, principalmente cálcio e fósforo. Por isso, se faz necessária a introdução de pescado na alimentação humana que contribuirá muito para a saúde do consumidor (Hall, 1992; Ranken, 1993).

Nossa dieta contém uma ampla variedade de proteínas de diferentes fontes. Proteínas derivadas de fontes animais, a exemplo dos pescados, são consideradas nutricionalmente superiores àquelas de origem vegetal, pois elas contêm um melhor balanço de aminoácidos essenciais para a dieta (Kristinsson & Rasco, 2000).


O processo de defumação é uma das alternativas para melhorar o aproveitamento de espécies de pescados. Na atualidade, não é mais empregada somente com o objetivo de conservação e sim como processo através do qual o produto adquire particularidades organolépticas agradáveis (Evangelista, 2000).

A massa alimentícia constitui uma das formas mais antigas de alimentação, sendo muito versátil, tanto do ponto de vista nutricional quanto do ponto de vista gastronômico, podendo ser de diversas formas preparadas e servidas. É um alimento produzido com tecnologia simples; de baixo custo; de fácil preparo; rápida e atrativa, disponível nos mais variados formatos, tamanhos e cores; tem vida de prateleira (ou vida útil) relativamente longa, como por exemplo, as massas frescas que tem vida útil em torno de 30 dias. Estas estão definitivamente incorporadas ao hábito alimentar do brasileiro, sendo consumida por todas as idades e classes sociais, servido como prato principal ou complemento, em muitas combinações, com alto índice de aceitabilidade. O Brasil está entre os cinco maiores produtores de macarrão do mundo, ficando como 2º maior consumidor, que já faz parte até da cesta básica dos brasileiros (ABIMA, 2007).

O presente trabalho teve como objetivo produzir farinha de pescado defumada através da carne de pescado, aplicando fumaça líquida, logo adiciona-la na formulação de massa de macarrão fresca para alimentação humana, e avaliar os aspectos sensoriais, visando contribuir com o aumento do consumo do pescado.

METODOLOGIA

A matéria prima utilizada foi apara de pescado, doados por empresa que não utiliza esta parte do pescado devido comercializar produtos de exportação. As aparas foram acondicionadas



em caixa térmica até o Laboratório de processamento de Alimentos de origem animal da UFPel-Campus Capão do Leão.

As aparas foram limpas, imersas em água clorada, posteriormente em água com bicarbonato de sódio. Adicionou-se fumaça líquida, em seguida foram levadas a estufa por 4 horas a temperatura de 60°C inicial e 80°C final. Após a defumação as aparas foram trituradas e peneiradas (peneira mesh 28) até apresentar aspecto de farinha para incorporação da massa.

Para o preparo da massa foram pesadas 500g de farinha de trigo, 40g (8%) de farinha de pescado defumada, 7g de sal (1,3%), 180g de ovo e 2,18g de fumaça líquida. Os ingredientes foram misturados, em seguida, ocorreu o processo de amassamento e, por último, passado em cilindro elétrico no formato de talharim. Após a moldagem, a massa foi acondicionada numa bandeja e armazenada em refrigerador para evitar contaminação ao produto.

Para a avaliação sensorial, foram convidadas aleatoriamente 50 pessoas não treinadas para a avaliação da aceitação e perfil de característica. As amostras foram cozidas com água e sal por 4 minutos e apresentadas com molho ao sugo. Foram oferecidas aos provadores para avaliação dos testes, escala hedônica estruturada de 9 pontos ancorada entre os pontos de mínimo e máximo: desgostei muitíssimo (1) até gostei muitíssimo (9); Quanto ao índice de compra a opção era marcar uma das alternativas; certamente compraria, provavelmente compraria, Talvez comprasse, talvez não comprasse, Provavelmente compraria ou Certamente compraria.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

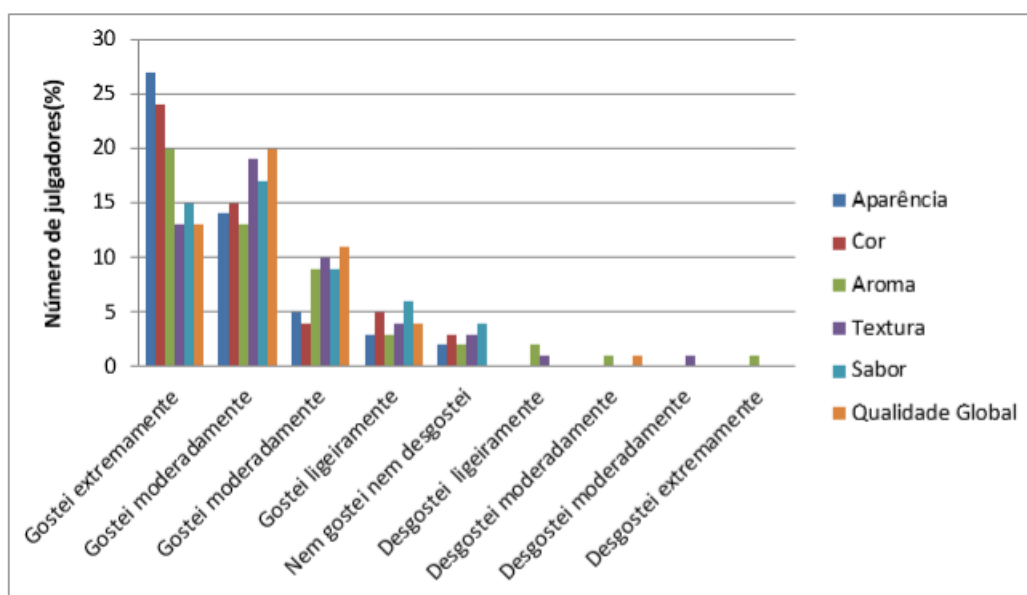
Os avaliadores participantes da análise sensorial de Macarrão com Farinha de pescado Defumado, 33,3% eram do sexo masculino e 66,7% do feminino, com idades entre 14 e 66 anos. A Figura 1 expressa a distribuição das notas atribuídas pelos provadores, a análise gráfica da distribuição das notas demonstraram que a maioria das opiniões foram registradas na região de aceitação da escala hedônica, resultando em índice de aceitabilidade de 85%.

Segundo Teixeira et al. (1987), os produtos são considerados aceitos em termos de suas propriedades sensoriais quando atingem índice de aceitabilidade de no mínimo 70%. Portanto, a avaliação sensorial realizada neste experimento demonstrou que o macarrão com farinha de pescado defumado apresentou um bom potencial para consumo, uma vez que os resultados obtidos no índice de aceitabilidade foi de 85%.

Os resultados encontrados neste trabalho foram superiores ao encontrado por Neto (2012), que obteve um índices de aceitabilidade de 72% e 77% na elaboração de massa alimentícia mista de farinhas de trigo e mesocarpo de babaçu fresca de macarrão enriquecida com pescado defumado.

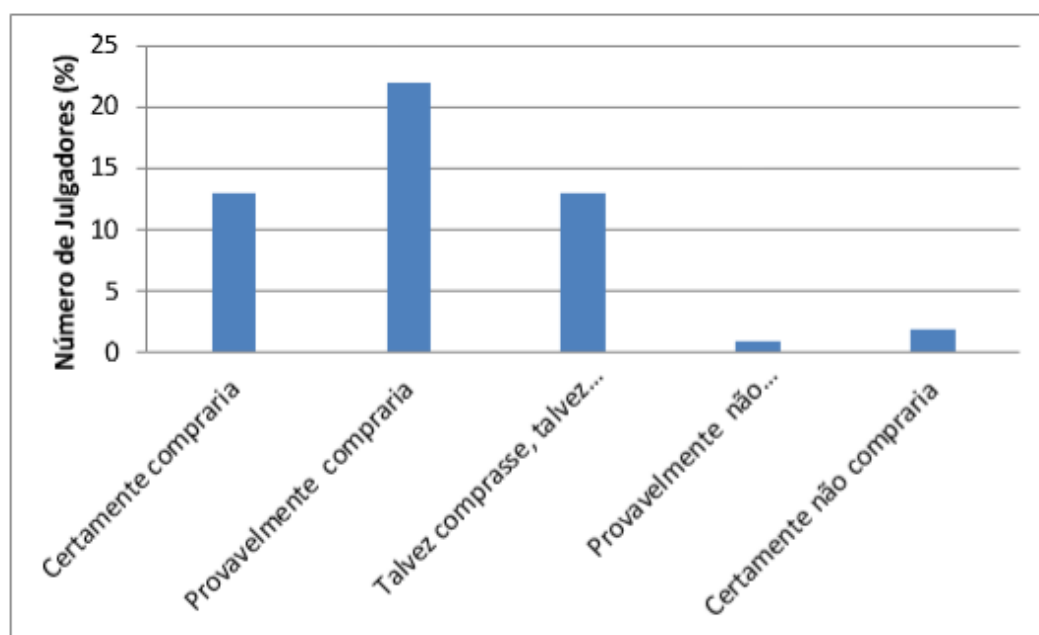
Através das fichas de análise sensoriais, pode-se relatar a boa aceitabilidade do produto nos atributos (aparência, cor, textura, aroma, sabor e qualidade global).

Figura 1: Freqüência de avaliação do macarrão com farinha de pescado defumado em relação aos atributos de aparência, cor, aroma, textura, sabor e qualidade global.



Em relação à Intenção de compra (Figura 2) obteve-se coerência com o índice de aceitabilidade, pois a maioria dos provadores relataram que provavelmente comprariam o produto. Provavelmente o alto índice de intenção de compra se deve ao fato de ser um produto novo e diferenciado em relação ao hábito de consumo dos provadores.

Figura 2: Frequência de resposta dos avaliadores em relação a intenção de compra de macarrão de com farinha de pescado defumado.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se verificar que o macarrão com farinha de pescado defumado apresentou na avaliação sensorial, ótima aceitabilidade com 85% de aprovação. Portanto, considerando que o pescado possui nutrientes importantes à saúde, é viável sua inclusão em alimentos processados, podendo ser uma alternativa para aumentar o consumo de pescado.

REFERÊNCIAS


Associação Brasileira das Indústrias de Massas Alimentícias – **ABIMA**, 2007. Disponível em: http://www.abima.com.br/est_mnacional.html. Acesso em 27 de Julho de 2018.

EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**: São Paulo; 2000.

HALL, GM. **Fish Processing Technology**. New York: VCH Publishers; 1992.

KRISTINSSON, HG.; RASCO, BA.; **Fish Protein Hydrolysates: Production, Biochemical and Functional Properties**. Critical Ver Food Sci Nutr. 2000; 40(1); 43-81.

NETO, C. A.A. 2012. **Desenvolvimento de Massa Alimentícia Mista de Farinhas de Trigo e Mesocarpo de Babaçu (*Orbignya sp.*)**. Rio de Janeiro. 82f. (Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, UFRRJ). Disponível em:



< <http://r1.ufrj.br/wp/ppgcta/files/2012/11/Adeval-Alexandre-Cavalcante-Neto1.pdf>>. Acesso em: 28 de julho. 2018.

OETTER, M. **Tecnologia do pescado: da adoção de técnicas de beneficiamento e conservação do pescado de água doce.** Disponível em: www.esalq.usp.br/departamentos/lan/pdf/beneficiamento.pdf. Acessado em 27 de Julho de 2018.

TRONDSSEN, T.; SCHOLDERED, J.; LUND, E.; EGGEN, AE.; **Perceived barriers to consumption of fish among Norwegian women.** Research Report. 2003; 41:301-14.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos.** Florianópolis: UFSC, 1987.

RANKEN, MD. **Manual de Industrias de los Alimentos.** 2º ed. Espanã: Editorial Acribia; 1993.



CAPÍTULO 30

PROPOSTA DE MODELO PARA O CÁLCULO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA BRUTA NO ESTADO DO CEARÁ ADOTANDO COEFICIENTES PONDERADORES

Marcus Vinícius Sousa Rodrigues, Doutor em Engenharia Civil, área de concentração em Recursos Hídricos. Professor do Magistério Superior da UFERSA

Marisete Dantas de Aquino, Doutora em Meio Ambiente Recursos Hídricos. Professora do Magistério Superior da UFC


RESUMO

A gestão dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica é a forma mais segura de garantir os usos múltiplos, por intermédio da adoção de instrumentos, tais como a cobrança pelo uso da água e a outorga de direito de uso da água. Mesmo prevista na Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, a cobrança pela água tem sido implementada nas bacias hidrográficas no Brasil de uma forma muito lenta. A cobrança pelo uso da água bruta no Ceará teve início no ano de 1996, tendo a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Ceará, como o órgão responsável pelo seu cálculo e sua efetivação. A metodologia para o cálculo do valor a ser pago pela água é bastante simples e de fácil aplicação, levando em consideração apenas o consumo. Vale salientar que até a presente data, a metodologia usada para calcular o valor a ser pago pelo usuário não sofreu nenhuma mudança significativa em sua estruturação. Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho é propor uma metodologia para o cálculo do valor a ser pago pela água, adotando coeficientes ponderativos que diferencie esse valor conforme a natureza do corpo hídrico (superficial ou subterrâneo) e a relação entre o volume consumido e o volume outorgado. Assim, concluiu-se que o modelo proposto se mostrou bastante simples e prático, sendo de fácil aplicação e implementação. Outra grande vantagem do modelo se deve ao fato de que o mesmo leva em consideração, de forma indireta, o volume outorgado no cálculo do valor a ser pago. Em resumo, pode-se considerar que o modelo se mostrou eficaz no que fora proposto, ou seja, que era a obtenção de um valor pelo consumo da água, por meio da adoção de coeficientes ponderadores.

PALVRAS-CHAVE: Gestão de águas, Cobrança pela água, Instrumentos de gerenciamento de recursos hídricos, Volume outorgado, Modelo de cobrança de bem público.

1 INTRODUÇÃO

Segundo De Brito e Azevedo (2020), a água doce é um recurso finito e vulnerável sendo essencial para o sustento da vida, o desenvolvimento e o meio ambiente. Armada e Lima (2017), salienta que a demanda por água tem aumentado com o próprio crescimento populacional e com o desenvolvimento de novas atividades econômicas.



Conforme Rodrigues e Aquino (2014), o crescimento econômico desordenado somado ao mau uso da água contribuem para um desbalanço entre a oferta e a demanda, favorecendo assim a escassez desse recurso. O risco de escassez de água é então provocado, principalmente, por exploração excessiva, poluição e aumento da demanda pelo seu consumo (ASSIS; RIBEIRO; MORAES, 2018). Segundo Brito e Aguiar (2019), a escassez é um elemento gerador de conflitos pois pode impossibilitar que todos tenham acesso a água.


A partir da escassez dos recursos hídricos, esse recurso passa a ser objeto de maior interesse e estudo da economia, fato ilustrado recentemente pela valoração da água adotada nas políticas de recursos hídricos (NUNES JÚNIOR; MAGALHÃES JÚNIOR, 2009). A gestão dos recursos hídricos é a forma mais segura de garantir os usos múltiplos da água, por meio da adoção de instrumentos de gerenciamento. Finkler et al. (2015) afirma que a aplicação de instrumentos na gestão de águas objetiva incentivar o uso racional da água.

A cobrança pelo uso de recursos hídricos, prevista desde o Código das Águas, Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, é um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída pela Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, comumente conhecida como a “Lei das Águas”.

Segundo Magalhães Filho, Vergara e Rodrigues (2015), a lei das águas estabeleceu que a água tem valor econômico e a cobrança pelo seu uso como um dos instrumentos de gestão dos recursos hídricos. Conforme Santos et al. (2019), a lei das águas se refere as águas de domínio da União, enquanto cada estado tem autonomia de criar suas próprias leis de modo a gerir seus recursos hídricos, observando os princípios contidos na PNRH.

De acordo com Rosa (2019), a cobrança pela água atua de modo a gerar incentivos para garantir o uso eficiente da água evitando assim a sua superexploração. Já Ostrensky e Garcia (2017) afirma que a cobrança pela água tem duas dimensões, uma econômica, voltada para a racionalização do seu uso, e outra financeira, focada em arrecadar recursos para se investimento na gestão hídrica.

A cobrança pela água deve arrecadar recursos de modo a dar suporte financeiro ao sistema de gerenciamento e as ações estabelecidas nos planos de bacias hidrográficas. Além disso, a cobrança deve indicar a sociedade que a água é um bem escasso e dotado de valor econômico (SILVEIRA; FORGIARINI; GOLDENFUM, 2009). Dessa forma, Mendonça et al. (2017) afirma que a cobrança é um instrumento econômico de gestão hídrica tendo como base as externalidades.



Mesmo com o respaldo da Lei nº 9.433/1997, e das políticas estaduais de recursos hídricos, a cobrança vem sendo implantada nas bacias hidrográficas brasileiras de uma forma muito lenta. Na atualidade, a cobrança é aplicada em águas de domínio da União, nas bacias hidrográficas do rio Paraíba do Sul, dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, do rio São Francisco e do rio Doce.

Em águas de domínio estadual, a cobrança já se aplicada nos Estado do Ceará, que foi o pioneiro no Brasil, Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Paraíba. Segundo Ribeiro e Hora (2019), apenas três estados brasileiros, Ceará, Paraíba e Rio de Janeiro, até momento conseguiram operacionalizar a cobrança pelo uso da águas em toda a extensão de seus territórios.

O Estado do Ceará foi um dos primeiros estados a promulgar uma lei específica referente aos recursos hídricos, antecipando até mesmo a União. Ou seja, em 24 de julho de 1992, foi sancionada a Lei nº 11.996, que dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Vale salientar que esta lei foi substituída pela Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010.

A cobrança no Ceará teve início no ano de 1996, por meio do Decreto nº 24.264, de 12 de novembro de 1996. Segundo Campos, Campos e Mota (2009), esse decreto atribui à Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará – COGERH a competência para praticar a cobrança, onde os recursos arrecadados por ela são suficientes para a administração da companhia e para o funcionamento dos comitês das bacias hidrográficas cearenses.

Carrera-Fernandez e Garrido (2000), afirma que a metodologia para cálculo da cobrança adotada no Ceará foi desenvolvida por meio de negociação entre os interessados sem fundamentação econômica, de uma forma *ad hoc*. É importante destacar o fato de que até a presente data o modelo para o cálculo da cobrança no Ceará não sofreu nenhuma alteração estrutural significativa.

Dessa forma, o trabalho tem como objetivo principal propor uma metodologia para o cálculo do valor a ser pago pelo uso da água, em que se considere coeficientes ponderativos que diferencie esse valor conforme a natureza do corpo hídrico (superficial ou subterrâneo) e a relação entre o volume consumido e o volume outorgado. Para isso este modelo será aplicado na sub-bacia do Rio Salgado no setor usuário do abastecimento público.



2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta seção se divide em duas partes. Inicialmente, será feita uma descrição da metodologia adotada atualmente no Estado do Ceará usada para calcular o valor a ser pago pelo uso da água pelo usuários de recursos hídricos dos corpos d'águas do território cearense. Em seguida, será apresentada a metodologia proposta nesta pesquisa que adota coeficiente ponderadores que objetivam diferenciar o valor a ser pago pelo uso da água bruta de acordo com a natureza do corpo d'água e a relação entre o consumo e a outorga de direito do uso da água.

2.1 MODELO ATUAL

Com dito anteriormente, a cobrança pelo uso das águas no Estado do Ceará já é aplicada desde o ano de 1996 e o órgão responsável pelo cálculo dessa cobrança é a COGERH, sendo esta companhia responsável pelo gerenciamento da oferta das águas estaduais, tanto superficial como subterrânea.


É importante destacar que inicialmente o instrumento da cobrança pela água foi aplicada apenas para os setores da indústria e as concessionárias de serviço de água potável, apresentando como base de cálculo o volume, em metros cúbico, efetivamente consumido (RODRIGUES; AQUINO; THOMAZ, 2017). Entretanto, segundo Hartmann (2010), a cobrança pelo uso da água bruta só passa a ser aplicada para todas as categorias de uso a partir do ano de 2004.

O modelo atual para o cálculo do valor a ser pago pelo uso da água apresenta a forma binomial envolvendo um componente referente ao consumo (tarifa de consumo) e outro equivalente à demanda outorgada (tarifa de outorga), como mostrado na equação

$$C = T_{out}V_{out} + T_{ef}V_{ef} \quad (1)$$

em que: C é o valor a ser pago pelo usuário, em R\$; T_{out} é a tarifa padrão da outorga de longo prazo, em R\$/m³; V_{out} é o volume outorgado pelo usuário, em m³; T_{ef} é a tarifa padrão sobre o volume efetivamente consumido, em R\$/m³; e, V_{ef} é o volume efetivamente consumido pelo usuário, em m³.

Para Hartmann (2010), devido à escassez, essa estrutura apresentada tem efeitos positivos, tanto para incentivar os usuários a reduzirem seu consumo, como também adequarem suas outorgas solicitadas à verdadeira necessidade, deixando assim de acumular sem necessidade, direitos de usos escassos.



Em decorrência da necessidade de estruturação do órgão de gerenciamento, da universalização da outorga, assim como uma maior compreensão e aceitação dos usuários, a cobrança deverá ser implementada de forma monomial, admitindo apenas a tarifa de consumo (CEARÁ, 2019).

Dessa forma, até o presente momento a tarifa padrão da outorga de longo prazo, indicado por T_{out} , tem sido considerado zero. Assim, o volume outorgado pelos usuários não são levados em consideração no cálculo o valor a ser pago pela água bruta.

Logo, o modelo usado para o cálculo do valor a ser pago pelo uso da água no Estado do Ceará é dado pela fórmula monomial

$$C = T_{ef} V_{ef} \quad (2)$$


Uma vez que a outorga pelo direito do uso da água é um instrumento de gerenciamento que antecede a cobrança pela água, o fato de não se considerar o volume outorgado pode favorecer a não racionalização do uso da água, comprometendo o gerenciamento das águas no estado. Conforme Rodrigues e Aquino (2019), todo usuário que pague pelo uso da água do Estado deve estar regularmente outorgado pela Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SRH.

Diferentemente do que ocorre na maioria das metodologias de cobrança pelo uso da água implementadas em bacias brasileiras, no Ceará a base de cálculo usa apenas o consumo efetivo, onde não se faz distinção entre captação e consumo. Neste caso, se considera que o volume de retorno é igual à zero, ou seja, a vazão de retirada (captada) é igual à vazão de consumo.

Conforme a legislação vigente, o volume mensal de água bruta consumida pelos usuários, para efeito de cobrança, tanto para captação de água superficial quanto subterrânea, será calculado através dos seguintes métodos: utilização de hidrômetro volumétrico; medições frequentes de vazões; e mediante estimativas indiretas (CEARÁ, 2019).

Os usos de recursos hídricos considerados na cobrança no Estado do Ceará são: o abastecimento público, a indústria, a irrigação, a piscicultura, a carcinicultura, água mineral e potável de mesa e demais usos (CEARÁ, 2019).

As tarifas usadas para o cálculo da cobrança pelo uso da água bruta em vigência atualmente no Ceará são definidas pelo Decreto nº 33.024, de 27 de março de 2019. Pode-se observar que a tarifa de consumo praticada atualmente para a cobrança no Ceará varia de acordo



como os seguintes critérios: tipo de uso; localização que se encontra o usuário, no caso do abastecimento público; quem realiza a captação, se o próprio usuário ou a COGERH; e conforme o volume consumido pelo usuário, no caso da irrigação.

Segundo a Lei nº 14.844/2010 a definição de tarifa T_{ef} para a cobrança da água devem ser levados em consideração os seguintes critérios:

“Classe de uso preponderante em que for enquadrado o corpo hídrico onde se localiza o uso; disponibilidade hídrica local; grau de regularização assegurado por obras hidráulicas; vazão captada e seu regime de variação; consumo efetivo; e, finalidade a que se destina o uso (CEARÁ, 2010)”.

É importante destacar que conforme o texto legal a cobrança nas bacias cearense não seria uniforme. Entretanto, como na prática, são considerados outros critérios para a diferenciação das tarifas de consumo, pode-se então afirmar que o modelo atual está em desacordo com a legislação vigente de recursos hídricos no Estado. Além disso, segundo Rodrigues (2014), a cobrança pelo lançamento de efluentes, mesmo prevista em lei, ainda não está efetivada.

2.2 MODELO PROPOSTO


Será proposto neste trabalho um modelo de cobrança pelo uso da água, cuja base de cálculo é o consumo efetivo, tendo uma única parcela, referente ao volume efetivamente consumido pelo usuário. Este modelo adota em sua metodologia coeficientes ponderadores de modo a diferenciar a cobrança pelo uso da água no abastecimento conforme o regime de captação do usuário e a natureza do corpo d'água (superficial ou subterrânea) em que se faz a retirada.

A metodologia adota o seguinte modelo para o cálculo da cobrança pelo uso da água, de acordo com o consumo efetivo,

$$C = PU \cdot V_{ef} \cdot K_{cap} \cdot K_{nat} \quad (3)$$

em que: C é o valor anual a ser pago pelo usuário, em R\$; PU é o preço unitário da água para o abastecimento público, em R\$/m³; V_{ef} é o volume efetivamente consumido durante o ano, em m³/ano; K_{cap} é o coeficiente ponderador de captação e seu regime de variação; e, K_{nat} é o coeficiente ponderador de natureza do corpo d'água em que se faz a captação.

A base de cálculo deste modelo é o volume consumido durante o ano e os coeficientes definidos no modelo, equação (3), tem a intenção de refletir características de ordem qualitativa. Em seguida serão descritos de forma sucinta os coeficientes ponderadores propostos no modelo.



O coeficiente ponderador de volume captado e seu regime de variação, indicado por K_{cap} , leva em consideração a outorga de direito de uso dos recursos hídricos, estabelecendo uma relação entre o volume outorgado e o volume captado. Pode-se definir reserva de água como a diferença entre o volume captado e o volume outorgado, por parte de um usuário.

Na situação em que um usuário de uma bacia hidrográfica apresenta um volume consumido bem inferior ao seu volume outorgado, acarretará uma grande reserva de água por parte desse usuário, podendo então comprometer a eficiência do sistema de gerenciamento das águas na bacia. Outra situação que pode comprometer o gerenciamento de recursos hídricos de uma bacia hidrográfica é aquela em que um usuário consome um volume superior ao volume outorgado.

Um usuário de uma bacia que apresente uma das duas situações pode impactar diretamente na emissão de outorgas de novos usuários ou ampliação do sistema de usuários existentes, podendo ainda comprometer o fornecimento de água para os demais usuários dessa bacia.

Assim, um usuário que apresente uma grande reserva de água, que capta um volume inferior a 70% do volume outorgado junto a SRH, ou que consume um volume superior ao volume outorgado, deve pagar mais pelo uso da água. Este coeficiente terá o papel de diferenciar a cobrança conforme a relação entre o volume consumido e volume outorgado de cada usuário.

Dessa forma, define-se razão de consumo, indicada por RC, como a razão entre o volume efetivamente consumido durante o ano, V_{ef} , pelo volume anual outorgado, V_{out} , pelo usuário. Isto é:

$$RC = \frac{V_{ef}}{V_{out}} \quad (4)$$

De modo a desestimular grandes reservas ($V_{ef} < 0,7V_{out}$) e consumo superior à outorga ($V_{ef} > V_{out}$), propõe-se um coeficiente K_{nat} diferenciado, de modo a elevar a cobrança da água nesses casos considerados extremos. Ou seja, um usuário que se apresenta com um consumo considerado aceitável estará na faixa de RC

$$0,7 \leq RC \leq 1,0 \quad (5)$$

Dessa forma, serão propostos o seguinte modelo para o cálculo deste coeficiente,

$$K_{\text{cap}} = \begin{cases} 2 \exp(-0,9902 \cdot RC) & RC < 0,7 \\ 1,0 & 0,7 \leq RC \leq 1,0 \\ 2 - \frac{1}{RC} & RC > 1,0 \end{cases} \quad (6)$$

Um usuário que esteja fora da faixa definida em (5) pode reduzir o valor a ser pago pelo consumo de água, por intermédio de uma redefinição do seu volume outorgado de acordo com o seu consumo real.

A adoção deste coeficiente é bastante viável, podendo ser usado como uma ferramenta bastante útil no gerenciamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica. Porém, para este critério seja usado de modo eficiente é necessário que a fiscalização dos recursos hídricos do Estado seja atuante e eficiente.

O coeficiente ponderador de natureza do corpo d'água, indicado por K_{nat} , relaciona-se com a natureza do corpo d'água captado para consumo, possuindo as categorias captações superficiais e subterrâneas. No gerenciamento dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica, pode-se usar esse critério com o intuito de coibir ou incentivar a retirada de água em certos mananciais dessa bacia, superficiais ou subterrâneos, conforme estejam ou não comprometidos ou sob interesse estratégico de gestão.

Este coeficiente visa diferenciar a cobrança de acordo com o corpo d'água em que é realizada a retirada de água para o consumo. Neste trabalho será considerado o termo captação para a retirada de água em corpos hídricos superficiais e o termo extração para a retirada de água de um aquífero subterrâneo.


Dessa forma, o coeficiente K_{nat} , para as modalidades captação e extração, será definido, respectivamente, a partir da razão entre as captações de água superficial e pela demanda total e da razão das extrações de água subterrânea pela demanda total. Então, define-se o índice de captação em corpos superficiais, indicado In_{cap} , da seguinte forma:

$$In_{\text{cap}} = \frac{V_{\text{cap}}}{V_{\text{total}}} \quad (7)$$

enquanto, o índice de extração em aquíferos subterrâneos, indicado por In_{ext} , será definido por:

$$In_{\text{ext}} = \frac{V_{\text{ext}}}{V_{\text{total}}} \quad (8)$$

onde: V_{sup} é o volume anual total consumido na bacia proveniente de captações em corpos hídricos superficiais, em m^3 ; V_{sub} é o volume anual total consumido na bacia, proveniente de extrações em corpos hídricos subterrâneos, em m^3 ; e, V_{total} é o volume total consumido na bacia (a soma entre os volumes captado, V_{cap} , e extraído, V_{ext} , ambos em metros cúbicos).



Logo, os índices calculados em (7) e (8), indicam os percentuais de usos dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos na bacia hidrográfica, respectivamente. Assim, se uma das naturezas, superficial ou subterrânea, estiver sendo excessivamente explorado na bacia, então o preço pelo uso água desses mananciais deve ter um valor elevado, de modo a incentivar o consumo equilibrado para não comprometer as gerações futuras. Em caso contrário, o preço da água deve ter um valor inferior.

Desta forma, o coeficiente ponderador de natureza do corpo d'água é definido por:

$$K_{\text{nat}} = \begin{cases} 0,5 + I_{\text{cap}} & \text{corpos superficiais} \\ 0,5 + I_{\text{ext}} & \text{corpos subterrâneos} \end{cases} \quad (9)$$

No caso em que na bacia só haja captações em corpos hídricos superficiais, ou seja $V_{\text{sub}} = 0$, então K_{nat} é igual a unidade. De forma análogo, no caso em que só haja extrações em corpos subterrâneos, ou seja, $V_{\text{sup}} = 0$, então K_{nat} é igual a unidade.

A aplicação desse coeficiente na metodologia proposta para o Estado do Ceará será de vital importância para o uso racional da água e a proteção de corpos hídricos, além do fato de ser de fácil aplicação. Este coeficiente pode ser usado ainda como um critério para preservação de corpos d'água de boa qualidade para o abastecimento humano.

Observa-se que na sub-bacia do Salgado, são preferencialmente feitas retiradas em corpos d'água subterrâneos. Dessa forma, para evitar a superexploração dos sugere-se que o preço pela água extraída de corpos subterrâneos tenha maior valor de modo a incentivar usuários a buscar por corpos d'água superficial para a realização das retiradas de água.

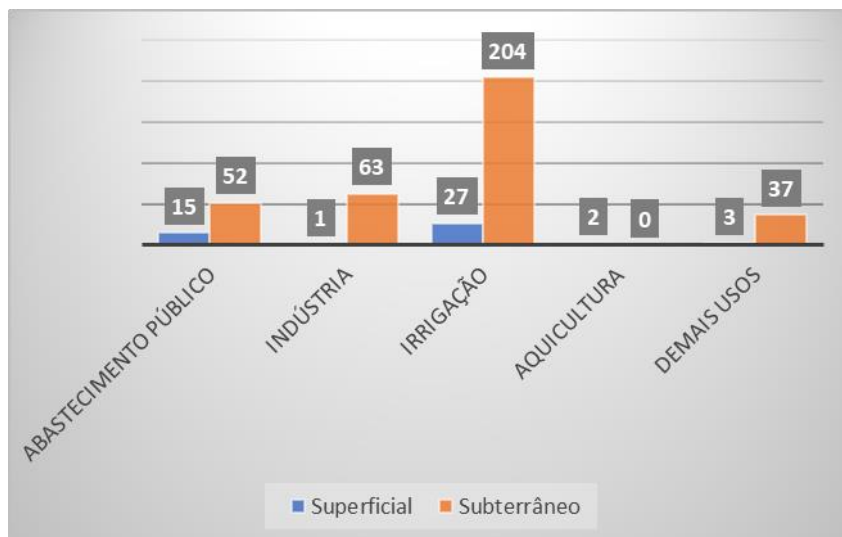
Conforme Rodrigues e Aquino (2019) o sistema de informação sobre recursos hídricos no Estado do Ceará tem um papel vital na aplicação eficiente deste coeficiente ponderador, uma vez que os dados obtidos são referentes as captações e extrações na bacia hidrográfica durante o período considerado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos para a pesquisa são referentes às planilhas de outorga de direito de uso da água e de faturamento com a cobrança pelo uso da água bruta na sub-bacia do Salgado fornecidos pela COGERH. Dessa forma, foram usados, nesta pesquisa, os dados das outorgas emitidas no ano de 2013 e do faturamento com a cobrança no referido ano. Foram usados, nesta pesquisa, os dados das outorgas emitidas até abril de 2013.

Por meio do Gráfico 1, podem-se ver as quantidades de outorgas emitidas na sub-bacia do rio Salgado por categoria de uso. Ao todo são 404 usuários outorgados na sub-bacia do Salgado, sendo que a maior parte referente à corpos d'água subterrâneos, totalizando 356 outorgas emitidas para retiradas em aquíferos. Em relação ao abastecimento público, o setor apresenta ao todo 67 usuários outorgados, sendo 15 referente à corpos d'água superficiais e 52 referentes à corpos d'água subterrâneos.

Gráfico 1: Número de outorgas emitidas por categoria de uso na sub-bacia do Salgado até abril de 2013



Fonte: Elaboração Própria, 2021.

Em relação à cobrança os dados são referentes ao período de 12 meses (1 ano), que vai de maio/2012 a abril/2013. Na Tabela 1, são apresentadas as quantidades de usuários faturados em cada setor e o faturamento com a cobrança pelo uso da água de cada setor no período de maio/2012 a abril/2013. Conforme os dados apresentados, é possível observar que o setor do abastecimento público é o setor com o maior potencial de arrecadação, tendo um faturamento de aproximadamente R\$ 1,53 milhão, com 23 usuários cadastrados.

Tabela 1: Quantidades de usuários faturados e o faturamento total por categoria de uso na sub-bacia do Salgado no período de maio/2012 a abril/2013

Categoria de uso	Número de usuários	Cobrança (R\$/ano)
Indústria	63	262.387,33
Abastecimento	23	1.529.146,57
Irrigação	11	16.599,84

Aquicultura	4	5.972,39
Demais usos	23	62.049,56
Total	124	1.876.155,69

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Em seguida, na Tabela 2, são apresentados os volumes totais consumidos e outorgados, em m³, durante o período consultado.

Tabela 2: Volumes totais consumidos e outorgados por categoria de uso na sub-bacia do Salgado

Categoria de uso	V_{cons} (m³/ano)	V_{out} (m³/ano)
Indústria	607.997,13	1.571.484,60
Abastecimento	46.663.001,28	25.278.103,95
Irrigação	8.895.447,82	18.435.745,29
Aquicultura	166.920,00	190.404,00
Demais usos	599.497,04	1.838.588,22
Total	56.932.863,27	47.314.326,06

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Pode-se verificar que o abastecimento público é o setor que mais consome água, consumindo um volume total anual superior ao volume total outorgado para o setor. Essa situação pode comprometer o gerenciamento das águas na sub-bacia e medidas devem ser tomadas de modo a reverter essa situação.

Identificou-se na pesquisa que alguns usuários apresentam outorgas, mas não estão faturados com a cobrança. Por outro lado, existem usuários faturados que não possuem outorgas emitidas pela SRH. Essa situação é a mais grave, pois conforme a legislação estadual todo usuário cobrado pelo consumo de água deve estar regularmente outorgado.

Assim, dos 23 usuários do abastecimento público que estão faturados, apenas 10 possuem outorgas emitidas. Assim, para aplicação desse modelo, serão considerados apenas os usuários do abastecimento público que estão faturados e que possuem outorgas emitidas pela SRH. Dessa forma, na Tabela 3, são descritos os consumos anuais, V_{cons}, os volumes outorgados anuais, V_{out}, e o valor anual a ser pago pelo uso da água bruta, Cob.

Tabela 3: Faturamento com a cobrança e os volumes outorgados e consumidos dos usuários selecionados

Usuários	V _{out} (m ³)	V _{cons} (m ³)	Cob (R\$)
AP-1	2.212.940,25	3.079.421,86	100.912,65
AP-2	10.382.224,25	795.308,16	26.062,26
AP-3	155.435,25	103.335,88	3.386,33
AP-4	1.844.046,63	19.106.451,44	626.118,41
AP-5	2.571.104,54	1.352.048,41	44.306,62
AP-6	209.035,50	127.215,12	4.168,84
AP-7	1.523.583,00	1.243.252,23	40.741,39
AP-8	198.205,95	1.074.118,70	35.198,86
AP-9	569.838,00	11.100.896,54	363.776,38
AP-10	3.507.902,95	1.392.231,90	45.623,42
Total	23.174.316,32	39.374.280,24	1.290.295,16

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Conforme os dados apresentados na Tabela 3, os usuários selecionados neste trabalho têm uma arrecadação anual máxima de R\$ 1.290.295,16 (Um milhão, duzentos e noventa mil, duzentos e noventa e cinco reais e dezesseis centavos). Vale salientar que a cobrança atual é mensal, então, os valores de consumo e faturamento da Tabela 1 foram obtidos através do somatório dos 12 meses do ano de 2013. Em termos de privacidade optou-se por usar a notação AP seguida de um numeral para indicar os usuários do abastecimento selecionados.

Vale salientar que o período de dados utilizados para a cobrança (de maio/2012 a abril/2013), estava em vigência o Decreto nº 30.629, de 19 de agosto de 2011. O valor da cobrança foi obtido pela equação (2). Assim, neste período a tarifa de consumo para o setor em estudo era $T_{ef} = 0,03277 \text{ R\$/m}^3$. Em seguida serão determinados os coeficientes ponderadores.

Usando as informações do volume outorgado e do volume consumido por cada usuário durante um ano (ver Tabela 3), pode-se determinar a razão de consumo, equação (4). Em seguida, pode-se usar a equação (6) para determinar o coeficiente ponderador de volume

captado e seu regime de variação, K_{cap} . Assim na Tabela 4 são apresentados os valores deste coeficiente para cada usuário.

Tabela 4: Determinação do coeficiente K_{cap} dos usuários selecionados

Usuários	RC	K_{cap}
AP-1	1,39	1,28
AP-2	0,08	1,85
AP-3	0,66	1,04
AP-4	10,36	1,90
AP-5	0,53	1,19
AP-6	0,61	1,09
AP-7	0,82	1,00
AP-8	5,42	1,82
AP-9	19,48	1,95
AP-10	0,40	1,35

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Em seguida, usando as informações da Tabela 2 torna-se possível determinar os coeficientes de natureza dos corpos d'água, K_{nat} , para os usuários do abastecimento selecionados. Dos 56.932.863,27 metros cúbicos consumidos durante o ano na sub-bacia do Salgado (ver Tabela 2), cerca de 49.211.013,75 metros cúbicos estão regularmente outorgados. Sendo que 9.089.768,88 provém de corpos superficiais e 40.121.244,87 provém de corpos subterrâneos. Assim, tem-se $V_{cap} = 9.089.768,88 \text{ m}^3$ e $V_{ext} = 40.121.244,87 \text{ m}^3$.

Posteriormente, pode-se determinar os coeficientes de natureza dos corpos d'água para captação em corpos superficiais, dado por $K_{nat} = 0,68$, e para extração em corpos subterrâneos, dado por $K_{nat} = 1,32$. O coeficiente K_{nat} é maior para as extrações em corpos subterrâneos na tentativa de coibir a exploração em excesso desses mananciais subterrâneos na sub-bacia.

Na Tabela 5 são determinados os coeficientes, K_{nat} , para os usuários do abastecimento selecionados, conforme a natureza do corpo d'água, subterrâneo ou superficial, que se fez a captação.

Tabela 5: Determinação do coeficiente K_{nat} dos usuários selecionados

Usuários	Natureza do corpo d'água	K_{nat}
AP-1	Subterrâneo	1,32
AP-2	Superficial	0,68
AP-3	Superficial	0,68
AP-4	Subterrâneo	1,32
AP-5	Superficial	0,68
AP-6	Subterrâneo	1,32
AP-7	Superficial	0,68
AP-8	Subterrâneo	1,32
AP-9	Subterrâneo	1,32
AP-10	Superficial	0,68

Fonte: Elaboração própria, 2021.

Para o cálculo do valor a ser pago pelo uso da água bruta, equação (3), de cada usuário do abastecimento público selecionado, usam-se os volumes consumido, informados na Tabela 3, e os coeficientes ponderadores, dados pelas Tabelas 4 e 5.

O próximo passo consiste na determinação do preço unitário da água, PU, para o setor do abastecimento da sub-bacia do Salgado. Viana (2011), obteve um preço ótimo igual a R\$ 0,0148, por metro cúbico, para o setor usuário do abastecimento público nesta bacia. Desta forma, define-se o preço unitário neste trabalho como sendo $PU = 0,0148 \text{ R\$/m}^3$.

Assim, aplicando o modelo proposto aos usuários do abastecimento público, na sub-bacia do Salgado, selecionados é possível construir a Tabela 6, em que se tem o volume consumido, V_{con} , em metros cúbicos, e o valor a ser pago pelo uso da água, Cob, em reais, de cada usuário.

Tabela 6: Faturamento com a cobrança pelo uso da água bruta por meio da aplicação do modelo proposto

Usuários	$V_{con} \text{ (m}^3\text{)}$	Cob (R\$)
AP-1	3.079.421,86	75.919,18

AP-2	795.308,16	15.275,06
AP-3	103.335,88	1.108,52
AP-4	19.106.451,44	699.736,79
AP-5	1.352.048,41	16.643,35
AP-6	127.215,12	2.679,54
AP-7	1.243.252,23	12.880,09
AP-8	1.074.118,70	37.518,61
AP-9	11.100.896,54	416.198,82
AP-10	1.392.231,90	19.472,68
Total	39.374.280,24	1.297.432,64

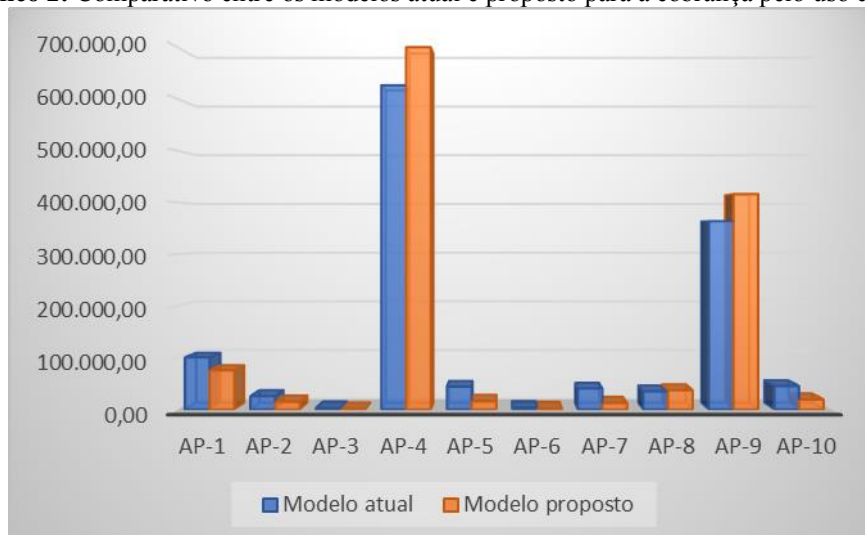
Fonte: Elaboração própria, 2021.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 6, se fosse aplicado este modelo proposto, a arrecadação máxima total dos usuários selecionados seria igual a R\$ 1.297.432,65 (Um milhão, duzentos e noventa e sete mil, quatrocentos e trinta e dois reais e sessenta e cinco centavos).

Em seguida, analisando os dados das Tabelas 3 (modelo atual) e 6 (modelo proposto), é possível observar que alguns usuários têm a sua cobrança elevada e outros têm uma redução do valor a ser pago. Entretanto, pode-se afirmar que os valores arrecadados pelo Estado com a cobrança pela água bruta usando o modelo proposto deste trabalho seriam compatíveis os valores arrecadados por meio da metodologia adotada atualmente.

No Gráfico 2 é feita uma comparação entre as cobranças anuais obtidas pela equação (2), modelo atual, e pela equação (3), modelo proposto neste trabalho. Neste gráfico é ilustrado o fato de que alguns usuários, ao todo três (AP-4, AP-8 e AP-9), têm suas cobranças oneradas pela aplicação do modelo proposto neste trabalho, enquanto os demais usuários teriam uma redução do valor a ser pago pela água.

Gráfico 2: Comparativo entre os modelos atual e proposto para a cobrança pelo uso da água



Fonte: Elaboração Própria, 2021.

Dentre os usuários que tem o valor a ser pago onerada pelo modelo proposto, pode-se citar o usuário identificado por AP-4, que tem a sua cobrança elevada de R\$ 626.118,41 (Seiscentos e vinte e seis mil, cento e dezoito reais e quarenta e um centavos) para R\$ 699.736,79 (Seiscentos e noventa e nove mil, setecentos e trinta e seis reais e setenta e nove centavos), um aumento percentual de aproximadamente 11,8%.


Por outro lado, o usuário identificado por AP-7, assim como outros seis, tem sua cobrança reduzida de R\$ 40.741,39 (Quarenta mil, setecentos e quarenta e um reais e trinta e nove centavos) para R\$ 12.880,09 (Doze mil, oitocentos e oitenta reais e nove centavos), uma redução de aproximadamente 68,4%.

Por fim, pode-se afirmar que a aplicação deste modelo para os 10 usuários selecionados teria um potencial de arrecadação máximo igual a aproximadamente 1,297 milhão de reais. Em relação ao modelo adotado atualmente, cuja arrecadação máxima é de aproximadamente 1,290 milhão de reais, houve um aumento percentual da ordem de 0,55%.

Desta forma, pode-se considerar que não há alteração significativa na capacidade de arrecadação total por parte da COGERH. Observa-se, entretanto, que dos 10 usuários, 7 tem o seu valor pago reduzido, enquanto os demais apresentam um aumento do valor a ser pago.

4 CONCLUSÕES

Conforme descrito, o objetivo deste trabalho consistia em propor um modelo de cobrança pelo uso da água bruta adotando coeficientes ponderadores de acordo com o volume captado e seu regime de variação e a natureza do corpo d'água em que se realiza a captação. Dessa, pode-se afirmar que o objetivo proposto foi atingido com êxito.



Semelhantemente ao modelo adotado atualmente no estado, o modelo proposto se mostrou bastante simples e prático, sendo de fácil aplicação e implementação. Além disso, pode-se considerar como uma grande vantagem do modelo proposto, o fato de que se leva em consideração, de forma indireta, o volume outorgado pelo usuário para definir o valor a ser pago pela água.

É possível concluir que essa diferenciação proposta no trabalho no valor a ser pago pela água pode ser considerada como uma ferramenta bastante útil no auxílio do gerenciamento das águas nas bacias hidrográficas do Estado do Ceará.

Pode-se afirmar que a adoção dos coeficientes ponderadores pode ser usada como critério de proteção dos corpos hídricos contra a excessiva exploração e como um critério que induza um usuário a ter um consumo dentro dos padrões de sua outorga.

Por fim, são propostas as seguintes sugestões para trabalhos futuros:

1. Obter, usando critérios econômicos e ambientais, um preço unitário para a água para todos os usos nas bacias cearenses;
2. Aplicação o modelo para as demais categorias de uso das bacias hidrográficas;
3. Estudos que visem a adoção de critérios que diferenciem o preço da água nas bacias do Estado do Ceará, conforme previsto nas legislações estadual e federal;
4. Estudos que visem a implementação da cobrança pelo lançamento de efluentes nas bacias cearenses.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ARMADA, Charles Alexandre Souza; LIMA, Raphael Leal Roldão. A cobrança pelo uso da água como importante instrumento jurídico-econômico da gestão hídrica no contexto da região nordeste. *Revista Eletrônica Direito e Política*, v.12, n. 3, 2017.

ASSIS, W. D. de; RIBEIRO, M. M. R.; MORAES, M. M. G. A. de. Proposição de melhorias para o sistema de cobrança pelo uso da água bruta da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 23, n. 4, p. 779-790, 2018.

BRASIL. *Lei nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997*. Política Nacional de Recursos Hídricos, Brasília – DF, 1997.

BRITO, M. C. L. D. de A.; AGUIAR, J. C. de. A cobrança pelo uso da água como instrumento de gestão de recursos hídricos. *Revista Direito Ambiental e Sociedade*, v. 9, n. 2, p. 61-90, 2019.

CAMPOS, J. N. B.; CAMPOS, V. R.; MOTA, F. A. O custo da garantia da água bruta: O caso dos rios intermitentes do Ceará. *Revista de Gestão de Águas da América Latina (REGA)*, v. 6, n. 1, p. 55-66, 2009.



CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, R. S. O instrumento de cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas: Uma análise dos estudos no Brasil. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 31, n. Especial, p. 604-628, 2000.

CEARÁ. Assembleia Legislativa. Caderno regional da sub-bacia do Salgado – Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará; Eudoro Walter de Santana (Coordenador), Fortaleza – CE: INESP, 2009.

CEARÁ. *Decreto nº 33.024, de 27 de março de 2019*. Fortaleza – CE, 2010.

CEARÁ. *Lei nº 14.844, de 28 de dezembro de 2010*. Fortaleza – CE, 2010.

DE BRITO, P. L.; AZEVEDO, J. P. S. Charging for water use in Brazil: State of the art and challenges. *Water Resources Management*, 34, 1213-1229, 2020.

FINKLER, N. R.; MENDES, L. A.; BORTOLIN, T. A.; SCHNEIDER, V. E. Cobrança pelo uso da água no Brasil: Uma revisão metodológica. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 33, p. 33-49, 2015.

HARTMANN, P. A cobrança pelo uso da água como um instrumento econômico na política ambiental: Estudo comparativo e avaliação econômica dos modelos de cobrança pelo uso da água bruta propostos e implementados no Brasil. 532 p. Porto Alegre – RS: AEBA, 2010.

MAGALHÃES FILHO, L. N. L.; VERGARA, F. E.; RODRIGUES, W. Cobrança pelo uso da água na bacia hidrográfica do rio Formoso – TO: Estudo de viabilidade financeira. *Revista de Gestão de Águas da América Latina (REGA)*, v. 12, n. 1, p. 53-61, 2015.

MENDONÇA, C. P. de; ALMEIDA, L. F. R. de; BROCH, S. A. O.; SOBRINHO, T. A. Cobrança pelo uso da água: A visão do setor industrial. *Revista de Gestão de Águas da América Latina (REGA)*, v. 14, e4, 2017.


NUNES JÚNIOR, T. T.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. Perspectivas de efetivação da cobrança pelo uso da água no Brasil com base no caso da porção mineira da bacia do Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)*, v. 14, n. 3, p. 17-28, 2009.

OSTRENSKY, V. P.; GARCIA, S. R. A cobrança pelo uso da água na região metropolitana de Curitiba: Uma análise dos impactos econômicos no setor industrial. *Revista da FAE*, v. 20, n. 2, p. 7-20, 2017.

RIBEIRO, P. E. A. M.; HORA, M. de A. G. M. 20 anos da Lei nº 9.433/97: Percepções dos comitês de bacia hidrográfica e dos órgãos gestores acerca da implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos. *Revista de Gestão de Águas da América Latina (REGA)*, v. 16, e1, 2019.

RODRIGUES, M. V. S. Avaliação do desempenho da cobrança da água bruta por categoria de uso nas bacias do Estado do Ceará utilizando a análise por envoltória de dados. 2014. 174 f. *Tese (Doutorado em Engenharia Civil)* – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2014.

RODRIGUES, M. V. S.; AQUINO, M. D. de. Análise comparativa entre a cobrança pelo uso da água bruta do estado do Ceará com a cobrança aplicada no estado de São Paulo. *Revista de Gestão de Águas da América Latina (REGA)*, v. 11, n. 2, p. 37-51, 2014.



RODRIGUES, M. V. S.; AQUINO, M. D. de. Metodologia para o cálculo da cobrança pelo uso da água bruta no estado do Ceará adotando coeficientes ponderadores: Estudo de caso para o setor de abastecimento público na sub-bacia hidrográfica do Rio Salgado. In: *Anais do 30º Congresso da Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Natal – RN, 2019.

RODRIGUES, M. V. S.; AQUINO, M. D. de; THOMAZ, A. C. F. Seleção de variáveis em análise por envoltória de dados na análise da eficiência do instrumento da cobrança pela água bruta no setor do abastecimento público nas bacias cearenses por meio da ferramenta computacional SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão). *Revista DAE*, Edição Especial, v. 65, n. 208, p. 5-20, 2017.

ROSA, D. W. B. Aprimoramento da cobrança pelo uso de recursos hídricos no Estado de Minas Gerais: Perspectivas dos integrantes do sistema estadual de gestão de recursos hídricos. *Revista de Gestão de Águas da América Latina (REGA)*, v. 16, e4, 2019.

SANTOS, B. R. G.; PROTA, M. G.; SIQUEIRA, S. R.; RODRIGUES, V. L.; PAGANINI, W. da S. Cobrança pelo uso da água no estado de São Paulo: O olhar do usuário do saneamento. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 10, p. 20098-20109, 2019.

SILVEIRA, G; L. da; FORGIARINI, F. R.; GOLDENFUM, J. A. Taxa não é cobrança: Uma proposta para a efetiva aplicação do instrumento de gestão dos recursos hídricos para a drenagem urbana. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)*, v. 14, n. 4, p. 71-80, 2009.

VIANA, L. F. G. Proposta de modelo de cobrança de água bruta no Estado do Ceará: Uma revisão do modelo atual. 2011. 85 p. Dissertação (Mestrado em Economia Rural) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE, 2011.

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
[@epublicar](https://www.instagram.com/epublicar)
[facebook.com.br/epublicar](https://www.facebook.com/epublicar)

VARIANTES DO
MEIO
AMBIENTE

Atuação, interdisciplinaridade e Sustentabilidade

ROGER GOULART MELLO
PATRÍCIA GONÇALVES DE FREITAS
ORGANIZADORES



2021

www.editorapublicar.com.br
contato@editorapublicar.com.br
@epublicar
facebook.com.br/epublicar

VARIANTES DO
**MEIO
AMBIENTE:**

Atuação, interdisciplinaridade e Sustentabilidade

ROGER GOULART MELLO
PATRÍCIA GONÇALVES DE FREITAS
ORGANIZADORES



2021