

# CIÊNCIAS EXATAS E INOVAÇÃO:

PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO  
E APLICABILIDADE EM SOCIEDADE

2

MILSON DOS SANTOS BARBOSA  
ADILSON TADEU BASQUEROTE SILVA  
ROGER GOULART MELLO  
ORGANIZADORES



23 50.942 <b>V</b> VANADIUM	24 51.996 <b>Cr</b> CHROMIUM	25 54.938 <b>Mn</b> MANGANESE	26 55.845 <b>Fe</b> FERRO
41 92.906 <b>Nb</b> NIOBIO	42 95.94 <b>Mo</b> MOLIBDÊNIO	43 (98) <b>Tc</b> TECNETIO	44 101.07 <b>Ru</b> RUTÊNIO
73 180.95 <b>Ta</b> TANTALO	74 183.84 <b>W</b> WOLFRAMIO	75 186.21 <b>Re</b> RENÍLIO	76 190.23 <b>Os</b> OSMÍO
105 (268) <b>Db</b> DUBNÍO	106 (271) <b>Sg</b> SEABÓRGIO	107 (272) <b>Bh</b> BOHRÍO	108 (277) <b>Hs</b> HASSÍO



2022

# CIÊNCIAS EXATAS E INOVAÇÃO:

PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO  
E APLICABILIDADE EM SOCIEDADE

2

MILSON DOS SANTOS BARBOSA  
ADILSON TADEU BASQUEROTE SILVA  
ROGER GOULART MELLO  
ORGANIZADORES

23 50.942	24 51.996	25 54.938	26 55.845
<b>V</b> VANADIUM	<b>Cr</b> CHROM	<b>Mn</b> MANGAN	<b>Fe</b> EISEN
41 92.906	42 95.95	43 (98)	44 101.07
<b>Nb</b> NIOB	<b>Mo</b> MOLYBDAN	<b>Tc</b> TECHNETIUM	<b>Ru</b> RUTHENIUM
73 180.95	74 183.84	75 186.21	76 190.23
<b>Ta</b> TANTAL	<b>W</b> WOLFRAM	<b>Re</b> RHENIUM	<b>Os</b> OSMIUM
(267)	105 (268)	106 (271)	107 (272)
<b>Db</b> DUBNIUM	<b>Sg</b> SEABORGIUM	<b>Bh</b> BOHRIUM	<b>Hs</b> HASSIUM



2022

---

2022 by Editora e-Publicar  
Copyright © Editora e-Publicar  
Copyright do Texto © 2022 Os autores  
Copyright da Edição © 2022 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**

Dandara Goulart Mello

Lidiane Bilchez Jordão

Roger Goulart Mello

**Projeto gráfico e Edição de Arte**

Patrícia Gonçalves de Freitas

**Revisão**

Os autores

## **CIÊNCIAS EXATAS E INOVAÇÃO: PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO E APLICABILIDADE EM SOCIEDADE, VOLUME 2.**

Todo o conteúdo dos capítulos desta obra, 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**

Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade Federal de Santa Catarina

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 do Estado de Minas Gerais

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

Deivid Alex dos Santos - Universidade Estadual de Londrina

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

Edilene Dias Santos - Universidade Federal de Campina Grande

Edwaldo Costa – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Elis Regina Barbosa Angelo – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo

Érica de Melo Azevedo - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

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

Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás



2022

---

Fábio Pereira Cerdera – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Francisco Oricelio da Silva Brindeiro – Universidade Estadual do Ceará  
Glaucio 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  
Jaisa Klauss - Instituto de Ensino Superior e Formação Avançada de Vitória  
Jesus Rodrigues Lemos - Universidade Federal do Delta do Parnaíba  
João Paulo Hergesel - Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Jose Henrique de Lacerda Furtado – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
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  
Marcos Pereira dos Santos - Faculdade Eugênio Gomes  
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  
Rodrigo Lema Del Rio Martins - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Willian Douglas Guilherme - Universidade Federal do Tocantins

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

C569

Ciências exatas e inovação: perspectivas de desenvolvimento e aplicabilidade em sociedade, Volume 2 / Organizadores Milson dos Santos Barbosa, Adilson Tadeu Basquerote Silva, Roger Goulart Mello. – Rio de Janeiro: e-Publicar, 2022.

(Ciências exatas e inovação, V. 2)

Livro em PDF

ISBN 978-65-5364-147-1

1. Ciências exatas. 2. Tecnologia. 3. Pesquisa. 4. Inovação. I. Barbosa, Milson dos Santos (Organizador). II. Silva, Adilson Tadeu Basquerote (Organizador). III. Mello, Roger Goulart (Organizador). IV. Título.

CDD 509

**Elaborada por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166**

**Editora e-Publicar**

Rio de Janeiro, Brasil

contato@editorapublicar.com.br

www.editorapublicar.com.br



**2022**

## APRESENTAÇÃO

É com grande satisfação que a Editora e-Publicar vem apresentar a obra intitulada "Ciências exatas e inovação: Perspectivas de desenvolvimento e aplicabilidade em sociedade, Volume 2". Neste livro engajados pesquisadores contribuíram com suas pesquisas. Esta obra é composta por capítulos que abordam múltiplos temas da área.

Desejamos a todos uma excelente leitura!

Editora e-Publicar

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	10
INTRODUÇÃO AO PROCESSO DE POISSON E APLICAÇÃO ASSOCIADA À TEORIA DAS FILAS MARKOVIANAS .....	10
	Amanda Cristiane Gonçalves Fernandes Sileno Fernandes Oliveira Filho
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	17
BAMBU NA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DE BAIXO CUSTO – O CASO DA MULETA ALTA DE BAMBU COM SUSPENSÓRIOS PARA BRAÇOS E AXILAS.....	17
DOI 10.47402/ed.ep.c20222222471	Fabiano Ostapiv Gabriel Ostapiv Helena Radharani Ostapiv
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	28
AS CONTRIBUIÇÕES DO MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL E SUA IMPORTÂNCIA NO DESENVOLVIMENTO DO CENÁRIO ECONÔMICO NACIDADE DE BAURU E REGIÃO .....	28
DOI 10.47402/ed.ep.c20222223471	Fábio José de Souza Júlia Helena Ferreira Petrini
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	44
GESTÃO DE RISCOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO: ESTUDO DE CASO NA EMPRESA KAIROS SEGURANCA LTDA, ARACAJU/SE.....	44
DOI 10.47402/ed.ep.c20222224471	Wagner Cruz Barreto Heloísa Thaís Rodrigues de Souza
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	64
OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE EXTRATOS DE ERVA-MATE E CANELA ....	64
DOI 10.47402/ed.ep.c20222225471	Aline Joana Rolina Wohlmuth Alves dos Santos Henrique Blank Ingrid Dutra de Avila Adriane da Conceição Oliveira Helen Cristina dos Santos Hackbart
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	81
CLASSIFICAÇÃO INTELIGENTE DE GESTOS ESTÁTICOS DA LÍNGUA DE SINAIS COM <i>DEEP LEARNING</i> .....	81
DOI 10.47402/ed.ep.c20222226471	Nayara da Silva Cerdeira da Costa Elloá Barreto Guedes da Costa
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	95
ANÁLISE DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL COM A INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA SUSTENTÁVEL DE DRENAGEM: O ESTUDO DE CASO DA FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE SERGIPE.....	95
DOI 10.47402/ed.ep.c20222227471	Walter Felizola Soares Junior Heloísa Thaís Rodrigues de Souza Erwin Henrique Menezes Schneider

<b>CAPÍTULO 8</b> .....	115
<b>DESEMPENHO NÃO MONOLÍTICO DA LIGAÇÃO ENTRE LAJES NERVURADAS E VIGAS DE CONCRETO ARMADO</b> .....	115

**DOI 10.47402/ed.ep.c202222288471**

João Carlos Lisboa de Lima  
Marcella Camilly Dias Ribeiro  
Fernanda Miranda Gouveia  
Luciano Costa de Farias  
Vitória Araújo Castro  
Fernando Sammuel M. S. Balti  
Marcelo Martins Farias  
Dênio Ramam Carvalho de Oliveira

<b>CAPÍTULO 9</b> .....	131
<b>ESTUDO DA APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA EM UM AMBIENTE DE CONSTRUÇÃO CIVIL</b> .....	131

**DOI 10.47402/ed.ep.c202222299471**

Marcella Camilly Dias Ribeiro  
Fernanda Miranda Gouveia  
Luciano Costa de Farias  
Jailton da Silva Pereira  
Vitória Araújo Castro  
Fernando Sammuel M. S. Balti  
Marcelo Martins Farias  
João Carlos Lisboa de Lima

<b>CAPÍTULO 10</b> .....	150
<b>O USO DO SISTEMA DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL PARA MINIMIZAR OS CASOS DE ALAGAMENTOS NA CIDADE DE FORTALEZA</b> .....	150

Letícia Keroly Bezerra Alexandrino  
Carlos Iury Alves Lira

<b>CAPÍTULO 11</b> .....	157
<b>A IMPORTÂNCIA DA ARQUITETURA SENSITIVA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA</b> .....	157

Letícia Keroly Bezerra Alexandrino  
Luiz Gonzaga Lapa Junior

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	167
<b>O ENSINO DA QUÍMICA CONTEXTUALIZADO EM TURMAS DE ENSINO FUNDAMENTAL TRATANDO O TEMA DE SANEANTES UTILIZADOS NA PANDEMIA DO CORONAVÍRUS</b> .....	167

**DOI 10.47402/ed.ep.c2022223212471**

Aline Damico de Azevedo  
Aline Cristina Costa da Silva  
Andrey Carvalho de Oliveira  
Karine Damico de Azevedo Santos

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	178
UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS PARA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS PESSOAS EM UMA REDE SOCIAL COM O INTUITO DE DETERMINAR POSSÍVEIS INDÍCIOS DE SINDROMES SOCIOEMOCIONAIS .....	178
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022223313471</b>	Alciano Gustavo Genovez de Oliveira Anderson Pazin Thiago Seti Patricio Ricardo Amauri Honorato Rafael Hamamura Maria da Graça Mello Magnoni Eduardo Martins Morgado
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	196
OS VAZIOS URBANOS E O CRESCENTE DÉFICIT HABITACIONAL NAS CIDADES BRASILEIRAS: O CASO DE FORTALEZA.....	196
	Leticia Keroly Bezerra Alexandrino
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	203
INOVAÇÃO CONSTRUTIVA E SUSTENTÁVEL: <i>LIGHT STEEL FRAMING</i> .....	203
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022223515471</b>	John Marvin Alves Costa Felipe da Cruz Dias
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	214
PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO DE CERÂMICA EM FACHADA: DESPLACAMENTO.....	214
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022223616471</b>	Cleiton Pinheiro da Cruz Felipe da Cruz Dias
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	227
ESTUDO DA ESTABILIDADE ACELERADA DE REPELENTES NATURAIS CONTRA PICADA DE MOSQUITOS TRANSMISSORES DOENÇAS ENDÊMICAS.....	227
<b>DOI 10.47402/ed.ep.c2022223717471</b>	José Sebastião Cidreira Vieira Vandenilso Macêdo Cesário Davina Camelo Chaves Makson Rangel de Melo Rodrigues Hugo da Costa Reis Efraim Costa Pereira Roberto de Oliveira da Cunha Thyago Brito Morais



# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO AO PROCESSO DE POISSON E APLICAÇÃO ASSOCIADA À TEORIA DAS FILAS MARKOVIANAS

Amanda Cristiane Gonçalves Fernandes  
Sileno Fernandes Oliveira Filho

### RESUMO

A distribuição Poisson representa um modelo probabilístico adequado para o estudo de um grande número de fenômenos observáveis como as chamadas telefônicas por unidade de tempo, defeitos por unidade de área, acidentes por unidade de tempo, chegada de clientes a um supermercado por unidade de tempo, número de glóbulos sanguíneos visíveis ao microscópio por unidade de área, número de partículas emitidas por uma fonte de material radioativo por unidade de tempo. A teoria das filas será a principal aplicação do processo Poisson neste trabalho. Uma fila ocorre sempre que a procura por um determinado serviço é maior que a capacidade do sistema de provê-lo. Um sistema de filas pode ser definido como clientes chegando, esperando pelo serviço (se estes não forem atendidos imediatamente) e saindo do sistema após terem sido atendidos. Este trabalho tem como objetivo apresentar o aspecto teórico do Processo Poisson e sua aplicação baseada na teoria das filas markovianas. A metodologia consiste em uma revisão bibliográfica para a constituição dos aspectos teóricos e aplicação de um caso prático. A teoria das filas é o ramo da probabilidade que estuda a formação de filas através de análises matemáticas precisas e suas propriedades mensuráveis. Esta, prevê modelos para demonstrar previamente o comportamento de um sistema que ofereça serviços cuja demanda cresce aleatoriamente, tornando-se possível dimensioná-lo de forma a satisfazer os clientes e ser viável economicamente para o provedor do serviço, evitando os desperdícios e gargalos. Espera-se que através deste trabalho a Teoria das Filas possa ser aplicada em diversas áreas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Processo de Poisson. Teoria das filas markovianas. Probabilidade.

### 1. INTRODUÇÃO

Em diversas áreas do conhecimento são encontradas aplicações dos processos estocásticos, estes, por sua vez, evoluem de maneira aleatória. Um exemplo como a evolução do índice diário da bolsa de valores e que se trata de uma aplicação dos processos estocásticos. Além disso, esse processo é fundamental para o estudo das séries temporais, sendo considerada uma área de amplo uso teórico e prático.

O objetivo principal deste estudo é apresentar alguns aspectos teóricos do processo Poisson com aplicação baseada nas filas markovianas. O Processo Poisson é um ramo importante do processo de contagem, onde tem-se um processo aleatório  $\{N(t), t \geq 0\}$ , sendo que neste caso  $N(t)$  representa o número total de eventos que ocorrem em um intervalo de tempo de tamanho  $t$ .

O processo Poisson está ligado à teoria das filas, de modo que as filas acontecem porque a procura pelo serviço é maior do que a capacidade do sistema de atender a esta procura. Dessa

forma, a teoria das filas tenta através de análises matemáticas encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e seja viável economicamente para o provedor do serviço. Em casos que se têm as chegadas e saídas acontecendo de acordo com o processo Poisson, conseqüentemente têm-se as filas markovianas.

## 2. PROCESSO POISSON

O processo Poisson constitui um dos principais ramos do processo estocástico, sendo muito utilizado para modelar os tipos de acontecimentos que ocorrem a certa taxa, continuamente e independentemente uns dos outros, o que é comum de se encontrar em situações práticas, tais como em filas de atendimentos, número de spams em e-mails, chamadas telefônicas, entre outras.

**Teorema:** Duas definições de Processo de Poisson são equivalentes. Essas definições são:

**Definição 1:** Um processo de contagem  $N(t), t \geq 0$  é dito ser um processo Poisson com taxa  $\lambda, \lambda > 0$ , se:

- $N(0) = 0$
- O processo tem incrementos independentes
- O número de eventos em qualquer intervalo de tempo de comprimento  $t$  tem distribuição Poisson com parâmetro  $\lambda t$  isto é, para  $s, t \geq 0$

$$P(N(t+s) - N(s) = n) = \frac{e^{(-\lambda t)} \cdot (\lambda t)^n}{n!}, n = 0, 1, 2, \dots$$

**Definição 2:** Esta é uma definição alternativa de um processo Poisson. Um processo de contagem  $N(t), t \geq 0$  é dito ser um processo Poisson com taxa  $\lambda, \lambda > 0$ , se,

- $N(0) = 0$
- O processo tem incrementos estacionários e independentes
- $P(N(h) = 1) = \lambda \cdot h + o(h)$
- $P(N(h) \geq 2) = o(h)$

### a. Processo de contagem

Este tipo de processo tem algumas propriedades importantes que são conseqüências diretas da definição:

**Definição 1:** Um processo estocástico é dito ser um processo de contagem se  $N(t)$  representa o número total de eventos que ocorre num instante  $t$ .

- $N(t) \geq 0$
- $N(t)$  assume valores inteiros;
- Se  $s < t \Rightarrow N(s) \leq N(t)$
- Se  $s < t \Rightarrow N(t) - N(s)$  é igual ao número de eventos que ocorrem no intervalo de tempo  $(s, t)$

**Definição 2:** Um processo de contagem possui incrementos independentes se o número de eventos que ocorrem em intervalos de tempo separados for independente.

**Definição 3:** Um processo de contagem tem incrementos estacionários se a distribuição do número de eventos que ocorrem em qualquer intervalo de tempo dependa apenas do tamanho do intervalo de tempo.

#### a. Introdução à teoria das filas

A maioria das pessoas já tiveram algum tipo de aborrecimento por ter que esperar em filas. Sejam as filas no engarrafamento, no supermercado, nos bancos e em muitas outras situações.

Um sistema de filas pode ser descrito como clientes chegando, esperando pelo serviço, se não forem atendidos imediatamente, e saindo do sistema após serem atendidos. O tempo entre chegadas é uma variável discreta e o tempo para realizar o serviço é uma variável aleatória. É possível acompanhar alguns aspectos teóricos e caso prático da teoria das filas neste trabalho, mas, podem ser encontrados em livros como Brémaud (1999) e apostilas disponíveis na internet, como por exemplo Costa (2010).

Usando esta notação será modelado perguntas frequentes do dia a dia:

$L$  - número médio de pessoas em um sistema;

$L_f$  - número médio de pessoas em uma fila;

$W$  - quantidade média de tempo que uma pessoa fica no sistema;

$W_f$  - quantidade média de tempo que uma pessoa fica na fila.

#### i. Fila $M/M/1$

Esse sistema consiste em:

- chegadas segundo um  $PP(\lambda)$ ;
- tempo de serviço exponencial com média  $1/\mu$ ;
- apenas 1 servidor.

Determinam-se as probabilidades  $P_n$ . Para cada  $n \geq 0$  a taxa à qual o processo entra no estado  $n$  é igual a taxa à qual ele “deixa” o estado  $n$ .

As chegadas acontecem com taxa  $\lambda$  e a taxa de serviço é  $\mu$

Pelo “princípio de igualdade de taxas” será obtido o seguinte sistema:

Estado	Taxa de entrada no estado = taxa de saída no estado
0	$\lambda P_0 = \mu P_1$
$n, n \geq 1$	$(\lambda + \mu) P_n = \lambda P_{n-1} + \mu P_{n+1}$

*i.* Fila  $M/M/K$

Uma fila  $M/M/K$  consiste em:

- chegadas segundo um  $PP(\lambda)$
- tempo de serviço exponencial com média  $\mu$
- $K$  servidores

Para  $1 \leq n \leq k$

$$(\lambda + n\mu) P_n = \lambda P_{n-1} + (n+1)\mu P_{n+1}$$

Para  $n \geq k$

$$P_1 = \frac{\lambda}{\mu} P_0 \qquad P_2 = \frac{1}{2} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^2 P_0$$

$$P_3 = \frac{1}{3} \frac{\lambda^2}{\mu^2} P_0 \frac{\lambda}{2\mu} = \frac{1}{3 \cdot 2} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^3 P_0 \qquad P_4 = \frac{1}{4} \frac{\lambda^3}{\mu^3} P_0 \frac{\lambda}{\mu 3!} = \frac{1}{4!} \left( \frac{\lambda}{\mu} \right)^3 P_0$$

Para  $0 \leq n \leq k$

Para  $k + 1$

$$k\mu P_{k+1} = \frac{1}{k.k!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k+1} P_0$$

Para  $k + 2$

$$P_n = \frac{1}{k!} \frac{1}{k^{n-k}} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n P_0 = \frac{\left(\frac{\lambda}{k\mu}\right)^n k^k}{k!}$$

Obtendo as expressões de  $L$ ,  $L_f$ ,  $W$ ,  $W_f$  em termos das probabilidades limite  $P_n$ . Como  $P_n$  é a probabilidade “longo prazo” que o sistema contenha exatamente  $n$  pessoas, o número médio de  $L$  é:

$$L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$$

$$\text{Se } \frac{\lambda}{\mu} < 1 \Rightarrow \lambda < \mu \rightarrow \mu - \lambda > 0$$

Neste caso, como  $\lambda_a = \lambda$

$$W = \frac{L}{\lambda} = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

Tempo de sistema = tempo na fila + tempo de serviço

$$W_f = \frac{1}{\mu - \lambda} - \frac{1}{\mu} = \frac{\mu - \mu + \lambda}{\mu(\mu - \lambda)} = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$$

$$L_f = \lambda W_f = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

### 3. ASPECTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa é do tipo descritiva e tem como objetivo a descrição das características de determinada população ou fenômeno. A sua finalidade é identificar os fatores que o ocasionam (LAKATOS e MARCONI, 2006).

A metodologia do estudo de caso se caracteriza pela aplicação de um caso prático, sendo apropriado para pesquisadores que atuam de forma individual em determinada pesquisa, “vez que possibilita ao pesquisador aprofundar seus estudos em determinado aspecto relacionado ao problema em análise, em curto espaço de tempo.” (GIL, 1995, p. 58).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse contexto, foi realizado uma aplicação sobre a teoria das filas.

Exemplo 1: Admita que peças defeituosas provenientes de uma linha de produção chegam à sala de reparações da fábrica de acordo com o processo Poisson de taxa igual a 1 para cada 6 minutos. A sala de reparação só tem espaço para um funcionário e o tempo de reparo de cada máquina é exponencial com o valor esperado de 5 minutos. Calcule o número médio e o tempo médio de espera.

$$\text{Como } \lambda = \frac{1}{6} \text{ e } \mu = \frac{1}{5}$$

$$\text{Temos } L = \frac{\lambda}{\mu - \lambda} = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{1}{5} - \frac{1}{6}} = \frac{\frac{1}{6}}{\frac{5-6}{30}} = \frac{1}{6} \cdot 30 = 5$$

$$\text{Daí, } \omega = \frac{L}{\lambda} = \frac{5}{\frac{1}{6}} = 30$$

Logo, o número médio de peças defeituosas provenientes de uma linha de produção que chegam à sala de reparações da fábrica é igual a 5 e o tempo limite médio de reparo de cada máquina é de 30 minutos.

#### 5. CONSIDERAÇÕES

O processo Poisson por se tratar de um processo de contagem tem diversas aplicações em muitas áreas, nesse contexto, foi utilizada a teoria das filas baseada no processo de contagem, ou seja, um sistema de filas que pode ser descrito como clientes chegando, esperando pelo serviço, se não forem atendidos imediatamente e saindo do sistema após serem atendidos.

É importante estudar alguns aspectos das filas, como o tempo médio de permanência o tamanho esperado para que sejam constantemente aperfeiçoadas.

Com base nas aplicações, através do processo Poisson foi possível calcular o número esperado de clientes que chegam a uma fila e o tempo de permanência para serem atendidos.

Dessa forma, o processo Poisson auxilia nas diversas estimativas que poderão ajudar no planejamento e execução de instituições que utilizem este processo.

## REFERÊNCIAS

BRÉMAUD, P. **Markov Chains: Gibbs Fields, Monte Carlo Simulation e Queues**. Nova Iorque. Springer-Verlag. 1999.

COSTA, L.C. **Teoria das Filas. Apostila da disciplina de Teoria das Filas e Simulação**. UFMA. Disponível em: [http://www.deinf.ufma.br/~mario/grad/filas/TeoriaFilas\\_Cajado.pdf](http://www.deinf.ufma.br/~mario/grad/filas/TeoriaFilas_Cajado.pdf). Acessado em: dezembro. 2010.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos e pesquisa**. São Paulo. 3a ed. Atlas. 1995.

HOEL, P. G.; PORT, S. C.; STONE, C. J. **Introduction to Stochastic Process**. [S.l.]: Houghton Mifflin Company, 1972.

LAKATOS, E.M.; MARCONI, M. de A. **Técnicas de pesquisa: planejamento e execução de pesquisas, amostragens e técnicas de pesquisa, elaboração, análise e interpretação de dados**. São Paulo. 6.ed. Atlas, 2006.

ROSS, S. M. **Introduction to Probability models**. [S.l.]: Academic Press, 2007.

# CAPÍTULO 2

## BAMBU NA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA DE BAIXO CUSTO – O CASO DA MULETA ALTA DE BAMBU COM SUSPENSÓRIOS PARA BRAÇOS E AXILAS

Fabiano Ostapiv  
Gabriel Ostapiv  
Helena Radharani Ostapiv

### RESUMO

O objetivo deste trabalho é discutir o caso do desenvolvimento de uma muleta inovadora, com altura total maior que a do usuário, projetada e construída com um material não convencional, pedaços de colmos de bambu *Phyllostachys aurea*. A principal novidade é a possibilidade do uso de suspensórios para os braços e ombros do usuário e acessórios que podem ser fixados na parte superior da estrutura da muleta, tais como: lanterna, guarda-chuva e bolsas de soro. Através da simulação numérica e dos testes com usuários verificou-se que a muleta alta de bambu apresenta um comportamento estrutural de mola em arco, absorvendo parte do impulso gerado durante a locomoção do usuário, efeito ampliado pelo uso dos suspensórios elásticos. A muleta alta com suspensórios e acessórios foi projetada, construída, simulada e testada em um trabalho de conclusão do curso de engenharia mecânica da UTFPR do câmpus de Pato Branco em 2019 e a patente foi solicitada pela universidade em 2020. A geometria inovadora da estrutura da muleta alta com perfil de asa de avião, agregou novas funções de uso para este equipamento e o uso do bambu adicionou flexibilidade funcional ao produto.

**PALAVRAS-CHAVES:** Muleta alta. Mínimo produto viável. Inovação tecnológica. Método de elementos finitos. Protótipos de bambu.

### 1. INTRODUÇÃO

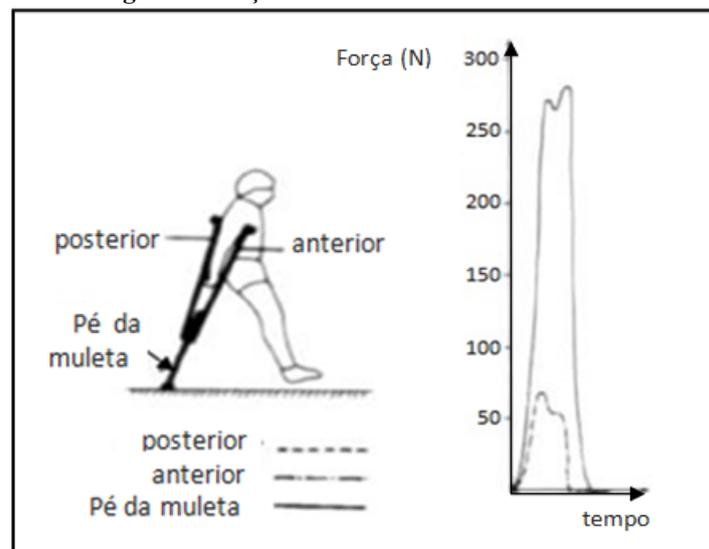
Muletas são equipamentos simples mas essenciais para o auxílio de pessoas que possuem algum tipo de limitação temporária ou permanente na locomoção. Porém, o uso frequente das tradicionais muletas axilares pode causar diversos tipos de lesões aos usuários, principalmente nas regiões das axilas, pulsos e mãos das pessoas, devido à pressão e ao impacto causado pelos apoios sobre estas partes do corpo.

Segundo Subramony (1989) e Basílio *et al.* (2014), o uso frequente de muletas axilares pode ocasionar lesões vasculares na região das axilas dos pacientes e outros problemas como:

- obstrução arterial aguda,
- compressão traumática crônica da artéria axilar,
- espessamento local da parede arterial,
- aneurismas,
- trombose arterial axilar,
- danos aos nervos locais.

Goh *et al.* (1986), estudaram a biomecânica de pessoas adultas que caminham em balanço, utilizando apenas uma perna, com o auxílio de um par de muletas axilares tradicionais e levantaram o perfil dos esforços a que estão sujeitos os principais componentes da muleta, devido as forças de reação do solo e a interação destas forças nas interfaces da muleta e do corpo humano. Os resultados obtidos são mostrados na Figura 1. Usando dez indivíduos adultos normais do sexo masculino com deficiência simulada da perna esquerda e uma muleta instrumentada, os autores mostraram que o pico de força de reação do solo na perna de sustentação de peso, durante a postura do membro inferior, aumentou em 21,6% do peso corporal e a força de reação transmitida para o braço aumentou em 44,4% do peso corporal. O valor médio máximo das forças de reação no processo de locomoção foi de aproximadamente 280N por muleta.

**Figura 1:** Forças uniaxiais em uma muleta axilar.



Fonte: Adaptado de Goh *et al.* (1986).

### 1.1 Colmos De Bambu Como Material Estrutural Para Muletas

Um fator importante no desenvolvimento de novos produtos, além da ampliação das funções de uso, melhoria das funções básicas e estética, é a busca por um maior grau de sustentabilidade durante toda o ciclo de vida do produto. Neste caso, os princípios da sustentabilidade precisam estar presentes desde a concepção até o final da vida do produto. Fabricantes e consumidores conscientes tem exigido cada vez mais que os produtos revelem um compromisso com a melhoria do meio ambiente. Neste sentido, tem aumentado o uso de materiais alternativos naturais para desenvolvimento de produtos, uma vez que se espera que estes produtos sejam menos impactantes, tanto na etapa de produção, como durante o uso e após o seu descarte.

Por diversas razões o bambu é um material não convencional que traz um grande apelo à sustentabilidade e muitas pessoas relacionam as florestas e os produtos de bambu com a pauta da sustentabilidade.

A parte lenhosa do bambu, também chamada de madeira do bambu, é um compósito natural formado por fibras de celulose envoltas em matriz de lignina, muito parecido com a madeira proveniente das árvores. O colmo do bambu é um tubo vegetal segmentado, resistente e leve que alia rigidez e flexibilidade, é um material confiável, estável. Os colmos de bambus lenhosos são provavelmente, dentre os materiais orgânicos que podem ser utilizados em estruturas, aqueles produzidos com as menores quantidades de energia solar primária.

A muleta axilar tradicional mostrada na Figura 2, foi construída usando o bambu *Phyllostachys aurea* e Diniz (2017), avaliou as características mecânicas deste protótipo, mostrando a viabilidade técnica do uso dos colmos desta espécie de bambu na em muletas.

**Figura 2:** Muleta axilar feita com *Phyllostachys aurea*.



Fonte: Diniz (2017).

Devido a geometria tubular, resistência mecânica, flexibilidade, tenacidade e durabilidade, aliada a grande disponibilidade e acessibilidade do material no território brasileiro, os colmos de bambu apresentam potencial para serem utilizados em equipamentos fisioterapêuticos de baixo custo produtivo. Por exemplo, nas tradicionais muletas axilares ou em equipamentos inovadores como a muleta alta com perfil de asa de avião.

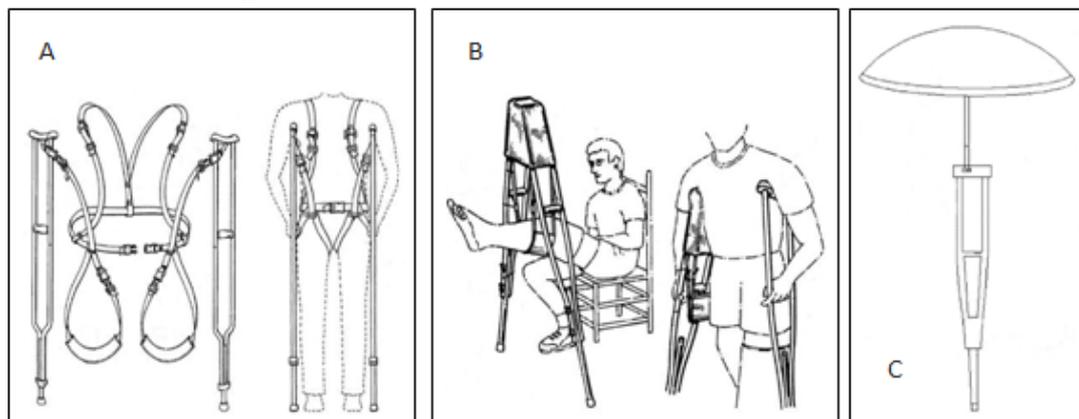
## 1.2 Inovação Tecnológica

Segundo Fuch *et al.* (2012), as inovações tecnológicas, podem ser entendidas como a introdução de produtos, serviços ou processos produtivos tecnologicamente novos e melhorias significativas em produtos ou processos existentes. Podem ser classificadas como incrementais ou radicais. As inovações incrementais são aperfeiçoamentos contínuos e graduais de produtos, serviços ou processos já existentes e correspondem à maior parte das inovações geradas. As inovações radicais correspondem à introdução de algo totalmente novo no mercado e estão fortemente relacionadas com as atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Exemplo da inovação incremental é o caso do desenvolvimento da muleta alta com uso de suspensórios e acessórios, cuja patente BR2020200227799 foi requerida pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

As ideias materializadas na muleta alta de bambu, com perfil de asa, ilustram o processo incremental de inovação através da união de conceitos e ideias. Na Figura 3A, Porter (1994) mostra um sistema de sustentação da pessoa com o auxílio de cintas reguláveis. Na Figura 3B, Upshaw (1994) mostra um acessório que permite a elevação das pernas do paciente quando o mesmo está sentado, servindo tanto para repouso como para fins terapêuticos e Zhengquan (2013), mostra na Figura 3C, o conceito de uma muleta para dias chuvosos.

**Figura 3:** Patentes mostrando acessórios em muletas axilares.



**Fonte:** (A) Patente USA 5.348.035 (1994), (B) Patente USA 5.313.971 (1994), (C) Patente CHN 103519517 A (2013).

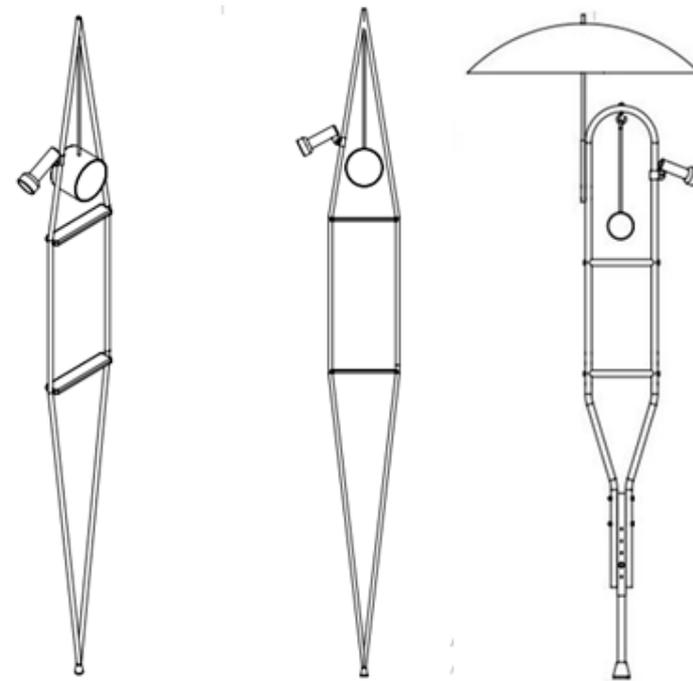
Na muleta alta de bambu verifica-se a união de conceitos e ideias trazidas por outros inventores que foram usadas na concepção de um equipamento novo e diferenciado. As principais aplicações da muleta alta de bambu com presilhas e suspensórios para braços/axilas e acessórios opcionais são:

- Auxiliar na locomoção de pessoas com limitações motoras para andar.

- Ampliar as possibilidades de uso da muleta alta como equipamento para exercícios fisioterapêuticos.
- Reduzir os danos causados na região das axilas do usuário.
- Permitir a fixação de acessórios para melhorar a proteção e a comodidade da pessoa durante o uso do equipamento para locomoção.
- Trazer maior conforto para o usuário devido ao efeito de absorção e amortecimento dos impactos causados na muleta pelo solo durante a locomoção através da deformação elástica das peças de bambu da estrutura da muleta e dos cabos de sustentação dos braços/axila.

A principal diferencial da muleta alta de bambu é a natureza flexível do elemento estrutural, colmo de bambu e o maior comprimento da muleta em relação às muletas axilares tradicionais. Na Figura 4 são mostrados dois tipos de muletas altas.

**Figura 4:** Muleta alta tipo asa e tipo gota, com suspensórios para braços e acessórios de segurança.



Fonte: Pedido de Patente BR 20 2020 022779 9 (2020).

### 1.3 Simulação De Muleta De Bambu Pelo Método De Elementos Finitos

O desenvolvimento computacional e dos métodos numéricos de elementos finitos (MEF), tornou mais rápido e viável fazer a análise de estruturas de geometria complexa, constituídas por múltiplos materiais e sujeitas a qualquer tipo de carregamento, como é o caso da muleta de bambu. Além disso, devido a facilidade com que é possível testar alternativas, a simulação numérica computacional passa a ter um papel muito importante no desenvolvimento de inovações tecnológicas em produtos.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Em todos os protótipos da muleta alta, foram utilizados pedaços de colmos maduros e secos de bambu *Phyllostachys aurea*, provenientes de varas de pesca encontrados facilmente no mercado. Esta escolha foi feita tendo em vista a possibilidade de difusão da tecnologia, no conceito de mínimo produto viável.

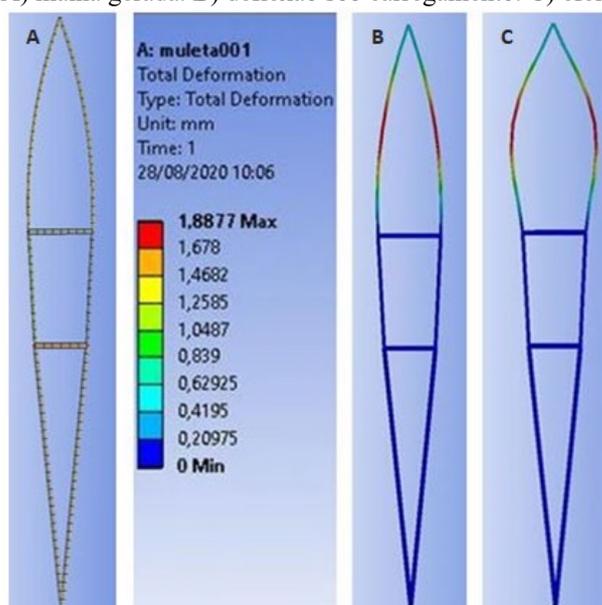
A muleta alta de bambu foi modelada como uma estrutura treliçada e foram adotados na simulação computacional numérica com o programa ANSYS Academic, os valores divulgados por Santana (2008), que obteve os seguintes valores médios das propriedades mecânicas dos colmos de bambu da espécie *Phyllostachys aurea*: módulo de elasticidade de 27,5 GPa; resistência a flexão de 95,2 MPa e resistência à compressão de 48,5 MPa, O coeficiente de Poisson adotado foi de 0,26.

Na simulação aplicou-se carga máxima de 280N, similar as sugeridas pelo trabalho de Goh *et al.* (1986), sendo 95,2N no apoio axilar e 184,8N no apoio de mão.

## 3. RESULTADOS

Nestas condições de simulação, o deslocamento vertical máximo previsto pelo modelo foi de 2mm na parte superior da muleta, como mostrado na Figura 5. Verificou-se que esta região da muleta passa a funcionar como uma mola em arco que se abre quando carregada, absorvendo uma parcela da energia mecânica e reduzindo a transmissão de forças de reação para os braços e ombros dos usuários.

**Figura 5:** A) malha gerada. B) deflexão sob carregamento. C) efeito ampliado.



Fonte: Ostapiv G. 2020.

### 3.1 Protótipos Da Muleta Alta Feitos Com Bambu

Na construção dos protótipos foram utilizadas quatro pequenas varas de pesca de bambu por muleta, mostrado na Figura 6A. Inicialmente o braço do usuário foi preso por uma presilha acolchoada com velcro, conhecida como leash de prancha de surf, mostrada na Figura 6B. Para o pé da muleta utilizou-se uma peça cônica de borracha com furo central. Na Figura 6C são mostradas travessas de madeira usadas como reforço estrutural e como apoio para a mão, travessa inferior, e como fim de curso e suporte para a axila em situação de emergência, travessa superior. Os materiais mostrados na Figura 6, foram utilizados para confecção dos primeiros protótipos.

**Figura 6:** A) Varas de pesca de bambu com comprimento de 3m. B) Presilha com velcro para os braços. C) Borracha do pé da muleta e travessas de madeira (suporte de mão e axila).



Fonte: Ostapiv G. (2020).

Na Figura 7 são mostrados os protótipos da muleta alta feita com varas de pesca de bambu em formato de asa, com suspensórios para os braços do usuário e presilhas tipo leash utilizados na prática do surfe. Após teste com usuários verificou-se que a presilha acolchoada se mostrou desconfortável durante o uso prolongado.

**Figura 7:** O primeiro protótipo da muleta alta de bambu com suspensórios de braços.

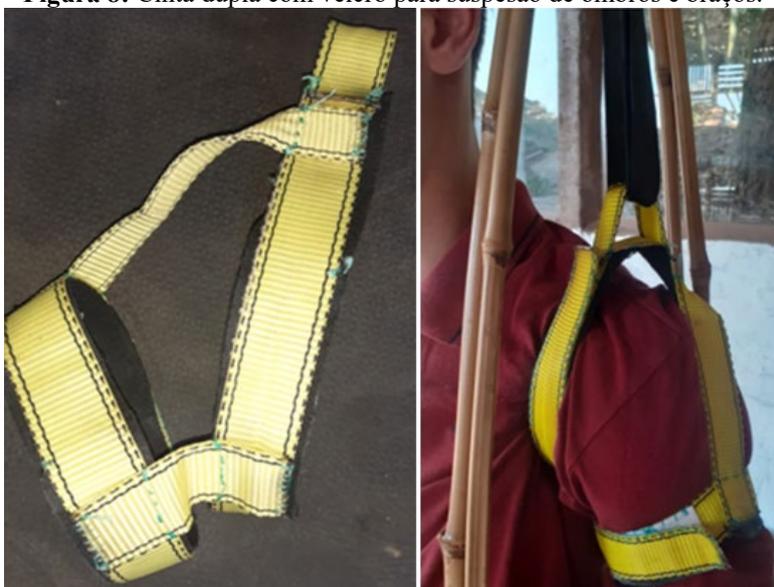


**Fonte:** Ostapiv G. (2020).

Após os primeiros testes de campo e análise dos resultados obtidos com os protótipos, foram feitas algumas melhorias no equipamento. As travessas de madeira foram substituídas por pedaços de ripas de bambu mossô, melhorando o conforto e a pega de mão.

A presilha de braço, tipo *leash*, foi substituída por um novo tipo de presilha que permite prender simultaneamente o braço e a axila/ombro do usuário, mostrada em detalhe na Figura 8.

**Figura 8:** Cinta dupla com velcro para suspensão de ombros e braços.



**Fonte:** Ostapiv G. (2020).

O uso da cinta dupla aumenta os pontos de apoio e a área de contato com o corpo do usuário. Com esta modificação foi possível: melhorar a estabilidade e a segurança para o usuário durante o uso do equipamento e diminuir a pressão exercida sobre o braço do mesmo.

Com a adoção da cinta dupla a força de reação ficou distribuída na região do ombro e também nas axilas do paciente, reduzindo o desconforto durante o uso.

A maior altura da muleta e o perfil tipo asa, traz algumas vantagens para o usuário, mas também uma série de inconvenientes, tais como: no armazenamento, no transporte e no uso destas muletas altas em ambientes internos, principalmente na passagem através de portas e corredores. Além disso, é mais difícil a partida, ou seja, o usuário precisa ajustar o equipamento antes do uso.

Na Figura 9 é mostrada a maior altura da muleta de bambu, comparada com uma muleta axilar tradicional. Fica evidente também a resistência mecânica das muletas altas de bambu, demonstrada pelo uso incomum e acrobático destas muletas por um usuário.

**Figura 9:** Comparação entre a muleta alta e a axilar tradicional, e demonstração de carregamento em um par de muletas altas de bambu com suspensório para braços.



Fonte: Ostapiv G. (2020).

#### 4. CONCLUSÃO

O uso do bambu de varas de pesca para a construção de muletas foi considerado adequado, devido a disponibilidade, resistência mecânica, leveza, confiabilidade e baixo preço da matéria prima.

Na simulação computacional do modelo da muleta alta, várias simplificações foram adotadas:

- a união entre as peças da estrutura da muleta foi considerada ideal;
- as peças de bambu cilíndricas e sem nós;
- o material elástico.

Apesar destas condições de contorno simplificadas, a simulação computacional mostrou que a estrutura da muleta alta de bambu suporta bem o carregamento aplicado.

Os protótipos mostraram que as muletas altas de bambu tem montagem simples, são de baixo custo produtivo, mecanicamente resistentes e adequadas para o uso diário, aparentando ser menos desconfortável que as muletas axilares tradicionais, especialmente quando usadas as cintas duplas com velcro para suspensão dos braços e ombros. Mais ensaios precisam ser realizados para verificar a interface com os usuários.

Bolsas de soro e medicação que funcionam por gravidade, podem ser fixadas na parte superior da muleta alta, permitindo assim maior mobilidade para pacientes, especialmente no ambiente hospitalar onde é frequente o uso de bolsas de soro.

Este trabalho mostrou que: A muleta alta de bambu é funcional, inovadora, fácil de ser construída e que o bambu funciona como uma mola em arco na região superior da estrutura da muleta. O uso de suspensórios para os braços modifica a lógica de funcionamento das muletas axilares tradicionais. A possibilidade de uso de vários tipos de acessórios auxiliares, agrega novas funções para as muletas.

## REFERÊNCIAS

BASÍLIO, M., R. *et al.* **Oclusão arterial aguda de membro superior associada à utilização de muleta: relato de caso**, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Faculdade de Ciências Médicas, Departamento de Cirurgia, Disciplina de Moléstias Vasculares, Campinas – SP, 2014.

DINIZ, F. R. H., **Muleta híbrida de baixo custo**. 2017. 65p. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2017.

FUCH, M. P; VILHA, A. M., **Inovação Tecnológica: da definição a ação**. Ed. UFABC. Contemporâneos: Revista Artes e Humanidade. n.9 .2012.

GOH, J. C. H.; TOH, S. L.; BOSE, K., **Biomechanical study on axillary crutches during single-leg swing-through gait**. Prosthetics And Orthosis International, [s.l.], v. 10, p.89-95, 1986.

PORTER, J., **Harness assembly for a crutch user**. Patent USA, number: 5.348.035, Charlottesville, Virginia, Sep. 1994.

SANTANA, E.T., **Construção de um centro de visitantes na Embrapa Fazendinha-Agroecológica utilizando materiais alternativos**. 2008. Dissertação (Mestrado), UFRJ – Seropédica, RJ, 2008.

OSTAPIV, F.; OSTAPIV G., **Disposição introduzida em muleta com conjunto suspensório e acessórios para braços e axilas.** Depósito: BR 20 2020 022779 9. INPI, RJ, 09/11/2020.

OSTAPIV, G., **Projeto e simulação de muleta alta de bambu.** 2020. 51 pág. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campus Pato Branco, 2020.

OSTAPIV, G.; OSTAPIV, F., **Resumo de TCC: Projeto e simulação de muleta de bambu tipo asa.** MIX Sustentável, v.6, n.2, p.187–188, UFSC, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/4135>. Acessado em: Fev, 2022.

SUBRAMONY, S. H. **Electrophysiological findings in crutch palsy.** Electroencephalography And Clinical Neurophysiology,[s.l.], v. 29, p.281-285, jul. 1989.

UPSHAW, J. L. **Crutch sling leg support apparatus and method.** Patent USA, number: 5.313.971, Austin, Texas, may, 1994.

ZHENGQUAN, S. **Muletas para dias chuvosos.** Patent CHN, number: CN 103519517 A, Qinhuai Nanjing Hospital. Jiangsu, oct, 2013.

# CAPÍTULO 3

## AS CONTRIBUIÇÕES DO MICROEMPREENDEDOR INDIVIDUAL E SUA IMPORTÂNCIA NO DESENVOLVIMENTO DO CENÁRIO ECONÔMICO NA CIDADE DE BAURU E REGIÃO

Fábio José de Souza  
Júlia Helena Ferreira Petrini

### RESUMO

O impacto da formalização dos microempreendedores individuais é real e evidente. A alta taxa de desemprego tem impacto direto na quantidade de microempreendedores, portanto, as microempresas, do ponto de vista econômico, são importantes não só para a distribuição de renda, como também para movimentar o mercado e, inclusive gerar empregos. No entanto, a cada ano há um aumento significativo de microempresas, que enfrentam uma variação dos custos de alimentação. Com isso, as classes mais precárias tendem a cortar despesas importantes, mas insustentáveis financeiramente, haja vista o atual quadro econômico de inflação. Por esses motivos, as restrições provocadas pela pandemia levaram a mudanças nos hábitos de consumo, impactando diretamente na economia brasileira, uma vez que, se a renda diminui o consumo conseqüentemente terá o mesmo destino. Diante da situação, os microempreendedores individuais enfrentam riscos, cuja ocorrência pode ser prejudicial à longevidade do negócio. Mesmo nessas condições, os microempreendedores brasileiros se mantêm otimistas. O sucesso é garantido pelos benefícios concedidos para esses empresários que contribuem para que mais pessoas se interessem e reflitam sobre a importância de transformar Bauru e região em grandes potências de desenvolvimento econômico.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desemprego. Economia. Emprego. Microempreendedor. Negócio.

### 1. INTRODUÇÃO

O impacto da formalização dos microempreendedores individuais é real e evidente. A alta taxa de desemprego tem impacto direto na quantidade de microempreendedores, portanto, as microempresas, do ponto de vista econômico, são importantes não só para a distribuição de renda como também para movimentar o mercado e inclusive gerar empregos. Portanto, durante o processo decisório devem ser considerados todos os fatores estratégicos, começando a partir do estabelecimento dos objetivos até a definição da atividade.

No Brasil, a cada ano há um aumento significativo de microempresas. Em decorrência desse crescimento, em 2006 foi criada a Lei Complementar nº 123, de 14 de dezembro do mesmo ano, a qual estabelece normas referentes aos Microempreendedores Individuais (MEI), Microempresas (ME) e Empresas de Pequeno Porte (EPP). Mediante a lei descrita, o MEI, deve conter uma receita bruta anual de até R\$ 81 mil reais; As ME são empresas com um faturamento anual de até R\$ 360 mil reais. Já as EPPs são aquelas que tem um faturamento anual de R\$ 360 mil à R\$ 4,8 milhões de reais.

Com a taxa de desemprego no segundo trimestre de 2019 ultrapassando 12%, segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), os brasileiros perceberam a necessidade

de inovar, sendo o fator responsável pelo aumento de MEIs no país. O Portal do Empreendedor do Governo Federal informou que no ano de 2019, o número de microempreendedores superou a marca de 8 milhões, fechando março do mesmo ano com 8.154.678 cadastros.

O SEBRAE (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas) é uma ferramenta privada sem fim lucrativo, que possibilita um apoio para os empreendedores, com o intuito de guiá-los traçando estratégias, definindo diretrizes e prioridades de atuação, fornecendo palestras e cursos presenciais e ensino a distância (EAD). Por ser um órgão sem lucratividade, não fornece ajuda monetária, entretanto, contém parcerias com instituições bancárias.

Mediante o exposto, há outras entidades que são do setor público, como: o Banco do Povo, Desenvolve São Paulo e Casa do Empreendedor da Secretaria de Desenvolvimento Econômico do Município de Bauru, que consiste na finalidade de promover financiamentos para que o empresário inicie seu negócio, com taxas de juros reduzidas e com longos prazos para pagamentos, bem como, capacitações e treinamentos, participando ativamente no desenvolvimento intelectual dos beneficiados, com o intuito de incentivar e despertar o interesse pelo empreendedorismo, mostrando que há chances de crescimento impactando na economia e segurança.

Assim, a presente pesquisa teve como objetivo demonstrar a importância das informações contábeis, para o crescimento das empresas e sua atuação no mercado. Para isso, foi delimitado três objetivos específicos, como: identificar equívocos cometidos por microempreendedores individuais, auxiliar na captação de informações sobre o microempreendedor individual e analisar o crescimento de microempreendedores individuais na cidade de Bauru e região.

Neste sentido, o estudo justifica-se por compreender a realidade em que os usuários do MEI se encontram, despertando seus deveres e obrigações, bem como seus benefícios.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

No presente estudo, foi realizada uma pesquisa científica, que segundo Lakatos e Marconi (2007, p. 43):

[...] é um procedimento formal com método de pensamento reflexivo que requer um tratamento científico e se constitui no caminho para se conhecer a realidade ou para descobrir verdades parciais (LAKATOS; MARCONI, 2007, p. 43).

Para identificar as necessidades dos usuários do MEI, foi realizada uma pesquisa

descritiva, que segundo Duarte (2018), tem por objetivo descrever as características de uma população, de um fenômeno ou de uma experiência. Esse procedimento estabelece relações entre as variáveis no objeto de estudo, as quais estão essencialmente relacionadas à classificação, medida e/ou quantidade que podem se alterar mediante o processo realizado.

O presente trabalho foi realizado através de pesquisa em sites governamentais e baseado em leis, que asseguram as obrigações do microempreendedor individual, bem como uma análise da necessidade desses integrantes. Para isso, foi pesquisado e analisado o crescimento dos microempreendedores individuais e o impacto do desemprego na economia, de acordo com dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e pelo Serviços e Turismo do Estado de São Paulo (FecomercioSP). Outro ponto abordado, foi a importância do microempreendedor individual na região, segundo referências do Posto de Atendimento ao Trabalhador (PAT), do Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP) e da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Turismo e Renda de Bauru – SEDECON. Ainda, realizou-se a pesquisa sobre as mudanças para o microempreendedor individual, apresentando informações do SEBRAE.

### **3. RESULTADOS**

A seguir os resultados desta pesquisa.

#### **3.1. Crescimento dos microempreendedores individuais**

O Brasil abriu 3,3 milhões de empresas em 2020, um aumento de 6% em relação a 2019. Os MEIs representaram 56,7% das 19,9 milhões de empresas ativas.

Em novembro de 2020, o desemprego diante da pandemia de Covid-19 bateu novo recorde. Mas já no terceiro trimestre de 2021, obteve queda de 13,2%, aproximadamente 13,7 milhões de brasileiros, de acordo com dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE,2021).

**Gráfico 1:** Evolução da taxa de desemprego.



Fonte: IBGE (2021).

**Gráfico 2:** Evolução do número de desempregados.



Fonte: IBGE (2021).

O Ministério da Economia, interpreta que o crescimento dos microempreendedores decorre de fatores decorrentes das medidas emergenciais do governo, uma vez que há evidências de mudanças no padrão de consumo influenciando a abertura de empresas, principalmente na prestação de serviços e comércio na forma de delivery. No e-commerce, por exemplo, há um movimento de substituição de lojas físicas por empresas que somente

atuam no ambiente virtual.

Por esses motivos, as restrições provocadas pela pandemia culminaram nas mudanças nos hábitos de consumo, que ficaram mais limitados e enxutos: roupas, carro zero, eletrodomésticos e até plano de saúde saíram do radar de muitas famílias de classe média no país. O índice "Custo de Vida por Classes Sociais" de março de 2021, aponta que a variação dos custos de alimentação das famílias da Região Metropolitana de São Paulo da classe C, em 12 meses, foi de 12,4%. Para as da classe A, foi de 9,34%, segundo dados da Federação do Comércio de Bens, Serviços e Turismo do Estado de São Paulo (FecomercioSP).

### 3.2. Impacto do desemprego na economia

Segundo Isabela Tavares, economista da Tendências Consultoria, 88% da classe C é composta por profissionais que foram duramente impactados pelo desemprego e pelo agravamento da pandemia no ano de 2021. Com isso, a classe tende a cortar despesas importantes, mas insustentáveis financeiramente diante do atual quadro econômico de inflação acima do teto da meta, dólar elevado, alto índice de desemprego e o chamado risco fiscal.

Os fatores decorrentes no parágrafo anterior impactam diretamente na economia brasileira, uma vez que, se a renda da classe C decair, o consumo consequentemente terá o mesmo destino, como demonstrado no gráfico abaixo:



Fonte: Tendência Consultoria Integrada (2021).

Mesmo diante da pandemia, o governo avalia que a abertura de empresas ocorreu graças às medidas que facilitaram o ambiente de negócios, como a expansão de atividades que dispensam alvará ou licença para funcionamento. Entre as medidas que reduziram a burocracia

inclui-se a Lei da Liberdade Econômica, a qual é responsável por definir normas que protegem a livre iniciativa de atividades econômicas e diminui a participação do Estado como agente de intermediação e regularização.

A Lei deve contribuir a geração de 500 mil novas empresas por ano, que vão se juntar às 1,5 milhão - que é a média de novos negócios criados anualmente no Brasil. Essa é a estimativa do Sebrae a partir das mudanças implementadas pela lei que deve reduzir a burocracia, tornando mais fácil a abertura de empresas. Ainda de acordo com a avaliação do Sebrae, além de facilitar a abertura de novos empreendimentos, a lei também deve fortalecer as empresas já existentes, com a melhoria do ambiente de negócios, promovendo a geração de mais empregos. Para o presidente do Sebrae, Carlos Melles, os pequenos negócios são os maiores beneficiados com as medidas de simplificação implementadas com a Lei da Liberdade Econômica.

Diante de tais medidas, as micro e pequenas empresas foram as que mais geraram empregos com carteira assinada em 2020. Elas abriram 293,2 mil postos de trabalho, segundo pesquisa do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae) com dados do Ministério da Economia (GLOBO.COM, 2021).

### **3.3. Importância do microempreendedor individual na região**

Segundo dados do G1, publicado em abril de 2021, as cidades do centro-oeste paulista atingiram 400 vagas de trabalho abertas. O destaque foi para Ourinhos (SP), onde um supermercado em construção abriu 230 vagas de emprego em diversas funções. Em Marília, além das 21 oportunidades do Posto de Atendimento ao Trabalhador (PAT), foram abertas as inscrições para o cadastro reserva de estágio na prefeitura. Já em Bauru, o destaque fica para as 10 vagas restantes de vendedor externo porta a porta.

Necessário anotar que, outro fator importante refere-se ao investimento em tecnologia. As empresas que conseguiram enxergar novas oportunidades no mundo digital, tiveram resultados melhores. Uma pesquisa realizada em dezembro de 2020 pela JCNET, no município de Bauru, contabilizou mais de 34 mil pessoas formalizadas na modalidade, colocando a cidade em 35º lugar entre as melhores cidades para se empreender. A cidade registrou alta de 5,5% no valor do Produto Interno Bruto (PIB), que trata-se de um dos indicadores mais utilizados na macroeconomia para mensurar a atividade econômica, que inclui o desempenho de setores como administração pública, agricultura, indústria, serviços e comércio.

Segundo dados da Prefeitura Municipal de Bauru, foram 545 novas empresas

formalizadas em setembro e outras 334 em outubro de 2020, entre janeiro e agosto, incluindo o período de pandemia de COVID-19. Ainda assim, com a população estimada em quase 1,2 milhão de habitantes e um PIB de R\$ 44 bilhões, a região de Bauru por meio de uma pesquisa clamou por geração de empregos. A pesquisa foi realizada pela Ágili Pesquisas e Marketing e publicada pelo site da JCNET, teve como objetivo conhecer a opinião da população sobre o desenvolvimento regional e a expectativa de melhoras. Os resultados obtidos apontaram a necessidade de geração de emprego e renda, que reflete a situação econômica difícil que o país atravessa, com desemprego em níveis elevados e moradores perdendo sua fonte de renda. Bauru e região registraram queda no volume de exportações em 2020, em meio ao contexto da pandemia da Covid-19. De acordo com dados compilados pelo Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP), o decréscimo foi de 19,6% na comparação com 2019, de US\$ 1,53 bilhão para US\$ 1,23 bilhão, que equivalem, em valores nacionais atuais, a R\$ 8,2 bilhões e R\$ 6,6 bilhões, respectivamente. Já as importações, somaram US\$ 257,3 milhões, nos 25 municípios abrangidos pela regional do CIESP de Bauru. Segundo Gino Paulucci Júnior, diretor regional do CIESP, as exportações estavam em um patamar de instabilidade nos últimos anos, porém, com a pandemia e inúmeros países entrando em lockdown, a demanda do mercado externo diminuiu. Ainda assim, segundo o site Eliezer David, mesmo com a diminuição da demanda de exportação, Bauru é responsável por mais de 80% da produção e exportação de seda para a Europa, um dos produtos mais valorizados na indústria têxtil, a matéria-prima mais importante para o mercado da moda.

À vista disso, o município oferece recursos para os microempreendedores individuais, como o programa Agentes Locais de Inovação (ALI) do Sebrae-SP, junto com a Casa do Empreendedor e em parceria com o Inova Bauru, ambos da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Turismo e Renda – SEDECON, do município. Além de tudo, o site da Prefeitura de Bauru, constatou que em abril de 2021 foram abertas novas vagas para capacitações de "técnicas de criação de loja virtual" e de "como vender melhor com técnicas consultivas". Essas capacitações serão online e ministradas pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (Senac), e suas vagas são voltadas para microempreendedores individuais (MEIs) e para pessoas que não têm uma empresa, mas têm o desejo de empreender.

O programa Agentes Locais de Inovação (ALI) do Sebrae-SP, segundo dados do SEBRAE, tem como objetivo promover a inovação na empresa para reduzir os custos e aumentar o seu faturamento, a partir da instrumentalização e experimentação de ferramentas ágeis e do compartilhamento de experiências entre os empresários. Já a Casa do Empreendedor,

tem o propósito de buscar investidores, estimular parcerias, dando apoio à iniciativa privada e produtiva da cidade, ela oferece parcerias como serviços na área da beleza, cursos de capacitação nas áreas de pedreiro, eletricista e confecção, além de minicursos com o objetivo de oferecer mentoria a empreendedores, bem como minimizar os impactos econômicos causados pela pandemia da COVID-19. Mais um diferencial da Casa do Empreendedor no ano de 2021, foi a retomada do programa gratuito “Meu Emprego”, que apresenta como objetivo a capacitação gratuita para aqueles que estão à procura da primeira oportunidade no mercado de trabalho ou precisam se realocar em meio a pandemia.

Além disso, o Inova Bauru em parceria com a Casa do Empreendedor, oferece a capacitação “SUPERMEI – Organize seu negócio”, do Sebrae. A região conta também com o Senai de Bauru (SP), que possibilitou inscrições abertas para 144 vagas nos cursos técnicos gratuitos na cidade e na região, como: processos gráficos, eletromecânica, edificações e manutenção automotiva.

### **3.4. As mudanças para o microempreendedor individual**

Em contrapartida, empreender não é só abrir uma empresa, é mais do que isso. Segundo o SEBRAE, o empresário deve seguir quatro princípios: situação do empresário antes da abertura, planejamento do negócio; capacitação em gestão empresarial e a gestão do negócio em si. Esses princípios são extremamente importantes diante do cenário atual.

A pandemia do novo coronavírus mudou o funcionamento de 31% das pequenas empresas do País, o que equivale a 5,3 milhões de pequenos negócios afetados. O Sebrae identificou que, em 2021, os pequenos empresários deverão investir em divulgação, modernização de produtos, ampliação do atendimento, capacidade produtiva e ampliação do mix de produtos ou serviços. Entre os mais afetados pela crise do novo coronavírus estão os proprietários de pequenas e médias empresas. Muitos precisaram fechar as portas ou migrar para plataformas digitais, mas poucos são os recursos para fazer tais transições. Para isso, o Sebrae Nacional vem elaborando propostas para conter os efeitos da pandemia, sugerindo a redução de tributos e criação de linhas de créditos.

Segundo Rafael Albuquerque, articulador do Sebrae/CE da unidade de Gestão do Relacionamento com o Cliente, o processo de retomada dos negócios estão em progresso. O aprimoramento das empresas vem de forma continuada, para que a gestão se mantenha moderna e com práticas inovadoras, para manter uma entrega de produtos e serviços que estão em acordo com as expectativas dos clientes.

Isto posto, em 2021, o Governo Federal definiu mudanças para o setor empresarial, como:

I. Os pagamentos do DAS serão feitos por meio do QR Code do Pix e essa facilidade estará disponível não apenas ao MEI, mas também por microempresas (ME) e empresas de pequeno porte (EPP). A previsão é de que essa novidade comece a ser utilizada a partir de janeiro;

II. O Ministério da Economia sinalizou positivamente para a disponibilização de recursos que garantem a terceira fase e a sua continuidade está sendo analisada, visando a retomada econômica;

III. Segundo as contratações: propõe aumento do número de empregados contratados pelo MEI. Segundo o PLC, a ideia é passar para dois funcionários e, através disso, aumentar os incentivos ao MEI e as oportunidades de trabalho àqueles que estão em busca de uma oportunidade.

Segundo dados publicados pelo site da Nubank, outra mudança importante para os microempreendedores é o valor mensal de impostos e INSS para o ano de 2021. O valor do Documento de Arrecadação do Simples Nacional do Microempreendedor Individual (DAS MEI) varia de acordo com a atividade do microempreendedor individual e com mudanças no salário mínimo.

Com isso, o valor do DAS MEI em 2021 ficou:

- I. R\$56,00 para Comércio ou Indústria (R\$55,00 de INSS + R\$1,00 de ICMS);
- II. R\$60,00 para Prestação de Serviços (R\$55,00 de INSS + R\$5,00 de ISS);
- III. R\$61,00 para Comércio e Serviços (R\$55,00 de INSS + R\$1,00 de ICMS + R\$5,00 de ISS).

Os empresários precisam ficar atentos a essas mudanças, visto que foi aprovado pelo Senado o aumento no limite de faturamento do MEI, que foi de R\$ 81 mil para R\$ 130 mil, além da possibilidade de contratação de dois funcionários. Além disso, deve-se apresentar cuidados aos valores do Documento de Arrecadação do Simples Nacional do Microempreendedor Individual (DAS MEI), para realizar os recolhimentos corretos junto à Receita Federal e ter direito a benefícios previdenciários.

#### 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O desemprego é um fator de preocupação para os trabalhadores brasileiros, levando em conta o índice "Custo de Vida por Classes Sociais", que em março apontou uma variação dos custos de alimentação das famílias da Região Metropolitana de São Paulo, que foram duramente impactados pelo desemprego e pelo agravamento da pandemia em 2021.

Pode-se observar que as taxas apresentavam queda, resultado da crise econômica que o país começou a enfrentar, de acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa taxa aumentou ainda mais como resultado da retração econômica provocada pela pandemia da COVID-19. Além de considerar a pandemia causada pelo coronavírus uma situação isolada e que está afetando a economia de muitos países.

No entanto, é possível citar alguns fatores que motivam o aumento do desemprego no Brasil, como:

I. A crise financeira, uma vez que, com a falta de trabalho o consumo diminui, caindo o investimento dos empresários e levando a mais demissões;

II. Necessidade de redução de custos, visto que a manutenção de um trabalhador em regime CLT costuma apresentar altos custos para as empresas, onde as mesmas procuram enxugar a folha de pagamento e as despesas;

III. Demanda por profissionais capacitados, onde há uma carência de profissionais qualificados no país, principalmente na indústria, ocorrendo um atraso ainda maior na retomada econômica do país;

IV. Substituição de mão de obra por máquinas, diante do uso em massa da tecnologia, trazendo uma nova revolução industrial e, com ela, muitas substituições humanas por inteligência artificial.

Desse modo, o microempreendedor mostra grande importância na cidade de Bauru e região, uma vez que mesmo com a diminuição da demanda de exportação, Bauru é responsável por mais de 80% da produção e exportação de seda para a Europa, segundo o site Eliezer David. Porém, diante da situação de pandemia, os microempreendedores individuais enfrentam riscos, cuja ocorrência pode ser prejudicial à longevidade do negócio, como: riscos de mercado, reputação, crédito, operações, financeiros, estratégicos e tecnológicos. Mesmo nessas condições, os microempreendedores brasileiros se mantêm otimistas. O sucesso é garantido pelos benefícios concedidos para esses empresários, que além de receber um CNPJ, conseguem

realizar empréstimos e emitir notas fiscais, além de receber auxílio-doença, aposentadoria por idade, salário maternidade, pensão e auxílio reclusão.

As micro e pequenas empresas da região enfrentaram obstáculos e desafios à inovação. As organizações estão inseridas em um ambiente complexo e mutável, em que a penetrabilidade das tecnologias da informação é um fenômeno determinante de um ambiente digital. Por isso, são particularmente relevantes para o desenvolvimento local e regional, considerando que estimulam o emprego e a renda, favorecem a economia de cidades e regiões gerando receitas, tributos e criando e fortalecendo o capital econômico local e/ou regional.

Deve-se levar em conta, que a inovação poderá tornar uma região mais competitiva, tanto localmente quanto globalmente, impulsionando o dinamismo econômico de um território. As mudanças no contexto digital tem trazido novas demandas para as micro e pequenas empresas no que diz respeito à “eficiência, qualidade e flexibilidade [...] e mais recentemente, algumas evidências passaram a indicar um novo requisito essencial para o sucesso: a inovação” (AZEVEDO FILHO; ALMEIDA; PALMA, 2014, p. 82) que, com certeza, torna-se cada vez mais um atributo importante como destacado anteriormente. Portanto, essas empresas encontram obstáculos que interferem em sua capacidade de inovação, obstáculos os quais as grandes empresas possuem maior capacidade de lidar com as novas tecnologias e informações estratégicas e, por isso, podem em contexto se saírem melhor.

Acompanhando o ritmo do país, o município de Bauru vem se destacando pela quantidade de profissionais formalizados, e pela ótima capacidade de lidar com os obstáculos da inovação, atingindo mais de 34 mil MEIs no final de 2020. A Pesquisa de Investimentos Anunciados no Estado de São Paulo (PIESP), elaborada pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE), registrou investimentos anunciados em, ao menos, R\$ 1,4 bilhão na região de Bauru no ano passado.

Um fator de extrema importância para o município de Bauru, é a aprovação da Lei Municipal de Inovação. Com o objetivo de incentivar a conexão entre universidades, centros de pesquisa e empresas, a Lei de Inovação visa o fortalecimento do ecossistema de tecnologia e inovação de Bauru através da criação do “Conselho Municipal de Ciência, Inovação e Tecnologia”, da instituição do “Sistema de Inovação do Município” e do estímulo a participação de empresas no processo de Inovação Tecnológica. Além disso, a medida possibilita a criação do “Fundo Municipal de apoio à Ciência, Tecnologia e Inovação de Bauru”.

Diante da aprovação da Lei Municipal de Inovação, o município inaugurou em 20 de

agosto de 2020, o 1º Espaço Municipal de inovação da cidade, o "Inova Bauru", que tem como objetivo de oferecer um espaço, capaz de fomentar ideias, temas e projetos vinculados aos diversos pilares que compõem o caminho da inovação, bem como propor a integração e a articulação entre indústrias, Instituições de Ensino, pesquisa e sociedade.

A iniciativa teve coordenação do egresso do curso de Relações Internacionais Ariel Lucas Barca, e contou com a presença dos docentes M.e Patrick Pedreira Silva e M.e Alexander da Silva Maranhão do Unisagrado. Além disso, contou a participação da docente do Unisagrado M.e Debora Scardine da Silva Pistori, que realizou um workshop virtual "Dicas para recolocação no mercado de trabalho em tempos de pandemia" (UNISAGRADO, 2020).

Após toda a inauguração, no mês posterior ao acontecimento, ocorreu um seminário online "Direito de imagem, Lei Geral de Proteção de Dados e as indenizações decorrentes" com o Prof. M.e Fábio José de Souza, também do Unisagrado (UNISAGRADO, 2020).

Nesse sentido, a Lei de Inovação contribuiu e contribui para que mais pessoas se interessem e reflitam sobre a importância de transformar Bauru em uma potência de desenvolvimento tecnológico e de inovação.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante do exposto e das pesquisas analisadas, as contribuições dos microempreendedores individuais e sua importância no cenário econômico na cidade de Bauru e região, é importante, pois estas empresas possuem uma grande participação na economia do país, uma vez que, além de ter possibilitado o aumento de arrecadações tributárias, fomentam o desenvolvimento econômico social da região em que atuam.

O estudo está identificando, através da pesquisa descritiva, a importância das informações contábeis para o crescimento das empresas e sua atuação no mercado. Além de toda importância econômica dos MEIs, sendo mostrado que os mais afetados pela crise do novo coronavírus foram os proprietários de pequenas e médias empresas. Partindo desse fato, mostrou-se também que os conhecimentos gratuitos, ofertados pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE SP), Casa do Empreendedor, Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Turismo e Renda (SEDECON), Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial (SENAC), e Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI), voltados ao MEI, são extremamente importantes para esses novos empreendedores, visto que apenas 27% deles possui ensino superior e necessitam de uma gestão moderna com práticas inovadoras, para manter uma entrega de produtos e serviços que estão em acordo com as

expectativas dos clientes.

Os microempreendedores, portanto, buscam se alinhar ao momento social e econômico do país, buscando novos recursos para conseguir vender um produto ou oferecer um serviço, de maneira formalizada, em questão de minutos, o que culminou no aumento de MEIs. Sugere-se aos empreendedores a busca por estratégias de inovação, visando agregar valores aos processos e aos produtos e serviços do negócio, garantindo a saúde financeira da empresa e consequentemente garantindo a importância do microempreendedor individual no cenário econômico de Bauru e região.

Assim, com todos os esforços adotados, inclusive, obtendo orientações corretas de entidades como o SEBRAE, Casa do Empreendedor, entre outras, ocorrerá o correto desenvolvimento das atividades dos Microempreendedores Individuais em Bauru e região.

## REFERÊNCIAS

CAMARA MUNICIPAL DE BAURU. **Com ministro Marcos Pontes: vereadores prestigiam anúncio de Centro de Inovação em Bauru.** Disponível em: <https://www.bauru.sp.leg.br/imprensa/noticias/posse-do-conselho-da-ciencia-e-tecnologia/>. Acessado em: Mar. 2021.

CAMARA MUNICIPAL DE BAURU. **Lei Municipal nº 7148, de 23/11/2018.** Disponível em: [https://sapl.bauru.sp.leg.br/consultas/norma\\_juridica/norma\\_juridica\\_mostrar\\_proc?cod\\_norma=12147](https://sapl.bauru.sp.leg.br/consultas/norma_juridica/norma_juridica_mostrar_proc?cod_norma=12147). Acessado em: Mar.2021.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. **Apesar da crise, MPEs mantêm otimismo Leia mais: Apesar da crise, MPEs mantêm otimismo - Diário do Comércio Em: <https://diariodocomercio.com.br/economia/apesar-da-crise-mpes-mantem-otimismo>.** Disponível em: <https://diariodocomercio.com.br/economia/apesar-da-crise-mpes-mantem-otimismo/>. Acessado em: Fev. 2021.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Pequenos negócios estão em processo de retomada dos empregos.** Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/negocios/pequenos-negocios-estao-em-processo-de-retomada-dos-empregos-1.3020637>. Acessado em: Fev.2021.

ELIEZER DAVID. **Região de Bauru é responsável por mais de 80% da produção de seda do estado.** Disponível em: [https://www.ovelholobo.com.br/2021/04/18/regiao-de-bauru-e-responsavel-por-mais-de-80-da-producao-de-seda-do-estado/?doing\\_wp\\_cron=1631630126.2747919559478759765625](https://www.ovelholobo.com.br/2021/04/18/regiao-de-bauru-e-responsavel-por-mais-de-80-da-producao-de-seda-do-estado/?doing_wp_cron=1631630126.2747919559478759765625). Acessado em: Jun. 2021.

FDR. **Sebrae defende mudanças para SALVAR micro e pequenas empresas da crise.** Disponível em: <https://fdr.com.br/2020/10/14/sebrae-defende-mudancas-para-salvar-micro-e-pequenas-empresas-da-crise/>. Acessado em: Fev. 2021.

GLOBO.COM. **Desemprego diante da pandemia atinge 14,2% em novembro e bate novo recorde.** Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2020/12/23/desemprego-diante-da-pandemia-atinge-142percent-em-novembro-e-bate-novo-recorde.ghtml>. Acessado em: Fev. 2021.

GLOBO.COM. **Inova Bauru retoma atividades presenciais com capacitação empreendedora para MEIs.** Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2021/01/13/inova-bauru-retoma-atividades-presenciais-com-capacitacao-empreendedor-para-meis.ghtml>. Acessado em: Fev. 2021.

GLOBO.COM. **Micro e pequenas empresas foram as que mais geraram empregos com carteira assinada em 2020, diz Sebrae.** Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/pme/noticia/2021/02/02/micro-e-pequenas-empresas-foram-as-que-mais-geraram-empregos-com-carteira-assinada-em-2020.ghtml>. Acessado em: Fev. 2021.

GLOBO.COM. **O que muda com a Lei da Liberdade Econômica.** Disponível em: <https://revistapegn.globo.com/Negocios/noticia/2019/10/o-que-muda-com-lei-da-liberdade-economica.html>. Acessado em: Mar. 2021.

GLOBO.COM. **País ganhou quase 1 milhão de MEIs desde o início da pandemia; veja relatos.** Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2020/09/19/pais-ganhou-quase-1-milhao-de-meis-desde-o-inicio-da-pandemia-veja-relatos.ghtml>. Acessado em: Fev. 2021.

GLOBO.COM. **Senai de Bauru abre 144 vagas para cursos técnicos gratuitos na região.** Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2021/04/14/senai-de-bauru-abre-144-vagas-para-cursos-tecnicos-gratuitos-na-regiao.ghtml>. Acessado em: Abr. 2021.

GLOBO.COM. **Região de Bauru é responsável por mais de 80% da produção de seda do estado.** Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sorocaba-jundiai/nosso-campo/noticia/2021/04/18/regiao-de-bauru-e-responsavel-por-mais-de-80percent-da-producao-de-seda-do-estado.ghtml>. Acessado em: Abr. 2021.

GLOBO.COM. **Sebrae está com inscrições abertas para cursos gratuitos em Bauru.** Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2021/04/22/sebrae-esta-com-inscricoes-abertas-para-cursos-gratuitos-em-bauru.ghtml>. Acessado em: Abr. 2021.

GLOBO.COM. **Cidades do centro-oeste paulista têm quase 400 vagas de trabalho abertas.** Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2021/04/20/cidades-do-centro-oeste-paulista-tem-quase-400-vagas-de-trabalho-abertas.ghtml>. Acessado em: Abr. 2021.

GLOBO.COM. **Crise reduz poder de compra e muda perfil de consumo da classe média.** Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/04/24/crise-reduz-poder-de-compra-e-muda-perfil-de-consumo-da-classe-media.ghtml>. Acessado em: Abr. 2021.

GLOBO.COM. **Casa do Empreendedor de Bauru retoma programa gratuito 'Meu Emprego'.** Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/bauru-marilia/noticia/2021/07/17/casa-do-empreendedor-de-bauru-retoma-programa-gratuito-meu-emprego.ghtml>. Acessado em: Jul. 2021.

JCNET. **Bauru e região têm queda de 19,6% no volume de exportações em 2020.** Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/geral/2021/02/748804-bauru-e-regiao-tem-queda-de-19-6--no-volume-de-exportacoes-em-2020.html>. Acessado em: Fev. 2021.

JCNET. **De cada 10 empresas abertas no Brasil em 2020, 8 foram MEIs.** Disponível em: [https://www.jcnet.com.br/noticias/economia\\_negocios/2021/02/748702-de-cada-10-empresas-abertas-no-brasil-em-2020--8-foram-meis.html](https://www.jcnet.com.br/noticias/economia_negocios/2021/02/748702-de-cada-10-empresas-abertas-no-brasil-em-2020--8-foram-meis.html). Acessado em: Fev. 2021.

JCNET. **Em setembro e outubro, Bauru volta a registrar alta de abertura de empresas.** Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/geral/2020/11/741555-em-setembro-e-outubro--bauru-volta-a-registrar-alta-de-abertura-de-empresas.html>. Acessado em: Fev. 2021.

JCNET. **MEI é opção para quem quer validar produto e se acostumar com mercado.** Disponível em: [https://www.jcnet.com.br/noticias/economia\\_negocios/2021/01/748020-mei-e-opcao-para-quem-quer-validar-produto-e-se-acostumar-com-mercado.html](https://www.jcnet.com.br/noticias/economia_negocios/2021/01/748020-mei-e-opcao-para-quem-quer-validar-produto-e-se-acostumar-com-mercado.html). Acessado em: Fev. 2021.

JCNET. **PIB de Bauru aumenta 5,5%, mas cai no ranking geral de municípios.** Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/geral/2020/12/744296-pib-de-bauru-aumenta-5-5---mas-cai-no-ranking-geral-de-municipios.html>. Acessado em: Fev. 2021.

JCNET. **Ranking coloca Bauru como 35.<sup>a</sup> melhor para empreender.** Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/geral/2021/01/748410-ranking-coloca-bauru-como-35---melhor-para-empreender.html>. Acessado em: Fev. 2021.

JCNET. **Região de Bauru registra, ao menos, R\$ 1,4 bi em investimentos em 2020.** Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/geral/2021/02/750441-regiao-de-bauru-registra--ao-menos--r--1-4-bi-em-investimentos-em-2020.html>. Acessado em: Fev. 2021.

JCNET. **48% na região clamam por emprego, mais empresas e parques industriais.** Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/geral/2021/06/763538-48--na-regiao-clamam-por-emprego--mais-empresas-e-parques-industriais.html>. Acessado em: Jul. 2021.

JCNET. **Mesmo com a pandemia, PIB da região cresce 4,8% no 1.º trimestre de 2021.** Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/geral/2021/08/769909-mesmo-com-pandemia--pib-da-regiao-cresce-4-8--no-1---trimestre-de-2021.html>. Acessado em: Ago. 2021.

JCNET. **Após 'explosão' de MEIs na pandemia, metade está inadimplente em Bauru.** Disponível em: <https://www.jcnet.com.br/noticias/geral/2021/08/770237-apos--explosao--de-meis-na-pandemia--metade-esta-inadimplente-em-bauru.html>. Acessado em: Ago. 2021.

MACHINE. **Sebrae: as principais causas de mortalidade das empresas.** Disponível em: <https://machine.global/causa-de-mortalidade-das-empresas/>. Acessado em: Ago. 2021.

NUBANK. **DAS MEI 2021: qual o valor mensal de impostos e INSS neste ano?** Disponível em: <https://blog.nubank.com.br/das-mei-2021-valor-mensal-impostos-inss/>. Acessado em: Abr. 2021.

PREFEITURA DE BAURU. **Após audiência pública, Lei de Inovação entra em vigor em Bauru.** Disponível em: <https://www2.bauru.sp.gov.br/materia.aspx?n=32204>. Acessado em: Mar. 2021.

PREFEITURA DE BAURU. **Casa do Empreendedor já realizou mais de 10 mil atendimentos remotos durante a pandemia.** Disponível em: <https://www2.bauru.sp.gov.br/materia.aspx?n=37330>. Acessado em: Fev. 2021.

PREFEITURA DE BAURU. **INOVA BAURU retoma atividades presenciais com capacitação organizada pelo Sebrae Aqui.** Disponível em: <https://www2.bauru.sp.gov.br/materia.aspx?n=37697>. Acessado em: Mar. 2021.

PREFEITURA DE BAURU. **Número de MEIs em Bauru chega a mais de 34 mil.** Disponível em: <https://www2.bauru.sp.gov.br/materia.aspx?n=37740>. Acessado em: 18 Fev. 2021.

REDE JORNAL CONTÁBIL. **MEI: Veja as novidades e o que pode mudar em 2021.** Disponível em: <https://www.jornalcontabil.com.br/mei-veja-as-novidades-e-o-que-pode-mudar-em-2021/>. Acessado em: Fev. 2021.

REDE JORNAL CONTÁBIL. **Qual será o limite de faturamento anual do MEI e o que muda para 2022?.** Disponível em: <https://www.jornalcontabil.com.br/qual-sera-o-limite-de-faturamento-anual-do-mei-e-o-que-muda-para-2022/>. Acessado em: Dez. 2021.

REVISTA ATENÇÃO. **Empresários da região de Bauru podem se inscrever para receber agente de inovação no seu negócio.** Disponível em: <https://revistaatencao.com.br/empresarios-da-regiao-de-bauru-podem-se-inscrever-para-receber-agente-de-inovacao-no-seu-negocio/>. Acessado em: Fev. 2021.

UNISAGRADO. **Docentes do UNISAGRADO irão participar da inauguração do "Inova Bauru".** Disponível em: <https://unisagrado.edu.br/site/conteudo/10673-docentes-do-unisagrado-irao-participar-da-in.html>. Acessado em: Mar. 2021.

WORDPRESS. **Microempreendedorismo: impacto e importância na economia.** Disponível em: <https://jornalismoespecializadounesp.wordpress.com/2018/07/02/microempreendedorismo-impacto-e-importancia-na-economia/>. Acessado em: Dez. 2021.

# CAPÍTULO 4

## GESTÃO DE RISCOS DE SEGURANÇA DO TRABALHO: ESTUDO DE CASO NA EMPRESA KAIROS SEGURANCA LTDA, ARACAJU/SE

Wagner Cruz Barreto  
Heloísa Thaís Rodrigues de Souza

### RESUMO

A presente pesquisa apresenta como título Gestão de Riscos de Segurança do Trabalho e foi desenvolvido em um posto de serviço da empresa Kairos Segurança LTDA, localizada no município de Aracaju/SE. Esta empresa presta serviço de vigilância patrimonial 24h por meio da terceirização da mão de obra. Foram observadas algumas falhas como falta de mapa de riscos e monitoramento adequado dos riscos ambientais, ausência de verificação da eficácia das medidas adotadas e estudo dos riscos existentes no ambiente laboral. As empresas necessitam da gestão de riscos porque permite uma análise preventiva de todos os processos e situações que possam ocorrer eventualmente, com isso, conseguir evitar na segurança do trabalho, por exemplo, possíveis situações que venham gerar doenças ocupacionais e acidentes de trabalho, que é importante para melhoria das condições de trabalho. Diante do exposto surgiu a seguinte questão: Como melhorar a gestão de risco de segurança do trabalho na empresa Kairos Segurança Ltda? Portanto, esta pesquisa possui como objetivo geral analisar a gestão de risco de segurança do trabalho na empresa Kairos Segurança LTDA, Aracaju/SE. Como objetivos específicos foram definidos realizar o mapeamento das atividades desenvolvidas em um posto de vigilância patrimonial da Empresa; verificar as causas e efeitos dos riscos; identificar os riscos existentes nos processos; criar um plano de ações para fornecimento de medidas de proteção de acidentes de trabalho e propor melhorias para diminuir os riscos de acidentes e doenças ocupacionais. A abordagem metodológica utilizada no presente trabalho foi de estudo de caso, sendo uma pesquisa descritiva, explicativa de cunho qualitativa. As ferramentas da qualidade utilizadas foram fluxograma, questionário semiestruturado, diagrama de causa e efeito e plano de ação 5W2H, foram empregadas para realizar análise e identificação de problemas bem como propor medidas para controle dos riscos e ações que conscientizem os trabalhadores, visando diminuir os riscos e evitar acidentes. Os resultados mostraram que a identificação e tratamento desses riscos auxiliam no diagnóstico de possíveis acidentes e doenças ocupacionais que irão impactar diretamente nas atividades dentro do posto de serviço e suscetivelmente para empresa, como melhoria do desempenho no trabalho, aumento da produtividade, diminuição do aparecimento de doenças, além de agregar valor para empresa e credibilidade com os clientes. Já o controle de acidentes previne o afastamento do colaborador das atividades, evitando prejuízos para empresa com dias perdidos. Ao longo da pesquisa foram encontradas algumas falhas relacionadas à segurança e saúde do trabalho como falta de assentos para colaboradores que permanecem por muito tempo em pé, inexistência de procedimentos e fiscalização para redução de riscos de acidentes com arma de fogo, por exemplo, além da ausência de treinamentos periódicos relacionados a utilização de EPIs. Esse estudo por fim mostrou a importância da gestão de riscos na segurança do trabalho nas empresas por meio da utilização das ferramentas da qualidade, foi possível analisar e identificar os riscos existentes dentro do ambiente de trabalho e traçar um plano de ação para eliminar tais riscos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Gestão de Riscos. Segurança. Trabalho. Normas.

### 1. INTRODUÇÃO

Muitas as vezes as rotinas diárias das empresas durante o dia a dia costumam tirar a atenção para determinados ações dentro de uma empresa fazendo com que a preocupação com a identificação de riscos nos ambientes de trabalho e, conseqüentemente a prevenção de acidentes e doenças profissionais e/ou do trabalho fiquem em segundo plano.

As normas regulamentadoras (NR) referem-se à Segurança e à Medicina do Trabalho estabelecem em conjunto com Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e Medicina do Trabalho (SESMT) da empresa, as melhorias das condições de trabalho adaptando o ambiente de trabalho as necessidades físicas e psicológicas dos trabalhadores. Conseguindo assim promover o controle dos riscos profissionais, bem como a melhoria das condições de trabalho, e qualidade de vida para o trabalhador.

A empresa em estudo (Kairós Segurança Ltda) possui sua filial localizada em Aracaju-Sergipe e sua Matriz em João Pessoa-Paraíba, esta faz parte do Grupo Nossa Senhora de Fatima (NSF), a empresa é do ramo de Segurança Privada, que atua no ramo de segurança patrimonial, guarda e transporte de valores, escolta armada e cofre inteligente.

Por meio de entrevista junto ao gestor da empresa e de visitas nos postos de serviços foram observadas algumas falhas como falta de mapa de riscos e monitoramento adequado dos riscos ambientais, ausência de verificação da eficácia das medidas adotadas e estudo dos riscos existentes no ambiente laboral.

Diante do exposto, surge a questão: Como melhorar a gestão de risco de segurança do trabalho na empresa Kairós Segurança Ltda?

Portanto, esta pesquisa possui como objetivo geral analisar a gestão de risco de segurança do trabalho na empresa Kairos Seguranca LTDA, Aracaju/SE. Como objetivos específicos foram definidos realizar o mapeamento das atividades desenvolvidas em um posto de vigilância patrimonial da Empresa; verificar as causas e efeitos dos riscos; identificar os riscos existentes nos processos; criar um plano de ações para fornecimento de medidas de proteção de acidentes de trabalho e propor melhorias para diminuir os riscos de acidentes e doenças ocupacionais bem como controle as possíveis situações que venha a ocasionar acidentes.

Esta pesquisa composta por um estudo de caso no qual se inicia com uma breve introdução a respeito da temática Gestão de Riscos de Segurança do Trabalho: Estudo de Caso na Empresa Kairos Seguranca LTDA, Aracaju/SE, seguida de um referencial teórico contendo as ferramentas da qualidade utilizadas na presente pesquisa. O trabalho também aborda em seguida a metodologia para a conquista dos objetivos da pesquisa trazendo os resultados de discussões, finalizando com as considerações finais, as referências bibliográficas.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Esta seção apresenta informações baseadas em referenciais teóricos acerca do problema proposto e serviu como embasamento para a discussão dos resultados. Serão apresentados os elementos da pesquisa, tais como: procedimentos relacionados à saúde e segurança do trabalho, doenças ocupacionais e ferramentas da qualidade.

### 2.1. Segurança do Trabalho

De acordo com Barsano e Barbosa (2018, p. 21) a segurança do trabalho é a ciência que estuda as possíveis causas dos acidentes e incidentes durante a atividade do trabalho. Seu principal objetivo sem dúvida é a prevenção de acidentes de trabalho, doenças ocupacionais e outras formas de agravos à saúde do colaborador.

Para Araújo (2010, p. 27) a proteção acidentária é determinada pela Constituição Federal, sendo ação integrada entre os Ministérios da Previdência Social, do Trabalho e Emprego e da Saúde. Esta proteção derivada do art. 1º da Constituição Federal de 1988 estabelece o valor social do trabalho, que é estruturado em garantias sócias como direito à saúde, à segurança, à previdência social e ao trabalho. O direito social ao trabalho seguro e a obrigação do empregador frente ao ônus que pode gerar, por meio dos acidentes e doenças provenientes de sua atividade, também estão inscritas no art. 7 da Constituição Federal.

#### 2.1.1. Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR)

De acordo com Rohm *et al.* (2020, p. 163) o Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR) é um artifício legal voltado à saúde e segurança do trabalhador com medidas educativas, preventivas e de conscientização, que apontam a redução, eliminação ou neutralização dos riscos existentes no ambiente de trabalho, tais como físicos, químicos e biológicos, acidente e ergonômico. As Normas Regulamentadoras determinam a obrigatoriedade da elaboração e implementação de programas por parte dos empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados.

#### 2.1.2. Gerenciamento de Riscos

De acordo Sell (1995, *apud* ROHM *et al.*, 2020, p. 164) a ação de gerenciamento dos riscos, bem como o levantamento, a avaliação e o domínio sistemático de condições da empresa, sendo que tal gerenciamento está fundamentado em princípios econômicos e de segurança. Também salienta que o gerenciamento em si é tarefa essencial da direção da empresa, sendo que o objetivo primário deste é o de garantir a realização das metas almejadas pela empresa,

minimizando a possibilidade de ocorrência de eventos indesejados que prejudiquem o funcionamento normal da mesma.

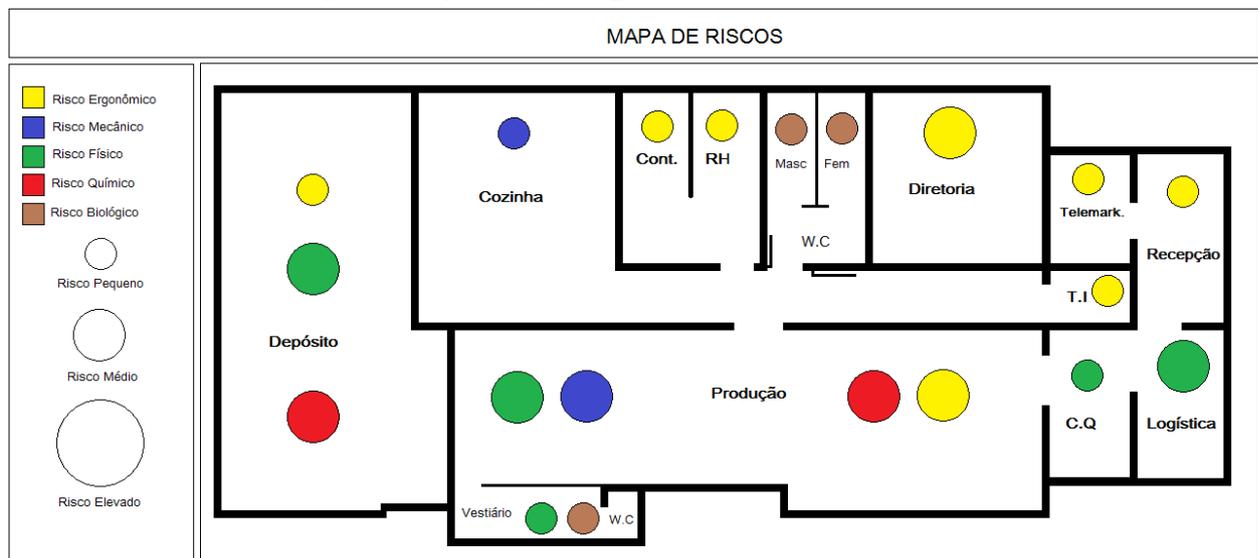
Para Portela (2014, *apud* RODRIGUES, 2017, p. 11) gerenciamento de risco retrata o fornecimento das técnicas de engenharia, levando em consideração aquilo que não se pode prever, do subjetivo e imponderável na ocorrência dos acidentes, motivados através de causas naturais, falha de projetos, falta de manutenção em equipamentos, erros de operação, falhas de gestão ou erro humano.

## 2.2. Mapa de Risco

De acordo com Barsano e Barbosa (2018, p. 44) o mapa de risco é a representação gráfica de como os trabalhadores percebem seu ambiente de trabalho. Deve ser tão simples e objetivo quanto possível, para que os trabalhadores mais leigos consigam assim interpretá-los se nenhum auxílio técnico.

Conforme Oliveira (2014, p. 29) a partir de uma planta baixa de cada seção levantam-se todos os tipos de riscos, os quais são classificados de acordo com o grau de perigo: pequeno, médio e grande, que são agrupados em cinco grupos: vermelho, verde, marrom, amarelo e azul. Cada grupo corresponde a um tipo de agente: químico, físico, biológico, ergonômico e mecânicos ou acidentes. (Figura 1)

**Figura 1:** Representação do grau dos riscos ambientais.



Fonte: Moreira, 2020.

Diante do exposto, foi utilizado desse método para realizar o mapeamento dos riscos presentes no ambiente de trabalho e grau de severidade, e que tem como objetivo avaliar todos

os setores de trabalhos da empresa Kairos Segurança LTDA que possam prejudicar a saúde e a segurança dos trabalhadores.

### **3. METODOLIA**

#### **3.1. Caracterização da Área de Estudo**

A empresa em estudo (Kairós Segurança Ltda) possui sua filial localizada em Aracaju-Sergipe e sua Matriz em João Pessoa-Paraíba, esta faz parte do Grupo Nossa Senhora de Fatima (NSF), que iniciou os primeiros passos no final da década de 90 com a pioneira Empresa Maranata chegando a 2021 como uma S.A. que reúne um pool de empresas de multisserviços integrados, com soluções inteligentes e gestão eficiente nas áreas de segurança, transporte de valores, faciliteis, nutrição e tecnologia.

A unidade de pesquisa selecionada para estudo foi um posto de vigilância 24h da Empresa Kairos Segurança LTDA, localizada no município de Aracaju/SE, uma empresa de grande porte que presta serviço de vigilância patrimonial, transporte de valores, ronda armada e cofre inteligente.

A amostra da pesquisa corresponde a um posto de serviço 24h composto de 22 colaboradores que desenvolve suas atividades semelhantes aos demais postos, porém esse posto chamou a atenção devido algumas dificuldades encontradas nos aspectos de Segurança e Saúde do Trabalho (SST) o que chamou atenção para aplicação desse estudo.

#### **3.2. Materiais e Métodos**

Segundo Neumar (1997, *apud* SILVA, 2014, p. 21) do ponto de vista dos objetivos da pesquisa, destacam-se, ainda, os níveis de manifestação do estudo, que podem ser identificados com base nos objetivos específicos propostos. Os níveis da pesquisas podem ser classificados como: (i) estudos exploratórios; (ii) estudos descritivos; e (iii) estudos explicativos.

Conforme Andrade (2010, p. 112) a pesquisa exploratória é o primeiro passo de todo trabalho científico, na maioria dos casos, constitui em um trabalho preliminar ou preparatório para outro tipo de estudo. A pesquisa descritiva os fatos são observados, registrados, analisados, classificados e interpretados, sem que o pesquisador interfira neles, já na pesquisa explicativa, um tipo de pesquisa mais complexa, pois além de registrar, analisar e interpretar os fenômenos estudados, procura identificar seus fatores determinantes, ou seja, suas causas.

Esse estudo teve início de cunho descritivo e explicativo, pois foi elaborado por meio dos princípios estabelecidos pelos tipos de pesquisa citados, onde buscou por meio de questionário buscar informações importantes para solução do problema.

Com tudo focando no objetivo da pesquisa, identificar as causas dos problemas dentro da empresa por meio do mapeamento dos processos, levantamentos de dados sem que haja interferência ou manipulação do pesquisador, foi utilizada a pesquisa de cunho descritivo para o desenvolvimento do estudo.

#### **4. ANÁLISE DE RESULTADOS**

Nessa etapa serão descritos os resultados que foram atingidos por meio da pesquisa realizada na empresa Kairos Segurança Ltda.

##### **4.1. Mapeamento os processos da área operacional da empresa Kairós Segurança LTDA**

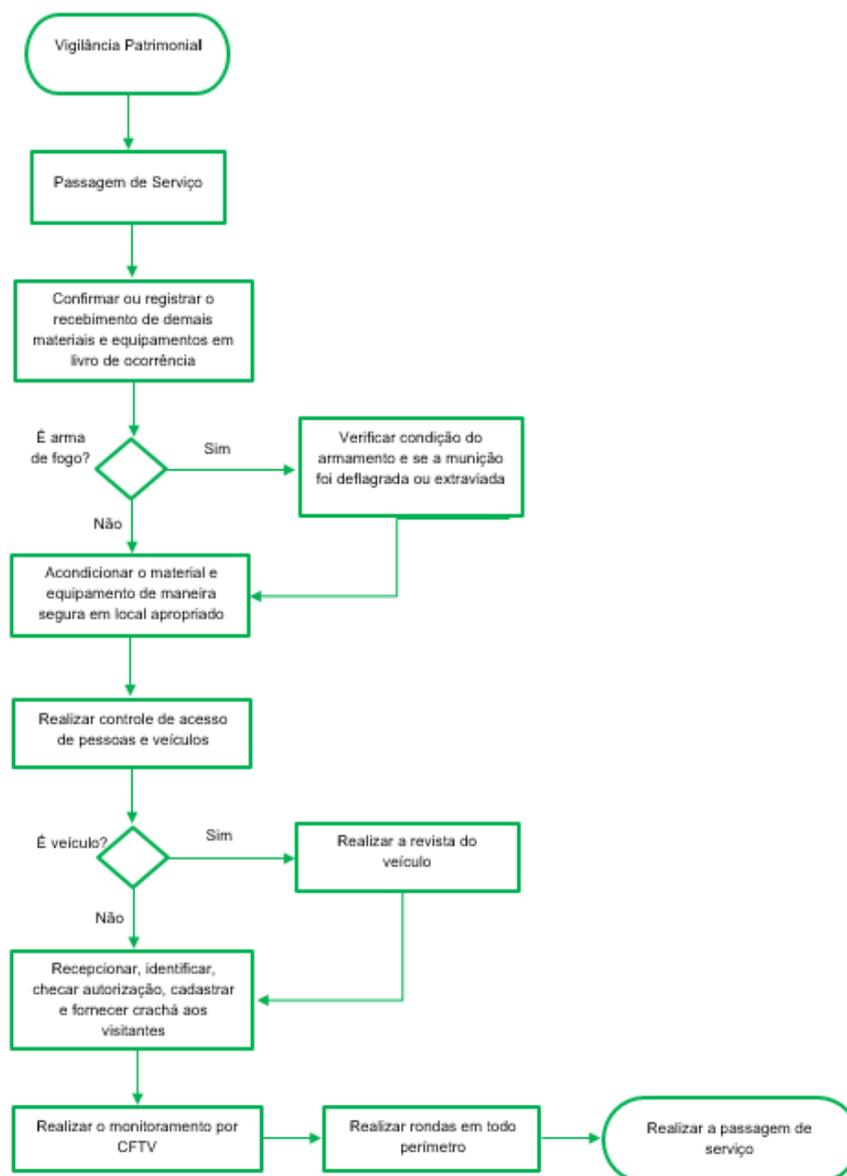
O fluxograma é uma ferramenta que permite mapear os processos dentro de uma empresa, além de visualizar com clareza todo um passo a passo das atividades a serem executadas dentro de um ambiente de trabalho, trazendo um olhar mais crítico diante de toda a operação, uma representação gráfica da sequência das etapas de um processo, permitindo, assim, entender de forma rápida todo o seu funcionamento, representados por símbolos geométricos que indicam quais os materiais, serviços, recursos envolvidos nos processos e as decisões que devem ser tomadas, delimitando o caminho que deve ser percorrido para execução da atividade.

As atividades desenvolvidas pela empresa Kairos Segurança Ltda vão desde prestação de serviço terceirizado de mão nas empresas como serviço de escolta armada, cofre inteligente, transporte e guarda de valores, monitoramento e vigilância patrimonial 24h. No entanto a principal atividade de serviço desenvolvida é a vigilância patrimonial 24h foco desse estudo.

O maquinário utilizado é o armamento de calibre 38mm com capacidade de 6 munições no tambor, monitores utilizados para realizar o monitoramento do posto de serviço por meio de câmeras, e os principais materiais utilizados pelos vigilantes são: boné, fardamento completo, contendo calça e camisa, capa de colete com placa balística, cinto de guarnição composto por coldre e porta munição, fiel retrátil, algema de plástico, lanterna, coturno e apito, materiais utilizados de maneira eventual: capa de chuva, óculos de proteção com lentes escuras, protetor solar e protetor auricular tipo plug.

Para identificar os riscos dentro dos postos de serviços da empresa foi realizado um mapeamento de todas as atividades realizadas pelos vigilantes patrimonial em seus postos de serviço que vão desde o início da jornada de trabalho que começa e finaliza com a passagem de serviço, conforme na figura 2.

**Figura 2:** Fluxograma de um posto de serviço de vigilância patrimonial desde do início ao fim da jornada de trabalho.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Sendo um posto de serviço 24h com jornada de trabalho 12x36, o processo se inicia na passagem de serviço com recebimento dos materiais e equipamentos pelo plantão anterior como rádio comunicador, placa balística, cinto de guarnição composto por coldre e porta munição, fiel retrátil, algema de plástico, lanterna, onde é realizada toda a conferência dos materiais entregues, verificação das condições, se existe algum dano a integridade dos equipamentos que

impossibilite o seu funcionamento, bem como a quantidade do material a ser recebido. Esse processo é realizado de na postura de pé com um apoio de uma bancada para realização da conferência dos matérias.

Na próxima etapa é realizado o recebimento do armamento calibre 38 desmuniado pelo vigilante do plantão anterior, essas munições são retiradas do armamento em local seguro pelo vigilante que está deixando o plantão, em seguida o vigilante que irá assumir o plantão realiza uma inspeção no armamento.

A realização do muniamento do armamento é feita de maneira segura com o armamento o cano da arma sendo posicionado para uma caixa de areia que é destinada para este fim, a caixa de área é um dispositivo utilizado pelos vigilantes para que em caso de disparo acidental o projétil fique alojado dentro da areia. Dentro desse processo o vigilante fica ainda mais vulnerável ao risco de disparo acidental por arma de fogo, além da postura de pé, conforme figura 3.

**Figura 3:** Realização de muniamento do armamento.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Logo em seguida o vigilante realiza o registro do recebimento desses materiais por meio de livro de ocorrência ou passagem de serviço, nesse livro o vigilante descreve o horário que assumiu o plantão bem como todo o material que foi recebido. Nessa situação foi possível constatar que a cadeira utilizada pelo vigilante para o preenchimento do livro de ocorrência era inapropriada, deixando o vigilante exposto ao risco de equipamentos inadequados no posto de serviço.

No controle de acesso de pessoas e veículos o colaborador realiza a atividade na postura de pé por longos períodos durante a sua jornada de trabalho, nessa etapa o colaborador fiscaliza

o acesso das pessoas por meio de controle por meio de catracas eletrônicas e cancelas automáticas, o vigilante realiza a liberação de pessoas é realizada pelo vigilante quando a mesma não possui ordem expressa de liberação ou problemas na leitura do cartão magnético.

Durante o processo foi observado que o vigilante armado tem contato direto com vários tipos de pessoas que acessam a todo momento as instalações do estabelecimento, correndo o risco de ser acreditado por terceiros ou redito por alguma pessoa no intuito de tomar a arma do vigilante. Foi observado que a todo momento o mesmo permanece na postura de pé e exposto eventualmente a radiação ionizante, conforme figura 4.

**Figura 4:** Controle de acesso de veículos.



Fonte: Autoria própria (2022).

O monitoramento é realizado por meio de Circuito Fechado de TV (CFTV), um local controlado onde só é permitida a entrada de pessoas autorizadas, esse setor possui uma mesa com cadeira onde o vigilante realiza a atividade de monitoramento na posição sentado por longos períodos, o CFTV é composto por telões e computadores onde o vigilante permanece sempre atento sem tira o os olhos desses monitores.

Foi possível observar que o vigilante desenvolve suas atividades na postura sentado por longos períodos em cadeira com altura, encosto e descanso de braço ajustava a estatura do trabalhador, porém foi verificado que não existem descanso de pé no ambiente, devido ao tempo que o vigilante permanece e contato visual com esse telão existe o risco também de fadiga visual além da postura sentado por uma extensa jornada de trabalho.

Na última etapa, durante a ronda o vigilante fica exposto ao risco de confronto e agressão com possível invasores, além do riscos de acidentes com superfícies escorregadinhas, desnivelas ou acidentadas e risco de radiação não ionizante devido ao contato os raios solares,

a ronda é realizada a pé, essa situação coloca o vigilante em uma atividade exaustiva de caminhar por diversas áreas no posto de serviço, além da exposição com maior gravidades aos raios solares e situações adversas como chuva e superfícies acidentadas.

#### 4.2. Verificação das Causas e Efeitos dos Riscos

Para avaliar quais riscos presentes dentro do ambiente de trabalho foi realizado um levantamento das causas geradoras, classificadas para relacionar às causas que contribuíram para a sua ocorrência: (Figura 5)

**1. Máquina:** a falta de manutenção ou a má execução que afetam diretamente e que causam riscos à segurança do trabalhador.

**2. Materiais:** foram observados os problemas que foram originados devido ao material utilizado, gerando riscos à segurança do trabalhador.

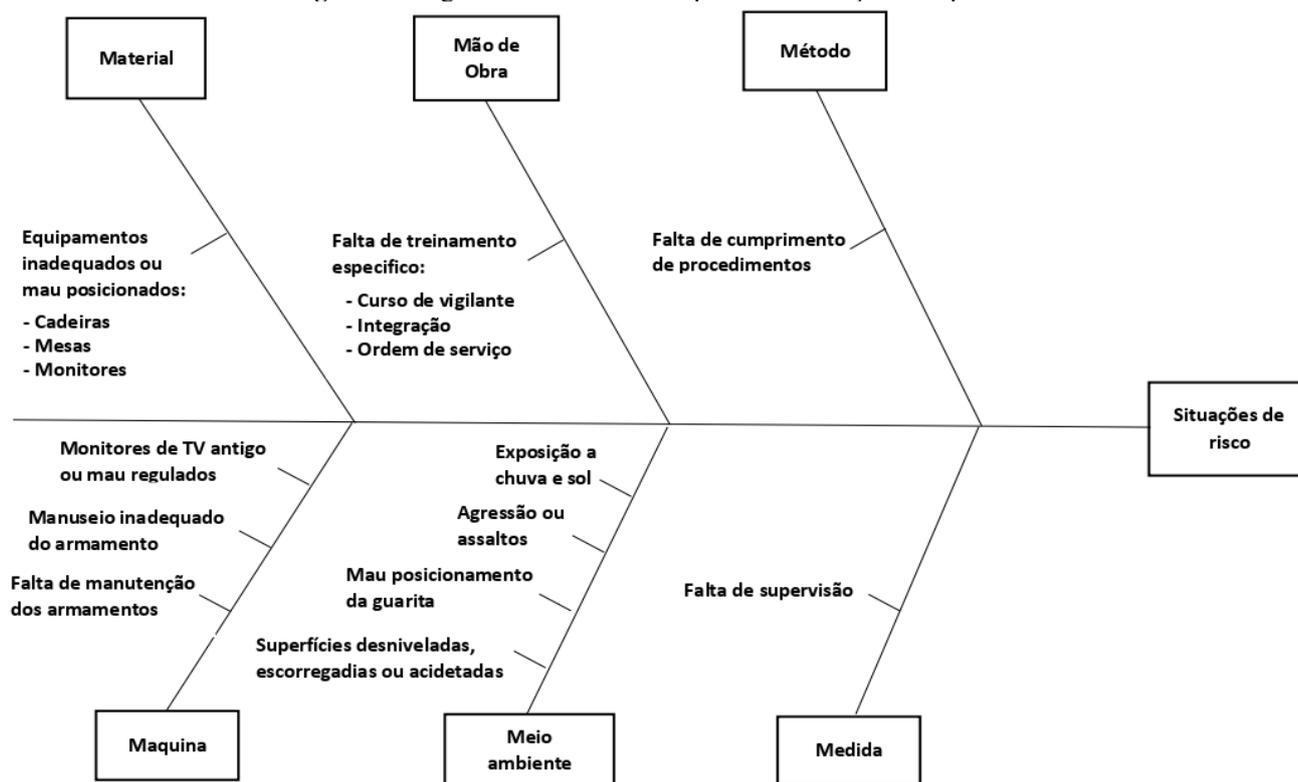
**3. Mão de obra:** verifica a falta de qualificação, treinamento ou comportamento que afetam a segurança dos trabalhos realizados pelos colaboradores.

**4. Método:** verifica a falta de execução de procedimentos legais e operacionais na área vigilância, bem como cumprimento das normas internas da empresa e que consequentemente geram acidentes pelo não cumprimento das mesmas.

**5. Medidas:** acompanha se os processos estão sendo analisadas corretamente para controlar, medir e monitorar os seus resultados.

**6. Meio ambiente:** avalia se os problemas relacionados, podem ser tanto para fatores naturais, como a chuva, quanto para fatores internos da empresa, como metodologia ou layout incorreto que na sua condição podem gerar riscos à saúde e segurança do trabalhador.

Figura 5: Diagrama de Ishikawa dos postos de serviço da empresa.



Fonte: Autoria própria (2022).

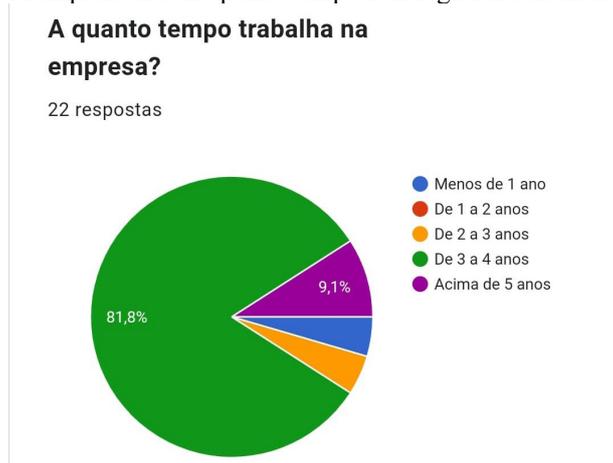
Durante a análise das atividades utilizando Diagrama de Ishikawa foi possível identificar as causas de diversos fatores que presente no ambiente de trabalho em estudo colocam em risco a segurança e saúde do colaborador, além de abrir um leque de informações mais precisas sobre os riscos identificados (ARAÚJO, 2010, p. 118).

#### 4.3. Identificação os riscos existentes

Mediante a aplicação de entrevistas e questionários semiestruturado com 22 colaboradores do setor operacional de um posto de serviço da empresa, verificou-se que 100% dos colaboradores responderam a esse questionário, sendo um total de 18 vigilantes e 4 supervisores de vigilante líder.

Conforme gráfico 1, foi observado que dos 22 colaboradores entrevistados 18 tinham de 3 a 4 anos de empresa, 2 tinham acima de 5 anos de empresa, 1 tinha de 2 a 3 anos e o outro menos de um ano de tempo na empresa, ou seja, a grande parte dos entrevistados mostravam conhecer bem a empresa.

**Gráfico 1:** A empresa está há quanto tempo sem registrar acidentes de trabalho.



**Fonte:** Dados da pesquisa (2022).

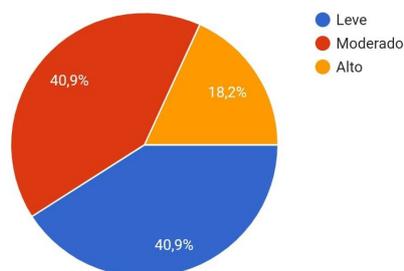
Segundo o gráfico 2, considerado o grau de risco da atividade que exercem, dos 22 colaboradores, foi observado que 4 relataram risco alto, dentro desses existiam 3 vigilantes e 1 supervisor de vigilante líder, o restante dos entrevistados se dividiram entre risco leve e moderado, dos 9 que responderam moderado 3 eram supervisores de vigilante líder e os 6 eram vigilantes. Ressaltando que os 22 colaboradores que participaram dessa entrevista são dos mesmos setores, assim como no trabalho de Paula (2020, p. 43) na entrevista pode-se analisar que há uma divisão nas respostas, pois no momento da realização da entrevista coube a cada colaborador avaliar conforme o seu local de trabalho.

De acordo com essa entrevista pode-se analisar que há uma divisão nas respostas, pois no momento da realização da entrevista coube a cada colaborador avaliar conforme o posto que está lotado e a atividade que o mesmo executa.

**Gráfico 2:** Considerando a atividade que exerce qual o grau de risco da empresa.

**Considerando a atividade que exerce, qual o grau de risco da empresa?**

22 respostas



**Fonte:** Dados da pesquisa (2022).

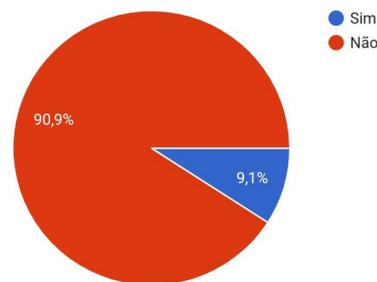
Foi observado que durante toda a jornada de trabalho de 12h o vigilante mantinha a sua postura de pé por longos períodos, situação que chamou grande atenção devido ao risco

ergonômico. Conforme o gráfico 3, foi perguntado aos colaboradores se os mesmos efetuavam sua função 100% em pé, dos 22 colaboradores 20 responderam que não e apenas 2 responderam que sim, porém esses vigilantes recebem intrajornada, trabalham de maneira interrompida durante as 12h o que não justifica o resultado diante da exposição ao risco ergonômico.

Durante a visita in loco foi possível ver comentários do tipo: “Vigilante não tem que reclamar de trabalhar em pé, essa foi a função que escolheu”, esses comentários eram feitos não só por supervisores mais pelos próprios vigilantes, mas um motivo para explicar o resultado obtido, conforme gráfico 5.

**Gráfico 3:** Efetuam sua função 100% em pé em sua jornada de trabalho.  
**Efetuam sua função 100% em pé em sua jornada de trabalho?**

22 respostas

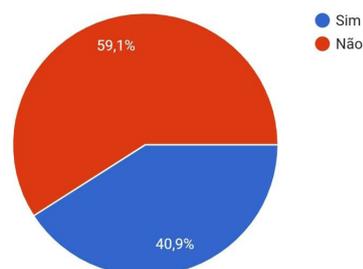


**Fonte:** Dados da pesquisa (2022).

Conforme gráfico 4, os vigilantes por trabalharem armados foram questionados se há possibilidade de disparo acidental por arma de fogo do vigilante, 13 colaboradores responderam que sim e 9 disseram que não, porém mediante observação in loco foi identificado que o risco de disparo de arma de fogo está presente principalmente na passagem de serviço, onde é realizado o manuseio do armamento no momento que este é municiado e desmuniciado.

**Gráfico 4:** Há possibilidade de disparo acidental da arma de fogo do vigilante.  
**Há possibilidade de disparo acidental da arma de fogo do Vigilante?**

22 respostas



**Fonte:** Dados da pesquisa (2022).

Diante dos riscos encontrados e apontados também foi questionado ao funcionário há quanto tempo à empresa está sem registrar acidentes de trabalho, 19 colaboradores responderam que há seis meses ou menos, 2 responderam que a um ano e apenas 1 respondeu a dois anos.

#### **4.3.1. Mapa de Risco**

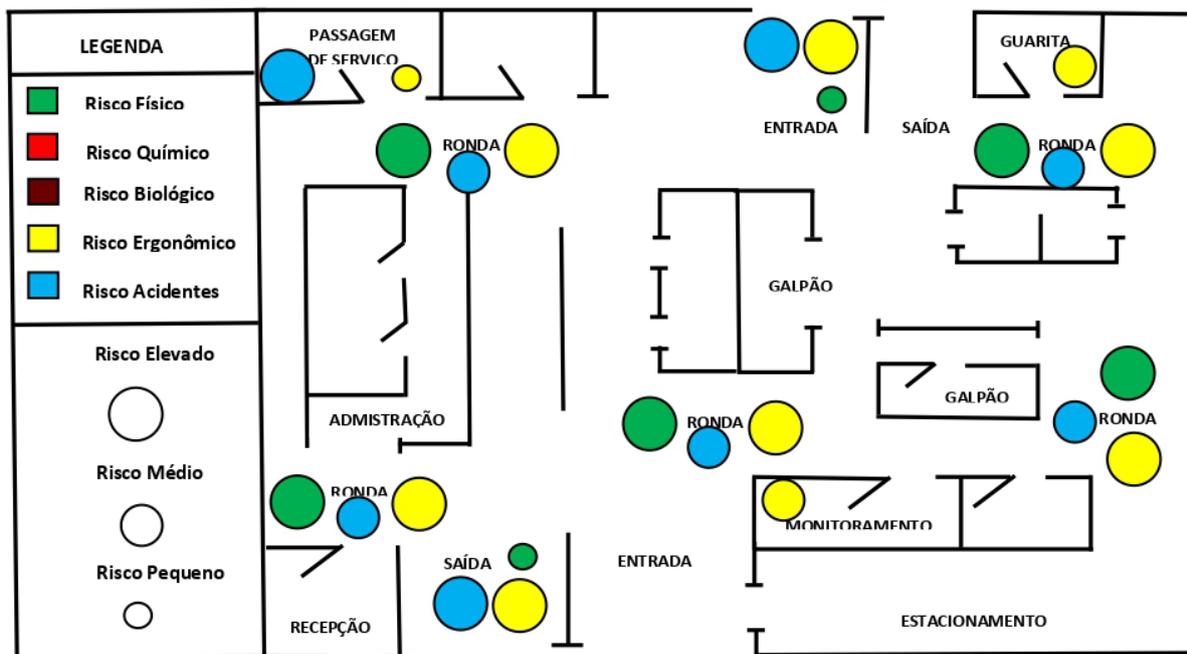
Foi elaborado um mapa de riscos e através desse mapa pode-se observar que os principais riscos são os de acidentes e ergonômicos que se encontram em todas as atividades, somente nas realizações das rondas que foi destacado a presença de riscos físicos, na guarita e monitoramento foi constatado a presença do risco ergonômico. (Figura 6)

Em sequência aos riscos elevados encontrados, nota-se que existem riscos físicos, ergonômicos e acidentes, nas passagens de serviços no controle de acesso de pessoas, revista dos veículos e na realização das rondas.

Na guarita, monitoramento e ronda, pode-se observar riscos médios ergonômicos e acidentes, devido à média exposição a postura incomodas e situações de acidentes. Já na passagem de serviço, controle de acesso de pessoas e revista de veículos, há também uma pequena exposição a riscos físicos e ergonômicos, devido à baixa exposição a postura incomodas e radiação não ionizante.

Esses riscos são representados por círculos com cores, amarelo (risco ergonômico), vermelho (risco químico), verde (risco físico), marrom (risco biológico), e azul (risco mecânico), e grau de severidade, círculo menor corresponde a riscos pequenos, o círculo médio corresponde aos médios riscos e o círculo maior representa os riscos elevados. Essas descrições estão representadas na figura 6, que corresponde ao mapa de riscos de um posto de serviço da empresa Kairos Seguranca LTDA.

**Figura 6:** Mapa de Risco de Posto de Serviço – Kairos Segurança LTDA.



Fonte: Autor, 2022.

É interessante ressaltar que o mapa de risco deve ser instalado em local de fácil acesso e que possa ser visto por todos os trabalhadores, para que os mesmos possam observá-lo. Podendo ser colocado ainda em um painel de madeira, ou até mesmo em uma simples folha de papel fixada em um quadro de aviso, desde que não se retire o principal objetivo de informar e instruir a empresa e colaboradores sobre os riscos existentes (ARAÚJO, 2010, p. 27).

#### 4.4. Criação um plano de ação visando minimizar ou até mesmo extinguir os riscos

No intuito de reduzir ou até mesmo evitar os riscos existentes nas atividades dentro dos postos de vigilância da empresa foi proposto um plano de ação por meio da ferramenta da qualidade 5W2H, conforme quadro 1. A ferramenta citada é de grande importância para as empresas pois auxilia no planejamento e na aplicação das medidas necessárias para alcançar um determinado objetivo.

Na elaboração do plano de ação foram sugeridas que toda ou qualquer atualização sofrida no ambiente de trabalho ou nas atividades no posto de serviço, deve ser feita uma nova avaliação do cenário, diante de qualquer alteração dos riscos e sucessivamente a atualização do PGR, aplicação de medidas administrativas como treinamentos, informativos, além da utilização de EPIs, EPCs e acompanhamento da aplicação tais ações.

A manutenção bem como atualização do Programa de Gerenciamento dos Riscos (PGR), pois esse documento apresenta os riscos, medidas protetivas e aspecto de cada

trabalhador de acordo com a atividade que a ser executada e as atualizações sempre que houver mudanças no cenário, inclusão de um novo setor ou atividade, até o momento dessa pesquisa a empresa apresentou a documentação, porém com informações que precisavam ser atualizadas devido as mudanças que ocorreram nos postos de serviço.

Devido a atividade de vigilância exigir que os colaboradores realizem suas atividades na posição de pé por longos períodos, deixando o vigilante assim exposto a um risco ergonômico elevado, para essa exposição foi sugerido a colocação de assentos próximos ao local de trabalho para que os vigilantes pudessem descansar nos intervalos que o serviço de vigilância permitir. Com essa ação os trabalhadores poderiam executar suas tarefas de forma menos cansativas e não afetaria tanto a sua saúde.

Para o risco elevado de acidentes durante as passagens de serviço no manuseio de armamentos, assalto ou agressão durante a atividade foi proposto como ação o controle da reciclagem anual, treinamento periódico sobre procedimentos de segurança do trabalho e atualização de procedimentos operacionais na área de vigilância com o intuito de rever procedimentos aprendidos na admissão e reciclagem de curso de vigilante, conforme quadro 1.

**Quadro 1:** Aplicação do 5W2.

Item	What	Where	Who	How	When	How Much	
	O Quê?						Porque
1	Atualização do PGR	Para orientar a empresa sobre os riscos existentes, bem como os meios necessários para proteção dos trabalhadores	No posto de serviço	Engenheiro em Segurança do Trabalho	Será realizado visitas nos postos de serviço para verificação ou atualização dos riscos existentes, bem como as alterações nos ambientes de trabalho e nas atividades	Anual ou quando existe alteração no ambiente de trabalho	0,00
2	Orientar os colaboradores conforme NR01	Para orientar sobre os direitos e deveres de Todos os colaboradores	Na admissão, quando ocorrer mudança de função ou risco- Reciclagem Anual	Técnico Em Segurança do Trabalho	Será realizado antes que o funcionário admitido assumo seu posto e a cada 12 meses no auditório da empresa	Na admissão e a cada 12 meses	0,00
3	Constituir CIPA conforme NR05	Para prevenir acidentes e doenças causadas pelo trabalho	Quando a empresa se enquadra no dimensionamento do Quadro da NR-5	Técnico Em Segurança do Trabalho	Será realizada uma eleição onde serão eleitos os representantes dos empregados e o empregador ira escolher os seus representantes obedecendo o que diz a NR-5 sobre o processo eleitoral da CIPA	Anualmente, de acordo com o vencimento da gestão da CIPA vigente	0,00
4	Realizar treinamento sobre EPI com todos colaboradores conforme NR06	Para orientar sobre uso, guarda e conservação dos EPI's	Na admissão, quando ocorrer mudança de função ou risco- Reciclagem Anual - Todos os colaboradores	Técnico Em Segurança do Trabalho	Será realizado antes que o funcionário admitido assumo o seu posto e a cada 12 meses no auditório da empresa	Na admissão e a cada 12 meses	0,00
5	Realizar treinamento de Noções Básicas de Primeiro Socorros com todos os	Para prestar auxílio as vítimas de acidentes com a finalidade principal dos primeiros socorros é manter os sinais vitais da vítima e assegurar que seu	Na admissão, quando ocorrer mudança de função ou risco- Reciclagem Anual	Técnico Em Segurança do Trabalho	Será realizado antes que o funcionário admitido assumo o seu posto e a cada 12 meses no auditório da empresa	Na admissão e a cada 12 meses	0,00

	colaboradores conforme NR07	quadro não piore					
6	Realizar treinamento sobre ergonomia com todos os colaboradores de conforme NR - 17	Para estabelecer as diretrizes e os requisitos que permitam a adaptação das condições de trabalho às características psicofisiológicas dos trabalhadores, de modo a proporcionar conforto, segurança, saúde e desempenho eficiente no trabalho	Na admissão, quando ocorrer mudança de função ou risco- Reciclagem Anual	Engenheiro em Segurança do Trabalho	Será realizado antes que o funcionário admitido assumo o seu posto e a cada 12 meses no auditório da empresa	Na admissão e a cada 12 meses	0,00
7	Realizar Noções Básicas de Prevenção de Incêndio conforme NR23	Para prevenção e extinção de princípios de incêndio e da correta utilização de Extintores, Hidrantes e outros	Na admissão, quando ocorrer mudança de função ou risco- Reciclagem Anual	Técnico Em Segurança do Trabalho	Será realizado antes que o funcionário admitido assumo o seu posto e a cada 12 meses no auditório da empresa	Na admissão e a cada 12 meses	0,00
8	Atualização de procedimento	Para revisar os procedimentos operacionais área de vigilância para que não cometam erros durante o trabalho e atue de maneira segura	Na admissão, quando ocorrer mudança de função ou risco- Reciclagem Anual	Supervisor de vigilante e Técnico Em Segurança do Trabalho	Será realizado antes que o funcionário admitido assumo o seu posto e a cada 12 meses no auditório da empresa	Na admissão e a cada 12 meses	0,00
9	Supervisão de posto	Para verificar se os procedimentos de segurança estão sendo cumprido, além de verificação dos setores de trabalho e se os EPIs estão sendo utilizados e de maneira correta	No posto de serviço	Supervisor de vigilante e Técnico Em Segurança do Trabalho	Será realizada uma visita no posto de serviço no intuito de observar os vigilantes na execução de suas atividades	Mensal	0,00
10	Entrega de EPI	Para proteção dos de riscos suscetíveis de ameaçar a saúde e segurança dos colaboradores	Na empresa	Técnico Em Segurança do Trabalho	Será realizada a entrega de EPIs conforme as exigências contidas no PGR, na admissão e substituição sempre que o mesmo estiver impróprio para o uso ou respeitando as especificações do fabricante	Na admissão e substituição	190,87 por vigilante
11	Informar aos trabalhadores sobre os riscos presentes no ambiente de trabalho	Para orientar ao trabalhador sobre os riscos presentes no ambiente de trabalho	Na empresa ou posto de serviço	Técnico Em Segurança do Trabalho	Será realizado antes que o funcionário admitido assumo o seu posto e a cada 12 meses no auditório da empresa, e nos postos de serviço sempre quando houver alguma atualização dos riscos existentes	Na admissão, a cada 12 meses e quando houver atualizações dos riscos	0,00
12	Acompanhar Plano de Ação	Para verificar se todas as ações e metas sugeridas no plano de ação estão sendo desenvolvidas	Na empresa	Gestor Administrativo	Será realizado uma reunião mensal com os envolvidos no plano de ação, onde serão debatidas por meio de atas todas as ações realizadas, além do envio de indicadores contendo o levantamento de dados atualizados de cada ação	Na admissão, a cada 12 meses e quando houver atualizações dos riscos	0,00
13	Controle de acidentes	Para verificar possíveis causas que provocaram os acidentes ou doenças e evita-las	Nos locais do acidente e Empresa	Eng. em Segurança do Trabalho e Técnico em Segurança do Trabalho	Será realizado uma investigação in loco no momento do acidente e apos o acidente, sendo realizado registro fotográfico e recolhimento de relatos de possíveis testemunhas	Quando houver	0,00
14	Colocação de assentos	Para que os trabalhadores que executam suas tarefas em pé possam ter um descanso durante as pausas que a atividade permitir	No posto de serviço	Contratante	Será solicitado a contratante a implantação de assentos com as especificações cõtidas na NR17	Um mês após a implantação desse plano	510,00 por cadeira

Fonte: Autor, 2022.

Para diminuição de acidentes, identificação dos riscos que levam a acidentes, foi proposto a criação da Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) e mantê-la em perfeito funcionamento na participação e elaboração dos programas da área de segurança do trabalho, atualização do PGR anualmente por meio de visitas ao posto de serviços observado a excursão das atividades e possíveis alterações nos postos que venha expor ao trabalhador a outros tipos de riscos e controle de acidentes por meio da investigação e identificação dos fatores que provocaram esses acidentes.

Na utilização dos meios de proteção necessário para o desenvolvimento das atividades, foi também proposto a aplicação de treinamento sobre uso, guarda e conservação de EPIs, para que os colaboradores tenham a ciência da importância e da real necessidade dos EPIs, de acordo com os riscos específicos da atividade.

Foi identificado que a empresa possui SESMT ativo, porém não realizar uma boa gestão de segurança do trabalho, é necessário a implementação das ferramentas da qualidade que são de grande importância para empresa pois auxiliam no gerenciamento dos processos. A capacitação dos funcionários por meios de treinamento é de extrema importância, pois traz consigo o conhecimento necessário para identificar problemas dentro da empresa, ajuda os profissionais do SESMT a identificar os riscos e evitá-los, além de diminuir o índice de acidentes no trabalho.

A ferramenta 5W2H garante que não haja dúvidas na execução do plano de ação proposto e nas atividades a serem desenvolvidas por cada responsável dentro da empresa, assim como no objetivo que se busca atingir, Lenzi, Kiesel e Zucco (2010, *apud* MEZZALIRA E SILVEIRA, 2014, p. 6)

Diante das ações previstas e das soluções aqui apresentada a empresa afirmou que irá tentar sim se adequar aos requisitos apresentados nesse plano de ação, tendo em vista que as melhorias dos processos de segurança do trabalho dentro da empresa iram impactar diretamente nas atividades nos postos de serviço e para empresa, trazendo um ambiente saudável, seguro, diminuindo os acidentes e doenças ocupacionais.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Esta pesquisa teve como objetivo apresentar um plano de melhorias com medidas protetivas de riscos de acidentes de trabalho dentro da empresa e construção de um plano de ação para gerenciar os riscos existente nos setores de trabalho.

Mediante a análise quali-quantitativa, visitas in loco, aplicação de questionário semiestruturado e os aspectos levantados sobre a segurança do trabalho apresentados ao longo desse estudo, foi possível traçar um caminho na busca da redução dos acidentes e doenças ocupacionais, bem como melhorar os resultados em saúde e segurança nos postos de serviço, demonstrados por meio do gerenciamento dos riscos de segurança do trabalho, onde foram utilizadas as ferramentas Fluxograma, Diagrama de Ishikawa, Questionário Semiestruturados, Mapa de Riscos e 5W2H.

Diante dos problemas encontrados foi proposto a apresentação de medidas administrativas como mapa de risco a respeito dos riscos existentes nos postos de serviço e apresentação de plano de ação para o gestor da empresa informando as medidas a serem tomadas para minimizar os riscos e até mesmo extingui-los, a importância de como conhecer todo o processo desenvolvido nos postos de serviços bem como os colaboradores a respeito dos aspectos de segurança do trabalho, o levantamentos de dados anuais durante as avaliações e renovações do PGR por meio de visitas realizadas nos postos de trabalho para atualizações de novos riscos ambientais e o acompanhamento para verificação se tais medidas estão sendo aplicadas.

Esse estudo por fim mostrou a importância da gestão de riscos na segurança do trabalho dentro das empresas por meio da utilização das ferramentas da qualidade, no qual foi possível analisar e identificar os riscos existentes dentro do ambiente de trabalho e traçar um plano de ação para eliminar tais riscos.

Ficou então evidenciado que a pesquisa conseguiu alcançar o objetivo principal e todos os objetivos específicos, trazendo consigo conhecimento para a empresa bem como para o pesquisado, permitindo aplicar o conhecimento adquirido no curso de engenharia de produção, com resultados satisfatórios e positivos.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, W. T. **Manual de Segurança do Trabalho**. São Paulo: DCL, 2010.

ANDRADE, M. M. **Introdução à Metodologia do Trabalho Científico: Elaboração de Trabalhos na Graduação**. São Paulo: Atlas, 2010.

BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Segurança do Trabalho: Guia Prático e Didático**. São Paulo: Érica, 2018.

OLIVEIRA, C. A. D. O. **Segurança e Saúde no Trabalho: Guia de Prevenção de Riscos.** São Paulo: Dirce, 2014.

PAULA, S. V. **Gestão de Riscos de Segurança do Trabalho: Estudo de Caso na Empresa Daisielle Bomfim Nunes-ME.** 2020. Tese/ dissertação/ monografia. (Graduação e Engenharia de Produção) – Fanese, Sergipe, 2022.

ROHM, D. G. *et al.* (Org.) **South American Development Society Journal**, São Paulo, 17<sup>a</sup>, ago. 2020. Disponível em: <<https://www.sadsj.org/index.php/revista/article/view/319>>. Acessado em: Mar, 2022.

RODRIGUES, V. A. **Gerenciamento de Risco no Setor Produtivo de Uma Metalúrgica: Um Estudo de Caso.** 2017. Tese/ dissertação/ monografia. (Graduação e Engenharia de Produção) Universidade Estadual de Maringá – UEM, 2022.

SILVA, A. J. H. **Metodologia de Pesquisa: Conceitos Gerais.** Paraná: UNICENTRO, 2014.

MEZZALIRA, P. B.; SILVEIRA, A. M. **Revista Da Graduação, 8(1).** Rio Grande do Norte, 1<sup>a</sup>, mai. 2018. Disponível em: <<https://revistaseletronicas.pucrs.br/index.php/graduacao/article/view/20734>>. Acessado em: Mar, 2022.

MARCONDES, J. S. **O que é Mapa de Riscos Ambientais: Conceito e Finalidade.** São Paulo: ConceitoZen, 2022. Disponível em: <<https://www.conceitozen.com.br/o-que-e-mapa-de-risco-e-para-que-serve.html>>. Acessado em: Set, 2022.

# CAPÍTULO 5

## OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE EXTRATOS DE ERVA-MATE E CANELA

Aline Joana Rolina Wohlmuth Alves dos Santos  
Henrique Blank  
Ingrid Dutra de Avila  
Adriane da Conceição Oliveira  
Helen Cristina dos Santos Hackbart

### RESUMO

A utilização de extratos de origem vegetal é descrita para inúmeros fins. Metodologias e técnicas variadas surgem para aprimorar a extração de metabólitos de plantas. Exemplos de extratos são obtidos a partir de canela em pó (*Cinnamomum spp.*) e erva-mate em pó (*Ilex paraguariensis*). Essas plantas possuem, em sua constituição fisiológica, diversos compostos fenólicos, que podem ser classificados em ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos), flavonoides (flavonóis, flavonas, flavonóis, flavanonas, isoflavonas, proantocianidinas), estilbenos e lignanas. Os compostos fenólicos, por sua vez, auxiliam no controle do estresse oxidativo, responsável por doenças, desequilíbrios e envelhecimento celular. Assim encontrar métodos extrativos eficientes, que favoreçam a obtenção de extratos ricos em compostos fenólicos mostram-se interessantes e importantes na síntese de materiais e avaliações biológicas subsequentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ilex paraguariensis*. *Cinnamomum spp.*. extrato. Fenóis. espectro de IV.

### 1. INTRODUÇÃO

A busca por compostos bioativos, de origem natural, com propriedades biológicas é de grande interesse (OLIVEIRA *et al.*, 2016). A utilização de extratos de origem vegetal é descrita para inúmeros fins, a exemplo da utilização de extratos aquosos de folhas e sementes como antifúngico na agricultura (FERREIRA *et al.*, 2014).

Extratos aquosos de erva-mate são relatados na literatura com atividades antioxidante (PIOVEZAN-BORGES *et al.*, 2016) e com propriedades bioativas em embalagens de alimentos (MACHADO *et al.*, 2012). Além disso, extrato de erva-mate foi relatado na prevenção da doença de Parkinson em modelo *in vitro* (PILLAR *et al.*, 2020). A erva mate (*Ilex paraguariensis*), da família Aquifoliácea, é um chá consumido principalmente no sul do Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai, conhecido como “chimarrão”, para a preparação do chá, são utilizadas as folhas e caules que são moídos em diferentes tamanhos, são postos em um recipiente chamado de “cuia” e para a sucção do líquido é utilizado uma haste em metal com o interior oco, chamada popularmente de “bomba”, o chimarrão é preparado utilizando água quente. A plantação, produção industrial e comércio de erva mate geram empregos e renda para as regiões produtoras (HECK; SCHMALKO; MEJIA, 2008).

Para a erva-mate também são relatadas propriedades antitumorais, diuréticas e estimulantes devido à presença de cafeína (HECK; SCHMALKO; MEJIA, 2008). Outros estudos têm evidenciado atividade antimicrobiana de extratos aquosos (BURRIS *et al.*, 2011) e de extrato liofilizado dissolvido em dimetilsulfóxido (DMSO) (PENTEADO *et al.*, 2016).

Extratos de *Cinnamomum spp.* em n-butano e etanol também são descritos na literatura para evitar o crescimento microbiano e reduzir o efeito de intoxicação e deterioração de alimentos (LIANG *et al.*, 2019). A canela (*Cinnamomum spp.*) é uma planta de usos variados na fitoterapia, pertence à família Lauraceae e é oriunda do Sri Lanka e regiões do sudeste da Índia. Para os extratos e chás de canela são relatados efeitos anti-inflamatórios, antibacterianos e antioxidantes (EZZAT; ABUELKHAIR; MOURAD, 2017).

Metabólitos de plantas podem apresentar funções antioxidantes, são de baixa toxicidade, a exemplo daqueles encontrados em cascas de árvores, folhas, caules, frutas e sementes (EZZAT *et al.*, 2017; HECK; SCHMALKO; MEJIA, 2008). Esses compostos naturais possuem altos níveis de polifenóis, que podem ser divididos em ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzóicos e ácidos hidroxicinâmicos), flavonoides (flavonóis, flavonas, flavanóis, flavanonas, isoflavonas, proantocianidinas), estilbenos e ligninas (MANACH *et al.*, 2005).

Os compostos fenólicos são moléculas orgânicas caracterizadas pela presença estrutural de uma ou mais unidades de fenol (FURLAN; RODRIGUES, 2016). Apresentam papel importante para a manutenção do corpo humano, pois controlam o estresse oxidativo, diminuindo a quantidade de oxidantes livres, devido à sua capacidade de eliminar os radicais livres e de atuar como quelantes de metais, o que proporciona um estado de equilíbrio. Tanto os radicais livres quanto os metais são conhecidos por atuarem em catálise de reações de peroxidação lipídica, que levam ao desenvolvimento de algumas doenças. Os compostos fenólicos estabilizam os radicais livres por meio da protonação (LIU; WHITE, 2012; XU, *et al.*, 2010)

Uma dieta rica em compostos fenólicos ajuda na manutenção da fisiologia do corpo, prevenindo o aparecimento de doenças, pois evita possíveis lesões celulares e o envelhecimento celular (FURLAN; RODRIGUES, 2016)

Neste sentido, encontrar métodos extrativos eficientes, que favoreçam a obtenção e caracterização de compostos de interesse para determinadas propriedades terapêuticas, é um grande desafio para os pesquisadores que trabalham com compostos naturais (TORRESA *et al.*, 2018).

Os métodos extrativos comumente utilizados para obtenção de extratos vegetais incluem maceração, infusão, percolação, decocção, extração contínua à quente (Soxhlet), extração em contra-corrente, extração assistida por micro-ondas, ultrassom, fluido supercrítico e turbólise (CARELLI *et al.*, 2011; WOLFF; SILVEIRA; LAZZAROTTO, 2019). Além dos métodos extrativos, são diversos os fatores que influenciam na extração, como a parte do material vegetal utilizada, sua origem, o grau de processamento, o tamanho da partícula, o solvente utilizado, o tempo de extração, temperatura, polaridade e concentração do solvente (TIWARI *et al.*, 2011).

Na literatura são encontradas diversas publicações sobre métodos de extração de compostos naturais de erva-mate. A exemplo do uso de água quente e infusão do material moído (BAVARESCO *et al.*, 2020; BRAVO; GOYA; LECUMBERRI, 2007), uso de solução etanólica a 50% v/v, em banho-maria (WOLFF; SILVEIRA; LAZZAROTTO, 2019) e fazendo uso de solvente orgânico como hexano, por meio de sistema de Soxhlet (MAGALHÃES *et al.*, 2021).

Para a canela, a literatura destaca extrações com solução etanólica 60% v/v em banho-maria (LU *et al.*, 2011) e o uso de solventes orgânicos a exemplo de acetato de etila, acetona e metanol, utilizando sistema de Soxhlet (JAYAPRAKASHA *et al.*, 2007).

A otimização de métodos de extração é importante para obter um produto que tenha alta concentração de compostos fenólicos totais e, conseqüentemente, atividade biológica considerável (SANTINI *et al.*, 2021).

Nesse contexto, o presente capítulo tem como objetivo otimizar a metodologia de extração de compostos naturais em pó de canela e em pó de erva-mate, variando os métodos de extração, proporções massa/volume, tempo e concentração da solução extratora. Além disso, o quantitativo de compostos fenólicos presentes nos extratos será avaliado como indicativo de melhor processo de extração, sendo que os melhores resultados serão caracterizados por meio de espectroscopia na região do infravermelho.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

A matéria-prima de erva-mate em pó (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) foi adquirida em casa de produtos típicos do comércio local, marca Tio Thomaz, orgânica, sem adição de açúcar, tipo PN-1, qualidade Emater certificada, CNPJ: 87.584.942/0001-42, inscrição estadual 251.000.046-7, registro Sema-RS-Defap 003.24204/99 e com fabricação e lote de 19/07/21. A matéria-prima de canela em pó (*Cinnamomum spp.*) adquirida da marca Jawa 100% pura,

originária da Indonésia, CNPJ: 29.888.127/0001-70 e inscrição estadual 626.978.402-114. Para o preparo dos extratos foi utilizado álcool etílico absoluto PA da marca ACS.

Os extratos dessa pesquisa foram obtidos em proporções (m/v) de acordo com a literatura (CARELLI *et al.*, 2011; WOLFF; SILVEIRA; LAZZAROTTO, 2019) em variantes de solução aquosa/etanólica e fazendo uso de diferentes métodos de extração: percolação, turbólise, ultrassom e micro-ondas.

A preparação dos extratos foi realizada em tubos falcon de 15 mL, utilizando 500 mg da amostra vegetal e solução etanólica de diferentes concentrações como solução extratora. O volume de solução foi variado em 5 mL, 7,5 mL ou 10 mL. Após o preparo dos extratos por percolação, turbólise, ultrassom e micro-ondas, esses foram filtrados em papel qualitativo e repousados por 1 hora, para posterior armazenamento em tubos falcon de 15 mL, em ultrafreezer, marca Indrel modelo-Iult, em temperatura próxima de -86° C.

## 2.1. Percolação

A percolação consiste no arraste do princípio ativo pela passagem única e contínua de líquido extrator (etanol), pelo papel filtro da marca Quanty - JP 42 (faixa azul - filtração lenta, 11 cm Ø, poros 8 µm), em funil de vidro, à 25° C (CARDOSO *et al.*, 2017; SANTOS *et al.*, 2021).

A obtenção dos extratos por percolação está descrita nos experimentos 1-15 (Quadro 1). Após a obtenção, os extratos foram deixados em repouso por 3h antes da filtração e armazenamento.

**Quadro 1:** Processo de percolação.

Solução extratora	Extrato de erva-mate	Extrato de canela	Relação m/v (mg/mL)	Volume da solução (mL)
100% etanol	1ep	1cp	500/10	10
	2ep	2cp	500/ 7,5	7,5
	3ep	3cp	500/5	5
80% etanol	4ep	4cp	500/10	10
	5ep	5cp	500/ 7,5	7,5
	6ep	6cp	500/5	5
70% etanol	7ep	7cp	500/10	10
	8ep	8cp	500/ 7,5	7,5
	9ep	9cp	500/5	5
60% etanol	10ep	10cp	500/10	10
	11ep	11cp	500/ 7,5	7,5
	12ep	10cp	500/5	5
100% H <sub>2</sub> O	13ep	13cp	500/10	10
	14ep	14cp	500/7,5	7,5
	15ep	15cp	500/5	5

Fonte: Autoria própria (2022).

## 2.2. Turbólise

A extração assistida por turbólise, executada em vortex, consiste na redução do tamanho da partícula, resultado da aplicação de elevadas forças de cisalhamento em rotações de 2.000 a 24.000 rpm.

A redução drástica do tamanho de partícula favorece a rápida dissolução das substâncias, resultando em tempos de extração menores e com mais eficiência (SIMÕES *et al.*, 2010). Para isso foi utilizado vortex, modelo- QL- 901. A obtenção dos extratos foi realizada de acordo com o Quadro 2.

**Quadro 2:** Metodologia de extração por turbólise.

Solvente	Proporção m/v (mg/mL)	Extrato de erva-mate	Extrato de canela	Tempo (min.)	Volume da solução (mL)
100% etanol	500/10	1et	ct	1,0	10
		2et	ct	1,5	
		3et	ct	2,0	
	500/7,5	4et	ct	1,0	7,5
		5et	ct	1,5	
		6et	ct	2,0	
	500/5	7et	ct	1,0	5
		8et	ct	1,5	
		9et	ct	2,0	
80% etanol	500/10	10et	0ct	1,0	10
		11et	1ct	1,5	
		12et	2ct	2,0	
	500/7,5	13et	3ct	1,0	7,5
		14et	4ct	1,5	
		15et	5ct	2,0	
	500/5	16et	6ct	1,0	5
		17et	7ct	1,5	
		18et	8ct	2,0	
70% etanol	500/10	19et	9ct	1,0	10
		20et	0ct	1,5	
		21et	1ct	2,0	
	500/7,5	22et	2ct	1,0	7,5
		23et	3ct	1,5	
		24et	4ct	2,0	
	500:5	25et	5ct	1,0	5
		26et	6ct	1,5	
		27et	7ct	2,0	
60% etanol	500/10	28et	8ct	1,0	10
		29et	9ct	1,5	
		30et	0ct	2,0	
	500/7,5	31et	1ct	1,0	7,5
		32et	2ct	1,5	
		33et	3ct	2,0	
	500/5	34et	4ct	1,0	5
		35et	5ct	1,5	
		36et	6ct	2,0	
500/10	37et	7ct	1,0	10	
	38et	8ct	1,5		
	39et	9ct	2,0		

100% H <sub>2</sub> O	500/7,5	40et	0ct	1,0	7,5
		41et	1ct	1,5	
		42et	2ct	2,0	
	500/5	43et	3ct	1,0	5
		44et	4ct	1,5	
		45et	5ct	2,0	

Fonte: Autoria própria (2022).

### 2.3. Ultrassom

A extração assistida pela incidência de radiofrequência e aquecimento, por meio de banho de ultrassom, ocorre devido ao desenvolvimento de cavitação, fenômeno responsável pela formação e colapso de bolhas de cavitação que refletem em áreas pontuais de alta pressão e temperatura, facilitando o processo de extração dos elementos (CHAVES *et al.*, 2015, OLIVEIRA *et al.*, 2016, SANTOS *et al.*, 2021). Para isso foi utilizado banho de ultrassom Uimis Aparelhos Científicos LTDA, modelo 335D, 90~240 V – 70 W, nº de série: 16070363. A obtenção dos extratos foi realizada de acordo com o Quadro 3.

**Quadro 3:** Metodologia de extração por banho de ultrassom.

Solvente	Proporção m/v (mg/mL)	Extrato de erva-mate	Extrato de canela	Tempo (min.)	Volume da solução (mL)
100% etanol	500/10	eu	cu	1,0	10
		eu	cu	1,5	
		eu	cu	2,0	
	500/7,5	eu	cu	1,0	7,5
		eu	cu	1,5	
		eu	cu	2,0	
	500/5	eu	cu	1,0	5
		eu	cu	1,5	
		eu	cu	2,0	
80% etanol	500/10	0eu	0cu	1,0	10
		1eu	1cu	1,5	
		2eu	2cu	2,0	
	500/7,5	3eu	3cu	1,0	7,5
		4eu	4cu	1,5	
		5eu	5cu	2,0	
	500/5	6eu	6cu	1,0	5
		7eu	7cu	1,5	
		8eu	8cu	2,0	
70% etanol	500/10	9eu	9cu	1,0	10
		0eu	0cu	1,5	
		1eu	1cu	2,0	
	500/7,5	2eu	2cu	1,0	7,5
		3eu	3cu	1,5	
		4eu	4cu	2,0	
	500/5	5eu	5cu	1,0	5
		6eu	6cu	1,5	
		7eu	7cu	2,0	
60% etanol	500/10	8eu	8cu	1,0	10
		9eu	9cu	1,5	
		0eu	0cu	2,0	
	500/7,5	1eu	1cu	1,0	7,5
		2eu	2cu	1,5	

	500/5	3eu	3cu	2,0	5
		4eu	4cu	1,0	
		5eu	5cu	1,5	
		6eu	6cu	2,0	
100% H <sub>2</sub> O	500/10	7eu	7cu	1,0	10
		8eu	8cu	1,5	
		9eu	9cu	2,0	
	500/7,5	0eu	0cu	1,0	7,5
		1eu	1cu	1,5	
		2eu	2cu	2,0	
	500/5	3eu	3cu	1,0	5
		44eu	44cu	1,5	
		45eu	45cu	2,0	

Fonte: Autoria própria (2022).

## 2.4. Microondas

A extração assistida por micro-ondas consiste no aquecimento de um material por irradiação de micro-ondas e isto ocorre devido à interação da onda eletromagnética com o dipolo elétrico da molécula pela absorção direta da energia. Assim, o aquecimento seletivo do solvente e dos compostos aumenta a cinética de extração, aumentando consideravelmente, o rendimento do processo (KAPPE; DALLINGER; MURPHREE, 2009; ROSINI; NASCENTES; NÓBREGA, 2004). Para a realização da extração foi utilizado um aparelho de micro-ondas da marca White-Westinghouse modelo WMBB283D2PW, 220 V, 50 Hz, 1450 W, número de série: 44640300017. Para a obtenção dos extratos foi utilizado o procedimento de acordo com o Quadro 4.

Quadro 4: Metodologia de extração por micro-ondas.

Solvente	Proporção m/v (mg/mL)	Extrato de erva-mate	Extrato de canela	Tempo (seg)	Volume (mL)
100% etanol	500/10	1em	1cm	5	10
		2em	2cm	10	
		3em	3cm	15	
	500/7,5	4em	4cm	5	7,5
		5em	5cm	10	
		6em	6cm	15	
	500/5	7em	7cm	5	5
		8em	8cm	10	
		9em	9cm	15	
80% etanol	500/10	10em	10cm	5	10
		11em	11cm	10	
		12em	12cm	15	
	500/7,5	13em	13cm	5	7,5
		14em	14cm	10	
		15em	15cm	15	
	500/5	16em	16cm	5	5
		17em	17cm	10	
		18em	18cm	15	
500/10	19em	19cm	5	10	
	20em	20cm	10		
	21em	21cm	15		

70% etanol	500/7,5	22em	22cm	5	7,5
		23em	23cm	10	
		24em	24cm	15	
	500:5	25em	25cm	5	5
		26em	26cm	10	
		27em	27cm	15	
60% etanol	500/10	28em	28cm	5	10
		29em	29cm	10	
		30em	30cm	15	
	500/7,5	31em	31cm	5	7,5
		32em	32cm	10	
		33em	33cm	15	
	500/5	34em	34cm	5	5
		35em	35cm	10	
		36em	36cm	15	
100% H <sub>2</sub> O	500/10	37em	37cm	5	10
		38em	38cm	10	
		39em	39cm	15	
	500/7,5	40em	40cm	5	7,5
		41em	41cm	10	
		42em	42cm	15	
	500/5	43em	43cm	5	5
		44em	44cm	10	
		45em	45cm	15	

Fonte: Autoria própria (2022).

## 2.5. Caracterizações Dos Extratos

### 2.5.1. Quantificação De Compostos Fenólicos

Para a quantificação dos fenólicos totais foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu, conhecido como ensaio de fenóis totais, sendo esse tipo de ensaio simples e reprodutivo (VEBER *et al.*, 2015). Em tubos falcon de 15 mL, protegidos da luz, foram adicionados 250 µL de cada extrato, mais 4 mL de água destilada e 250 µL do reagente Folin-Ciocalteu 1,0 N. Os tubos foram agitados e deixados em repouso por 3 minutos. Em seguida, foi adicionado 500 µL de solução aquosa de carbonato de sódio 1,0 N (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). As soluções foram deixadas em repouso e ao abrigo da luz por 2 horas, homogeneizando a cada 30 min por turbólise. Após este período foi realizada a leitura em 725 nm, fazendo uso de espectrofotômetro da marca Spectra Max 190, modelo Molecular Devices. Foi utilizado um branco de água destilada.

Os resultados de quantificação de fenóis totais são expressos em equivalência de mg de ácido gálico por 100 g de amostra, que foram calculados a partir de curva de calibração de ácido gálico. Para preparar a curva de calibração, 100 mg de ácido gálico foram pesados e adicionados a um balão volumétrico, onde o volume foi completado para 100 mL com metanol e a solução foi homogeneizada. A solução estoque apresentava concentração de 1 mg/mL. Em seguida foram realizadas diluições sucessivas para a obtenção da curva de ácido gálico. Foram preparadas 8 soluções com concentrações que obtiveram uma linearidade de 0,05 – 0,95 mg/mL

(Quadro 5). A quantificação foi realizada em microplaca de 96 poços onde, em cada micro poço, foram adicionados 250 µL de cada solução, em triplicada e, em seguida, foram adicionados 250 µL do reagente de Folin-Ciocalteu (1,0 N). A solução foi homogeneizada e deixada em repouso por 2 horas. A leitura foi realizada em 725 nm.

### 2.5.2. Espectroscopia na região do infravermelho (IV)

Os extratos foram caracterizados por espectroscopia na região do infravermelho em equipamento com Transformada de Fourier (FT-IV) da marca Shimadzu – modelo IRAffinity-1, em um intervalo de varredura de 600 a 4000  $\text{cm}^{-1}$  e resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$ , em Reflectância Total Atenuada (ATR).

## 3. Resultados E Discussões

### 3.1. Compostos Fenólicos Totais

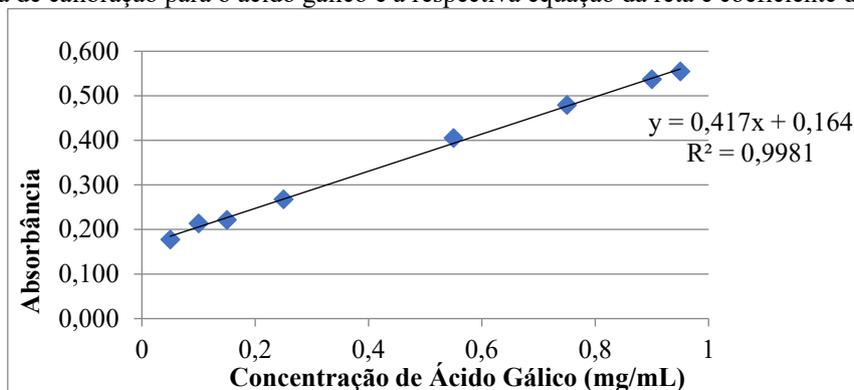
A partir de cada absorbância de cada solução de ácido gálico (Quadro 5) foi construída uma curva de calibração relacionando com as respectivas concentrações. Os dados obtidos foram plotados de acordo com a Figura 1.

Quadro 5: Soluções para a curva padrão de ácido gálico.

Ponto	C (mg/mL)	Absorbância
1	0,05	0,177
2	0,1	0,213
3	0,150	0,221
4	0,250	0,267
5	0,550	0,405
6	0,750	0,479
7	0,9	0,537
8	0,950	0,554

Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 1: Curva de calibração para o ácido gálico e a respectiva equação da reta e coeficiente de determinação.



Fonte: Autoria própria (2022).

Fazendo uso da curva de calibração do ácido gálico e avaliando-se cada valor de absorbância obtido para cada extrato nas diferentes condições, de acordo com o método de Folin-Ciocalteu (VEBER *et al.*, 2015), foram obtidos os dados descritos no Quadro 6, com destaque para os maiores quantitativos de fenóis totais em cada método. A literatura relata o uso do método de Folin-Ciocalteu como método viável e rotineiro para a determinação de compostos fenólicos totais (BARRERA-RUIZ *et al.*, 2020, WOLFF; SILVEIRA; LAZZAROTTO, 2019).

**Quadro 6:** Resultados para a determinação de compostos fenólicos em cada extrato obtido, com destaque para os melhores resultados.

Exp.	Percolação (mg EAG/100 g)	Exp.	Turbólise (mg EAG/100 g)	Exp.	Ultrassom (mg EAG/100 g)	Exp.	Micro-ondas (mg EAG/100 g)
<b>ERVA-MATE</b>							
1ep	0,51	1et	44,46	1eu	28,24	1em	<b>60,23</b>
2ep	0,97	2et	55,71	2eu	23,96	2em	45,24
3ep	0,46	3et	38,60	3eu	35,37	3em	32,94
4ep	2,00	4et	29,80	4eu	28,53	4em	38,24
5ep	0,85	5et	44,13	5eu	19,04	5em	49,68
6ep	1,28	6et	33,37	6eu	18,43	6em	38,72
<b>7ep</b>	<b>3,13</b>	7et	27,74	7eu	20,81	7em	30,88
8ep	1,15	8et	32,53	8eu	21,89	8em	27,88
9ep	1,74	9et	28,18	9eu	22,67	9em	34,17
10ep	2,82	<b>10et</b>	<b>88,42</b>	10eu	53,73	10em	39,72
11ep	2,52	<b>11et</b>	<b>96,39</b>	11eu	63,02	11em	33,94
12ep	1,14	12et	85,65	12eu	67,73	12em	29,36
13ep	2,19	13et	67,55	13eu	52,50	13em	27,59
14ep	1,68	14et	68,44	14eu	59,85	14em	28,46
15ep	1,20	15et	77,72	15eu	48,38	15em	29,05
-		16et	51,39	16eu	29,59	16em	17,73
-		17et	31,45	17eu	35,69	17em	16,78
-		18et	34,73	18eu	34,22	18em	25,44
-		<b>19et</b>	<b>95,02</b>	19eu	64,47	19em	32,98
-		20et	69,12	20eu	59,13	20em	34,66
-		<b>21et</b>	<b>97,62</b>	<b>21eu</b>	<b>73,78</b>	21em	38,68
-		22et	56,75	22eu	50,55	22em	22,95
-		23et	50,65	23eu	55,93	23em	24,34
-		24et	56,97	24eu	51,81	24em	29,72
-		25et	43,26	25eu	32,91	25em	18,75
-		26et	40,24	26eu	33,35	26em	10,90
-		27et	37,80	27eu	28,71	27em	15,12
-		28et	82,45	28eu	40,69	28em	36,22
-		29et	77,06	29eu	52,14	29em	28,73
-		30et	74,31	30eu	54,08	30em	25,89
-		31et	54,74	31eu	46,21	31em	27,21
-		32et	64,00	32eu	46,96	32em	25,31
-		33et	48,66	33eu	37,04	33em	25,48
-		34et	36,24	34eu	26,87	34em	18,08
-		35et	34,79	35eu	24,97	35em	15,83
-		36et	35,29	36eu	22,05	36em	23,39
-		37et	81,41	37eu	46,53	37em	33,75
-		38et	56,31	38eu	46,32	38em	34,14
-		39et	56,23	39eu	44,44	39em	34,82

-		0et	18,11	40eu	43,70	40em	31,53
-		1et	47,13	41eu	31,36	41em	24,83
-		2et	45,06	42eu	28,62	42em	22,87
-		3et	34,63	43eu	18,76	43em	19,09
-		4et	30,06	44eu	15,74	44em	18,58
		5et	29,88	45eu	26,73	45em	22,91
<b>CANELA</b>							
1cp	2,01	1ct	15,56	1cu	49,84	<b>1cm</b>	<b>64,82</b>
2cp	0,94	2ct	17,49	<b>2cu</b>	<b>54,11</b>	2cm	40,85
3cp	1,21	3ct	12,04	3cu	50,13	3cm	29,46
<b>4cp</b>	<b>2,20</b>	4ct	18,76	4cu	33,45	4cm	33,74
5cp	0,77	5ct	12,27	5cu	35,14	5cm	25,88
6cp	1,85	6ct	14,21	6cu	34,73	6cm	28,30
7cp	1,12	7ct	10,05	7cu	22,28	7cm	19,21
8cp	0,57	8ct	9,98	8cu	25,99	8cm	20,34
9cp	1,28	9ct	9,04	9cu	21,09	9cm	14,69
10cp	1,61	<b>10ct</b>	<b>20,20</b>	10cu	38,67	<b>10cm</b>	<b>60,02</b>
11cp	1,05	11ct	17,44	11cu	37,77	11cm	33,06
12cp	1,61	12ct	9,03	12cu	31,57	12cm	31,10
13cp	1,46	13ct	14,35	13cu	40,05	13cm	37,30
14cp	1,91	14ct	15,86	14cu	26,72	14cm	25,86
15cp	1,42	15ct	17,36	15cu	26,85	15cm	19,85
		16ct	13,76	16cu	22,72	16cm	25,44
		17ct	11,95	17cu	20,59	17cm	18,76
		18ct	10,82	18cu	16,83	18cm	16,84
		19ct	18,67	19cu	38,60	<b>19cm</b>	<b>63,09</b>
		20ct	15,92	20cu	41,96	20cm	38,26
		21ct	11,47	21cu	41,75	21cm	33,73
		22ct	16,63	22cu	31,48	22cm	22,64
		23ct	3,51	23cu	31,72	23cm	25,61
		24ct	17,09	24cu	26,46	24cm	19,70
		25ct	1,20	25cu	19,80	25cm	17,17
		26ct	6,77	26cu	21,28	26cm	14,54
		27ct	1,47	27cu	22,90	27cm	21,03
		28ct	4,72	28cu	51,55	28cm	37,92
		29ct	4,73	29cu	53,97	29cm	15,30
		30ct	3,39	30cu	43,67	30cm	26,42
		31ct	-0,36	31cu	41,23	31cm	27,36
		32ct	5,05	32cu	49,90	32cm	16,70
		33ct	4,74	33cu	39,73	33cm	37,94
		34ct	0,36	34cu	28,18	34cm	21,85
		35ct	2,23	35cu	24,88	35cm	13,72
		36ct	2,33	36cu	23,24	36cm	20,71
		37ct	-7,61	37cu	16,38	37cm	34,36
		38ct	-5,19	38cu	16,59	38cm	29,12
		39ct	-5,85	39cu	12,00	39cm	23,93
		40ct	-1,70	40cu	5,67	40cm	31,98
		41ct	-4,80	41cu	11,21	41cm	31,30
		42ct	-4,07	42cu	11,13	42cm	17,86
		43ct	-3,56	43cu	5,85	43cm	10,20
		44ct	-3,86	44cu	1,47	1cm	10,72
		45ct	-3,20	45cu	68	2cm	18,29

Fonte: Autoria própria (2022).

Legenda: Exp. = experimento

Por percolação, o experimento 7ep de erva-mate demonstrou ter extraído a maior quantidade de compostos fenólicos totais 3,13 mg EAG/100g, enquanto que para a amostra de canela o experimento 4cp demonstrou ter extraído a maior quantidade de compostos fenólicos totais 2,20 mg EAG/100g.

Por turbólise, o experimento 21et de erva-mate demonstrou ter conseguido extrair a maior quantidade de compostos fenólicos totais 97,62 mg EAG/100g. Já para a amostra de canela o experimento 10ct demonstrou ter extraído a maior quantidade de compostos fenólicos totais 20,20 mg EAG/100g. Os valores negativos encontrados para a canela estão relacionados com o limite de detecção da metodologia, não sendo possível detectar a concentração de compostos fenólicos totais nas referidas amostras.

Fazendo uso de ultrassom, o experimento 21eu de erva-mate demonstrou ter extraído a maior quantidade de compostos fenólicos totais 73,78 mg EAG/100g. Já para a amostra de canela o experimento 2cu demonstrou ter extraído a maior quantidade de compostos fenólicos totais 54,11 mg EAG/100g.

Por fim, fazendo uso de radiação de micro-ondas, o experimento 1em de erva-mate demonstrou extrair a maior quantidade de compostos fenólicos totais 60,23 mg EAG/100g. Já para a amostra de canela o experimento 1cm demonstrou ter extraído a maior quantidade de compostos fenólicos totais 64,82 mg EAG/100g.

Com base nos resultados do Quadro 6 foram definidos os quatro extratos com melhores resultados de fenóis totais que estão dispostos no Quadro 7. Esses extratos serão utilizados, posteriormente, para as análises biológicas e síntese de materiais e formulações, com ênfase nos extratos 1 e 4, por apresentarem melhores quantidades de fenóis totais e não utilizarem solução etanólica 70% como solvente, uma vez que essa solução apresenta comprovada atividade antimicrobiana para desinfecção de superfícies (CRUZ *et al.*, 2022; KAMPF, 2018).

**Quadro 7:** Apresentação dos extratos com os quatro melhores resultados.

Exp.	Extrato	Massa (mg)	Volume (mL)	Tempo	% etanol	Método	Matéria-Prima
1cm	1	500	10	5 seg.	100	Micro-ondas	Canela
19cm	*	500	10	5 seg.	70	Micro-ondas	Canela
10cm	*	500	10	5 seg.	80	Micro-ondas	Canela
2cu	2	500	10	1,5 min.	100	Ultrassom	Canela
21et	3	500	10	2 min.	70	Turbólise	Erva-Mate
11et	4	500	10	1,5 min.	80	Turbólise	Erva-Mate
19et	**	500	10	1 min.	70	Turbólise	Erva-Mate
10et	**	500	10	1 min.	80	Turbólise	Erva-Mate

**Legenda:** Exp. = experimento; \* Exp. não escolhido devido ao interesse em variar o método de extração.  
\*\* Exp. não escolhido devido ao interesse em atuar com melhores valores de fenóis totais já que o método de extração é o mesmo. **Fonte:** Autoria própria (2022).

Os resultados obtidos quando comparados com a literatura. Wolff; Silveira; Lazzarotto (2019) encontraram para extratos etanólicos (50%) de erva-mate, valores de compostos fenólicos de 39,65 mg EAG/100g utilizando solução etanólica 50%, em banho-maria, à 120° C, por 30 min. Nessa pesquisa foram encontrados melhores resultados de fenóis totais, fazendo uso de turbólise, como método de extração. A amostra 11et (extrato 4 – Quadro 7) evidenciou 96,39 mg EAG/100g de fenóis totais em solução etanólica 80%, enquanto a amostra 21et (extrato 3 – Quadro 7) evidenciou 97,62 mg EAG/100g em solução etanólica 70%.

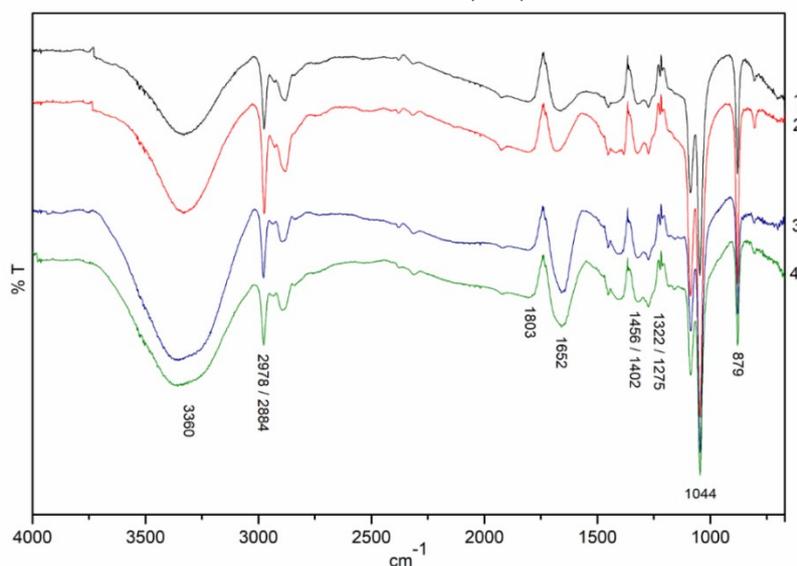
Para a canela a literatura descreve 45,25 mg EAG/100g de compostos fenólicos extraídos em solução etanólica 60%, fazendo uso de banho-maria, à 35° C, por 24 h (LU *et al.*, 2011). Já nessa pesquisa, também, foram observados melhores resultados de fenóis totais de 64,82 mg EAG/100g para a amostra 1cm (extrato 1 – Quadro 7) e 54,11 mg EAG/100g para a amostra 2cu (extrato 2 – Quadro 7), ambas em solução de etanol 100%.

### 3.2. Espectroscopia De IV

Os espectros dos extratos de erva-mate e canela são apresentados na Figura 2 e a descrição de suas bandas consta no Quadro 8, sendo que os valores apresentados pela literatura para canela e erva-mate estão de acordo com os resultados desta pesquisa.

As bandas apresentadas estão de acordo com a literatura, e se referem a compostos naturais que apresentam grupos, tais como: amino, hidroxila, carboxila, carbonila, cadeias carbônicas alifáticas e cíclicas e anéis aromáticos (SILVERSTEIN; WEBSTER; KIEMLE, 2007).

**Figura 2:** Espectro para os extratos de canela (1,2) e extratos de erva-mate (3,4). Transmitância (%T) versus número de onda ( $\text{cm}^{-1}$ ).



Fonte: Autoria própria (2022).

**Quadro 8:** Bandas do espectro da região do infravermelho.

Banda	1 e 2 (cm <sup>-1</sup> )	Lixourgioti <i>et al.</i> (2022)*	3 e 4 (cm <sup>-1</sup> )	Gris (2018) <sup>+</sup>
[v O-H / v N-H]	3360	3500	3360	3235
[v C-H]	2978 / 2881	2800	2978/2884	---
[v C=O <sub>carboxila</sub> ]	1793	1727	1803	---
[δ N-H / v C=O <sub>carbonila</sub> / v C=C <sub>aromático</sub> ]	1660	1679 / 1626 / 1573 <sub>[C=C]</sub>	1652	1595 <sub>[C=C]</sub>
[v C-N / δ C-H]	1454 / 1390	---	1402 / 1456	---
[v C-O <sub>álcool</sub> / δ O-H <sub>álcool</sub> ]	1314 / 1270	1450	1322 / 1275	---
[δ C-H <sub>aromático/alifático</sub> / v C-O <sub>álcool</sub> ]	1044	1294 <sub>[C-H]</sub>	1044	1364 <sub>[C-H]</sub> / 1256 <sub>[C-O]</sub>
[δ O-H <sub>álcool</sub> / δ C-H / v C-O <sub>éster/etanoll</sub> ]	879	1248	879	---

Fonte: Autoria própria (2022).

Legenda: \*para óleo essencial de canela. +para extrato aquoso de erva-mate liofilizado.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca por novos métodos de extração de metabólitos de plantas é um desafio para os pesquisadores. Métodos eficientes, que concentrem valores de compostos fenólicos altos, agregam valor aos extratos produzidos. Nesta pesquisa foram apresentados diferentes métodos de extração de compostos naturais partindo de erva-mate e de canela pulverizadas.

Os métodos de extração mais eficientes foram considerados aqueles cujas amostras evidenciaram maiores quantitativos de compostos fenólicos. Os espectros de infravermelho desses extratos caracterizaram a presença de compostos naturais, inclusive de compostos fenólicos. Os extratos obtidos serão usados, futuramente, em diferentes formulações e confecção de materiais para promover pesquisas na área biológica.

#### REFERÊNCIAS

- BAVARESCO, J. B. *et al.* **Scientia Cum Industria**, v. 8, n. 1, p. 39-45, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18226/23185279.v8iss1p39>>. Acessado em: Set, 2022.
- BARRERA-RUIZ, D. G. B. *et al.* **Jornal Food Science Technology**, v. 40, n. 2, p. 568-573, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/fst.34519>>. Acessado em: Set, 2022.
- BRAVO, L.; GOYA, L.; LECUMBERRI, E. **Food Research International**, v. 40, n. 3, p. 303-405, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2006.10.016>>. Acessado em: Set, 2022.
- BURRIS, K. P. *et al.* **Journal Food Science**, v. 76 p. 378-384, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02255.x>>. Acessado em: Set, 2022.

CARELLI, G. *et al.* **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 1, p. 110-115, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-05722011000100016>>. Acessado em: Set, 2022.

CARDOSO, I. C. *et al.* **Revista Fitos**, v. Suplementar, p. 1-126, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5935/2446-4775.20170016>>. Acessado em: Set, 2022.

CHAVES, E. S. *et al.* **Química Nova**, v. 38, n. 4, p. 570-574, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170861>>. Acessado em: Set, 2022.

CRUZ, A. F. *et al.* **Journal of Microbiological Methods**, v. 193, p. 106402, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.mimet.2021.106402>>. Acessado em: Set, 2022.

EZZAT, S. K. *et al.* **Biochemistry and Biophysics Reports**, v. 12, p. 72-78, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrep.2017.08.014>>. Acessado em: Set, 2022.

FERREIRA, E. F. *et al.* **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 346-352, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-223/13>>. Acessado em: Set, 2022.

FURLAN, A. S.; RODRIGUES, L. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 22, n. 6, p. 461-464, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220162206163766>>. Acessado em: Set, 2022.

GRIS, C. C. T. **Proteção antioxidante de extrato de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) veiculado em partículas lipídicas sólidas**. 2018. 128f. Dissertação de mestrado – Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo-RS. Disponível em: <<http://tede.upf.br/jspui/handle/tede/1459>>. Acessado em: Set, 2022.

HECK, C. L.; SCHMALKO, M.; MEJIA, E. G. **Jornal Agricultural Food Chemistry**, v. 56, p. 8394–8403. 2008. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1021/jf801748s>>. Acessado em: Set, 2022.

JAYAPRAKASHA, G. K. *et al.* **Journal of Food Composition And Analysis**, v. 20, n. 3-4, p. 330-336, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jfca.2006.07.006>>. Acessado em: Set, 2022.

KAPPE, C. O.; DALLINGER, D.; MURPHREE, S. S. **Practical Microwave Synthesis for Organic Chemists: Strategies, Instruments, and Protocols**, Weinheim-Alemanha Wiley-VCH, 2009.

KAMPF, G. **Journal of Hospital Infection**, v. 98, n. 4, p. 331-338, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jhin.2017.08.025>>. Acessado em: Set, 2022.

LIU, S. X.; WHITE, E. **The Open Food Science Journal**, v. 6, p. 5-11, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2174/1874256401206010005>>. Acessado em: Set, 2022.

LIANG, Y. *et al.* **Food Science & Nutrition**, v. 7, n. 6, p. 2186-2193, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1002/fsn3.1065>>. Acessado em: Set, 2022.

LIXOURGIOTI, P. *et al.* **LWT - Food Science and Technology**, v. 154, p. 1-11, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112760>>. Acessado em: Set, 2022.

LU, M. *et al.* **Food Research International**, v. 44, n. 2, p. 530-536, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2010.10.055>>. Acessado em: Set, 2022.

MACHADO, B. A. S. *et al.* **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 2085-2091, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782012001100028>>. Acessado em: Set, 2022.

MAGALHÃES, W. L. E. *et al.*. **Método de fracionamento de extratos de erva-mate e separação dos compostos fenólicos dos açúcares**, Colombo/PR: Editora da EMBRAPA, 2021. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228957/1/EmbrapaFlorestas-2021-ComunicadoTecnico476.pdf>>. Acessado em: Set, 2022.

MANACH, C. *et al.* **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, n. 1, p. 230-242, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1093/ajcn/81.1.230s>>. Acessado em: Set, 2022.

OLIVEIRA, V. B. *et al.* **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v.18, n. 1, p.230-239, 2016. Disponível em: <[https://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/15\\_106](https://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/15_106)>. Acessado em: Set, 2022.

PENTEADO, J. O. *et al.*. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 1, p. 136-146, 2016. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.17058/reci.v1i1.8335>>. Acessado em: Set, 2022.

PIOVEZAN-BORGES, A. C. *et al.* **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 2, p. 539-544, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.01115>>. Acessado em: Set, 2022.

PILLAR, D. M. *et al.* **Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano**, v. 17, n. 2, p. 92-92, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5335/rbceh.v17i2.11938>>. Acessado em: Set, 2022.

ROSINI, F.; NASCENTES, C. C.; NÓBREGA, J. A. **Química Nova**, v. 27, n. 6, p. 1012-1015, 2004. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe\\_artigo.asp?id=4049](http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=4049)>. Acessado em: Set, 2022.

SANTOS, M. A. C. *et al.* **Revista Fitos**, v. 15, n. 1, p. 32-39, 2021. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.32712/2446-4775.2021.948>>. Acessado em: Set, 2022.

SANTINI, A. T. *et al.* **Holos**, v. 7, n. e11316, p. 1-17, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.15628/holos.2021.11316>>. Acessado em: Set, 2022.

SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. **Identificação Espectrométrica de Compostos Orgânicos**. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2007.

SIMÕES, C. M. O. *et al.* **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 1.ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

TIWARI, P. *et al.* **Internationale Pharmaceutica Scientia**, v.1, n.1, p. 98-106, 2011. Disponível em: <[https://docshare.tips/phytochemical-screening-and-extraction-a-review\\_575156a9b6d87f24a08b559f.html](https://docshare.tips/phytochemical-screening-and-extraction-a-review_575156a9b6d87f24a08b559f.html)>. Acessado em: Set, 2022.

TORRESA, D. S. *et al.* **Química Nova**, v. 41, n. 7, p. 743-747, 2018. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170236>>. Acessado em: Set, 2022.

VEBER, J. *et al.* **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 267-273, 2015. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/12\\_181](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/12_181)>. Acessado em: Set, 2022.

XU, C. *et al.* **Food Chemistry**, v. 122, n. 3, p. 688-694, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.03.037>>. Acessado em: Set, 2022.

WOLFF, S. M.; SILVEIRA, A. C.; LAZZAROTTO, M. **Iniciação Científica Cesumar**, v. 21, n. 1, p. 45-54, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17765/1518-1243.2019v21n1p45-54>>. Acessado em: Set, 2022.

# CAPÍTULO 6

## CLASSIFICAÇÃO INTELIGENTE DE GESTOS ESTÁTICOS DA LÍNGUA DE SINAIS COM *DEEP LEARNING*

Nayara da Silva Cerdeira da Costa  
Elloá Barreto Guedes da Costa

### RESUMO

Com o objetivo de colaborar com o desenvolvimento de tecnologias que promovam a inclusão de pessoas surdas na sociedade, este trabalho considera o problema de Visão Computacional do reconhecimento de gestos estáticos da língua de sinais do alfabeto ASL. Para tanto, considera exemplos realísticos oriundos de duas bases de dados de imagens rotuladas, contemplando mais de 2 mil exemplos, e avalia se Redes Neurais Artificiais Convolucionais Profundas, modelo de vanguarda de *Deep Learning* inspirado no córtex visual de mamíferos, são capazes de realizar esta tarefa sem o ônus computacional de etapas de pré-processamento, contrapondo abordagem de outros trabalhos relacionados na literatura. Neste sentido, foi concebido um cenário de avaliação experimental com validação cruzada *holdout* e avaliação de oito arquiteturas distintas de tais redes. Os resultados obtidos demonstraram a viabilidade do modelo escolhido para a tarefa em questão, em que se destacaram as arquiteturas ShuffleNet, com acurácia média de 90% e uma baixa quantidade de parâmetros, o que viabiliza sua utilização em dispositivos embarcados, e a Inception, com acurácia média de 98%, a qual também pode ser incorporada em soluções que colaborem para o ensino de línguas de sinais. Foi possível observar que as métricas obtidas superam outros trabalhos da literatura, avançando o estado da arte para esta tarefa, e que houve dificuldade em tais modelos para distinguir sinais representados por punho fechado apenas com distinção do posicionamento do dedo polegar.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Deep Learning*, Inteligência Artificial, Língua de Sinais, Redes Neurais Convolucionais.

### 1. INTRODUÇÃO

A comunidade surda passa por diversos desafios diariamente, um deles é a dificuldade de se comunicar em uma sociedade em sua maioria ouvinte. Visando a integração dessas pessoas na sociedade, as línguas de sinais se enquadram no escopo das tecnologias assistivas, que tem como principal objetivo ampliar as capacidades, inclusão e independência das pessoas com deficiência (TEODORO, 2015). No Brasil, por exemplo, a Lei N° 10436/2002 reconhece Libras como meio legal de comunicação e expressão no país (BRASIL, 2002) e o Decreto 5626/2005 inclui Libras como componente obrigatório na formação de professores, promove o uso e a difusão da Libras para o acesso de pessoas surdas à educação e, dentre outros, dispõe sobre o apoio ao uso e difusão dessa língua de sinais, visando promover uma sociedade mais inclusiva (BRASIL, 2005). Há que se salientar, entretanto, que não há uma língua de sinais universal, mas elas compartilham o uso do canal espaço-visual como modalidade linguística (QUADROS; KARNOPP, 2007). Nos Estados Unidos, por exemplo, utiliza-se a *American Sign Language* (ASL).

Com o avanço das soluções computacionais em diversos contextos na sociedade, pode-se vislumbrar, por exemplo, o desenvolvimento de soluções que permitam uma melhor comunicação entre surdos e ouvintes. Considerando a Visão Computacional, por exemplo, seria extremamente proveitoso dispor de uma solução que pudesse capturar, com o uso de uma câmera, os sinais emitidos por um sujeito em uma língua de sinais e traduzi-los para o texto escrito, permitindo assim a compreensão de uma mensagem emitida por uma pessoa surda, sem o intermédio de intérpretes. Uma solução dessa natureza também poderia ser utilizada por iniciantes em uma língua de sinais, auxiliando-os nesse aprendizado. É importante ressaltar, porém, que o desenvolvimento de uma solução computacional dessa natureza não é trivial, pois envolve a detecção de padrões extremamente complexos, envolvendo movimentos e particularidades de cada sujeito emissor dos sinais.

Apesar das dificuldades tecnológicas, a solução previamente mencionada continua a ser fortemente desejada e, para desenvolvê-la, tarefas menores nela contidas têm sido abordadas primariamente com métodos de *Deep Learning* (DL). Esta subárea de vanguarda da Inteligência Artificial tem colaborado para viabilizar soluções anteriormente intratáveis da Visão Computacional (VC), pois permitem a aprendizagem automática de representações de características semânticas e discriminativas a partir de observações diretas em quantidades massivas de dados multidimensionais (ASADI-AGHBOLAGHI *et al.*, 2017).

Visando colaborar no contexto apresentado, este artigo apresenta os resultados da classificação inteligente e automática de gestos estáticos do alfabeto ASL a partir de uma abordagem de VC com o uso de Redes Neurais Artificiais Convolucionais (CNNs, do inglês *Convolutional Neural Networks*), um dos modelos mais proeminentes de DL. No desenvolvimento da solução proposta foram consideradas múltiplas arquiteturas de CNNs disponíveis na literatura e uma avaliação experimental com bases de dados realísticas. A partir de uma aferição de métricas de desempenho no contexto experimental considerado, notou-se que houve melhorias em relação ao estado-da-arte, o que destaca a solução aqui apresentada como uma contribuição para mitigar os desafios da tradução automática das línguas de sinais.

## 2. TRABALHOS RELACIONADOS

Diversos trabalhos na literatura apresentam contribuições que visam colaborar para o reconhecimento automático de línguas de sinais. Os trabalhos aqui descritos compreendem o reconhecimento de sinais estáticos e dinâmicos, pois as soluções para o primeiro tipo de gestos muitas vezes podem ser estendidas para o segundo tipo e, além disso, o reconhecimento de

gestos dinâmicos pode ser visto como o reconhecimento sequencial de gestos estáticos. Ademais, consideram apenas o escopo das soluções que utilizam Redes Neurais Artificiais.

No âmbito de Libras, o trabalho de Cruz buscou classificar tantos sinais estáticos quanto dinâmicos. Para tanto, considerou um modelo de 3D-CNN que recebe como entrada uma imagem RGB e o fluxo óptico para efetuar a classificação do gesto. Segundo a autora, um dos principais desafios desse trabalho foi a carência de bases de dados pré-existentes com tais informações, o que a levou a propor uma base de dados filmada em ambiente controlado, com fundo estático (CRUZ, 2020). Embora os resultados obtidos da classificação tenham sido bons, a proposta de solução apresentada mostra-se distante dos cenários reais de utilização, em que a captura dos sinais costuma acontecer em ambiente não controlado.

Islam e outros utilizaram CNNs para o reconhecimento de 10 sinais estáticos, a citar: índice, paz, três, palma aberta, palma fechada, OK, polegares, punho, balanço, sorriso (ISLAM *et al.*, 2019). Para tanto, utilizaram a linguagem de programação Python e a biblioteca Keras. A solução proposta pelos autores inicia-se com um pré-processamento para subtração de fundo, isto é, para remoção do *background*, e conversão de cores para tons de cinza. O modelo proposto pelos autores alcançou precisão 97,12% com aumento artificial de dados, resultado cerca de 4% superior quando não há tal aumento (92,87%). Os resultados neste experimento foram satisfatórios, entretanto, os autores reconhecem que a adição de mais sinais e o reconhecimento de sinais com fundos complexos possam ser uma extensão desse trabalho.

No âmbito de sinais estáticos em ASL, o trabalho de Adithya e Rajesh considerou o uso de duas bases de dados públicas e a tarefa de classificação com o uso de CNNs, as quais realizam automaticamente a fase de extração de características (ADITHYA; RAJESH, 2020). Com uma arquitetura CNN proposta pelas autoras e realizando um experimento com cinco repetições, alcançou-se bons resultados:  $94,7 \pm 0,8\%$  de acurácia.

Um outro trabalho da literatura considerou os sinais estáticos da Língua de Sinais do Peru (LSP) (FLORES; CUTIPA; ENCISO, 2017). Inicialmente os autores aplicaram técnicas de pré-processamento para redução de ruído, incremento de contraste e para subtração de fundo, passos que antecederam a classificação com a arquitetura LeNet-5. Os autores variaram as quantidades de camadas e parâmetros na arquitetura mencionada e, como resultado dos testes, obtiveram duas CNNs com precisão de 95,37% e 96,20%, respectivamente.

De maneira análoga ao trabalho anterior, Pinto *et al.* usaram técnicas de pré-processamento de imagens (segmentação por cor, aplicação de filtros morfológicos e extratores

de contornos) e classificação mediante o uso de CNNs para o reconhecimento de gestos estáticos do alfabeto ASL (PINTO *et al.*, 2019; PINTO, 2019). Em especial, menciona-se que os autores construíram uma rede MLP para atuar como segmentadora da cor de pele do sujeito. Parte da base de dados utilizada neste trabalho foi produzida pelos próprios autores: houve a captura dos 24 gestos em vídeos de 5 s cada. A outra parte dos dados utilizados neste trabalho consistia em uma base de dados consolidada na literatura (BARCZAK *et al.*, 2011). No tocante à classificação, que utilizou CNNs, foram propostas quatro arquiteturas, cuja melhor acurácia observada foi igual a 96%. A arquitetura mais simples considerada pelos autores possuía apenas duas camadas convolucionais e atingiu acurácia de 94,7% (PINTO *et al.*, 2019; PINTO, 2019). Os autores argumentam que as boas taxas de acertos se devem ao pré-processamento, que binariza as imagens, capturando mais precisamente as características relevantes da palma da mão e posição dos dedos.

As investigações consideradas no escopo deste artigo levaram em conta o uso de CNNs para o problema de classificação de gestos estáticos, um dos modelos mais frequentes dentre os trabalhos relacionados anteriormente listados, mas visa contrapor a abordagem de pré-processamento proposta por Pinto *et al.*, verificando se o uso de arquiteturas mais modernas de CNNs podem suprimir a etapa de pré-processamento, extraindo automaticamente as características relevantes das imagens, e resultando também em altas taxas de acerto com menos etapas no *pipeline* de classificação dos gestos. Uma vez esclarecida a motivação investigativa, a seção a seguir descreve detalhadamente a metodologia adotada.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

No contexto deste trabalho, o problema de identificar sinais estáticos em ASL a partir das respectivas imagens das mãos foi modelado como uma tarefa de classificação multiclasse mediante Aprendizado Supervisionado. A tarefa possui um total de 24 classes, correspondendo aos sinais estáticos em ASL relativos ao alfabeto, no qual não se consideram as letras “J” e “Z” por estarem associadas a gestos dinâmicos.

#### 3.1. Dados Experimentais

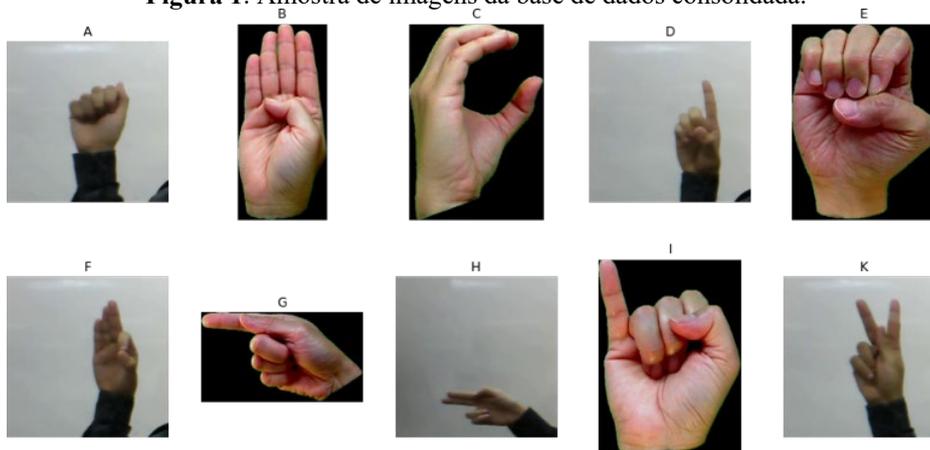
Considerando a perspectiva de apresentar um contraponto aos trabalhos de Pinto *et al.* (PINTO *et al.*, 2019; PINTO, 2019) mantendo o uso de CNNs, mas com um menor ônus de pré-processamento, conforme descrito anteriormente, levou-se em consideração a união de duas bases de dados existentes na literatura também utilizadas por esses autores, foram elas:

1. **MU HandImages ASL.** As imagens contidas nessa base de dados foram adquiridas da seguinte forma: voluntários gesticulavam sinais ASL padrões próximos a uma câmera em um tripé, com uma parede de cor neutra atrás do sujeito e um fundo verde atrás das mãos. Para adicionar variedade às condições de iluminação, uma série de lâmpadas montadas foram usadas e posicionadas (acima, à esquerda, etc.). As condições de iluminação difusa foram obtidas com lâmpadas de várias direções com vistas a simular um ambiente natural. A versão atual do conjunto de dados contém 2.425 imagens oriundas de 5 indivíduos, com variações nas condições de iluminação e posturas das mãos (BARCZAK *et al.*, 2011);

2. **Static Hand Gesture ASL dataset.** O conjunto de dados foi construído captando os gestos estáticos do alfabeto ASL emitidos por 8 pessoas, excetuando-se a captura das letras “J” e “Z” pelos motivos previamente explicados. Para capturar as imagens, foi utilizado uma webcam Logitech Brio, com resolução de  $1920 \times 1080$  pixels, em um laboratório universitário com iluminação artificial. Segmentando apenas a região da mão, definiu-se uma área de  $400 \times 400$  pixels para as imagens finais do conjunto de dados (PINTO *et al.*, 2019).

Para permitir a utilização das duas bases de dados consideradas, os exemplos relativos a uma mesma classe foram agrupados com seus respectivos rótulos. Seguiu-se então com a remoção das letras associadas aos sinais dinâmicos. A Figura 1 ilustra alguns exemplos aleatoriamente obtidos da base de dados consolidada.

**Figura 1:** Amostra de imagens da base de dados consolidada.

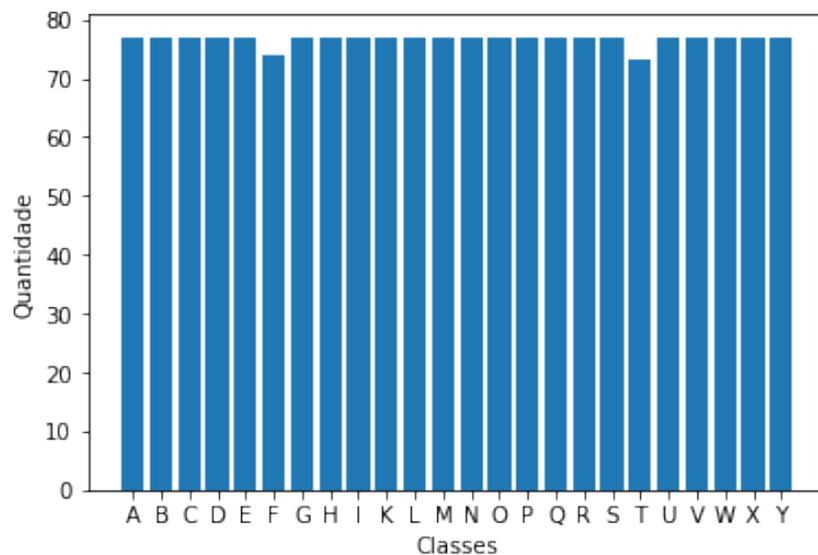


**Fonte:** (BARCZAK *et al.*, 2011; PINTO *et al.*, 2019).

Como resultado, obteve-se um total de 2.632 imagens rotuladas e agrupadas em 24 classes, distribuídas conforme o histograma da Figura 2. A partir desse gráfico, percebe-se que o número de exemplos por classe é uniforme, o que permitiu considerar a base de dados como balanceada. Após tal análise, os dados foram particionados para permitir uma validação cruzada do tipo *holdout* das arquiteturas consideradas, em que 70% dos exemplos foram aleatoriamente

selecionados para treinamento, 10% para validação e os 20% restantes para testes, nos quais foram aferidas as métricas de desempenho.

**Figura 2:** Histograma com a quantidade de exemplos por classe na base de dados consolidada.



Fonte: Autoria própria (2022).

### 3.2. Arquiteturas, Parâmetros E Hiperparâmetros

Levando em consideração a adoção de CNNs como modelo de referência neste trabalho, o passo seguinte consistiu em efetuar um levantamento de arquiteturas adequadas ao problema, a primeira arquitetura escolhida foi a Inception, logo em seguida tentou-se uma abordagem com as arquiteturas *lightweight* que são conhecidas por serem mais leves, com menos parâmetros, que os modelos tradicionais (HE;LI 2020) As arquiteturas utilizadas são listadas em seguida e a Figura 3 apresenta um comparativo da quantidade de parâmetros entre elas.

1. **Inception.** Amplamente reconhecida por não simplesmente ser uma sequência sucessiva de camadas de convolução e *pooling* alternadas, mas por introduzir os chamados blocos Inception, os quais modificam a dimensionalidade dos dados ao longo da rede, favorecendo assim a extração de características relevantes (SZEGEDY *et al.*, 2015);

2. **MobileNet.** Visando a utilização em dispositivos móveis e embarcados. A família MobileNet é baseada em uma arquitetura simplificada que usa convoluções separáveis em profundidade, diminuindo assim o ônus nas primeiras camadas, para construir CNNs leves (HOWARD *et al.*, 2017) Neste trabalho foram utilizadas as versões MobileNetV1, MobileNetV2, MobileNetV3-Large e MobileNetV3-Small;

3. **ShuffleNet.** Baseada em duas operações, primeiramente as convoluções em grupo, que são múltiplas convoluções em que cada uma abrange uma porção dos canais de entrada, e a

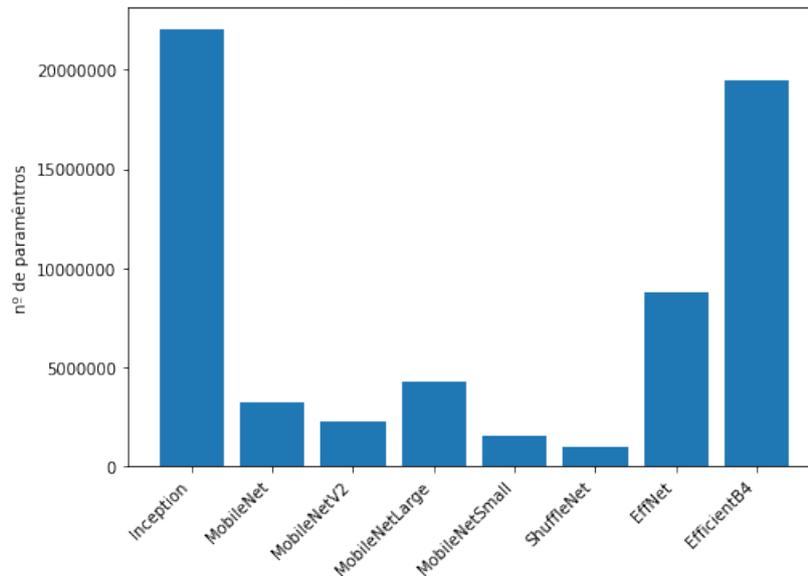
outra chamada de troca de canais, que aleatoriamente misturam os canais de saída das convoluções em grupo (ZHANG *et al.*, 2017);

4. **EffNet**. Assemelha-se às redes MobileNet e ShuffleNet no tocante ao uso de operações de convolução separáveis em profundidade, porém propõe um novo bloco de convolução que reduz a carga computacional enquanto supera o estado da arte para algumas bases de dados amplamente conhecidas (FREEMAN; ROESE-KOERNER; KUMMERT, 2018; CARVALHO; GUEDES; SALAME, 2019);

5. **EfficientNet**. As arquiteturas dessa família foram desenvolvidas para contornar uma questão típica no uso de CNNs: quando se deseja melhorar o desempenho em uma dada tarefa, aumenta-se o número de parâmetros conforme os recursos computacionais disponíveis. Para tanto, usando técnicas de Aprendizagem de Máquina Automatizada, faz uso de um coeficiente de composição que estrutura tal aumento de maneira efetiva por meio de uma modificação parametrizada na quantidade de camadas e nas dimensões das operações de convolução. Segundo os autores, o desempenho dessa família ultrapassa o estado da arte em tarefas de classificação de imagens com significativamente menos parâmetros (TAN; LEE, 2019). A rede EfficientNetB4 foi a arquitetura escolhida dessa família por se aproximar, em quantidade de parâmetros, à arquitetura Inception.

Para todas as arquiteturas escolhidas, os pesos foram inicializados de maneira aleatória (sem transferência de aprendizado ou aproveitamento de pesos de outra tarefa) e o treinamento considerou um número máximo de épocas igual a 300, com a utilização de *Early Stopping* com paciência igual a 100 épocas para evitar *overfitting*, em que foram monitoradas métricas no conjunto de validação. Também foi utilizada a técnica de *checkpoint*, que sempre retoma o treinamento considerando os pesos que levam ao melhor desempenho no conjunto de validação.

**Figura 3:** Quantidade de parâmetros de cada CNN considerada.



Fonte: Autoria Própria (2022).

### 3.3. Métricas De Desempenho

Após o treinamento, os modelos de CNN foram avaliados no tocante à sua capacidade de generalização, o que permite uma comparação entre as proposições. Para realizar tal avaliação, algumas métricas comumente utilizadas em problemas de classificação foram utilizadas, as quais encontram-se descritas a seguir.

1. **Acurácia.** Quantifica a proporção de predições corretas inferidas pelo modelo do total de predições efetuadas;

2. **Precisão.** Em uma tarefa de classificação multiclasse, corresponde à média da proporção de previsões corretas para todas as previsões feitas para cada classe;

3. **Revocação.** No contexto multiclasse é a média, considerando todas as classes, do número de classificações corretas pelo total de exemplos uma dada classe;

4. **F-Score.** Calculada como a média harmônica entre precisão e revocação, é bastante utilizada para quantificar e comparar o desempenho de modelos classificadores (MARSLAND, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a execução da metodologia proposta, houve o desenvolvimento de *scripts* na linguagem de programação Python para a implementação da solução. Houve ampla utilização das bibliotecas matplotlib (HUNTER, 2007), TensorFlow (ABADI *et al.*, 2016) e Keras (CHOLLET, 2021), bem como a utilização do Google Colab como ambiente de desenvolvimento. Obedecendo ao método de validação cruzada *holdout* previamente descrito,

os resultados aferidos na etapa de teste foram obtidos e encontram-se detalhados na Tabela 1, juntamente com o trabalho de referência da literatura para comparação. É interessante notar que os resultados experimentais obtidos são apresentados em função da média e do desvio padrão de 5 repetições.

**Tabela 1:** Métricas de desempenho aferidas após os experimentos.

Arquitetura	Acurácia	F-Score	Precisão	Revocação	Parâmetros
Inception	98,20% ± 0,8	98,20% ± 0,8	98,39% ± 0,8	98,20% ± 0,8	22.028.400
MobileNet	81,49% ± 3,3	81,52% ± 2,9	82,72% ± 2,2	81,51% ± 3,3	3.253.464
MobileNetV2	4,16% ± 0,0	0,33% ± 0,0	0,17% ± 2,1	4,15% ± 0,0	2.288.728
MobileNetV3Large	4,16% ± 0,0	0,33% ± 0,0	0,17% ± 2,1	4,15% ± 0,0	4.257.176
MobileNetV3Small	4,16% ± 0,0	0,33% ± 0,0	0,17% ± 2,1	4,15% ± 0,0	1.554.568
ShuffleNet	90,56% ± 3,01	90,26% ± 3,36	91,42% ± 2,2	90,58% ± 3,0	982.072
EffNet	86,37% ± 3,34	86,43% ± 3,3	87,11% ± 3,3	86,38% ± 3,3	8.750.904
EfficientNetB4	95,53% ± 1,3	95,49% ± 1,3	95,85% ± 1,2	95,54% ± 1,4	19.466.823
Pinto <i>et al.</i>	96,83%	96,82%	96,86%	96,82%	-

**Fonte:** Autoria própria (2022).

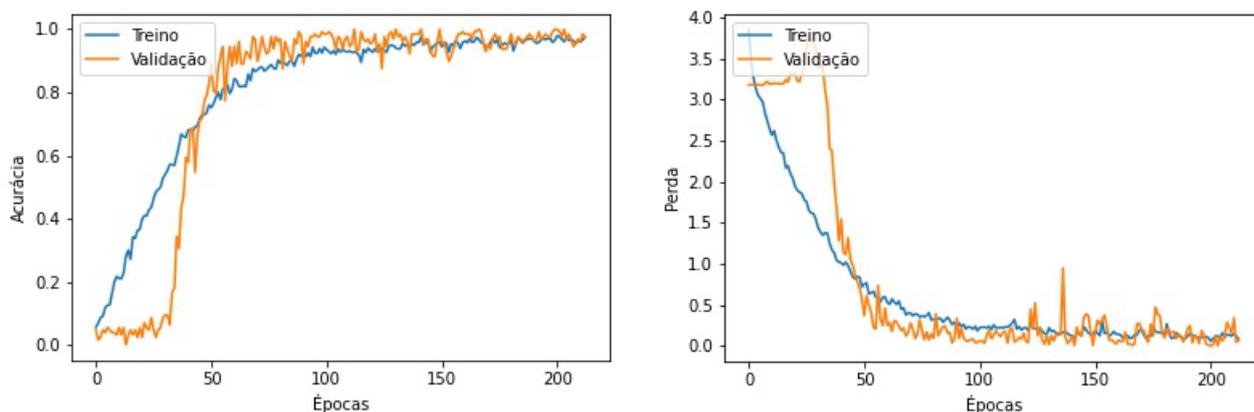
É possível notar que os modelos MobileNetV2, MobileNetV3-Small, MobileNetV3-Large não conseguiram alcançar um bom desempenho ficando severamente abaixo da média dos demais modelos neste problema. Neste cenário, tais arquiteturas apresentaram baixa capacidade de generalização no conjunto de testes, caracterizando assim um possível *overfitting*, ainda que uma estratégia de regularização (*early stopping*) tenha sido utilizada para prevenir tal situação. Uma possível justificativa para tal ocorrência é a baixa quantidade de parâmetros ajustáveis nestas redes.

As demais arquiteturas obtiveram acurácia média acima de 70%, dentre as quais se destaca a ShuffleNet, com acurácia média igual a 90%. De maneira intuitiva, esse modelo pode ter tido um bom desempenho neste cenário por gerar mais canais de mapas de características por meio da operação de troca de canais, o que ajuda a codificar mais informações e é especialmente importante para o desempenho de redes muito pequenas, possibilitando assim uma proposta de ser embarcado em dispositivos móveis, conforme propósito original desta arquitetura.

Como apresentado na Seção 2, há vários trabalhos na literatura que abordam o problema do reconhecimento de gestos estáticos de línguas de sinais. Para posicionar comparativamente os resultados obtidos em relação às contribuições já existentes, permitiu-se destacar o trabalho de Pinto *et al.* que alcançou uma acurácia de 96,83% neste mesmo contexto (PINTO *et al.*, 2019; PINTO, 2019). É interessante notar que a arquitetura Inception conseguiu superar este resultado com uma acurácia média de 98,20%, em que vale ressaltar que não houve tratamento

prévio dos dados com a finalidade de capturar precisamente as características relevantes, o que diminui o ônus computacional da tarefa, bem como a intervenção humana em um de seus passos. A Figura 4 compreende os gráficos do monitoramento do treino em uma das repetições de treinamento da arquitetura Inception, em que foram monitoradas a acurácia e a perda ao longo das épocas.

**Figura 4:** Gráficos de monitoramento do treino da arquitetura Inception.

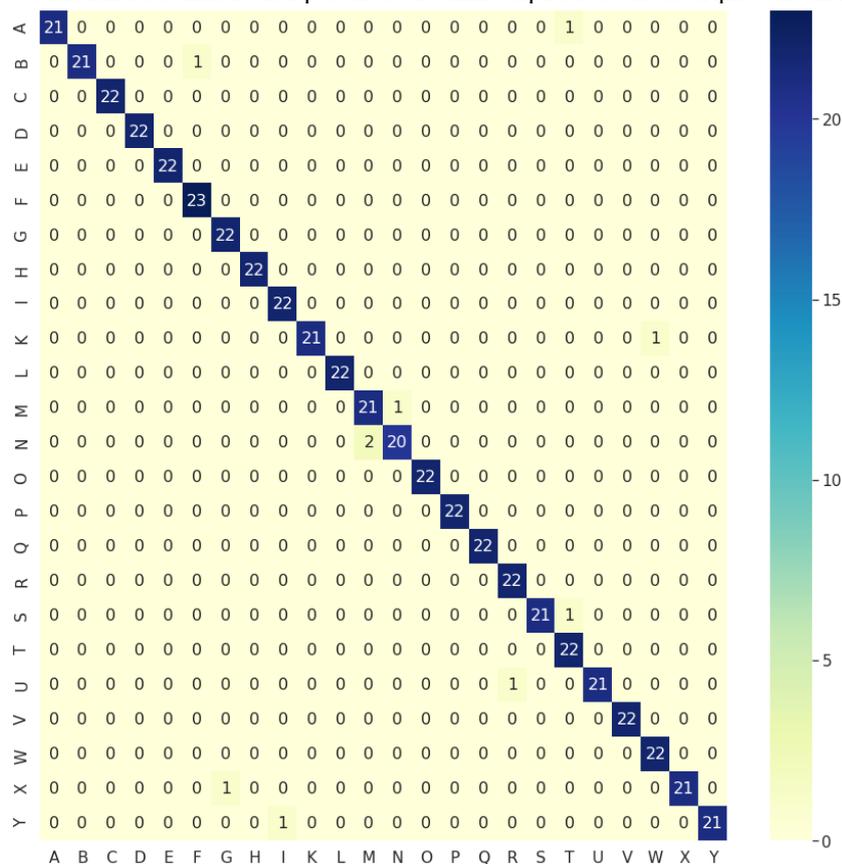


**Fonte:** Autoria própria (2022).

Ao examinar as previsões da arquitetura Inception em uma das repetições da validação cruzada, tem-se a matriz confusão da Figura 5. A escala de cores à esquerda da matriz denota o mapa de calor utilizado para indicar a prevalência de valores nas previsões. Nota-se que a matriz de confusão em questão possui diagonal principal bastante densa, evidenciando a alta quantidade de acertos nas previsões. Todos os valores que se encontram em outras posições diferentes da diagonal principal denotam erros de classificação cometidos pelo modelo e que foram considerados no cômputo das métricas de desempenho.

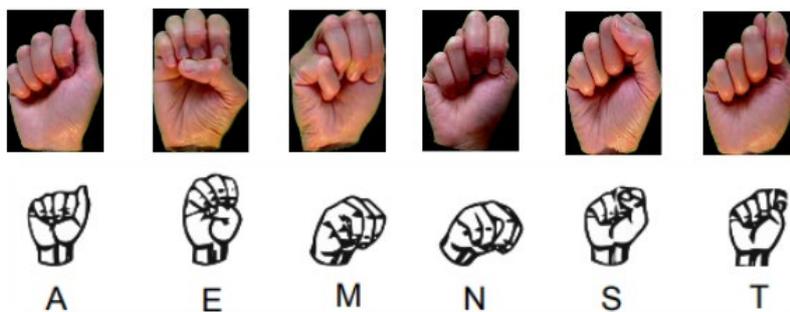
Apesar do bom desempenho, a rede Inception cometeu erros de classificação na etapa de aferição do desempenho. Ao examinar tais erros de maneira mais detalhada no contexto do problema, verificou-se que os mesmos ocorrem em sinais estáticos muito parecidos entre si, os quais são representados por punhos fechados e que diferem apenas pela posição do polegar. Ao examinar exemplos da base de dados destes gestos, conforme ilustrado na Figura 6, é possível perceber a sutileza na distinção dos mesmos, especialmente entre os gestos relativos às letras “M” e “N,” o que ainda representa um desafio na classificação automática ainda que se utilize de *Deep Learning* por meio de uma CNN com um conjunto de cerca de 22 milhões de parâmetros.

**Figura 5:** Matriz de confusão das previsões de uma etapa de testes da arquitetura Inception.



Fonte: Autoria própria (2022).

**Figura 6:** Gestos estáticos da ASL que culminaram em mais erros de classificação.



Fonte: Adaptado de (PINTO *et al.*, 2019).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste trabalho consistiu em classificar automaticamente sinais estáticos do alfabeto da ASL utilizando CNNs, a partir de exemplos realísticos oriundos de duas bases de dados realísticas disponíveis na literatura. É interessante ressaltar que essas imagens foram utilizadas em outro trabalho análogo na literatura, o que ensejou comparações. Nesse contexto, para o treinamento dos modelos de CNNs foram utilizadas as arquiteturas Inception e EfficientNetB04, que possuem um número de parâmetros grande e similar entre si, e também

se utilizou uma abordagem com arquiteturas com menor número de parâmetros, conhecidas como *lightweight*, as quais foram: EffNet, ShuffleNet e a família das MobileNets.

A partir da análise dos resultados de uma avaliação experimental, foi possível concluir que a CNN que obteve melhor resultado individual alcançou uma acurácia média de 98,20%, resultado este que superou as métricas do trabalho de Pinto *et al.*, porém sem demandar uma etapa de pré-processamento para extração de características relevantes. Sendo assim, observou-se um grande potencial na classificação de tais sinais sem tratamento prévio, extraíndo automaticamente as características relevantes das imagens, o que diminui o ônus computacional e torna a solução proposta mais adequada para fins práticos. Salvo melhor juízo, entende-se que as contribuições deste trabalho denotam um avanço no estado da arte do desempenho da classificação automática do problema considerado.

Dentre as arquiteturas *lightweight*, a ShuffleNet alcançou acurácia de 90,56%, indicando a possibilidade de ser embarcado em dispositivos móveis, conforme o propósito original dessa arquitetura. De maneira particular, isto poderia ser muito útil no que diz respeito à difusão das línguas de sinais, por meio do reconhecimento de sinais estáticos para, por exemplo, ajudar um iniciante em seus estudos.

Vale salientar que o problema geral do reconhecimento automático de línguas de sinais é mais complexo do que a tarefa abordada no escopo deste trabalho, pois a primeira envolve também gestos dinâmicos, expressões faciais, símbolos criados pela própria comunidade surda, dentre outras questões. Tem-se ainda os desafios da captura do contexto, aspecto de nível semântico que é reconhecidamente desafiador do ponto de vista computacional. Neste sentido, em trabalhos futuros sugere-se explorar modelos inteligentes para abordar a tarefa de reconhecimento de sinais dinâmicos e, para tanto, é importante consolidar conjuntos de dados mais abrangentes e robustos, incluindo, por exemplo, sinais de palavras.

## 6. AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o suporte material provido pela FAPEAM por meio do Edital PPP 04/2017 e os recursos computacionais para os experimentos providos pelo Laboratório de Sistemas Inteligentes (LSI) da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas.

## REFERÊNCIAS

- ADITHYA, V.; RAJESH, R. A deep convolutional neural network approach for static hand gesture recognition. **Procedia Computer Science**, Elsevier, v. 171, p. 2353–2361, 2020.
- ASADI-AGHBOLAGHI, M. *et al.* **Deep learning for action and gesture recognition in image sequences: A survey**. In: **Gesture Recognition**. Estados Unidos: Springer, 2017. p. 539–578.
- BARCZAK, A. L. C. *et al.* A new 2D static hand gesture colour image dataset for ASL gestures. **Research Letters in the Information and Mathematical Sciences**, v. 15, p. 12–20, 2011. Disponível em: <<http://www.massey.ac.nz/massey/fms/Colleges/College%20of%20Sciences/IIMS/RLIMS/Volume%2015/GestureDatasetRLIMS2011.pdf>>. Acessado em: Out, 2022.
- BRASIL. **Lei Nº 10.436, de 24 de abril de 2002**. 2002. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/110436.html](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/110436.html)>. Acessado em: Out, 2022.
- BRASIL. **Decreto Nº 5.626, de 22 de dezembro de 2005**. 2005. Disponível em <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2004-2006/2005/decreto/d5626.htm)>. Acessado em: Out, 2022.
- CARVALHO, V.; GUEDES, E.; SALAME, M. Classificação de ervas daninhas em culturas agrícolas com comitês de redes neurais convolucionais. In: **Anais do XVI Encontro Nacional de Inteligência Artificial e Computacional**. SBC, 2019. p. 60-71. Disponível em: <<https://sol.sbc.org.br/index.php/eniac/article/view/9272>>. Acessado em: Out, 2022.
- CHOLLET, F. Deep learning with Python. **Simon and Schuster**, 2021.
- CRUZ, A. R. S. **Uma estratégia para reconhecimento de sinais de Língua Brasileira de Sinais utilizando aprendizado profundo**. 2020. 78 f. Dissertação (Mestrado em Informática) — Universidade Federal do Amazonas, Manaus (AM), 2020. Disponível em <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/7855>>. Acessado em: Out, 2022.
- FREEMAN, I.; ROESE-KOERNER, L.; KUMMERT, A. Effnet: An efficient structure for convolutional neural networks. In: **2018 25th IEEE international conference on image processing (ICIP)**. IEEE, 2018. p. 6-10.
- HE, Y.; LI, T. A lightweight CNN model and its application in intelligent practical teaching evaluation. In: **MATEC Web of Conferences**. EDP Sciences, 2020. p. 05016.
- HOWARD, A. G. *et al.* Mobilenets: **Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications**. arXiv:1704.04861, S.l., arXiv, 2017. Disponível em <<http://arxiv.org/abs/1704.04861>>. Acessado em 20 de setembro de 2022.
- HUNTER, J. D. Matplotlib: A 2D graphics environment. **Computing in science & engineering**, v. 9, n. 03, p. 90-95, 2007.
- ISLAM, M. Z. *et al.* Static hand gesture recognition using convolutional neural network with data augmentation. In: **2019 Joint 8th International Conference on Informatics, Electronics & Vision (ICIEV) and 2019 3rd International Conference on Imaging, Vision & Pattern Recognition (ICIVPR)**. IEEE, 2019. p. 324-329.

MARSLAND, S. **Machine learning: an algorithmic perspective**. Chapman and Hall/CRC, 2011.

ABADI, M. *et al.* TensorFlow: a system for Large-Scale machine learning. In: **12th USENIX symposium on operating systems design and implementation**. 2016. p. 265-283.

PINTO, R. F. **Reconhecimento de gestos estáticos utilizando redes neurais convolucionais**. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e da Computação) — Universidade Federal do Ceará, Sobral (CE), 2019. Disponível em <<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/53638>>. Acessado em: Out, 2022.

PINTO, R. F. *et al.* Static hand gesture recognition based on convolutional neural networks. **Journal of Electrical and Computer Engineering**, Hindawi, v. 2019, 2019.

QUADROS, R. M.; KARNOPP, L. B. **Língua de sinais brasileira: estudos lingüísticos**. Artmed Editora, 2009.

SZEGEDY, C. *et al.* Going deeper with convolutions. In: **Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition**. 2015. p. 1-9.

TAN, M.; LE, Q. Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. In: **International Conference on Machine Learning**. PMLR, 2019. p. 6105-6114.

TEODORO, B. T. **Sistema de reconhecimento automático de Língua Brasileira de Sinais**. 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Informação) — Universidade de São Paulo, São Paulo (SP), 2015. Disponível em <<http://doi.org/10.11606/D.100.2016.tde-20122015-212746>>. Acessado em: Out, 2022.

ZHANG, X. *et al.* Shufflenet: An extremely efficient convolutional neural network for mobile devices. In: **Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition**. 2018. p. 6848-6856.

# CAPÍTULO 7

## ANÁLISE DO POTENCIAL DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL COM A INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA SUSTENTÁVEL DE DRENAGEM: O ESTUDO DE CASO DA FACULDADE DE ADMINISTRAÇÃO E NEGÓCIOS DE SERGIPE

Walter Felizola Soares Junior  
Heloísa Thaís Rodrigues de Souza  
Erwin Henrique Menezes Schneider

### RESUMO

Com o crescente processo de impermeabilização da superfície dos solos, causado pela ocupação humana, nota-se um crescimento de problemas relacionados a alagamentos e enchentes. Contudo, além da mudança da cobertura do solo tem-se à ineficiência na coleta dos resíduos sólidos urbanos e à incapacidade que os sistemas de drenagem têm em absorver toda a vazão gerada pelas chuvas que ampliam ainda mais essa problemática. Assim é necessária uma quebra de paradigma nas metodologias tradicionais de drenagem, em que as técnicas compensatórias, como pavimentos permeáveis, telhados armazenadores, trincheiras drenantes e valas de infiltração, ganham destaque como solução sustentável aos problemas relacionados à ineficiência desses sistemas tradicionais, captando e armazenando a água da chuva, em vez de simplesmente escoá-la para jusante. Dito isso, o objetivo do estudo foi analisar o potencial em reduzir o escoamento superficial gerado ao se dimensionar um sistema de pavimentos permeáveis no estacionamento da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe (FANESE), o qual, além de reduzir a quantidade de água lançada no sistema de drenagem, reduzindo o risco de inundações, traz a possibilidade de armazenamento da água para uso em fins menos nobres, como limpeza de áreas comuns, irrigação e nos sistemas sanitários. A metodologia utilizada foi o método da curva envelope, o qual busca encontrar o volume máximo de armazenamento através de parâmetros hidrológicos, com posterior simulação de 04 (quatro) situações para se descobrir o escoamento superficial gerado e respectivo potencial de armazenamento e infiltração: (i) modelo realista, apresentando a situação atual do pavimento do estacionamento; (ii) 40% do pavimento convertido; (iii) 70% no pavimento convertido; e (iv) 100% do pavimento convertido. É notável que quanto maior a área do pavimento permeável melhor a sua absorção e quantidade reservada, porém da mesma forma o custo aumenta consideravelmente, sendo assim é indicado a associação de métodos de drenagem sustentável aos sistemas tradicionais para reduzir o seu custo e viabilizar sua implementação.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pavimentos Permeáveis. Ecopavimento. Sustentabilidade.

### 1. INTRODUÇÃO

A água, apesar de ser um recurso fundamental ao desenvolvimento populacional e econômico das cidades também é responsável por inúmeros desastres, como, por exemplo, deslizamentos, enchentes e doenças de veiculação hídrica. Quando em forma de precipitação, mesmo em baixa intensidade, é considerada inconveniente e indesejável, já em casos de maior intensidade é possível resultar em perdas estruturais e até humanas, conforme Baptista, Nascimento e Barraud (2011, p. 33).

O crescimento urbano, caracterizado pela desorganização, compactação do solo e substituição dos espaços verdes, ocasiona uma série de alterações nos processos ambientais e hidrológicos que, associados a má gestão de resíduos sólidos urbanos, resultam na perda de

biodiversidade e alteração no ritmo dos processos físicos, implicando na potencialização de danos pluviométricos principalmente em centros urbanos.

A urbanização também trouxe consigo a substituição da drenagem natural pela artificial, que objetiva minimizar, em escala local, o escoamento superficial gerado pelas chuvas ao transportar a vazão gerada para jusante. Contudo, esse transporte das águas à frente gera um problema, visto que a área seguinte deve lidar não só com o escoamento gerado por ela mas também por montante. Dessa forma, os sistemas de drenagem tradicionais não suprem a demanda de vazão gerada muitas vezes devido a falhas no projeto e/ou execução, ausência de manutenção e redução de seu espaço livre por resíduos e materiais indevidos.

Assim, torna-se imprescindível encontrar métodos que visem a renaturalização dos processos hidrológicos, reduzindo não apenas o volume de águas estagnadas, mas também esse hábito de lançar o “problema” para frente (jusante). Dentre as propostas dessa quebra de paradigma da drenagem tradicional tem-se: (i) as Técnicas Compensatórias (TCs), construções de baixa complexibilidade que retêm água da chuva e/ou otimizam os padrões de infiltração, reduzindo assim o escoamento superficial; (ii) o Desenvolvimento de Baixo Impacto, que objetiva a redução de áreas impermeáveis, melhora da qualidade da água escoada pelo próprio sistema e maior controle relacionado ao volume, duração e frequência do escoamento; e (iii) o Desenho Urbano Sensível à Água (*Water Sensitive Urban Design* - WSUD) que busca modificar o método utilizado, por técnicas de reuso de águas cinzas, redução no consumo de água potável e aproveitamento de águas pluviais com objetivo de reduzir o impacto da urbanização e aproveitar todo o potencial hídrico, como aponta Santos e Ferreira (2017, p. 27-32).

Por seguinte, o objetivo do estudo é analisar o potencial de mitigação pluviométrica ao se dimensionar um sistema de drenagem sustentável (pavimento intertravado permeável) no estacionamento da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe (FANESE), localizada no município de Aracaju, capital do estado de Sergipe.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Saneamento Ambiental**

O saneamento ambiental é um agrupamento de ações técnicas, econômicas e sociais que visa a implementação do conceito de saúde pública e resulta em salubridade ambiental, ao conter, minimizar ou até suprimir a contaminação do meio ambiente, de acordo com Neto (2017, p. 670).

A salubridade ambiental refere-se aos principais pilares do saneamento, dentre eles o abastecimento de água dentro dos padrões potáveis exigidos (CONAMA nº357/2005), manejo do esgotamento sanitário, drenagem das águas pluviais, o controle de resíduos sólidos (CONAMA nº5/1993) e o gerenciamento relacionado a emissão de gases na atmosfera, com objetivo de proteger e progressão das condições de vida em todos os níveis sociais e tanto no ambiente urbano quanto no rural segundo Caldeira e Garcia (2015, p. 103).

Dessa maneira ações de saneamento estão intimamente relacionadas ao desenvolvimento sustentável urbano, cujo objetivo é desenvolver economicamente a sociedade, sem comprometer as necessidades das gerações futuras.

## **2.2. Os Sistemas De Drenagem Urbana**

A drenagem urbana foi desenvolvida com o principal objetivo de escoar a água das precipitações e transportá-la da forma mais rápida possível para jusante, que se trata de um ponto em direção à correnteza de um rio ou corpo d'água. Uma das soluções mais comuns a esse fim são os canais, que têm sua área e transporte comprometidos pelo descarte ilegal de resíduos sólidos urbanos e efluentes domésticos, que também afetam a qualidade dessa água.

A drenagem urbana, segundo o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA, 2013), é dividida em macrodrenagem, que possui o objetivo de carregar e acumular grandes volumes de água, e em microdrenagem, que visa o armazenamento e o transporte de águas pluviais para os sistemas de macrodrenagem. A macrodrenagem é composta por rios, lagos e canais; enquanto que a microdrenagem engloba os sistemas públicos, como bocas-de-lobo, sarjetas, galerias, entre outros.

Desde meados dos anos de 1970, conforme Tavares, Barreto e Carvalho (2019, p. 81), têm-se estudado bastante a substituição e/ou implementação dos sistemas sustentáveis de drenagem mediante os tradicionais, já descritos anteriormente. Ainda segundo Tavares, Barreto e Carvalho (2019, p. 91), as técnicas sustentáveis de drenagem são embasadas na retenção e infiltração das águas provenientes de precipitação, com interesse na diminuição do volume de escoamento, com foco na adaptação temporal das vazões, além de proporcionar uma melhora na qualidade da água pluvial, permitindo seu posterior uso em serviços nos quais não é necessária água potável, como lavagem de piso e irrigação, por exemplo.

Durante a aplicação desses novos modelos, foi possível visualizar as vantagens e desvantagens, e de acordo realizar o aperfeiçoamento de cada técnica, associado às especificidades e características das cidades e hidrográficas do meio.

Dentre os modelos sustentáveis de drenagem destaca-se o LID (Desenvolvimento de Baixo Impacto), WSUD (Desenho Urbano Sensível à Água) e TCs (Técnicas Compensatórias). Contudo para sua correta implementação é importante analisar as especificidades e características locais, como hidrologia e potencial de crescimento urbano.

De acordo com Guerra (2020, p. 19), é necessário a avaliação do comportamento topográfico local, visto que, como o escoamento ocorre em virtude do desnível, é importante destacar as áreas com maior potencial de retenção, de erosão e sedimentação e após essa análise avaliar quais ações serão mais apropriadas à realidade da cidade.

Conhecendo o padrão pluvial e da drenagem na cidade, é possível aplicar as técnicas visando a quebra do percurso que segue a água, atenuação do escoamento superficial e aumento da absorção da água proveniente da precipitação no solo.

Contudo é importante salientar a dificuldade de implementação de novos sistemas de drenagem, visto que, exigem medidas estruturais e por envolver vias e movimentações de automóveis e pessoas, é necessário desestruturar toda a movimentação do bairro.

### **2.3. Pavimento Permeável**

Os pavimentos sustentáveis são divididos em 3 níveis de atuação: pavimentos porosos, que realizam a detenção da água por pequenos períodos; pavimentos permeáveis, que admitem a infiltração no solo através dele; e os pavimentos porosos e permeáveis que realizam as duas funções ao mesmo tempo, ou seja, enquanto faz a detenção da água age de forma a permitir juntamente a infiltração no solo aos poucos, segundo Guerra (2020, p. 44).

Estes pavimentos são mecanismos que possibilitam o desvio do escoamento das águas de precipitação, sendo a entrada no sistema dada pela camada permeável (asfalto poroso, concreto poroso ou bloco vazado), que passa por um filtro de agregados de menores dimensões, e se instala no reservatório de pedras e agregados graúdos. A água dentro do reservatório pode infiltrar no solo assim como ser succionada por sistema de drenagem auxiliar, conforme descrito por Guerra (2020, p. 45). Na camada permeável as características são semelhantes aos revestimentos convencionais, porém em sua estrutura não se é utilizado agregados finos, deixando espaços vazios entre um agregado graúdo e outro, aumentando a porosidade do elemento e assim facilitando a penetração da água no sistema, como aponta Mendes e Amarante (2021, p. 21).

No caso do pavimento de asfalto poroso, quando comparado ao asfalto convencional trás o principal benefício de possuir maior porosidade assim infiltrando água por estes poros

atingindo a parte abaixo da camada permeável, também atingindo outras camadas da estrutura. A graduação dos agregados graúdos auxilia na obtenção de uma percentagem de vazios variando de 18% a 25%, assim tornando-o permeável e aumentando a percolação da água no interior do sistema.

Como vantagens o sistema aponta melhora nas condições de tráfego em períodos chuvosos, reabastecimento de lençóis freáticos, construção integrada a obra já existente e a minimização do calor liberado pela superfície. Como desvantagens pode-se citar o risco de contaminação dos aquíferos, limite relacionado ao transporte de carros leves devido não possuir altas resistências e não há possibilidade de reforço estrutural em aço devido ao alto grau de corrosão por estar em contato direto com a água. Outro ponto está relacionado a implantação, atenção ao subsolo pois mesmo que o sistema possua a característica de infiltração no solo, se o solo for impermeável devido à passagem de carros e outros fatores, o reservatório apenas servirá para a água ser captada por um sistema drenante auxiliar, como aponta Pereira e Rezende (2020, p 19-21).

Para Brighente, Ribeiro e Marques (2021, p. 4), a ausência do agregado miúdo na mistura asfáltica e de concreto trazem uma deficiência na resistência mecânica, porém aumenta consideravelmente a permeabilidade da estrutura assim tornando viável o uso em passeios, estacionamentos. Sugere-se que pesquisas e a busca pela inovação venham a trazer um a união da resistência e a permeabilidade, tornando o concreto poroso com melhor desempenho estrutural.

### **3. METODOLOGIA**

O presente trabalho possui sua metodologia disposta em duas fases, sendo a primeira o esclarecimento da área de estudo e a segunda etapa definida como simulação do pavimento permeável utilizando pavimento intertravado de concreto poroso no estacionamento da Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe (FANESE).

A metodologia utilizada se baseia em diversas bibliografias, como a de Mota (2015), cujo alvo é o estudo da implantação de pavimentos permeáveis no estacionamento do Shopping Prêmio, na cidade de Nossa Senhora do Socorro- SE; Acioli (2005) que implementou o sistema de pavimento asfáltico poroso e pavimento de blocos vazados, no estacionamento da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; e Furtado (2017), que apresenta o dimensionamento e ensaios realizados para inserção de pavimento asfáltico poroso no estacionamento da Universidade Federal de Uberlândia no Campus Santa Mônica.

### 3.1. Área De Estudo

A área de estudo é a Faculdade de Administração e Negócios de Sergipe – FANESE, localizada no Bairro Industrial da cidade de Aracaju, capital do Estado de Sergipe. Aracaju possui um regime pluviométrico bem definido, com suas precipitações se concentrando de abril a julho, dentro das estações de inverno e outono. Ramos *et al.* (2020) destaca que, nesses meses, os valores de precipitação média chegam a ultrapassar a 100mm, segundo levantamento histórico de 1986 e 2018.

**Figura 01:** Vista Frontal FANESE.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

A Figura 02 apresenta uma vista superior do local alvo, mostrando as vias que fazem parte do seu entorno, em uma lateral a Avenida João Ribeiro e na lateral oposta à Rua São João, e a sua frente e entrada se localizam na Travessa Sargento Duque.

**Figura 02:** Vista Superior da FANESE.



**Fonte:** Google Earth (2022).

A FANESE apresenta uma área total de 12.630,70m<sup>2</sup> (*medido via Google Earth*), com uma área de telhado de 1.886,06m<sup>2</sup> (*medido via Google Earth*), sendo um valor próximo de área construída total, e apresenta uma área de estacionamento de 8.608,03m<sup>2</sup> (*medido via Google Earth*) o qual será alvo da simulação dos pavimentos permeáveis.

No bairro em que se encontra a FANESE e nas proximidades quando ocorre chuvas, de grande escala ou não, ocorrem diversos problemas relacionados a drenagem. É possível notar principalmente o caso do canal da Avenida Airton Teles, o qual sempre apresenta problemas em épocas de chuvas além de sempre transbordar até com chuvas de baixo impacto, o mesmo frequentemente apresenta problemas estruturais.

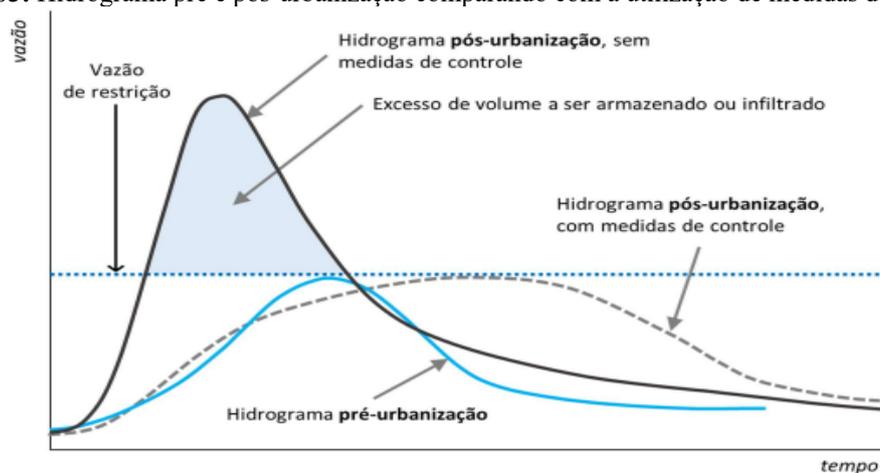
É importante também ressaltar o caso do bairro Santo Antônio e Industrial, que por possuir uma declividade maior resulta em uma carga hidráulica e por seguinte um potencial de escoamento maior, essa carga gera consequências desastrosas nas regiões mais baixas, potencializadas por obstruções do sistema drenagem, por exemplo, às precipitações que ocorrem com maior intensidade próximo a colina do Santo Antônio, terminam alagando áreas próximo ao bairro do Centro, assim como alaga em pontos onde o sistema de drenagem está obstruído.

### **3.2. Simulação Do Pavimento Permeável**

A principal intenção dos pavimentos permeáveis é a tentativa de retroceder o diagrama de cheias de determinado espaço, para um ponto anterior a urbanização, já que atualmente o parâmetro existente é um ambiente impermeabilizado na cidade e intensamente urbanizado. Assim o objetivo principal com essa tentativa é a redução do volume de enchentes, ou até tornar o ambiente menos propício a tais eventos.

O período de pré-urbanização é caracterizado como desejável, onde ocorre a infiltração no solo de forma natural, amenizando a vazão das precipitações, já no pós-urbanização pode-se ver uma maior vazão devido a não entrada da água no solo, aumentando o volume de água acumulada, que apresenta através da fórmula que a vazão é diretamente proporcional ao volume. Pode-se também analisar a inserção de medidas de controle do escoamento, amenizando bastante a vazão e aproximando-se do estado natural, como apresentado no hidrograma da Figura 03.

**Figura 03:** Hidrograma pré e pós-urbanização comparando com a utilização de medidas de controle.



Fonte: Yazaki (2021).

A partir deste entendimento inicia-se o pré-dimensionamento do pavimento permeável. O método utilizado é conhecido como método da curva envelope, partindo da equação de volume máximo, para calcular o armazenamento do pavimento drenante, esta equação foi utilizada por Mota (2015), baseado em Acioli (2005). Ambos são baseados nas diretrizes de cálculos feitos por Silveira e Goldenfum (2007), como apresentado na Equação 01:

$$V_{\max} = \left( \sqrt{\frac{a}{60}} \sqrt{\beta T^{\frac{b}{2}}} - \sqrt{\frac{c}{60}} \sqrt{qs} \right)^2 \quad (1)$$

Onde:

$a$ ,  $b$ ,  $c$  são os parâmetros da equação IDF tipo Talbot;

$B$  é o produto do coeficiente de escoamento pela razão entre a área contribuinte e a área do dispositivo;

$T$  é o período de retorno em anos; e

$qs$  é a vazão de saída constante do dispositivo, em mm/h (corresponde à taxa de infiltração do solo sob a estrutura).

A Tabela 01 apresenta os valores admitidos para o dimensionamento do volume máximo.

**Tabela 1:** Parâmetros utilizados no cálculo de Volume máximo.

Variável	Valor
$a$	2.268,40
$b$	0,188
$c$	20,5
$B$	1
$T$	10 anos
$qs$	1.5 mm/h

Fonte: Mota (2015, p 27).

Ainda segundo o autor, baseado nos cálculos de Silveira e Goldenfum (2007), os valores de  $a$ ,  $b$ ,  $c$  são obtidos a partir de simulações numéricas e podem ser convertidos pelas Equações 02 a 04, respectivamente.

$$a = 0,68k \exp(0,06n^{-0,26}d^{1,13}) \quad (2)$$

$$b = m \quad (3)$$

$$c = 1,32n^{-2,28}d^{0,89} \quad (4)$$

Com o valor obtido da expressão do volume máximo do reservatório do pavimento, é possível calcular a espessura dessa camada de reservatório é obtida através da Equação 05.

$$H = \frac{V_{max}}{\eta} \quad (5)$$

Sendo:

$H$  a espessura da camada do reservatório;

$\eta$  é a porosidade do material de enchimento da camada porosa.

O volume total de água que o pavimento pode deter é dado pela Equação 06.

$$V_{arm} = V_{max} \cdot A_t \quad (6)$$

Onde:

$V_{arm}$  é o volume armazenada no pavimento permeável ( $m^3$ )

$A_t$  é a área total do pavimento permeável.

Para o cálculo da intensidade da chuva Mota (2015) utilizou a equação IDF mostrada na Equação 07.

$$i = \frac{20,848xTr^{0,188}}{(10,52+t)^{0,753}} \quad (7)$$

Sendo:

$i$  a intensidade da chuva dada em mm/min;

$Tr$  o Tempo de retorno em anos;

$t$  o tempo de duração média da chuva.

Um ponto importante a ser mencionado é sobre o uso da água do pavimento permeável, visto que se trata de uma área de estacionamento, a água entra em contato com diversos

elementos deixados pelos veículos, por exemplo, óleo e combustível por vazamentos, e detritos de pastilha de freio, ou de pneu, segundo Mota (2015, p 24).

É necessário realizar simulações do impacto das medidas de drenagem utilizadas, assim possibilitando a percepção de como o sistema de drenagem sustentável vai influenciar diante do sistema antigo. As simulações são feitas de acordo com a NBR 10.844 (BRASIL, 1989), tempo de retorno de 10 anos e 5 minutos de duração das chuvas.

Importante citar sobre o coeficiente de escoamento, também conhecido como coeficiente de permeabilidade, dos pavimentos permeáveis segundo Marchioni e Silva (2016) em áreas que contém esse tipo de mecanismo pode ser adotado, como coeficiente 0,05. Para áreas de pavimentação intertravada, apresentando estado não conservado com base no Quadro 01, pode-se mensurar um coeficiente de 0,83.

**Quadro 01:** Valores coeficiente de escoamento de acordo com superfície.

Natureza da Superfície	Valores de C
Telhados perfeitos, sem fuga	0,70 a 0,95
Superfícies asfaltadas e em bom estado	0,85 a 0,90
Pavimentações de paralelepípedos, ladrilhos ou blocos de madeira com juntas bem tomadas	0,75 a 0,85
Para as superfícies anteriores sem juntas tomadas	0,50 a 0,70
Pavimentações de blocos inferiores sem as juntas tomadas	0,40 a 0,50
Estradas macadamizadas	0,25 a 0,60
Estradas e passeios de pedregulho	0,15 a 0,30
Superfícies não revestidas, pátios de estrada de ferro e terrenos descampados, parques, jardins, dependendo da declividade	0,10 a 0,30
Do solo na natureza do subsolo	0,01 a 0,20

Fonte: Braga (2018, p. 15).

### 3.3. Reutilização Da Água Proveniente De Precipitação

Os sistemas de drenagem sustentável permitem que a água precipitada seja armazenada nos mesmos, contudo são estruturas sofisticadas e com custos elevados a depender do sistema e do material a ser utilizado. Essa água reservada pode ser usada para fins menos nobres que a potável como, por exemplo, irrigação de algumas plantas e árvores frutíferas, atividades de contato secundário, limpeza de calçamentos e áreas comuns.

É importante ter em mente que o sistema de telhado verde ou outros mecanismos também podem ser inseridos no local alvo, visto que possui uma área de telhado de aproximadamente 1.886m<sup>2</sup>, poderia reduzir ainda mais a quantidade de água que é encaminhada para os sistemas de drenagem tradicional.

Para entender o padrão de chuva da cidade de Aracaju, utilizou-se o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), o qual fornece gráficos de chuva acumulada mensal de acordo com as estações meteorológicas. Então optou-se por retirar a precipitação mensal dos anos de 2020

e 2021 já que este último ano (2022), possui a falta da precipitação do mês de dezembro e houve uma precipitação significativa no mês de janeiro, não sendo comum neste período.

### 3.4. Simulações

As simulações são necessárias para avaliar o impacto da implementação do sistema de drenagem sustentável comparado ao sistema convencional. Por ser uma área menor que 2 Km<sup>2</sup> a equação a ser utilizada é a do método racional de vazão (Equação 08), além do tempo de concentração da precipitação menor que 1 hora. Serão simulados 04 cenários, nos quais serão considerados o tempo de retorno de 10 anos e a duração da precipitação de 10 minutos.

$$Q_p = 0,278 \cdot C \cdot i \cdot A \quad (8)$$

Sendo:

$Q_p$  a vazão de pico e m<sup>3</sup>/s

$C$  o coeficiente de escoamento superficial direto, depende da ocupação do solo

$A$  a área da bacia

#### 3.4.1. Simulação 1

Na simulação 1 o objetivo é verificar o estado atual de drenagem do estacionamento, sem captação de água de forma sustentável.

#### 3.4.2. Simulação 2

Na simulação 2 tem-se como objetivo o cálculo vazão de pico da área correspondente a 40%, que será simulado um pavimento intertravado de concreto poroso, sendo os outros 60% com o restante do pavimento já existente.

#### 3.4.3. Simulação 3

Na simulação 3 tem-se como objetivo o cálculo vazão de pico da área correspondente a 70%, que será simulado um pavimento intertravado de concreto poroso, sendo os outros 30% com o restante do pavimento já existente.

#### 3.4.4. Simulação 4

Na simulação 4 tem-se como objetivo o cálculo vazão de pico da área correspondente a 100%, que será simulado um pavimento intertravado de concreto poroso, assim substituindo totalmente o pavimento existente.

## 4. ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1. Simulação Do Pavimento Permeável

Aplicando os valores da Tabela 01 na Equação 01 de volume máximo encontra-se o valor de 47,87mm referente à lâmina d'água suportada por este pavimento, assim calculou-se através da Equação 02 a espessura da camada do reservatório deste pavimento, onde se obteve 132,97mm. Posteriormente aplicou-se a Equação 06 para calcular a quantidade de água suportada em todo o pavimento permeável para cada uma das simulações (Tabela 02). Na simulação 2 tem-se um volume possível de ser armazenado ( $V_{arm}$ ) de 164,82m<sup>3</sup>, correspondendo a 40% da área do estacionamento, da mesma forma na simulação 3 com 70% da área do estacionamento obteve-se um volume passível de armazenamento de 288,45m<sup>3</sup>. Na simulação 4 com a área total do estacionamento obteve-se um volume máximo de armazenamento de 412,07 m<sup>3</sup>. Para efetuar o cálculo da vazão de pico também é necessário encontrar a intensidade da chuva, obtida pela Equação 07, cujo valor foi de 198,22mm/h.

**Tabela 2:** Resultados do obtidos através das fórmulas.

Resultados	Simulação 1	Simulação 2	Simulação 3	Simulação 4
Vmax (mm)	47,87	47,87	47,87	47,87
H (mm)	132,97	132,97	132,97	132,97
Varm (mm <sup>3</sup> )	0	164,82	288,45	412,07
i (mm/h)	198,22	198,22	198,22	198,22

Fonte: Autoria própria (2022).

### 4.2. Simulações

As simulações progredirão de acordo com a intensidade de chuva calculada, com um tempo de retorno para 10 anos e uma duração de 10 minutos. Os dados serão utilizados para Equação 08, a fim de conhecer a vazão de pico e fazer uma correlação dos valores de cada simulação, resultando na eficiência do pavimento permeável em relação ao estado atual de pavimentação, como apresentado na Tabela 03.

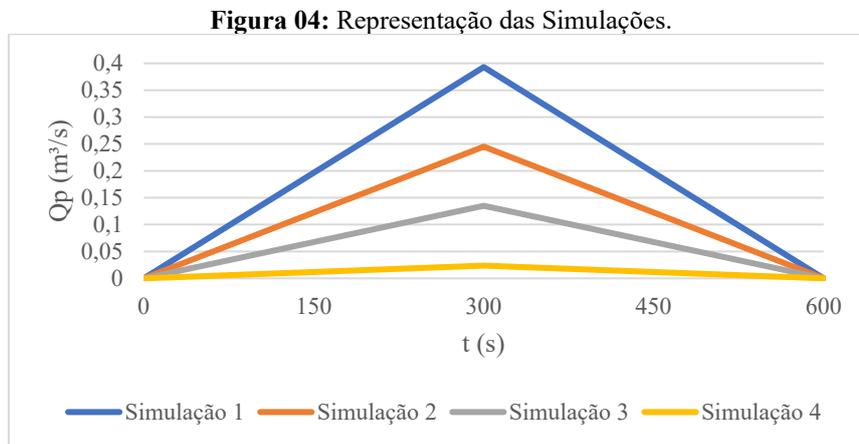
**Tabela 03:** Dados obtidos das simulações.

Simulação	Proporção de pavimento drenante (%)	Vazão de pico Qp (m <sup>3</sup> /s)	Volume de escoamento para drenagem pública (m <sup>3</sup> )
1	0%	0,393	117,9
2	40%	0,245	73,5
3	70%	0,135	40,2
4	100%	0,0237	7,11

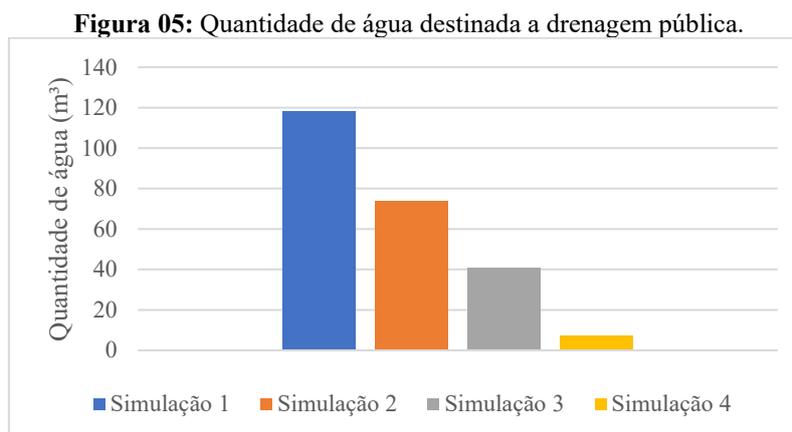
Fonte: Resultados da Pesquisa (2022).

Na Figura 04 pode-se encontrar a comparação entre os gráficos de vazão de pico (Qp) pelo tempo (t) mostra a diferença do nível de vazão entre as simulações. Conforme a Figura 05

após as simulações é calculado o quanto de água vai para o sistema de drenagem público, assim também definindo a eficiência do pavimento permeável, como é possível ver através do gráfico a simulação 4 que apresenta 100% da área como pavimento permeável envia apenas 7,11m<sup>3</sup> de água para a drenagem, assim reservando uma quantidade de 110,79m<sup>3</sup>.



Fonte: Resultados da Pesquisa (2022).



Fonte: Resultados da Pesquisa (2022).

### 4.3. Simulação 1

Na simulação 1 o objetivo é conhecer o estado atual do sistema de pavimentação existente, para tomar como padrão para ver os benefícios agregados do sistema de pavimento permeável. O coeficiente de escoamento usado para o sistema atual é 0,83.

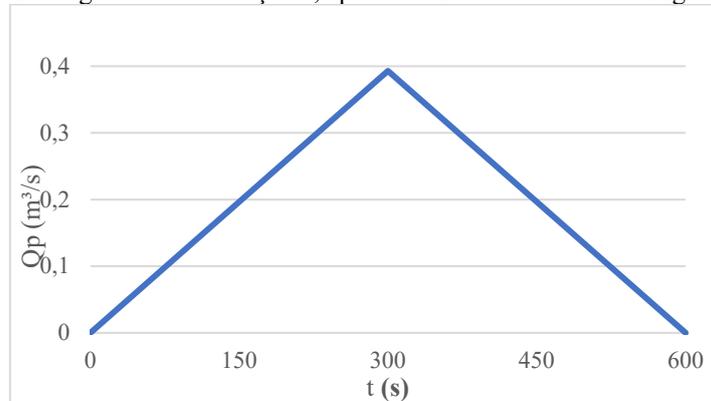
$$C = 0,83$$

$$i = 198,22\text{mm/h}$$

$$A = 8.608,03 \text{ m}^2$$

É necessário a conversão da intensidade de chuva para a unidade m/s. Aplicando estes valores na Equação 08 obtém-se uma vazão de pico ( $Q_p$ ) de  $0,393 \text{ m}^3/\text{s}$ , assim gerando o hidrograma abaixo Figura 06.

**Figura 06:** Hidrograma da simulação 1, apresenta modelo atual de drenagem do sistema.



Fonte: Autoria própria (2022).

Com dados da Figura 06 pode-se mensurar o volume de água gerado da instituição no sistema atual de pavimentação, o qual é encaminhado a rede de drenagem pública, através do seguinte calculo  $(0,393 \times 600) / 2 = 117,9 \text{ m}^3$ .

#### 4.4. Simulação 2

Na simulação 2 o estacionamento está dividido na proporção de 40% pavimento intertravado permeável e 60% de pavimento já existente. O coeficiente de escoamento usado para o sistema atual é 0,83 e o coeficiente de escoamento do pavimento permeável é 0,05. Assim sendo necessário a obtenção de um coeficiente composto ( $C_c$ ), considerando a área em relação ao coeficiente.

$$C_c = (0,83 \times 0,6) + (0,05 \times 0,4) = 0,518$$

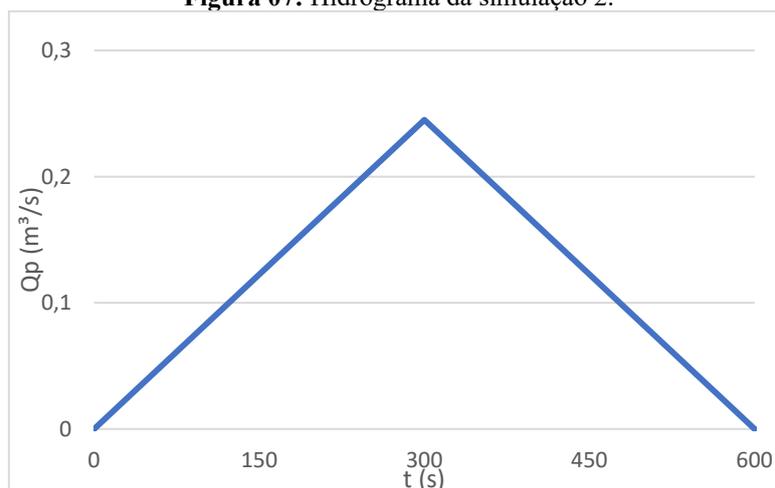
$$C_c = 0,518$$

$$i = 198,22 \text{ mm/h}$$

$$A = 8.608,03 \text{ m}^2$$

É necessário a conversão da intensidade de chuva para a unidade m/s. Aplicando estes valores na Equação 08 obtém-se uma vazão de pico ( $Q_p$ ) de  $0,245 \text{ m}^3/\text{s}$ , assim gerando o hidrograma abaixo Figura 07.

**Figura 07:** Hidrograma da simulação 2.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Através do hidrograma (Figura 07) pode-se obter a eficiência do pavimento permeável aplicado em 40% da área de estacionamento. Através do seguinte cálculo  $(0,245 \times 600) / 2 = 73,5$ , é definido o quanto de escoamento foi destinado ao sistema público de drenagem. A partir deste dado é possível definir que 44,4 m<sup>3</sup> de água deixou de ser enviado à drenagem pública, sendo reservado ou infiltrado no solo.

#### 4.5. Simulação 3

Na simulação 3 o estacionamento está dividido na proporção de 70% pavimento intertravado permeável e 30% de pavimento já existente. O coeficiente de escoamento usado para o sistema atual é 0,83 e o coeficiente de escoamento do pavimento permeável é 0,05. Assim sendo necessário a obtenção de um coeficiente composto (Cc), considerando a área em relação ao coeficiente.

$$Cc = (0,83 \times 0,3) + (0,05 \times 0,7) = 0,284$$

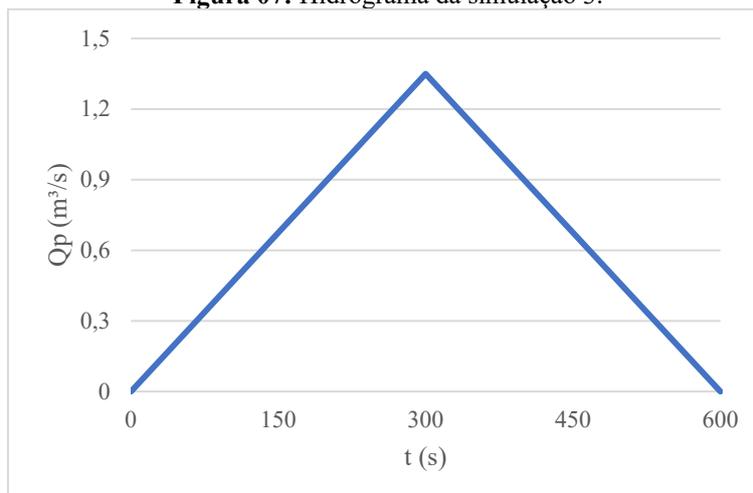
$$Cc = 0,284$$

$$i = 198,22 \text{ mm/h}$$

$$A = 8.608,03 \text{ m}^2$$

É necessário a conversão da intensidade de chuva para a unidade m/s. Aplicando estes valores na Equação 08 obtém-se uma vazão de pico (Qp) de 0,135 m<sup>3</sup>/s, assim gerando o hidrograma abaixo Figura 08.

**Figura 07:** Hidrograma da simulação 3.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Através do hidrograma (Figura 08) pode-se obter a eficiência do pavimento permeável aplicado em 70% da área de estacionamento. Através do seguinte cálculo  $(0,135 \times 600) / 2 = 40,2$ , é definido o quanto de escoamento foi destinado ao sistema público de drenagem. A partir deste dado é possível definir que 77,7 m<sup>3</sup> de água deixou de ser enviado à drenagem pública, sendo reservado ou infiltrado no solo.

#### 4.6. Simulação 4

Na simulação 4 o estacionamento é totalmente composto por pavimento intertravado permeável. O coeficiente de escoamento do pavimento permeável é 0,05.

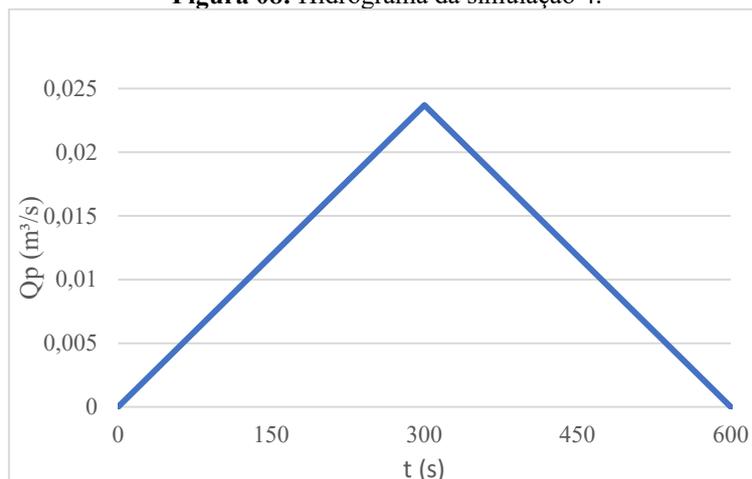
$$Cc = 0,05$$

$$i = 198,22 \text{ mm/h}$$

$$A = 8.608,03 \text{ m}^2$$

É necessário a conversão da intensidade de chuva para a unidade m/s. Aplicando estes valores na Equação 08 obtém-se uma vazão de pico (Qp) de 0,0237m<sup>3</sup>/s, assim gerando o hidrograma abaixo Figura 09.

**Figura 08:** Hidrograma da simulação 4.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Através do hidrograma (Figura 09) pode-se obter a eficiência do pavimento permeável aplicado em 70% da área de estacionamento. Através do seguinte cálculo  $(0,0237 \times 600) / 2 = 7,11$ , é definido o quanto de escoamento foi destinado ao sistema público de drenagem. A partir deste dado é possível definir que 110,79m<sup>3</sup> de água deixou de ser enviado à drenagem pública, sendo reservado ou infiltrado no solo.

Então a partir dos resultados pode-se verificar que o sistema de pavimento permeável é sim viável, pois faz com que o volume de água pluvial que seria enviado para o sistema de drenagem urbano, seja acumulado no pavimento drenante para infiltrar ou ser utilizado por sistemas auxiliares, assim auxiliando na criação de mais áreas de infiltração dentro das cidades tão impermeabilizadas. A viabilidade do sistema é clara, quanto aos benefícios, e é associada diretamente a área total de pavimento permeável.

Os sistemas variam de preço a depender do material utilizado, por exemplo o asfalto poroso se torna um valor maior que o pavimento intertravado poroso, então a viabilidade de financeira deve também ser analisada. O benefício em relação a sustentabilidade também é claro visto que o uso da água pluvial evita o uso de água potável para serviços comuns, como irrigação das plantas e árvores, lavagem de áreas comuns, e podem ser até dimensionados para abastecer as caixas de descarga das bacias sanitárias.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso inconsciente da água é notado de diversas formas no dia a dia, contudo é necessário realmente pensar na água como bem natural passível de escassez. O ser humano enxerga a grande quantidade de água no mundo e pensa ser um recurso infinito, porém não

levam em consideração que apenas parte dessa água é doce e que passando por tratamento para se tornar potável.

A sustentabilidade é o primeiro ponto a se pensar, tanto com relação a água quanto ao meio ambiente, que a cada dia está sendo mais agredido. É necessário pensar nesse ambiente dispondo para as futuras gerações uma qualidade semelhante as que se vivencia hoje, ou como foi vivido em gerações mais antigas, algo difícil de acontecer. Por isso a importância de manter ao menos o meio ambiente que se dispõe hoje, minimizando os impactos e evitando agredi-lo.

É notável também problemas relacionados a urbanização e impermeabilização do solo, normalmente os problemas são vistos em período de chuvas onde o escoamento da precipitação alaga diversas áreas da cidade, inclusive no bairro do local alvo é possível encontrar essas problemáticas. Salientando também o descarte incorreto de lixo e a devida falta de coleta, que muitas vezes obstruem os sistemas de drenagem tradicional.

Assim os pavimentos permeáveis e diversas outras técnicas vêm em busca de auxiliar no uso de águas pluviais, como os telhados verdes, trincheiras e valas drenantes, métodos não convencionais, que auxiliam de alguma forma neste uso é importante ressaltar que a água pluvial necessita de tratamento e pré-filtração, ou descarte das primeiras águas para ser utilizada, visto que pode passar por diversos materiais até encontrar o ponto de drenagem sustentável, como matérias orgânicas, resto de pneu, o qual podem prejudicar a qualidade da água e até a qualidade do próprio ar pode ocasionar isso, em cidades industriais por exemplo.

O pré-dimensionamento do pavimento intertravado, demonstra o principal benefício do sistema em épocas de chuva, através dos dados pode-se encontrar a redução clara no escoamento da água para a drenagem pública. É importante salientar que o melhor levantamento das condições locais (plantas da edificação, demanda hídrica e dados de uso) seria possível realizar um estudo melhor, visto que os dados foram obtidos através do *Google Earth*.

E com o uso do pavimento permeável na instituição pode-se evitar o envio de águas para a drenagem pública, assim evitando alagamentos. É possível também evitar acúmulo de água no pavimento, o que ocorre no sistema atual de pavimentação, além da utilização da água reservada para diversos fins, assim evitando o gasto de água vinda da rede pública para estas finalidades.

Enfim, o objetivo da pesquisa de representar a viabilidade do sistema de pavimento permeável utilizando o piso intertravado poroso foi alcançado com êxito, mostrando a capacidade de retenção de água e redução da água enviada a rede pública de drenagem.

## REFERÊNCIAS

- ACIOLI, L. A. **Estudo experimental de pavimentos permeáveis para o controle do escoamento superficial na fonte**. 2005. 162p. Dissertação de pós-graduação- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2005. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5843> > Acessado em: abril, 2022.
- BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. 2011. 318p. Associação Brasileira de Recursos Hídricos. Porto Alegre, 2011.
- BRAGA, W. M. de S. **Dimensionamento do reservatório de retenção de águas pluviais da edificação do Tribunal Regional do Trabalho em Taguatinga-DF**. 2018. 31p. Trabalho de Conclusão de Curso- Centro Universitário de Brasília-UniCEUB, Brasília, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/prefix/14015>> Acessado em: abril, 2022.
- BRIGHENTE, C. B.; RIBEIRO, A. B. de O.; MARQUES, C. S. A. **Concreto permeável: aplicação do concreto permeável na pavimentação**. v.11 n.11. 11º Fórum de Iniciação Científica do UNIFUNEC. Agosto, 2021. Disponível em: <<https://seer.unifunec.edu.br/index.php/forum/article/view/4870>> Acessado em: maio, 2022.
- CALDEIRA, R. S. D. N.; GARCIA, R. A. **Panorama do Saneamento Ambiental Brasileiro: Revisões e Perspectivas**. v. 15, n. 15. Cadernos do Leste, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/caderleste/article/view/13026>> Acessado em: maio, 2022.
- FURTADO, D. B. **Projeto de dosagem e dimensionamento de um pavimento asfáltico poroso para uma área de estacionamento**. 2017. 82p. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal De Uberlândia, Uberlândia, 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/26666>> Acessado em: maio, 2022.
- GUERRA, R. A. **Águas pluviais urbanas: integração da drenagem sustentável ao plano diretor de desenvolvimento urbano (pdu) em Guararapes/sp**. 2020. 223p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de São Carlos, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13658>> Acessado em: março, 2022.
- MENDES, M.; AMARANTE, M. **Pavimentos permeáveis**. v.7 n.1, Revista Pesquisa E Ação: Centro Universitário Braz Cubas, 2021. Disponível em: <<https://revistas.brazcubas.br/index.php/pesquisa/article/view/922>> Acessado em: abril, 2022.
- MOTA, W. de L. **Avaliação do impacto na geração de escoamento superficial direto pela implantação de medidas de drenagem sustentável em um empreendimento comercial na Grande Aracaju**. 2005. 46p. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Federal de Sergipe-UFS, São Cristóvão, 2015.
- NETO, A. K. *et al.* **Fatores relacionados à saúde pública e ao saneamento básico em comunidade rural de Barreiras, Bahia, Brasil**. v. 41, n. 3, 2017. Revista Baiana de Saúde Pública: p. 668-684, 2017. Disponível em: <<https://rbsp.sesab.ba.gov.br/index.php/rbsp/article/view/2079>> Acessado em: abril, 2022.
- PEREIRA, S. L.; REZENDE, D. **Sustentabilidade na construção civil: controle do escoamento superficial através de pavimentos permeáveis**. 2020. 34p. Trabalho de Conclusão

de Curso- Faculdade de Educação e Meio Ambiente-FAEMA. Ariquemes/RO, 2020. Disponível em: <<https://repositorio.faema.edu.br/handle/123456789/2779>> Acessado em: maio, 2022.

SANTOS, A. F. dos; FERREIRA, K. M. **Avaliação de técnicas de drenagem urbana sustentável para redução do pico de escoamento superficial em um loteamento no município de Pato Branco-PR.** 2017. 106p. Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, 2017. Disponível em: <<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/14540>> Acessado em: março, 2022.

SILVEIRA, A. L. L. da; GOLDENFUM, J. A. **Metodologia generalizada para pré-dimensionamento de dispositivos de controle pluvial na fonte.** v. 12, n. 2. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos: p. 157-168, 2007. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/231104>> Acessado em: abril, 2022.

TAVARES, D. C.; BARRETO, V. C. S.; CARVALHO, N. B. **Avanços dos sistemas de drenagem urbana:** do método convencional às alternativas sustentáveis. v. 5, n. 3. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-SERGIPE, p. 79-79, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/cadernoexatas/article/view/7656>> Acessado em: junho, 2022.

YAZAKI, L. F. O. **Revisão de Normativos, Documentos Técnicos e Formulários que Apoiam o Operacionalizam o Processo Público de Seleção de Empreendimentos de Saneamento Básico de Manejo de Águas Pluviais:** Estado da Arte e Problemas-Tipo de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas. 2021, 74p. Serviço técnico. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Set 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/consulta-publica/20210917P1CP2CNovaCapa.pdf>> Acessado em: abril, 2022.

# CAPÍTULO 8

## DESEMPENHO NÃO MONOLÍTICO DA LIGAÇÃO ENTRE LAJES NERVURADAS E VIGAS DE CONCRETO ARMADO

João Carlos Lisboa de Lima  
Marcella Camilly Dias Ribeiro  
Fernanda Miranda Gouveia  
Luciano Costa de Farias  
Vitória Araújo Castro  
Fernando Samuel M. S. Balti  
Marcelo Martins Farias  
Dênio Ramam Carvalho de Oliveira

### RESUMO

A utilização das lajes nervuradas pré-moldadas torna-se recorrente nas edificações e sua empregabilidade é usual por sua praticidade e redução de custos indiretos no canteiro de obra. Porém, é importante visualizar que planejamento, cronogramas e orçamentos mal dimensionados ocasionam interrupções em diversas etapas da obra, podendo interromper concretagens e gerar juntas frias ou ligações não monolíticas. Focando nesse problema, foram confeccionadas 4 (quatro) vigas T com laje nervurada, sendo composta por capa, nervuras e a alma da viga, para simular situações de interrupções na concretagem entre lajes e vigas. As vigas produzidas apresentaram dimensões de (300x500x40) mm<sup>3</sup> respectivos a viga, largura da laje e sua espessura, sendo uma para referência (VR) com ligação totalmente monolítica entre laje e viga, e outras 3 (três) com diferentes tipos de vínculos. A primeira (V1) com os estribos indo até a laje, a segunda (V2) com os estribos indo até a laje, mas com uma lona plástica para gerar uma junta fria entre viga e laje, e a terceira (V3) com os estribos limitados à viga, havendo apenas concreto na ligação não monolítica laje-viga. Essas 3 (três) vigas foram concretadas com intervalo maior que 72 h, garantindo a não monoliticidade entre as camadas. Concluiu-se que, após o ensaio de stuttgart, houve o deslizamento das interfaces nas ligações das vigas V2 e V3, e observou-se a contribuição maior dos estribos e escoamento deles nas vigas V1 e V2, além do escoamento prematuro das armaduras longitudinais na V2, ocasionando menor capacidade de carga em V2 e V3.

**PALAVRAS-CHAVE:** Viga. Aderência. Laje nervurada. Junta fria.

### 1. INTRODUÇÃO

A solidarização entre elementos estruturais é discutida permanentemente para análise entre dois ou mais materiais de propriedades mecânicas diferentes como estruturas mistas de concreto, madeira e aço. Sua principal importância deve-se ao comportamento e vínculo entre duas peças com mesmas funções estruturais, geralmente feitas com critérios e parâmetros normativos para os respectivos dimensionamentos e peculiaridades de projeto, buscando diferentes maneiras de solidariza-las. Porém, o presente trabalho apresenta alguns modelos de vigas T's pré-moldadas com a finalidade de discutir o desempenho de diferentes vínculos ao cisalhamento longitudinal entre viga e laje nervurada ao ensaio destrutivo e propor futuros parâmetros de dimensionamento delas com diferentes graus de monoliticidade, prevendo seu

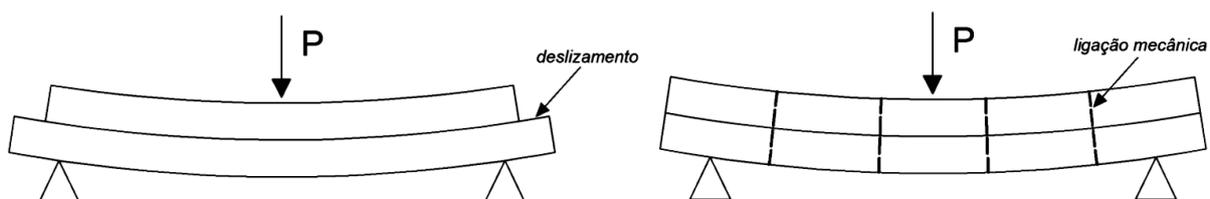
reforço através da comparação entre resultados experimentais e teóricos das respectivas cargas últimas ( $P_u$ ) deste trabalho.

Geralmente essa manifestação patológica é encontrada por falhas construtivas, gerada por diversos fatores, como por exemplo, o mau planejamento construtivo in loco no período de concretagem, ocasionando interrupções inesperadas nas peças estruturais, como lajes treliçadas pré-moldadas pelo erro de cálculo volumétrico empírico, ou por questões financeiras.

Alguns autores fizeram relações sobre o deslizamento entre interfaces de elementos estruturais. CLIMACO (2008) expõe os conceitos fundamentais da mecânica dos sólidos desenvolvidos por Navier-Bernoulli, discutido posteriormente. FUSCO (1976) demonstrou estruturas mistas para o desenvolvimento do estudo e a importância das ligações mecânicas transversais para deslocamento linear ao longo da seção longitudinal como visto na figura 1.

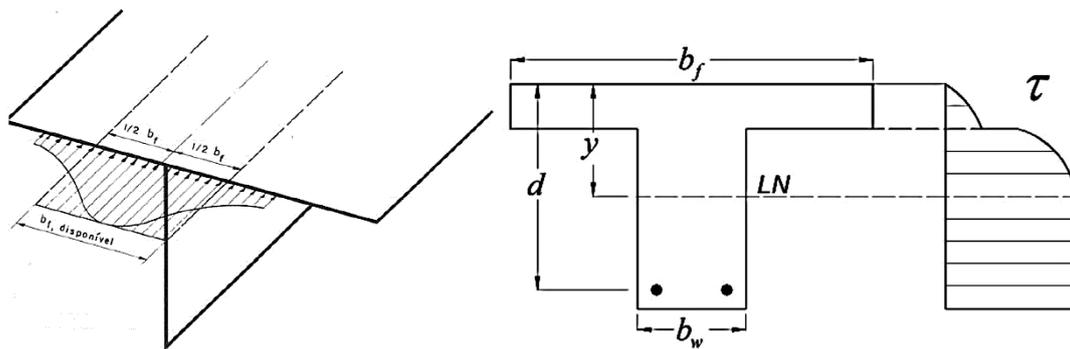
Analisando primariamente, o deslizamento ocorre pela diferença de rigidez entre as peças, pois para uma mesma carga, apresentam deflexões diferentes, por sua geometria e diferença do módulo de elasticidade, esse último, comum em reforço entre concreto novo e velho para o aumento de seção transversal. É importante destacar a Lei de Navier, onde as tensões normais na seção são diretamente proporcionais às distâncias das fibras à linha neutra, além da hipótese de Bernoulli, onde as seções transversais das peças permanecem planas quando a carga cresce de zero até sua ruptura, que são estritamente empregadas no comportamento linear-elástico e as tensões são distribuídas de modo proporcional a deformação no estágio de pré-fissuração, reafirmando o modelo não linear deste trabalho, principalmente na viga V1, onde ouve uma grande dissipação de carga em seu ensaio com relação ao modelo teórico, sendo assim, será debatido as questões de dissipação de energia, com o deslizamento, que ocasiona perda de carga considerável em relação a viga de referência monolítica.

**Figura 1:** Comportamento a flexão de vigas não solidarizadas e com ligação mecânica.



**Fonte:** Fusco (1976).

**Figura 2:** Distribuição de tensões normais de flexão na mesa da viga T e a direita as tensões cisalhantes.



**Fonte:** Fusco (1976).

Algumas analogias feitas por KISHEN e RAO (2007), que estudaram a fratura entre as interfaces longitudinais de concreto de diferentes resistências à compressão com o objetivo de reforço, sendo assim, o modelo de ensaio destacou a análise da energia dissipada entre o deslizamento do concreto de origem e o concreto de reparo. REINHARDT (1982) apresentou resultados sobre o comprimento de influência entre a junção de concreto novo e concreto velho em lajes pré-moldadas e sua resistência ao cisalhamento horizontal com argamassas de diferentes traços.

### 1.1. Prescrições Normativas

A princípio há duas formas de calcular as vigas T's a flexão de acordo com a NBR 6118 (ABNT, 2014), primeiramente é localizada a linha neutra e visto a altura colaborante de compressão da viga, podendo haver apenas a colaboração da mesa ou mesa/alma, a mesma norma também utiliza estimativas da largura contribuinte da aba, com o acréscimo de 10% do maior comprimento de momento nulo longitudinal a viga em cada lado onde houver laje contribuinte em seu ramo transversal, aumentando a área atuante dos esforços normais de compressão. Neste trabalho, a metodologia de cálculo teórico do conjunto viga mais laje será de uma viga T, onde as abas são correspondentes a capa da laje.

As considerações normativas ao cisalhamento segundo a mesma norma, estabelece dois critérios ao ângulo de abertura das bielas ( $\theta$ ), variando entre  $30^\circ$  e  $45^\circ$ , possibilitando um dimensionamento mais econômico ou cauteloso, obedecendo ao não esmagamento da biela e os critérios a seguir:

$$V_{Rk} \leq V_{Rd2,I} = 0,27 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{ck} \cdot b_w \cdot d \quad (\text{Equação 1})$$

$$V_{Rk} = V_c + V_{sw} \quad (\text{Equação 2})$$

$$V_c + V_{sw} = 0,126 \cdot f_{ck}^{2/3} \cdot b_w \cdot d + \left(\frac{A_{sw}}{S}\right) \cdot 0,9 \cdot d \cdot f_{yw} \cdot (\text{sen}\alpha + \text{cos}\alpha) \quad (\text{Equação 3})$$

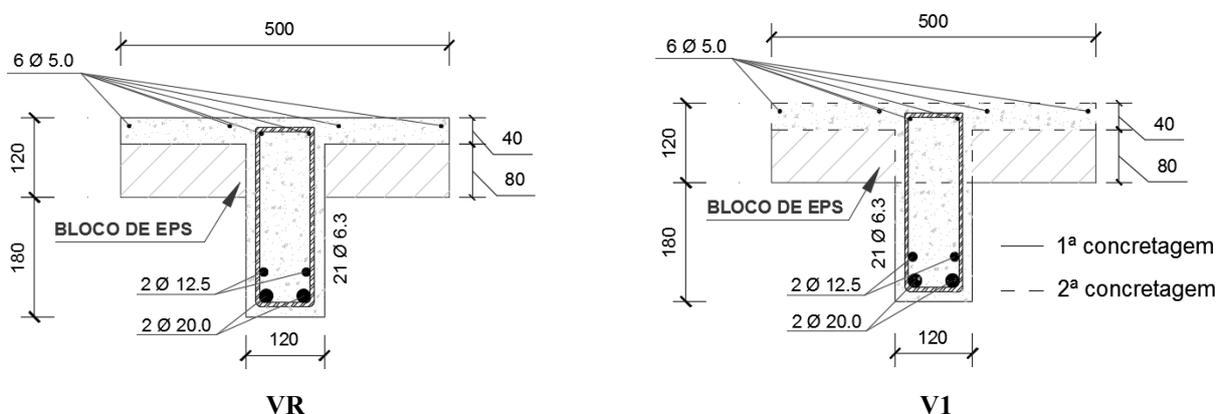
A análise a flexão é obtida a partir da determinação da linha neutra da viga, determinando a área de flexo-compressão e flexo-tração, como se tem diferentes tipos de vínculos entre viga e laje, será abordado posteriormente alguns métodos de dimensionamento para esses vínculos, comparando-os com o ensaio destrutivo.

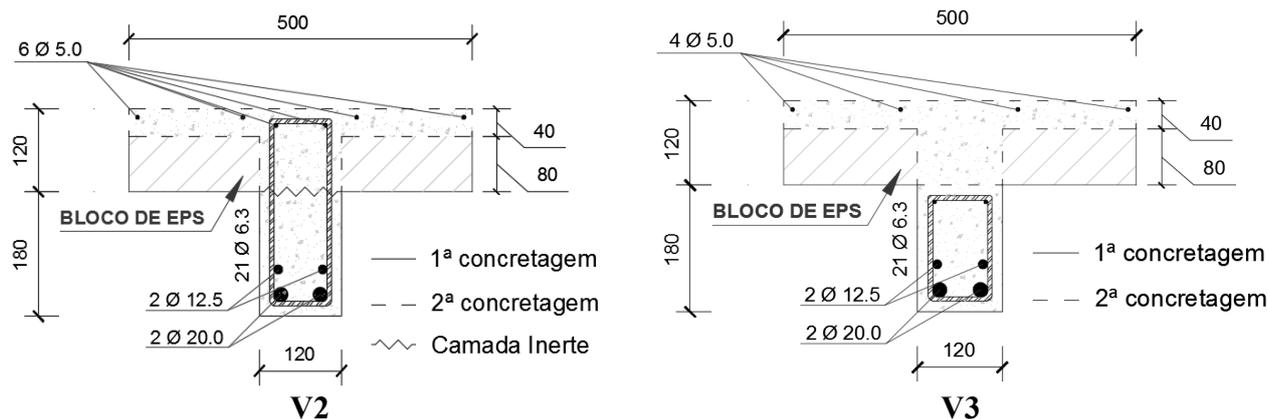
## 2. PROGRAMA EXPERIMENTAL

### 2.1. Características Da Viga

Foram ensaiadas no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, 4 (quatro) peças de viga mais laje nervurada com 2200 mm de comprimento e 1900 mm de vão de ensaio até seu estado limite último, a concepção para a confecção delas foram feitas com o objetivo de traçar diversos graus de não monoliticidade, partindo do ponto de uma viga de referência (VR), totalmente monolítica. Os graus de liberdade nas demais vigas consistiram na interrupção da concretagem a partir de 72 horas, com exceção da viga V2, que teve integral isolamento do contato concreto novo e concreto velho, através de uma camada inerte, abaixo é ilustrado as peças ensaiadas e suas respectivas características e detalhamento das armaduras transversais e longitudinais:

**Figura 3:** Vista transversal e detalhamento das vigas treliçadas.

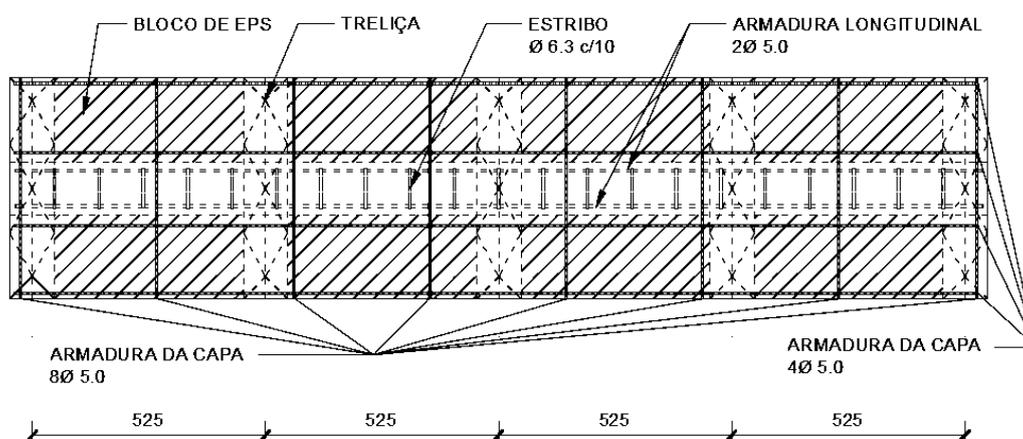




Fonte: Autoria própria (2014).

As lajes treliçadas sob as vigas foram dimensionadas a partir da norma, NBR 14859-1 (ABNT, 2002), obedecendo os requisitos das treliças eletrossoldadas do tipo TB-8L a partir da NBR 14862 (ABNT, 2002), seguindo os seguintes critérios, altura total da laje de 12 cm, com enchimento de 8 cm e capa de concreto armado de 4 cm, espaçamento entre vigotas maior que 42 cm e armadura de composição com mais de 3 barras de CA-50 por metro, como pode ser visto na figura 4:

Figura 4: Vista genérica em planta das vigas.

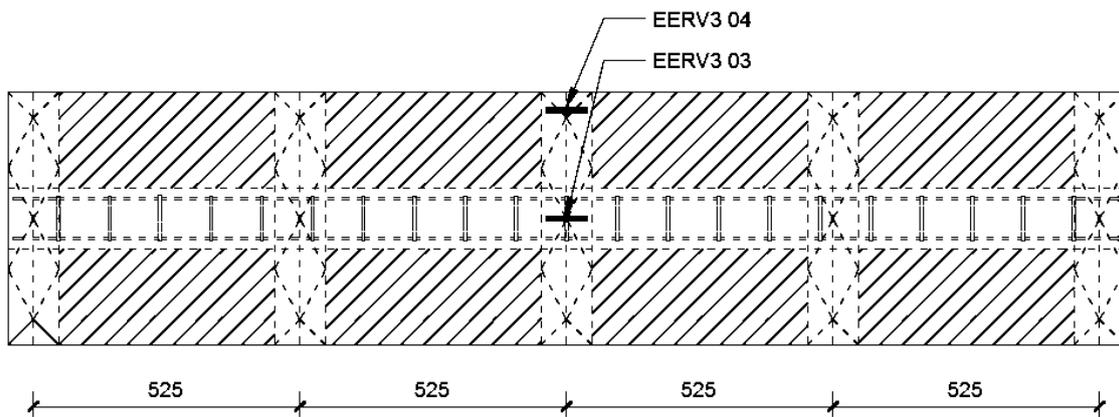


Fonte: Autoria própria (2014).

## 2.2. Instrumentação E Sistema De Ensaio

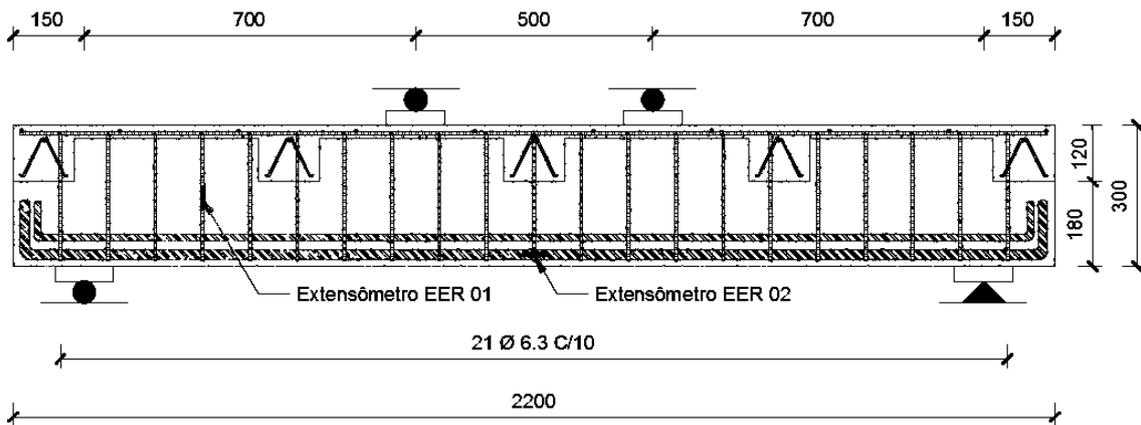
O sistema de ruptura foi idealizado através do ensaio de Stuttgart, com objetivo de apresentar trecho de flexão pura, onde não haverá deslizamento e dois segmentos de flexão simples, que será verificado o deslizamento e conseqüentemente o arrancamento dos estribos vistos posteriormente nas vigas V2 e V3. As peças foram montadas em um pórtico de reação sobre dois apoios, um de primeiro e o outro de segundo gênero, tendo, os trechos de cisalhamento terão 700 mm e flexão pura de 500 mm, como apresentado nas figuras 6 e 7:

**Figura 5:** Vista genérica da localização dos extensômetros elétricos de resistência no concreto.



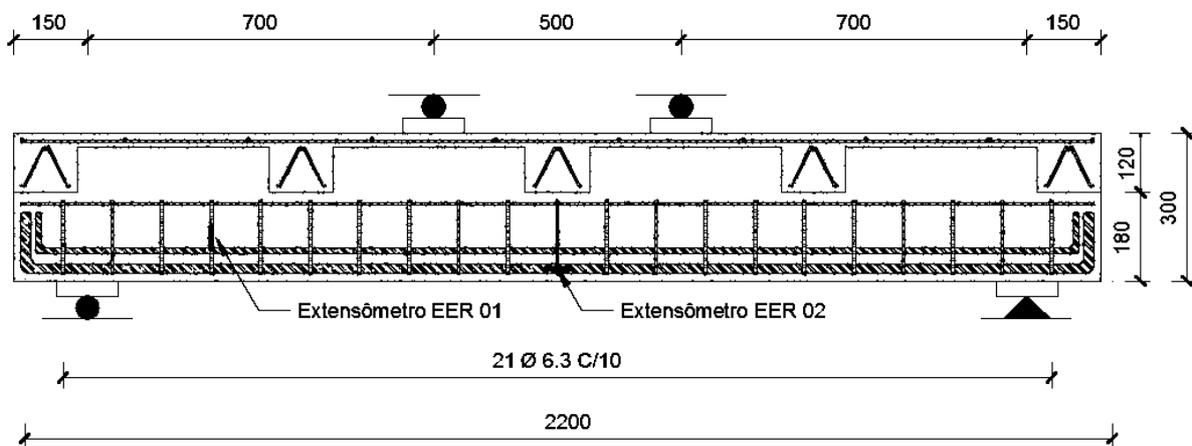
**Fonte:** Autoria própria (2014).

**Figura 6:** localização de extensômetros elétricos de resistência na armadura transversal e longitudinal das vigas VR, V1 e V2 e pontos de aplicação de carga.



**Fonte:** Autoria própria (2014).

**Figura 7:** localização dos extensômetros elétricos de resistência na armadura transversal e longitudinal da viga V3 e pontos de aplicação de carga.



**Fonte:** Autoria própria (2014).

Usou-se na instrumentação a colocação de extensômetros, que foram fixados nas barras de aço, o objetivo foi ter as deformações onde as tensões solicitantes de flexo-tração e cisalhamento fossem máximas, ou seja, para a armadura longitudinal, os extensômetros foram locados nos eixos longitudinais e transversais das barras de 20,0 mm e na armadura transversal, foi colocado na metade da altura do estribo mais próximo da interseção entre o apoio e o ponto de aplicação da carga.

Na região da laje, o extensômetro teve o objetivo de traçar o tipo de desempenho entre as deformações do concreto (flexo-compressão) e aço (flexo-tração), e observar o comportamento dúctil ou frágil das peças. Na parte mais extrema da laje onde ficam as abas, o extensômetro (EER 04) também desempenhará a sua função de flexo comprimir, porém será correlacionado como (EER 03), pois como mostrado na figura 2, as deformações e consequentemente suas tenções irão reduzindo de acordo com o afastamento do eixo da região transversal das vigas T's e acompanhar seu desempenho.

Para a medição das deflexões das vigas, foi utilizado um deflectômetro, com precisão de 0,01 mm, sendo apoiado em uma superfície lisa, plana e sem qualquer turbulência que possa interferir em sua leitura.

Os valores de deformações foram anotados a um passo de carga de 20 KN, assim como a marcação das fissuras. A leitura das deformações do concreto e aço eram obtidas utilizando um sistema modular de aquisição de dados: ALMEMO® 5690-2M, Ahlborn e interpretado pelo software AMR WinControl, desta forma o programa realizou 5 leituras de cada passo de carga partindo da variação da resistência elétrica obtida e posteriormente era feito a média para obtenção do gráfico carga x deformação.

**Figura 8:** Detalhe do sistema de ensaios.





Fonte: Aatoria própria (2014).

### 3. MATERIAIS

#### 3.1. Concreto

O concreto utilizado foi dosado e confeccionado no Laboratório de Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará, Pelo método da ABCP (Associação Brasileira de Cimento Portland), usando-se cimento Portland CII-Z 32, areia média lavada e seixo rolado com diâmetro máximo de 19 mm. Os corpos de prova para ensaio foram moldados e curados segundo a NBR 5738 (ABNT, 2015) e ensaiados seguindo as recomendações da NBR 5739 (ABNT, 2007). Na tabela 1 é especificado a resistência a compressão realizado após 28 dias de idade e utilizando-se as recomendações da do MC90 (CEB-FIP, 1993), para estipular os valores do modulo de elasticidade, com as formulas a seguir:

$$E_c = 21.500 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10}\right)^{1/3} \quad (\text{Equação 4})$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad (\text{Equação 5})$$

**Tabela 1:** Propriedades mecânicas do concreto.

CP's	$f_c$ (MPa)	$f_{ct}$ (MPa)	$E_c$ (GPa)
CP 01	32,23	2,13	34,19
CP 02	31,24	2,08	33,91
CP 03	33,60	2,19	34,58
Média	32,36	2,13	34,23

Fonte: Aatoria própria (2014).

**Tabela 2:** Propriedades mecânicas do aço.

$\emptyset$ (mm)	$f_{ys}$ (MPa)	$\epsilon_{ys}$ (‰)	$E_s$ (GPa)
5.0	565	4,95	191,50
6.3	570	4,35	242,60
12.5	570	2,30	247,80
20.0	530	2,44	217,21

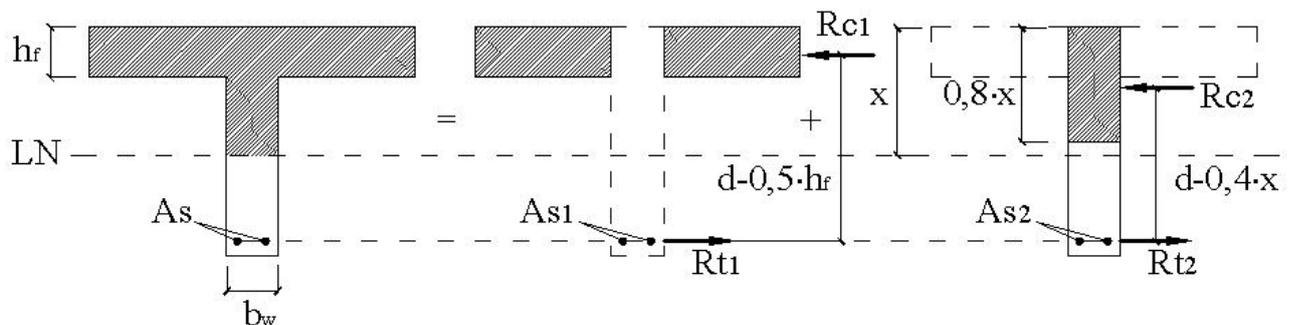
Fonte: Aatoria própria (2014).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Teórico

Percebe-se que a as tensões e consequentemente as forças verticais de cisalhamento são iguais as horizontais, a partir do princípio fundamental da mecânica dos sólidos, então, foram tomadas como base a transmissão de esforços entre interface com a contribuição do estribo e/ou concreto para a difusão de esforços como visto na representação idealizada em cada uma das situações apresentadas no memorial de cálculo desenvolvido a seguir, portanto, em cada viga será debatida o tipo de distribuição e eficácia de distribuição de tensões diferindo o grau de liberdade de interfaces e seu cisalhamento horizontal, tomando como base as fotos do ensaio e por meio da NBR 6118(ABNT, 2014), foi possível estimar a capacidade de capacidade de carga última:

**Figura 10:** Procedimento para a análise da viga em relação a laje como viga T.

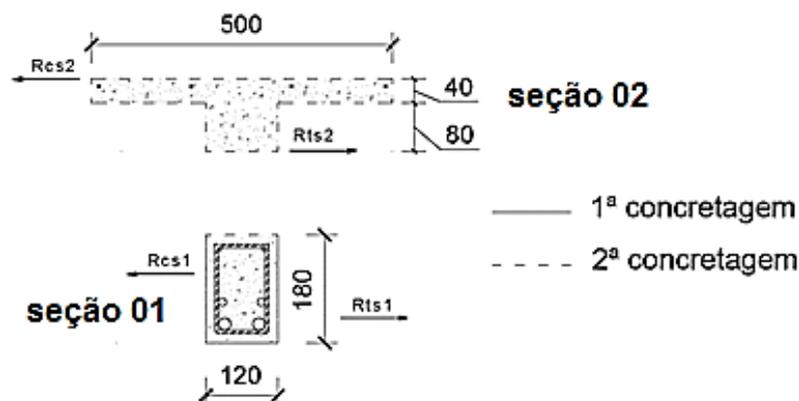


Fonte: Autoria própria (2014).

#### 4.1.1. Viga V3

$$F_{ck} = 32,36 \text{ MPa} ; b_w = 120 \text{ mm} ; b_f = 500 \text{ mm} ; h_f = 40 \text{ mm} ; F_{yk} = 540 \text{ MPa}$$

**Figura 11:** Sistema idealizado de transmissão de esforços entre as interfaces.



Fonte: Autoria própria (2014).

Seção 01:

$$d = 138,5 \text{ mm}$$

$$R_{ts1} = R_{cs1} \quad (\text{Equação 6})$$

$$A_{sc} \cdot F_{yk} + 0,95 \cdot F_{ck} \cdot b_w \cdot a = A_{st} \cdot F_{yk} \quad (\text{Equação 7})$$

$$a = 122,09 \text{ mm}$$

$$M_u = A_{st} \cdot F_{yk} \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (\text{Equação 8})$$

$$P_{u_{s1}} = 104,36 \text{ KN}$$

Seção 02:

$$R_{cs2} = R_{ts2} = R_{cs1} \quad (\text{Equação 9})$$

$$A_{sc} \cdot F_{yk} + 0,95 \cdot F_{ck} \cdot b_f \cdot a_2 = A_{st} \cdot F_{yk} \quad (\text{Equação 10})$$

$$a_2 = 30,68 \text{ mm}$$

$$M_u = 0,95 \cdot F_{ck} \cdot b_f \cdot a_2 \cdot \left(d - \frac{a_2}{2}\right) \quad (\text{Equação 11})$$

$$P_{u_{s2}} = 141,02 \text{ KN}$$

$$P_{u_{V3}} = P_{u_{s1}} + P_{u_{s2}} \quad (\text{Equação 12})$$

$$P_{u_{V3}} = 245,38 \text{ KN}$$

#### 4.1.2. Viga V2

O processo de cálculo para esta viga, baseia-se a partir da V3 pois o “Pu” é idealizado em um sistema de total transferência de tensões ao logo da seção transversal, com isso, idealiza-se para esta situação o estribo como conector e sua contribuição ao cisalhamento horizontal a resistência última.

Durante os ensaios foi percebido que as bielas que se abriram ao longo da viga não foram totalmente transmitidas para a peça superior da laje, como será mostrado posteriormente nos resultados experimentais, porém o estribo tem papel de conector e transmite sua resistência ao cisalhamento vertical ao horizontal, sendo assim, através da figura 12, utiliza-se a altura útil da viga até o ponto onde o deslizamento:

$$V_{sw} = \left( \frac{A_{sw}}{S} \right) \cdot 0,9 \cdot d \cdot F_{yw}k \quad (\text{Equação 13})$$

$$Pu_{V2} = Pu_{V3} + V_{sw} \quad (\text{Equação 14})$$

$$Pu_{V2} = 290,35 \text{ KN}$$

**Figura 12:** Nível de abertura de fissuras nas bielas das vigas e grau de transferência de esforços entre viga e laje.



Viga VR



Viga V2

Fonte: Autoria própria (2014).

#### 4.1.3. Viga V1

Neste modelo, como há o contato direto do concreto, mesmo como junta fria, o esforço cisalhante criará uma reação entre interfaces, partindo-se do princípio da V2, com os valores para “ $b_w$ ” e “ $d$ ”, usados até o ponto de deslizamento:

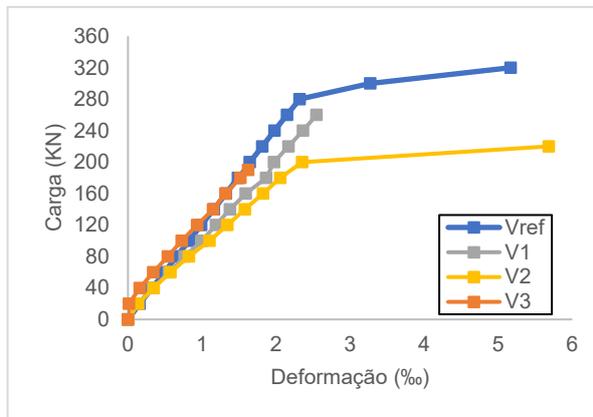
$$V_c = 0,126 \cdot f_{ck}^{2/3} \cdot b_w \cdot d \quad (\text{Equação 15})$$

$$Pu_{V1} = Pu_{V2} + V_c \quad (\text{Equação 16})$$

$$Pu_{V1} = 311,62 \text{ KN}$$

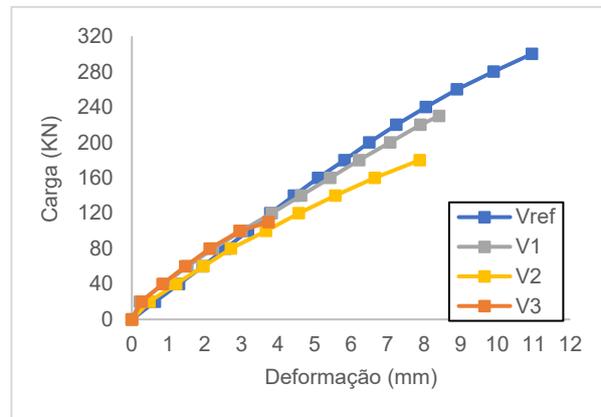
## 4.2 Experimental

**Figura 13:** Deformação da armação longitudinal.



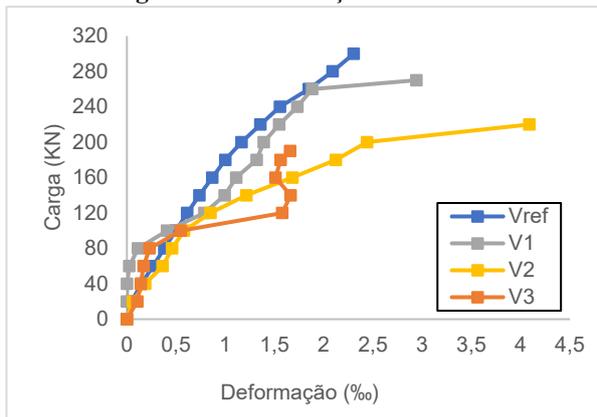
Fonte: Autoria própria (2014).

**Figura 14:** Deslocamento vertical.



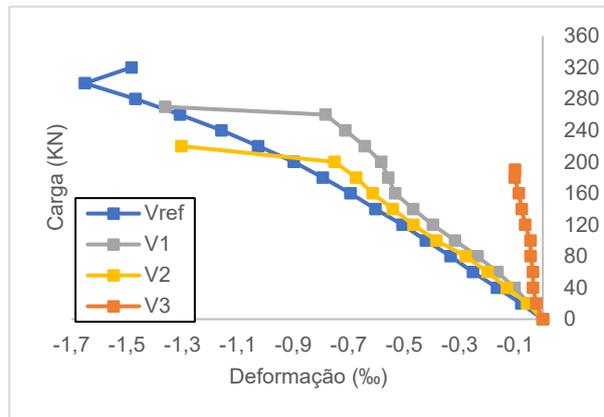
Fonte: Autoria própria (2014).

**Figura 15:** Deformação do estribo.



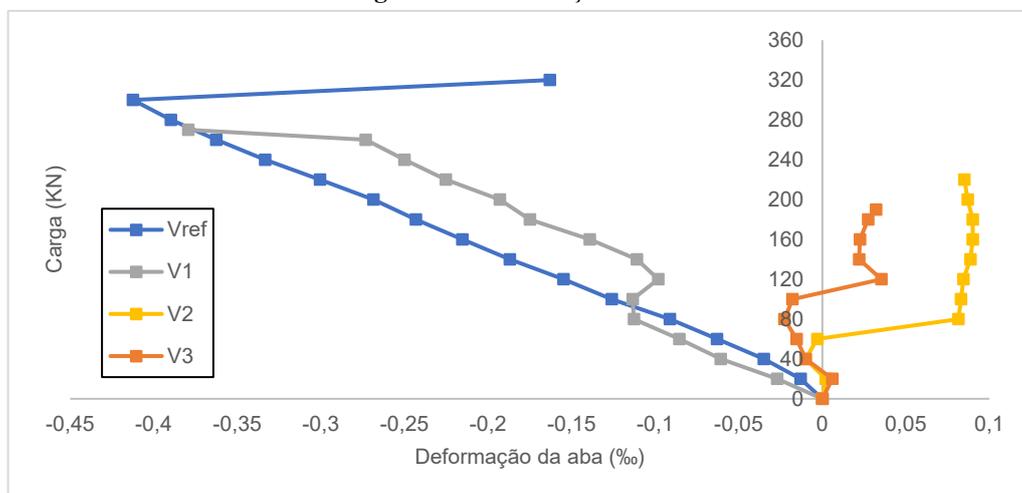
Fonte: Autoria própria (2014).

**Figura 16:** Deformação do concreto.



Fonte: Autoria própria (2014).

**Figura 17:** Deformação da aba.



Fonte: Autoria própria (2014).

### **4.3. Deslocamento Vertical**

Todas as vigas apresentaram um comportamento parecido em seus deslocamentos verticais, porém, é importante ressaltar que a viga V2, por apresentar um contato intrínseco de ligação entre laje e viga e fomentando sua função de conector, obteve maiores deformações, por ser mais dúctil que o concreto ao decorrer do ensaio, esse comportamento mais dúctil ao deslizamento, pode ser visto na figura 14.

### **4.4. Deformação Do Concreto E Aba**

O comportamento das vigas a flexo-compressão foram relativamente constantes ao longo dos passos de carga, porém a viga V2 e V3 tiveram uma relaxação em suas deformações, pois apresentam um modelo mais favorável ao deslizamento, sendo assim, beneficia ao alívio de tensões ao longo da aba. O extensômetro do meio, teve um acréscimo muito pequeno em suas deformações com relação a viga V3, pois o escorregamento das interfaces favorecem no desbalanceamento das tensões de flexo-compressão do concreto e flexo-tração das armações longitudinais.

### **4.5. Deformação De Armação Longitudinal**

Como pode ser visto anteriormente, devido ao desbalanceamento de tensão de flexo-compressão e flexo-tração entre laje e viga V2, o estribo não obteve êxito em transmiti-las com totalidade e prejudicando a armadura longitudinal, diferentemente da V3 que cisalhou no contato entre concreto antes de escoar o aço, desta forma, a Viga V1 teve melhor desempenho, com a contribuição da resistência cortante do concreto contribuindo juntamente com o estribo, melhor balanceamento das tensões de flexão.

### **4.6. Deformação Do Estribo**

O estribo obteve papel importante na contenção do cisalhamento horizontal, por isso, além de conte-las, também teve sua função principal de conter o esmagamento das bielas. Essa importância foi bastante percebida ao serem retirados os vínculos, da ligação viga laje dos espécimes, com exceção da viga V3 que obteve o cisalhamento sem ancoragem do estribo entre peças.

### **4.7. Modos De Ruptura**

Observou-se a ruptura por três formas, cisalhamento das armaduras transversais, cisalhamento horizontal e flexão, como esperado, a peça de referência obteve sua resistência última compatível com o calculado, ou seja, por flexão. Além de obter-se uma considerável

aproximação do modelo teórico em relação ao experimental para ruína, como observa-se na tabela a seguir:

**Tabela 3:** Resistências experimental e teórica.

Modelo	$P_{teórico}$ (KN)	$P_{exp}$ (KN)	$P_{exp}/P_{teórico}$	Modo de ruptura
VR	331,10	330,00	0,996	Flexão
V1	311,62	330,00	1,059	Cisalhamento vertical
V2	290,35	270,00	0,930	Cisalhamento vertical
V3	245,38	190,00	0,774	Cisalhamento horizontal

Fonte: Autoria própria (2014).

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através dos resultados obtidos nos ensaios destrutivos realizados, visualizou-se a importância do estudo do comportamento não-monolítico de vigas e lajes concretadas com juntas frias. É imprescindível descrever a importância do estribo como agente de ligação mecânica, ou seja, de conector entre interfaces, desta forma, é preferível usa-se a armação transversal como ancoragem, pois, mesmo com total ausência do contato concreto novo/concreto velho como visto na viga V2, apresentando quase 82% de resistência em relação a viga de referência, porém como visto a ausência de ancoragem entre as peças é importante continuar futuros ensaios para a análise da dissipação da carga, com agrupamentos de um banco de dados para traçar a tendência e minorar a resistência última das vigas com este grau de liberdade, pois como visto na viga V3, a resistência com relação a de referência foi de 58%.

**Figura 18:** Modo deslizamento das Vigas V2 e V3.



Viga V3

Viga V2

Fonte: Autoria própria (2014).

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5738 – **Procedimentos para moldagem e cura de corpos-de-prova**. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5739 - **Concreto – Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos – Método de ensaio**. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118 – **Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado**. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 6892: Materiais Metálicos. Ensaio de Tração à Temperatura Ambiente**. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14859-1: Laje pré-fabricada – Pré-laje – Requisitos. Parte 1: Lajes unidirecionais**. Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14862: Armaduras treliçadas eletrossoldadas - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2002.

BRANCO, V. H. L. **Resistência ao cisalhamento de vigas “T” de concreto armado: Verificação das longarinas da ponte sobre o rio Sororó**. 2011. p. 132. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Civil)- Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Pará, Belém, 2011.

CEB-FIP 90 COMITÉ INTERNACIONAL DU BETÓN. **Model Code 1990**. Thomas Telford, London, 1993.

CHANDRA KISHEN, J. M.; SUBBA RAO, P. Fracture of cold jointed concrete interfaces. **Engineering Fracture Mechanics**. 74, p. 122-131, 2007.

CLÍMACO, J. C. T. S. **Estrutura de Concreto Armado: fundamentos de projeto, dimensionamento e verificação** – 2ª ed. Revisada. Brasília: Editora Universidade de Brasília: Finatec, 2008.



---

FUSCO, P. B. **Estruturas de concreto: Fundamentos do Projeto Estrutural.** Editora McGraw Hill do Brasil Ltda. v. 1, São Paulo, 1976.

REINHARDT, H. W. Length influence on bond shear strength of joints in composite precast concrete slabs. **The International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete.** v.4, n. 3, p. 139-143, 1982.

# CAPÍTULO 9

## ESTUDO DA APLICAÇÃO DA PRODUÇÃO ENXUTA EM UM AMBIENTE DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Marcella Camilly Dias Ribeiro  
Fernanda Miranda Gouveia  
Luciano Costa de Farias  
Jailton da Silva Pereira  
Vitória Araújo Castro  
Fernando Sammel M. S. Balti  
Marcelo Martins Farias  
João Carlos Lisboa de Lima

### RESUMO

O atual cenário do mercado da construção civil se apresenta altamente competitivo, fato que impulsiona as construtoras a destinarem melhor seus recursos, estas empresas precisam buscar ferramentas que proporcionem o melhor aproveitamento dos mesmos. Os problemas resultantes da falta de gerenciamento, planejamento e controle da produção na indústria da construção civil são bem conhecidos e os modelos tradicionais utilizados não conseguem solucioná-los. Como forma de mudar o enfoque da produção na construção, surgem trabalhos que desenvolvem e aplicam ferramentas baseadas na filosofia da Produção Enxuta. Entretanto, nem sempre a aplicação dos princípios ocorre de forma conclusiva. Vários trabalhos têm procurado resolver essas falhas nos processos produtivos e gerenciais, através do diagnóstico e proposição de melhorias. O Sistema Toyota se destaca na atualidade por ser um dos sistemas mais eficientes, ágeis e livre de desperdícios. Muitas das vezes, os mesmos não são identificados, analisados e tratados como deveriam, fazendo com que ocorram perdas relevantes e baixa produtividade. Como principais identificou-se algumas perdas nos processos analisados, dando ênfase para a falta do controle e do planejamento nos serviços. Dentro desse contexto emerge o *Lean Construction*, que busca a aplicação de técnicas provindas do *Lean Production* no setor da construção civil, com o intuito de amenizar as perdas de tempo e dinheiro geradas de maneira mais efetiva. Para isso, são apresentados os principais conceitos das filosofias e analisadas possibilidades práticas de adaptação e aplicação dos seus princípios, ferramentas e atividades da produção industrial para o âmbito da construção civil.

**PALAVRAS-CHAVE:** Produção Enxuta. Construção Civil. Construção Enxuta.

### 1. INTRODUÇÃO

As indústrias estão buscando cada vez mais um sistema de produção que auxiliem a melhorar o desempenho estratégico e operacional, e nesse contexto a produção enxuta vem sendo adotada e adaptada para atender essa necessidade das indústrias. Toda empresa deve investir em tecnologia, métodos e programas de gerenciamento de manufatura de modo a permanecer competitiva (DEMETER; MATYUSZ, 2010).

A construção Civil é a área que mais tem capacidade de elevar a taxa de emprego, de produto e de renda, seja a curto ou médio prazo, pois sua competência de absorver mão de obra é muito grande. Isto diminui significativamente as taxas de desemprego nos momentos em que a economia não anda bem. Um aspecto relevante do setor da construção civil é a sua

heterogeneidade, pois é composta por diferentes serviços, com atividades tecnológicas variadas, atendendo a diferentes tipos de demanda (AMORIM, 1995; MELLO, 2007).

No entanto, a construção civil no Brasil, assim como em outros países, tem passado por mudanças nos últimos anos, provocadas principalmente pelo aumento da competitividade no setor em resposta à elevação do nível de exigência por parte dos clientes e a busca por melhores condições de trabalho por parte da mão-de-obra. Estudos também mostram que a baixa eficiência, falta de qualidade, e a necessidade do planejamento, está diretamente ligadas nos processos gerenciais (ISATTO *et al.*, 2000). Na premência de atender os anseios do setor, nos últimos anos inúmeras abordagens e metodologia foram oferecidas à construção civil objetivando a atenuação de seus problemas, muitas dessas filosofias são oriundas de ambientes de produção industrial, e tiveram suas técnicas, ferramentas e conceitos adaptados às peculiaridades das obras civis.

A produção enxuta vem se tornando um investimento muito realizado nos dias atuais. Essa filosofia de trabalho, inicialmente posta em prática na manufatura japonesa no período pós-guerra, encontra-se hoje difundida em vários setores da economia. O termo Produção Enxuta é a denominação dada ao Sistema Toyota de Produção, primeiramente implantado na empresa japonesa *Toyota Motor Company*, quando este sistema foi transposto para empresas do mundo ocidental (WOMACK; JONES; ROSS, 1992; AHLSTRÖM, 2004).

Para atender os anseios do setor de mudar a baixa eficiência e alcançar melhores níveis de gestão produtiva, em 1992 o Finlandês Lauri Koskela, realizou estudos que resultaram no surgimento do modelo para gestão da produção na construção civil chamado *Lean Construction*, traduzido para o português, Construção Enxuta. O modelo de gestão é provindo da Produção Enxuta (LORENZON; MARTINS, 2006).

O reflexo da defasagem conceitual na gestão da construção civil pode ser facilmente observado na quantidade de atividades que não agregam valor presentes nos fluxos das obras, na sua baixa produtividade em geral, no altíssimo desperdício de matérias-primas e insumos, nas más condições de trabalho, e nos desperdícios com a mão-de-obra.

O setor é predominantemente dominado por construtoras de pequeno porte, em geral é formado por empresas familiares, de capital fechado, e em fase de profissionalização da gestão corporativa. Ao citar as construtoras de infraestrutura, destacam-se as multinacionais e incorporadoras, que são globalmente competitivas por atuarem a nível internacional (DIEESE, 2012).

A construção civil teve participação de 5,7% do Produto Interno Bruto (PIB) no ano de 2012, possuindo cerca de 7,8 milhões de trabalhadores, representando 8,4% de toda a população ocupada do Brasil (DIEESE, 2012). Dentro desse contexto, sugere-se que nas empresas de construção civil brasileiras torna-se imprescindível o conhecimento da aplicação do *Lean Construction* e das ferramentas de tal abordagem, que é oriunda da *Lean Production* que foi adaptada para a realidade da construção civil.

Desta forma, após a apresentação das informações anteriores, o objetivo geral deste trabalho é revisar e analisar os conceitos e ferramentas do *Lean Production* e da *Lean Construction* dentro da realidade da construção civil que visem a eficácia da adaptação das técnicas e ferramentas do Sistema Toyota de Produção na construção civil. Após, seguem os objetivos específicos deste trabalho: realizar um levantamento sobre as bibliografias mais relevantes sobre o tema apresentado; analisar artigos relacionados a área em diferentes bases científicas; e apresentar diferentes ferramentas da *Lean Construction* e da *Lean Production*.

## **2. METODOLOGIA**

Este trabalho tem como classificação qualitativa exploratória. Conforme, GIL (1999) considera que a pesquisa exploratória tem como objetivo principal desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. Ainda segundo o autor, a pesquisa qualitativa propicia o aprofundamento da investigação das questões relacionadas ao fenômeno em estudo e das suas relações.

### **2.1. Classificação Da Pesquisa**

Este trabalho teve como método a revisão bibliográfica, onde utilizou-se da pesquisa em livros, artigos e documentos importantes da área para obter-se informação a fim de elaborar este trabalho. Para tanto, visitou-se bibliotecas da região metropolitana de Belém e utilizou-se de pesquisas na internet, em sites de bases científicas, para alcançar os dados necessários para esta pesquisa.

### **2.2. Métodos E Etapas**

Desta forma, as etapas deste trabalho seguiram a seguinte sequência: primeiramente, foi realizado um levantamento acerca do assunto, em seguida coleta de dados; O site *Google* na opção acadêmico foi utilizado como uma das fontes para a pesquisa realizada, resultando em 10 artigos selecionados através das palavras de busca “*Lean Construction*” e “Construção Enxuta”, estudos que apresentavam associação com a construção civil.

Os anais do ENEGEP também foram utilizados como fonte para este estudo, através das palavras de busca “*Lean Construction*” e “Construção Enxuta”, foram selecionados 11 artigos por apresentarem aplicação no setor da construção civil. Ao somar os artigos selecionados nos dois veículos de busca, foram obtidos 21 artigos. E por fim, chegou-se à conclusão deste trabalho, com a plenitude de todas as informações que serão apresentadas.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Produção Enxuta

A produção Enxuta teve suas origens no Japão pós-guerra, dentro da Toyota Motor Company, a empresa buscava o desenvolvimento de um sistema de produção próprio, baseado essencialmente na busca pela produtividade e melhoria da qualidade com os poucos recursos que havia na época pós-guerra. Após realizar uma viagem de estudos por três meses para a fábrica Rouger da Ford, em Detroit, nos Estados Unidos, os engenheiros da Toyota Eiji Toyoda e Taiichi Ohno concluíram que reproduzir ou melhorar o sistema de produção em massa seria inviável, dada as condições financeiras e estruturais do Japão destruído na Segunda Guerra.

A primeira aparição no ocidente com este novo modelo de produção se deu através do lançamento do livro “*Toyota Production System; an integrated approach to just-in-time*”, por Yasuhiro Monden em 1983, no entanto o grande choque aconteceu em meados dos anos 90 através de pesquisas de professores do IMVP (*International Motor Vehicle Program*) do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) e o lançamento livro “*The machine that changed the world*”.

O termo *Lean Production*, ou Produção Enxuta, também dos resultados das pesquisas do IMVP (*International Motor Vehicle Program*) e foi criado por John Krafcik, que utilizou o termo enxuto após constatar que este sistema usufruía muito menos recursos que a melhor experiência com a produção em massa: menos do esforço dos operários na fábrica, menos do espaço para fabricação, menos do investimento em ferramentas, menos das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo, havia menos da metade dos estoques no local de fabricação, além de resultar em produtos com menos defeitos e produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

A repercussão não só deste sistema de produção, mas de toda filosofia da Toyota a levou ao posto de maior montadora do mundo anos depois.

### 3.2. Conceitos De Produção Enxuta

Um conceito muito disseminado com o sistema Toyota de produção (STP) capturado pelos pesquisadores do MIT é o de valor, segundo o qual se classifica todas atividades que são realizadas na produção e não agregam valor ao produto final como desperdício.

Desperdício; Segundo Womack, Jones e Ross (1992), é qualquer atividade que absorve recursos como mão-de-obra e energia, mas não cria valor para o cliente final. Dentro de uma empresa, apenas algumas atividades tornam o produto final mais valioso, muitas outras não acrescentam valor algum ao produto.

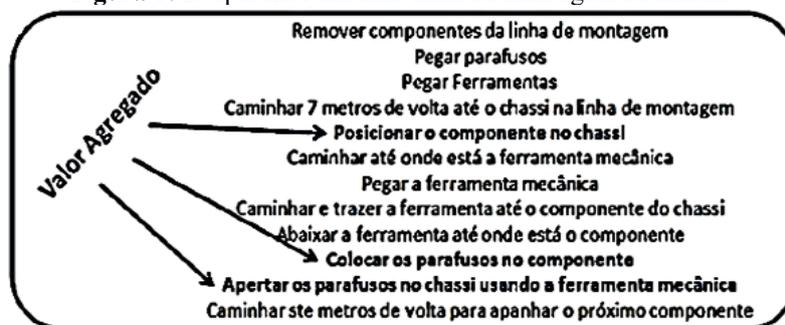
Todas essas atividades podem, ser classificadas de três tipos: atividades que agregam valor, atividades que não agregam valor e atividades necessárias que não agregam valor, porém são necessárias nas condições atuais da empresa. A seguir está uma definição para cada tipo de atividade:

I. Atividades que agregam valor (AV): São aquelas que, aos olhos do cliente final tornam o produto mais precioso, ou seja, são as atividades pelas quais o cliente se dispõe a pagar.

II. Atividades que não agregam valor (NAV): São aquelas que, aos olhos do cliente final não tornam o produto mais precioso, em geral sequer percebe que tais atividades foram executadas.

III. Atividades necessárias que não agregam valor: São aquelas que, embora aos olhos do cliente final não tornem o produto mais relevante, são indispensáveis para a execução das atividades que agreguem valor ao produto. Um exemplo destas atividades e a transferência, em lotes, de peças em um processo produtivo quando não há possibilidade de se criar um fluxo contínuo.

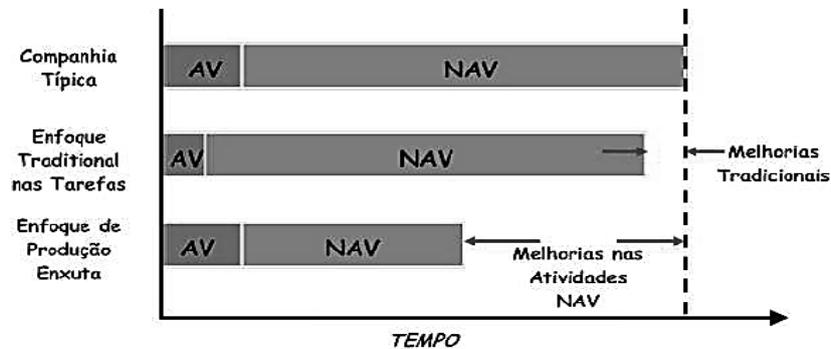
Figura 1: Desperdício em uma linha de montagem de chassis.



Fonte: Liker (2005).

De acordo Hines e Taylor (2000), dentro dos processos de manufatura, apenas 5% das atividades correspondem a atividades que agregam valor, já nos processos administrativos estas atividades correspondem a apenas 1%. Na Figura 2 é possível compreender as vantagens da abordagem da produção enxuta:

**Figura 2:** Gráfico da composição de atividades na empresa e distintas abordagens de melhoria.



Fonte: Hines e Taylor (2000).

### 3.3. Princípios do Pensamneto Enxuto

Segundo Womack e Jones (1996), a produção enxuta se sustenta em cinco princípios, a fim de tornar as empresas mais versátil, eficientes e, essencialmente atender as necessidades de seus consumidores de forma mais efetiva de acordo com listado a seguir:

a) Valor: Identificar e definir o que realmente é valor sob o ponto de vista do cliente; este é o ponto de partida para todas as tomadas de decisões da empresa.

b) Cadeia de valor: Identificar o fluxo de valor para cada produto: a empresa não deve tentar enxergar seus processos pontualmente, mas sim construir a visão de todas as atividades que compõe o fluxo para transformação de seus produtos;

c) Fluxo: A criação de um fluxo contínuo é muito importante para fazer com que os materiais e informações fluam pelas etapas que efetivamente criam valor. Produzir em lotes unitários, com cada item sendo imediatamente passado ao processo posterior evita a geração de estoques ou ocorrência de paradas;

d) Puxar: Quando não for possível se estabelecer um fluxo contínuo, deve-se criar sistemas puxados, fazendo com que o cliente (interior ou externo) seja o responsável por determinar o que deve ser produzido;

e) Perfeição: Não existe um fim no processo de redução de esforços, tempo, espaço, custos e erros ou seja, a melhoria contínua deve ser sempre o objetivo de qualquer empresa

permanentemente, sempre que um nível satisfatório for alcançado deve-se traçar novos rumos em busca de mais evoluções.

Segundo LIKER (2005), a maior parte das empresas não ultrapassou a fase de mais superficial dos princípios da Toyota, pois apenas utilizam as técnicas e ferramentas da produção enxuta, e não concentram em atingir a filosofia da melhoria contínua, é essencial para a sustentabilidade dos princípios e prosperidade da organização. O segredo é que ao entender o que é valor para o cliente, as empresas sejam capazes de identificar e eliminar os desperdícios através do melhoramento contínuo dos processos, e assim alavancar a sua posição competitiva.

### **3.4. Os Sete Desperdícios**

Shingo (1996), afirma que a teoria do Sistema Toyota de Produção é baseada na eliminação sistemática e sustentável dos desperdícios nos processos produtivos, que tem como consequência a redução da parcela de atividades que não agregam valor no fluxo de valor. Segundo Ohno (1997), estes desperdícios podem ser classificados em sete categorias, de acordo com sua natureza:

a) Superprodução: Produzir em maior quantidade ou mais cedo do que o cliente demanda é um sério desperdício. A empresa estará empregando recursos desnecessariamente, gerando vários tipos de perdas. A superprodução é comumente classificada como causadora de vários outros desperdícios;

b) Estoques: É resultado direto da superprodução traz consequências graves para a empresa, tem impacto direto no tempo que uma empresa leva para transformar investimento em receita.

c) Espera: Longos períodos de ociosidade de pessoas, falta de informações, peças, dispositivos, atrasos em operações podem ser causadores de esperas, períodos nos quais não há valor nenhum sendo agregado ao produto;

d) Transporte Excessivo: Fazer um produto se deslocar por grandes distâncias dentro, ou entre fábricas, não agrega valor ao cliente final, mas gera muitos problemas dentro do fluxo de processamento;

e) Movimentação: É diferente, desperdício de transporte, pois está relacionada à movimentação dos operadores, quando estes executam atividades que não agregam valor para o cliente (caminhadas, procurando dispositivos ou peças, por exemplo);

f) Defeitos: Erros frequentes no processamento de informação, problemas na qualidade do produto ou baixo desempenho na entrega utilizam recursos, mas não geram valor algum. Qualquer atividade corretiva destes exemplos são desperdícios, uma vez poderiam ser processadas com a qualidade desejada já na primeira vez;

g) Processamento Inapropriado: A utilização de um dispositivo improvisado, verificações de qualidade exageradas, sistemas ou procedimentos defasados, são exemplos desta categoria de desperdício, geralmente uma abordagem mais simples, atualizada ou revisada é mais efetiva.

### **3.5. Construção enxuta e as peculiaridades na construção civil**

Os estudos sobre a criação de uma metodologia para a gestão da construção civil baseada nos princípios e conceitos desenvolvidos pelos criadores do Sistema Toyota de Produção e da *Lean Production* foram impulsionados pelo trabalho publicado por Lauri Koskela, na Universidade de Stanford, EUA, em 1992, no qual é discutida a viabilidade de implantação do que o autor chama de “nova filosofia da produção” a este contexto específico, neste momento autor critica o que denomina conceitualização tradicional da construção.

Segundo KOSKELA (2000), conclui este trabalho denominado *Application of the New Production Philosophy to Construction*, a abordagem tradicional para a gestão da construção divide a operação em um conjunto de processos independentes com atribuição da responsabilidade por cada processo a um especialista. De acordo com o autor, tenta criar paralelos que estimulem a adaptação de técnicas e ferramentas oriundas da produção enxuta às peculiaridades do setor da construção civil, formando assim as bases de uma nova metodologia de gestão da construção, que englobe os conceitos de fluxo, agregação de valor e eliminação sistemática e sustentável de desperdícios.

### **3.6. A gestão tradicional da construção civil e a construção enxuta**

Para Peneirol (2007), os modelos e técnicas convencionais de gestão da construção civil se mostraram ineficientes, sobretudo em projetos de grande escala e bastante dinâmicos. Ainda, segundo Ballard e Howell (1996), na gestão da construção tradicional os resultados são medidos em termos de custos e prazos, mas estes indicadores somente fazem algum sentido em um ambiente dinâmico se o respectivo sistema de gestão estiver sob controle. Resumindo, o que se faz tradicionalmente é fixar as metas do projeto, e somente se altera o planejamento da obra frente grandes falhas ou imprevistos. Ou melhor, quando é necessário recuperar-se de um lapso de desempenho frente ao plano inicialmente estabelecido. Esta abordagem não enfatiza a busca pelas causas dos desvios e problemas.

Para Howell e Koskela (2000) este modelo de gestão tradicional se revelou insuficiente por diversas razões:

- a) Desconsidera a incerteza presente na abrangência e nos métodos do projeto;
- b) Considera a relação entre os processos simples e sequencial quando na realidade é mais complexa;
- c) Enrijece as fronteiras das atividades, quando na verdade raramente a relação de precedência é tão sólida;
- d) Foca na definição de ótimos locais nos processos, sem avaliar o impacto que possam ter no fluxo global;
- e) A gestão da produção está muitas vezes marginalizada no projeto.

Koskela (2000), explica que enquanto o modelo tradicional do sistema de produção da construção tem somente o objetivo de entregar o produto, a construção enxuta tem seus conceitos voltados a três objetivos principais: a entrega do produto, a maximização do valor e a redução do desperdício.

Para fim de comparação entre as duas formas de gestão, Abdelhamid e Salem (2005) propõem a Tabela 1, que lista diferenças práticas entre as abordagens tradicionais da gestão da construção civil:

**Tabela 1:** Comparação construção enxuta com a gestão convencional da Construção.

<i>Gestão Convencional da Construção</i>	<i>Lean Construction</i>
Sabe-se como transformar materiais em produtos finais.	Sabe-se, também como transformar materiais em produtos finais.
Espera-se que ocorram falhas e alterações de projeto durante a construção, porém estes somente serão resolvidos de forma reativa.	Projeta-se o produto e o fluxo da construção em conjunto para evitar erros/omissões nos desenhos e dimensionamento.
O gestor é o único responsável pelo planejamento.	Os gestores são os primeiros responsáveis pelo planejamento, encarregados e operadores também são responsáveis pelo planejamento e operação, porém, de forma mais micro.
Assume-se que reduzindo o custo de uma peça irá se reduzir o custo de todo o projeto – o custo do todo é a soma do custo das partes.	Trata-se todo o projeto como um sistema e faz-se uso do <i>Target Costing</i> para alcançar as reduções do custo de projeto – o custo todo é mais que a soma dos custos das suas partes.
Procura-se aperfeiçoar cada processo, à nível local, pensando erroneamente que esta é a forma de alcançar a eficiência global.	Procura-se aperfeiçoar a produção para maior processamento do sistema considerando ser a única forma de alcançar eficiência global.
Gere-se o processo utilizando os elementos que se referem à evolução de custos – os quais estão na base dos pagamentos.	Utilizam-se os elementos de evolução de custos como um Input para o planejamento e controle das operações no canteiro de obras.
Considera-se o paradigma de <i>trade-offs</i> de prazo/custo/qualidade.	Desafia-se o paradigma de <i>trade-offs</i> , o foco é remover as fontes de desperdício nos processos de desenho/produção como forma de melhorar o fluxo de valor.

Não se planeja ou se controla as operações de produção do canteiro de obras, a não ser que se verifique desvios de custo e de prazo – espera-se até que os problemas aconteçam para só então corrigi-los.	Planeja-se e controlam-se as operações de produção na obra para prevenir que os indicadores de desempenho do projeto não desviem dos prazos e custos definidos.
Parte-se da premissa que valor para o cliente é uma performance melhor com custos mais baixos.	Considera-se que valor para o cliente é quando o produto corresponde às necessidades do mesmo.

Fonte: Adaptado de Abdelhamid e Salem (2005).

### 3.7. Como Aplicar A Mentalidade Enxuta Na Obra

Na busca pela eliminação das atividades que não agregam valor, Koskela (1992) lista 11 princípios que ajudam a projetar controlar e aperfeiçoar os fluxos na construção civil, princípios os quais podem ser aplicados tanto para projeta-se todo o fluxo total de transformação como seus processos e sub processos. A seguir, serão apresentadas os princípios do *Lean Construction* para serem atingidos para o planejamento de obras civis:

#### 3.7.1 Primeiro- Reduzir a parcela das atividades que não agregam valor:

Segundo Formoso (2000), este é um dos princípios fundamentais da construção enxuta, a eficiência do processo de transformação, tal como na manufatura, serviços, etc. Pode ser melhorada e as suas perdas reduzidas não só através da melhoria da eficiência das atividades do fluxo. O desempenho da operação da construção civil pode ser aperfeiçoado não só através da melhoria da eficiência das atividades do fluxo. O desempenho da operação da construção civil pode ser aperfeiçoado não só através da melhoria da eficiência das atividades de transporte de materiais, mas principalmente através da eliminação de algumas destas atividades.

Koskela (1992), declara que não é possível suprimir todo tipo de atividades que não agrega valor ao cliente final de forma direta, afinal existem atividades que sequer são enxergadas pelo consumidor, mas que são de fundamental importância para clientes internos ao fluxo. Pode ser citado como exemplos de atividades que não devem ser eliminadas controle dimensional, treinamento de mão-de-obra e instalação de dispositivos de segurança (ISATTO *et al.*, 2000).

#### 3.7.2 Segundo- Aumentar a adição de valor ao produto através da consideração das necessidades dos clientes:

Koskela (1992) faz questão de salientar a existência de dois tipos de cliente; o consumidor final e o cliente interno, a demanda deste segundo deve ser bastante levada em consideração, principalmente na construção civil, que normalmente apresenta muitos processos em seu fluxo de valor.

Os processos do projeto da construção são muito importantes para este princípio; é aconselhável a aplicação de pesquisas de mercado que realmente sejam capazes de capturar e transformar em requisitos do projeto as necessidades e anseios do cliente final.

### **3.7.3 Terceiro- Reduzir a variabilidade:**

Koskela (1992) lista duas razões para reduzir a variabilidade no processo produtivo:

- a) Sob o ponto de vista do cliente, um produto uniforme é normalmente mais bem aceito;
- b) A variabilidade tende a alongar o *lead time* da obra como um todo, afinal aumenta os tempos de ciclo dos processos, e a parcela de atividades que não agregam valor.

Segundo Isatto *et al.* (2000), existem diversos tipos de variabilidade relacionadas ao processo de produção entre os exemplos recorrentes de variabilidade estão a variação dimensional nos materiais entregues; a falta de padrão para execução de um determinado processo; e a variabilidade na demanda do setor.

Existem algumas formas de minimizar essas variabilidades, o que não somente está ligado ao estabelecimento de padrões para os processos e procedimentos, mas também à incorporação de noções de controle estatístico ao processo, isto é, medir ou estimar a variabilidade. Outra forma de fazê-lo é lançar-se mão de *poka yokes* para não deixar não conformidades se perpetuem (KOSKELA, 1992).

### **3.7.4. Quarto- Reduzir o tempo de ciclo:**

Koskela (1992) define o tempo de ciclo como “o tempo necessário para que uma peça particular, transporte e espera”. Para eliminar esta baralhada e a fim de traçar paralelos dos onze princípios do *Lean Construction* com as práticas e recomendações da Produção enxuta considera-se que a intenção deste princípio é a redução do *lead time* da construção.

Koskela (1992) caracteriza alguns dos benefícios oriundos da redução deste tempo através da eliminação das atividades que não agregam valor:

- a) Entrega mais rápida ao cliente;
- b) Redução da necessidade de prever demandas futuras;
- c) Diminuição de interrupções nos processos produtivos devido a alterações na demanda;
- d) Facilidade na gestão do processo, pois haverá menos pedidos de alteração por parte dos clientes.

### 3.7.5. Quinto- Simplificar minimizando o número de passos, partes e ligações:

Koskela (1992) afirma que a simplificação pode ser entendida como a redução do número de componentes de um produto ou a redução do número de componentes de um produto ou a redução do número de partes ou estágios num fluxo de materiais ou informações. Para fazê-lo é necessário aliar os objetivos de eliminar atividades que não agregam valor do fluxo e reconfigurar as que agregam (KOSKELA, 1992).

Bernades (2001) afirma que uma forma de implantar esta visão é através do processo de planejamento e controle da produção e buscar estabelecer, durante o planejamento da produção, a identificação de zonas de trabalho similares, o que pode garantir certa repetitividade e padronização aos processos, facilitando uma abordagem que analise possíveis áreas para simplificação.

Koskela (1992), lista algumas abordagens práticas para fazer valer este quinto princípio:

- a) Diminuir os fluxos através da consolidação de atividades;
- b) Reduzir o número de partes dos produtos, via alterações de projeto ou emprego de componentes pré-fabricados;
- c) Padronizar componentes, materiais, e ferramentas;
- d) Eliminar relações de precedência entre as atividades;
- e) Minimizar a necessidade de informações de controle;
- f) Promover a formação de equipes e mão-de-obra polivalente.

### 3.7.6. Sexto - Aumentar a flexibilidade de saída:

Das iniciativas mais fortemente relacionadas com este princípio fazem parte a redução do tamanho dos lotes, o uso de mão-de-obra polivalente, a customização do produto no tempo mais tarde possível, e a utilização de processos construtivos, que permitam a flexibilidade do produto sem grande fardo para a produção, isto é, a flexibilidade permitida e planejada (ISATTO *et al.*, 2000).

Koskela (1992) e Bernades (2001) listam algumas abordagens práticas para fazer valer este sexto princípio:

- a) Minimizar o tamanho dos lotes, aproximando-os ao ritmo de sua demanda;
- b) Reduzir os tempos de preparação e troca de ferramentas e equipamentos;

- c) Customizar o produto no tempo mais tarde possível;
- d) Promover a formação de equipes e mão-de-obra polivalente;
- e) Levantar com clareza e objetividade as necessidades dos clientes, para que alterações não ocorram de forma não planejada.

### **3.7.7. Sétimo- Aumentar a transparência do processo:**

Segundo KOSKELA (1992), a falta de transparência na operação de uma empresa aumenta a ocorrência de erros, diminui a percepção dos mesmos e suprime a motivação necessária para a melhoria contínua.

KOSKELA (1992) afirma que o objetivo deste princípio é substituir controles subjetivos e “invisíveis” por controles formais, bem explícitos e visuais. O mesmo autor, em seguida, lista abordagens práticas para aumentar a transparência do processo de construção civil:

- a) Aplicar programas como o 5S para eliminar a desordem do canteiro de obras;
- b) Tornar o fluxo observável através de layout apropriado e controles visuais;
- c) Tornar atributos até então invisíveis nos processos explícitos, através de medições claras e objetivas;
- d) Utilizar gestão visual que forneça a todos rápida compreensão sobre padrões e desvios;
- e) Reduzir interdependência entre unidades produtivas;
- f) Remover obstáculos visuais, tais como divisórias e tapumes;
- g) Utilizar gestão visual nos processos (quadros, cartazes, sinalizações e demarcação de áreas).

### **3.7.8. Oitavo- Focar o controle global do processo:**

Para Koskela (1992) existem duas causas para as empresas adotarem um controle segmentado de seus processos: O fluxo não seguir a divisão hierárquica adotada pela empresa ou pode atravessar a fronteira da organização, os dois casos tendem a gerar apenas ótimos locais no fluxo. Segundo Isatto *et al.* (2000), este princípio busca a melhoria do processo como um todo e não apenas nas etapas do mesmo.

### **3.7.9 Oitavo- Instituir a melhoria contínua no processo:**

O esforço para reduzir desperdícios e aumentar o valor do produto deve ser uma atividade incremental iterativo para se sustentável e contínua (KOSKELA, 1992).

A seguir estão listadas algumas abordagens praticas para promover a melhoria contínua, novamente sugeridas por Koskela (1992):

- a) Medir e monitorar a melhoria;
- b) Traçar metas, como por exemplo, de redução de desperdício ou redução do tempo do lead time, assim os problemas ficam visíveis e é estimulada a criação de soluções;
- c) Compartilhar a responsabilidade de melhorar com todos os funcionários, toda a contribuição deve ser estimulada e recompensada;
- d) Utilizar procedimentos científicos, buscar as melhores práticas de gestão e aplica-las;
- e) Criar controles para sustentar as melhorias implantadas;
- f) Ter em mente que o objetivo sempre é atacar as raízes dos problemas e não seus efeitos.

#### **3.7.10. Décimo- Equilibrar as melhorias dos fluxos das conversões:**

Para Koskela (1992) quanto mais complexo for o fluxo de valor de uma empresa, e quanto mais desperdício apresentar, maiores serão os impactos das melhorias deste fluxo. De qualquer forma melhorias de fluxo, apesar de demandarem menos investimentos no início, acabam demandando maiores esforços de sustentabilidade que melhorias em processos. Por fim o mesmo autor ainda complementa que a questão central é que melhorias no fluxo e na conversão estão intimamente interligadas por três condições:

- a) Melhorias nos fluxos geram diminuição na necessidade de capacidade de processamento e, portanto, redução nos investimentos em equipamentos;
- b) Fluxos mais controlados facilitam à introdução de novas tecnologias de processamento;
- c) Processos mais atualizados podem acarretar menor variabilidade e, beneficiando o fluxo de valor.

#### **3.7.11. Décimo primeiro- Benchmarking:**

Benchmarking é um processo de aprendizado, sustentado pela busca de melhores práticas e resultados adotadas por outras empresas, ou até outros setores da mesma empresa seguida pela sua avaliação e adaptação a uma nova realidade.

Koskela (1992) afirma que ao se realizar um benchmarking é necessário:

- a) Conhecer como são os processos da sua empresa;

- b) Identificar boas práticas em outras empresas similares;
- c) Entender os princípios por trás dessas boas práticas;
- d) Adaptar as boas práticas encontradas à realidade de sua empresa.

#### 4. DISCUSSÃO

Alguns ganhos relatados na adoção do sistema *Lean* são um ambiente mais produtivo, maior qualidade no produto, redução de retrabalhos, padronização de processos, ganhos financeiros, reduções de prazos da obra, e, portanto, o aumento da confiança dos clientes no trabalho da construtora, o que é crucial para garantir uma posição em destaque no setor.

De acordo com Stefanelli (2007), Nazareno (2003), Domingues e Mano (2012) será apresentada na Tabela 2 uma síntese dos sete desperdícios e suas possíveis soluções para serem atingidas.

**Tabela 2:** Causas e Soluções para os Tipos de Desperdícios.

<i>Desperdícios</i>	<i>Possíveis causas</i>	<i>Possíveis soluções</i>
<b>Superprodução</b>	Áreas grandes de depósitos	Reduzir o setup
	Custos elevados de transporte	Fazer só o necessário
	Falhas no PCP	“Puxar” a produção
<b>Estoques</b>	Aceitar superprodução	Sincronizar o fluxo
	Produto obsoleto	Reduzir setups
	Grande flutuação da demanda	Reduzir lead times
		Realizar a produção acompanhando a demanda
<b>Espera</b>	Espera por materiais	Promover a utilização de projeto modular dos produtos
	Espera por informações	Reduzir os demais tipos de desperdícios
	Layout inadequado	Sincronizar o fluxo de material
	Imprevistos de produção	Balacear a linha com trabalhadores flexíveis
<b>Transporte Excessivo</b>	Layout inadequado	Realizar manutenção preventiva
	Lotes grandes	Projetar layout para minimização do transporte
	Produção com grande antecedência	Reduzir a movimentação de material
<b>Movimentação Excessiva</b>	Layout inadequado	Realizar estudo de movimentos
	Padrões inadequados de ergonomia	Reduzir deslocamentos
	Disposição e/ou controle inadequado de peças, matéria-prima, material de consumo, ferramentas e dispositivos	Adotar sistemas de controle pertinentes
	Itens perdidos	
<b>Defeitos</b>	Processos de fabricação inadequados	Utilizar mecanismos de prevenção de falhas
	Falta de treinamento	Não aceitar defeitos
	Matéria-prima defeituosa	
<b>Processamento Inapropriado</b>	Ferramentas e dispositivos inadequados	Analisar e padronizar processos
	Falta de padronização	Garantir a qualidade do material ferramentas e dispositivos
	Material inadequado	
	Erros ao longo do processo	

Fonte: Adaptado de Stefanelli (2007); Nazareno (2003) e; Rezende, Domingues e Mano (2012).

É interessante observar que alguns desperdícios são facilmente pautados sejam na manufatura, na construção civil ou em serviços. Apesar de não haver uma ligação entre esses setores, percebe-se que há uma similitude de resultados entre os conceitos da construção enxuta e os conceitos *lean manufacturing*.

Segundo PICCHI (2001), afirma que a prática dos conceitos da mentalidade enxuta pode proporcionar às empresas da construção civil a estabilização dos processos produtivos, garantindo assim a qualidade do produto e obtendo ganhos significativos de produtividade e competitividade.

## 5. CONCLUSÃO

Através da realização deste trabalho foi possível observar a real necessidade de melhorar a gestão no setor da construção civil. A adaptação da filosofia da Produção Enxuta para a construção civil se mostrou eficaz e possível.

Uma contribuição esperada para este trabalho é justamente a constatação de que existem oportunidades reais para aplicação do *Lean Construction* em vários tipos de obra. Espera-se que essa filosofia possa ingressar de fato na gestão da construção civil, e trazer bons frutos para o setor que vive dias de real sufocamento dentro de um ambiente de muitos desperdícios e ineficiências.

Os benefícios quanto à utilização de recursos e eliminação de desperdícios são evidentes por meio da implantação dos conceitos, métodos e ferramentas *Lean* nos empreendimentos civis. Por fim, recomenda-se que para trabalhos futuros seja realizada a ampliação do campo de estudo, ao utilizar bases de dados internacionais para analisar o cenário global da aplicação da *Lean Construction*. Outro assunto que pode ser discutido em estudos futuros é a realização de estudos de caso tanto nos resultados numéricos das melhorias, como nas resistências à implantação das mudanças.

## REFERÊNCIAS

ABDELHAMID, T.; SALEM, O. Lean Construction: A New Paradigm for Managing Construction Projects. *In: Materials and Design of Civil Infrastructure*, 2005. **Anais do The International Worskshop on Innovations**. Egito: Cairo, 2005. p 1-25. Dinponivel em: <[https://www.researchgate.net/profile/TariqAbdelhamid/publication/242085758\\_LEAN\\_CONSTRUCTION\\_A\\_NEW\\_PARADIGM\\_FOR\\_MANAGING\\_CONSTRUCTION\\_PROJECTS/](https://www.researchgate.net/profile/TariqAbdelhamid/publication/242085758_LEAN_CONSTRUCTION_A_NEW_PARADIGM_FOR_MANAGING_CONSTRUCTION_PROJECTS/)

links/55b5240d08aed621de02da2b/LEAN-CONSTRUCTION-A-NEW-PARADIGM-FOR-MANAGING-CONSTRUCTION-PROJECTS.pdf>. Acesso em: setembro de 2016.

AHLSTROM, P. Lean service operations: translating lean production principles to service operation. **International Journal of Service Technology and Management**. Vol. 5, n. 5, p.545-564, 2004.

AMORIM, S. R. L. **Tecnologia, organização e produtividade na construção**. 1995. Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção)- Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro- UFRJ, Rio de Janeiro, 1995. Trabalho Impresso.

ASSUMPÇÃO, J. F. P. **Gerenciamento de empreendimentos na construção civil: modelo para planejamento estratégico da produção de edifícios**. 1996. p. 206. Tese. (Doutorado em Engenharia industrial)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Disponível em: < <https://repositorio.usp.br/item/000746661>>. Acesso em: setembro de 2016.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Can Project Controls Do Its Job? *In*: 4ª conferência IGLC, 1996. **Anais da 4ª Conferência IGLC**. Birmingham: UK, 1996. p. 1-13. Disponível em:< <https://storage.googleapis.com/production-hostgator-brasil-v10/>>. Acesso: setembro de 2016.

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção**. 2001. Tese. (Doutorado em Engenharia Civil)- Escola de engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13718/000292771.pdf>>. Acesso em: setembro de 2016.

DIEESE – Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos. **Estudo Setorial da Construção**, 2012. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/estudosetorial/2012/estPesq65setorialConstrucaoCivil2012.pdf>>. Acesso em: setembro de 2016.

DEMETER, K.; MATYUSZ, Z. The impact of lean practices on inventory turnover. **International Journal of Production Economics**, 2010. Disponível em:< doi:10.1016/j.ijpe.2009.10.031>. Acesso em: setembro de 2016.

FORMOSO, C. T. **Lean Construction: Princípios Básicos e Exemplos**. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, ed. 5, 1999.

HINES, P.; TAYLOR, D. **Going Lean. A guide to implementation: Lean Enterprise Research Center**. Reino Unido: Cardiff, 2002.

HOMINISS LEAN LEARNING & LEAN CONSULTING web site. Disponível em <<http://www.hominiss.com.br>>. Acesso em: setembro de 2016.

HOMINISS, L. L.; LEAN, C. **Apostilas do Programa de Capacitação em Lean Production**. Campinas: UFC, 2011.

ISATTO, E. L.; FORMOSO, C. T.; CESARE, C. M.; HIROTA, E. H.; ALVES, T. C. L. **Lean Construction: diretrizes e ferramentas para o controle de perdas na construção Civil.** Porto Alegre: SEBRAE. v 5, 2000.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction: Technical Center for Integrated Facility Engineering.** Stanford: University, 1992.

KOSKELA, L. Making – Do – The Eighth Category of Waste. *In:* 12º conferência IGLC, 2004. **Anais da 12ª conferência IGLC.** Copenhagen: Dinamarca, 2004.

LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 Princípios de Gestão do Maior Fabricante do Mundo.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

LORENZON, I. A.; MARTINS, R. A. Discussão sobre a medição de desempenho na lean construction. *In:* Simpósio de Engenharia de Produção de Bauru. **Anais Simpósio de Engenharia de Produção de Bauru.** São Carlos: UFSCAR. p. 1-10. 2006.

MELLO, L. C. B. B. **Modernização das pequenas e médias empresas de Construção Civil: impactos dos programas de melhoria da gestão da qualidade.** 2007. p. 261. Tese. (Doutorado em Engenharia Civil)– Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2007.

NAZARENO, R. R. **Desenvolvimento e aplicação de um método para implementação de sistemas de produção Enxuta.** 2003. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

OHNO, T. **Sistema Toyota de Produção: Além da produção em larga escala.** Porto Alegre: Bookman, 1997.

PENEIROL, N. L. S. **Lean Construction em Portugal – caso de estudo de implementação de sistema de controlo da produção.** Lisboa: UTL, 2007.

PICCHI, F. A. Lean Thinking (Mentalidade Enxuta): Avaliação Sistemática do Potencial de Aplicação no Setor de Construção. *In:* Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído. **Anais do Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído.** Fortaleza: ANTAC, 2001.

REZENDE J. S.; DOMINGUES S. M. P. S.; MANO, A. P. Identificação das práticas da filosofia *lean construction* em construtoras de médio porte na cidade de Itabuna (BA). **Revista Engevista.** v.14, n. 3. p. 281-292, dezembro 2012.

SHINGO, S. **O sistema Toyota de produção do ponto de vista da engenharia de produção.** Porto Alegre: Bookman, 1996.

STEFANELLI, P. **Utilização da Contabilidade dos Ganhos como Ferramenta para a Tomada de Decisão em um Ambiente com Aplicação dos Conceitos de Produção Enxuta.** 2007. Monografia. (Graduação em Engenharia Civil)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

WOMACK, J. P.; JONES, D.T. **Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation.** New York: Simon & Schuster, 1996.



---

WOMACK; J. P.; JONES, D. T; ROSS, D. A **Máquina que mudou o mundo**. Rio Janeiro: Elsevier, 1992.

# CAPÍTULO 10

## O USO DO SISTEMA DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL PARA MINIMIZAR OS CASOS DE ALAGAMENTOS NA CIDADE DE FORTALEZA

Letícia Keroly Bezerra Alexandrino  
Carlos Iury Alves Lira

### RESUMO

A pesquisa fundamenta-se a partir dos problemas ambientais causados pelos alagamentos na cidade de Fortaleza em consequência de uma expansão urbana desordenada. O objetivo do trabalho é apresentar soluções do Sistema de Drenagem Sustentável (SUDS) que possibilitem a redução dos impactos causados pelas precipitações na cidade de Fortaleza, de modo que sejam implementadas como um complemento ao sistema de drenagem já existente, evitando uma readequação e, conseqüentemente, reduzindo os custos. Esta pesquisa refere-se a uma revisão narrativa de natureza qualitativa, a qual reúne as principais estratégias do SUDS que podem ser aplicadas no contexto da cidade de Fortaleza. Os resultados alcançados mostram que há diversas soluções com melhor custo benefício que podem ser aplicadas em conjunto com o sistema de drenagem convencional ajudando tanto na redução dos alagamentos quanto na melhoria do microclima local e da estética da paisagem. As soluções destacadas foram: telhados ou paredes verdes, valas de infiltração, bacias de retenção, jardins de chuva, trincheiras de infiltração e pavimentos permeáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Alagamentos. Expansão urbana. Sustentabilidade. Infraestrutura verde. Drenagem urbana.

### 1. INTRODUÇÃO

O artigo em questão trata de um estudo referente aos casos de alagamentos nas ruas da cidade de Fortaleza que são comumente noticiados nos jornais durante os períodos de chuva. Para isso, entende-se que esses problemas de alagamentos são decorrentes de uma problemática que abrange diversas cidades no mundo todo que passaram por um processo de urbanização, necessitando, assim, da apresentação de um breve histórico do processo de urbanização da cidade de Fortaleza.

Fortaleza é um município brasileiro e capital do Estado do Ceará, que está situado na região costeira e nordeste do país, possui uma área territorial total de 314,9 km<sup>2</sup>, significando uma das menores áreas quando comparada com as outras capitais, e uma população de 2.452.185 pessoas, classificando-a como a cidade mais populosa do Estado do Ceará e a quinta no âmbito brasileiro. Resultando, assim, na segunda capital mais densa do país com 7.786,44 hab/km<sup>2</sup> (BRASIL, 2020).

Esse adensamento foi resultado um processo de urbanização que ocorreu nas tanto nas cidades brasileiras como no restante do mundo e que começou a partir da segunda metade do

século XX, devido a um crescimento acelerado da população, a qual passou de 19 milhões para 138 milhões, ou seja, a população multiplicou 7,3 vezes mais (BRITO, 2006).

Esse crescimento populacional urbano acelerado foi uma consequência do êxodo rural, que significou um processo de migração, onde muitas pessoas se mudaram da zona rural para a zona urbana em busca de melhores condições de vida e oportunidades de emprego (BARBOSA JUNIOR; SANTOS, 2014) e acarretando, conseqüentemente, em diversas demandas para a cidade, relacionadas, principalmente, à busca por uma moradia (COSTA, 2008).

No caso de Fortaleza, o processo de urbanização foi marcado pelas secas, que tornou a agricultura impraticável e resultou no êxodo rural. Devido a essas secas, o desenvolvimento da cidade aconteceu de forma desordenada, se iniciando a partir das margens do riacho Pajeú e se expandindo pelos limites dos corpos hídricos, pois facilitava em suprir as necessidades da população e à prática da pesca que era uma das principais fontes de renda de uma parcela da população que veio da zona rural na época. Contudo, a proximidade das edificações aos cursos hídricos provocou diversos problemas socioambientais como enchentes e inundações (MAIA NETO, 2014).

Devido esses problemas socioambientais e a presença de pessoas tidas como indesejáveis, que se juntavam constantemente para a coleta da água, o local se tornou desvalorizado, fazendo com que pessoas que tinham melhores condições financeiras para pagar pelo transporte da coleta de água a se mudarem para regiões mais altas (MAIA NETO, 2014).

No entanto, a busca por áreas mais altas da cidade, resultou em uma maior pavimentação das ruas, muitas vezes desconsiderando o caminho natural das águas e, conseqüentemente, mais áreas de solo impermeabilizadas. Com o aumento da impermeabilização do solo, a água, nos períodos de chuva, não consegue se infiltrar no solo, acumulando na superfície e resultando no que é chamado por alagamentos (MAIA NETO, 2014).

Com o passar dos anos, para melhorar os problemas de acúmulo de água, medidas assistencialistas foram criadas, por exemplo, um sistema de drenagem urbano. Esse sistema é formado por estruturas de micro e macrodrenagem que atuam com a função de coletar a água das chuvas que precipitam em uma determinada região e transportá-las o mais rapidamente possível para a jusante - rios, córregos e lagoas (SOUZA, 2013).

Apesar das soluções que esse sistema propõe, segundo a Secretaria Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente (2015), na cidade de Fortaleza, a sua implementação ainda é

deficiente devido ao seu elevado custo e fatores antrópicos, principalmente quando este precisa ser readequado. Então, torna-se inviável financeiramente suprir todas as demandas da cidade, necessitando de soluções cada vez mais baratas e que possa atuar paralelamente com o já existente (MENESES FILHO; TEIXEIRA; LOPES, 2020).

Diante da dificuldade de implementação, o Sistema de Drenagem Sustentável (SUDS) surgiu como uma alternativa ao sistema de drenagem convencional aplicado nas cidades (WOODS-BALLARD *et al.*, 2015), assim como, em Fortaleza.

Portanto, a partir desse panorama histórico da cidade de Fortaleza, essa pesquisa se norteou a partir de uma grande problemática que ocorre na cidade: os alagamentos.

Em resumo, os alagamentos acontecem devido ao déficit do sistema de drenagem, o aterramento de cursos de água e a impermeabilização de grandes áreas causados por um crescimento e ocupação desordenada da cidade, ou seja, houve uma expansão urbana sem um planejamento que levasse em consideração as características geológicas, hídricas e séries de eventos históricos da região, que pudessem prever a dinâmica ambiental do local e servir como base para a ocupação.

Nesse sentido, a presente pesquisa tem como objetivo apresentar soluções do Sistema de Drenagem Sustentável que possibilitem a redução dos impactos causados pelas precipitações na cidade de Fortaleza, de modo que sejam implementadas como um complemento ao sistema de drenagem já existente, evitando uma readequação e, conseqüentemente, reduzindo os custos.

## **2. METODOLOGIA**

Essa pesquisa refere-se a uma revisão narrativa de natureza qualitativa que se objetivou em compreender as particularidades das soluções do Sistema de Drenagem Sustentável, de modo a entender sua aplicação, composição e influência para o ambiente, e como estas podem ser aplicadas levando em consideração o contexto da cidade de Fortaleza.

O desenvolvimento desta revisão compreendeu as seguintes etapas: (I) busca e seleção de artigos; (II) compreensão das principais soluções descritas nos trabalhos científicos, e; (III) seleção das soluções que mais se adequam ao contexto da cidade de Fortaleza.

O levantamento bibliográfico foi realizado a partir da base de dados Google Acadêmico, a partir das seguintes palavras-chave: alagamentos, soluções sustentáveis e sistema de drenagem sustentável, combinados a partir do booleano AND.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O Sistema de Drenagem Sustentável visa imitar o ciclo hidrológico natural, tendo um controle do escoamento superficial o mais próximo possível de onde a precipitação aconteceu através da evaporação e evapotranspiração, infiltração do excesso de água no subsolo e pelo armazenamento temporário (TOSCAN NETO, 2019), possibilitando assim a reutilização da água.

Portanto, segundo Gonçalves e Nucci (2017), o SUDS é formado por componentes de níveis de tamanho e complexidade diferentes que se assemelham ou reproduzem características da natureza. Dentre eles estão os telhados ou paredes verdes, as valas de infiltração, as bacias de retenção, os jardins de chuva, as trincheiras de infiltração e os pavimentos permeáveis.

Os telhados ou paredes verdes são soluções formadas por superfícies vegetadas, seja no topo ou na parede, respectivamente, de uma edificação funcionando como um tipo de revestimento. Apresentam-se com diversos benefícios como a retenção e a redução da velocidade da água - diminuindo os casos de erosão -, a criação de espaços que exercem mais de uma função - possibilitando que este esteja sempre em uso -, a melhoria do microclima local através da redução da temperatura e o aumento do isolamento acústico e do valor estético (RANGEL; ARANHA; SILVA, 2014).

As valas de infiltração se configuram por áreas largas, pouco profundas, de formato de seccionamento triangular, trapezoidal ou curvo e compostas por uma vegetação rasteira de altura variando entre 75 a 150 mm, sendo geralmente os capins. Essas áreas possuem a função de captar, armazenar, infiltrar, filtrar e transmitir a água captada para uma bacia de retenção (WOODS-BALLARD *et al.*, 2015).

Devido sua larga escala, segundo Woods-Ballard *et al.* (2015), as valas são direcionadas para implantação principalmente em rodovias, estradas ou arruamentos e estacionamentos, permitindo, conseqüentemente, a melhoria e integração com a paisagem natural.

As bacias de retenção são depressões, geralmente, vegetadas que se encontram, na maior parte do tempo, secas, com exceção para os períodos de chuva. São instaladas em áreas públicas amplas como parques, praças e centros de convivência e devem estar abaixo do nível das construções do entorno para que consigam capturar e armazenar da água das chuvas de modo a não sobrecarregar o sistema de drenagem comum (WOODS-BALLARD *et al.*, 2015).

Essas bacias possuem dupla funcionalidade, em períodos de chuvas, o local atua como reservatório de água da chuva; enquanto que, em períodos de baixa precipitação, pode servir

como área de lazer para a população, caso tenha sido projetada para esse fim. Outra vantagem da construção é que a água armazenada pode ser bombeada para uma Estação de Tratamento de Água (ETA) sendo reaproveitada na própria comunidade (WOODS-BALLARD *et al.*, 2015).

Os jardins de chuva são formados por áreas com profundidades rasas compostas por espécies vegetais, que permitem a infiltração e filtração natural da água, por meio do solo e da vegetação ciliar escolhida. Além disso, a evapotranspiração que ocorre na superfície úmida, ajuda a diminuir a temperatura local, melhorando o microclima (GONÇALVES; NUCCI, 2017).

As trincheiras de infiltração são valas escavadas na terra, de profundidade reduzida e longitudinais, compostas por materiais granulares como pedra, brita e areia que atuam como barreiras físicas, promovendo a filtração da água, impedindo que materiais de médio e grande porte sejam acumulados ao longo do escoamento, conseqüentemente, diminuindo a velocidade desse escoamento e possibilitando uma melhor infiltração (WOODS-BALLARD *et al.*, 2015).

Além dos materiais granulares, as trincheiras podem ser compostas por alguma vegetação rasteira que contribuem para a proteção do solo, auxiliando tanto na filtragem da água quanto na redução da possibilidade de processos erosivos dos taludes, evitando desabamentos (LOURENÇO, 2014).

Essa solução exige que sua implantação seja em locais com solo permeável e alta taxa de infiltração. Portanto, deve-se evitar áreas urbanas com grande adensamento, direcionando-as para áreas de estacionamentos, vias públicas, jardins, áreas residenciais abertas de modo a não afetar a paisagem local (LOURENÇO, 2014).

Os pavimentos permeáveis podem ser considerados a principal solução para conter o livre escoamento superficial que geram alagamentos, devido à grande área de cobertura que podem ser aplicados e por permitirem uma alta taxa de infiltração. Além disso, essa solução é a mais fácil de ser aplicada, pois não precisa de um espaço adicional e reservado para sua implantação como nas demais soluções (WOODS-BALLARD *et al.*, 2015).

A permeabilidade desses pavimentos é alcançada por meio da instalação de camadas de solos granulares que criam vazios que permitem a passagem da água e do ar sem interferir no deslocamento de pedestres e veículos. No entanto, a camada externa ou cobertura é composta por blocos de concreto impermeáveis que são instalados de forma intertravada e rejuntados por um material também granular que é o responsável por permitir que a água passe entre eles

(VASCO, 2016). Ou seja, apesar da presença dos blocos impermeáveis, a infiltração da água é possível através do material granular contido nele (WOODS-BALLARD *et al.*, 2015).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As discussões acerca das soluções sustentáveis informaram a presença de diversas alternativas com menor custo benefício que podem ser aplicadas em conjunto com o sistema de drenagem convencional na cidade de Fortaleza a fim de expandi-lo por toda a cidade e, conseqüentemente, conseguindo reduzir os casos de alagamentos. Dentre elas encontram-se os telhados ou paredes verdes, as valas de infiltração, as bacias de retenção, os jardins de chuva, as trincheiras de infiltração e os pavimentos permeáveis.

Além disso, a pesquisa destacou que, por possuírem uma composição que se assemelham às características da natureza, essas soluções sustentáveis, além de auxiliarem na drenagem, influenciam também na melhoria do microclima local e da estética da paisagem, ou seja, criam um ambiente visualmente mais agradável e confortável.

#### REFERÊNCIAS

BARBOSA JUNIOR, R. F.; SANTOS, M. J. A urbanização das cidades. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO, 3., 2014, Taubaté. **Anais eletrônicos...** Taubaté: Universidade de Taubaté, 2014. p. 1-11. Disponível em: <[http://www.unitau.br/files/arquivos/category\\_154/MPH1081\\_1427392152.pdf](http://www.unitau.br/files/arquivos/category_154/MPH1081_1427392152.pdf)>. Acessado em: Ago, 2021.

BRASIL, Cidade. MUNICÍPIO DE FORTALEZA. Disponível em: <<https://www.cidadebrasil.com.br/municipio-fortaleza.html>>. Acessado em: Jul, 2021.

BRITO, F. O deslocamento da população brasileira para as metrópoles. **Estudos Avançados**, Minas Gerais, v.20, n. 57, mai. 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/ybD6Zn3KWKf3kffYcmSPRMh/abstract/?lang=pt>>. Acessado em: Ago, 2021.

COSTA, M. C. L. Urbanização da sociedade fortalezense. **Revista do Instituto do Ceará**, Fortaleza, v. 1, n. 1, Jul. 2008. Disponível em: <[https://www.institutodoceara.org.br/revista/Rev-apresentacao/RevPorAno/2008/08-Art\\_Urbanizacaodasociedadefortalezense.pdf](https://www.institutodoceara.org.br/revista/Rev-apresentacao/RevPorAno/2008/08-Art_Urbanizacaodasociedadefortalezense.pdf)>. Acessado em: Jun, 2021.

GONÇALVES, F. T.; NUCCI, J. C. Sistemas de Drenagem Sustentável (SUDS): Propostas para a Bacia do Rio Juvevê, Curitiba-PR. **Revista Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v. 42, Dez. 2017. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/47043>>. Acessado em: Ago, 2021.

LOURENÇO, R. R. A. **Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis**. 2014. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, 2014.

MAIA NETO, E. F. “Tanta chuva e nenhum legume”: alagamentos, política e imprensa em Fortaleza. **Revista do Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 5, Mai. 2014. Disponível em: <[https://www.academia.edu/10207240/\\_Tanta\\_chuva\\_e\\_nenhum\\_legume\\_alagamentos\\_pol%C3%ADtica\\_e\\_imprensa\\_em\\_Fortaleza\\_1839\\_1876\\_](https://www.academia.edu/10207240/_Tanta_chuva_e_nenhum_legume_alagamentos_pol%C3%ADtica_e_imprensa_em_Fortaleza_1839_1876_)>. Acessado em: Ago, 2021.

MENESES FILHO, A. S.; TEIXEIRA, L. F. C.; LOPES, G. S. Dimensionamento de reservatório de detenção partindo da relação IDF regente no município de Fortaleza (CE). **Revista Internacional de Ciência**, Rio de Janeiro, v.10, n. 3, Dez. 2020. Disponível em: <<https://www.epublicacoes.uerj.br/index.php/ric/article/view/50701>>. Acessado em: Jul, 2021.

RANGEL, A. C. L. C.; ARANHA, K. C.; SILVA, M. C. B. C. Os telhados verdes nas políticas ambientais como medida indutora para a sustentabilidade. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Paraná, v. 35, Dez. 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/made/article/view/39177/27108>>. Acessado em: Jun, 2021.

SOUZA, V. C. B. Gestão da drenagem urbana no Brasil: Desafios para a sustentabilidade. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, Bahia, v. 1, Mai. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7105/4877>>. Acessado em: Ago. 2021.

TOSCAN NETO, Â. **Simulação de sistemas de drenagem urbanas sustentável aplicada em um loteamento urbano utilizando o EPA SWMM**. 2019. 100 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

VASCO, J. R. J. **Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável**. 2016. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2016.

WOODS-BALLARD, B. *et al.* **The SuDS Manual**. CIRIA, Londres, 2015.

# CAPÍTULO 11

## A IMPORTÂNCIA DA ARQUITETURA SENSITIVA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIA

Letícia Keroly Bezerra Alexandrino  
Luiz Gonzaga Lapa Junior

### RESUMO

O presente artigo visa apresentar aspectos pertinentes da inclusão dos tipos de deficiência, sejam elas visual, auditiva, motora, mental ou intelectual. Atenta às possíveis soluções dos sujeitos com deficiências, a arquitetura se apresenta como uma possível oportunidade de desenvolver edificações que apresentam formas de atender às diferentes necessidades de todas as pessoas com insuficiência física ou intelectual e de maneira inclusiva. Deste modo, foi realizado um estudo bibliográfico acerca da influência dos sentidos na percepção arquitetônica e na acessibilidade. Verificou-se que a utilização de uma arquitetura sensitiva é elemento fundamental junto da acessibilidade, pois eliminam as barreiras físicas e as sociais das pessoas, bem como permite que as pessoas se relacionem cada vez mais entre si e os processos de edificação. Este trabalho relata que apenas um tipo de sentido é constantemente explorado, a visão, gerando a exclusão de boa parte da população que não poderia usufruir de alguns lugares e, conseqüentemente, a acessibilidade inexistirá. Portanto, para os sujeitos com deficiência a arquitetura ajudará na promoção de espaços que possam desfrutar de uma melhor qualidade de vida.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arquitetura inclusiva. Integração sensorial. Acessibilidade. Sentidos.

### 1. INTRODUÇÃO

O presente artigo mostra a importância da análise da arquitetura quando leva em consideração o processo de evolução e globalização do mundo.

A evolução do mundo reflete diretamente nas relações humanas e conseqüentemente na arquitetura, pois segundo Vital (2016), a globalização produz uma sociedade que tende a ser mais fria interferindo nas relações humanas, permitindo a percepção de um mundo cada vez mais veloz e voraz.

Atualmente, as relações interpessoais refletem diretamente na evolução da arquitetura mostrando que na era contemporânea ela “não está mais apta a atender as necessidades atuais e neste caso não está alcançando seu objetivo maior que é o ser humano” (ORLOWSKI, 2015).

É esperado que a arquitetura deve proporcionar sensações e imaginações ao ser humano, permitindo que as utilizem da forma que sua cultura, seu corpo e sua projeção de futuro lhe preencham o ser.

A Organização Mundial da Saúde (OMS, 2008) elaborou o documento denominado Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF), cujas definições de deficiências estão relacionadas aos problemas na função ou estrutura do corpo como um desvio

significativo ou perda. Estes problemas podem acarretar outros tipos de deficiência ao longo do tempo, se não forem tratadas corretamente. Porém, conforme pode ser notado a partir do conceito de deficiência,

As deficiências correspondem a um desvio dos padrões populacionais geralmente aceitos no estado biomédico do corpo e das suas funções. A definição dos seus componentes é feita principalmente por aqueles qualificados para julgar a função física e mental, de acordo com esses padrões. As deficiências podem ser temporárias ou permanentes, progressivas, regressivas ou estáveis, intermitentes ou contínuas. O desvio em relação ao modelo baseado na população pode ser leve ou grave e pode flutuar ao longo do tempo. [...] As deficiências podem ser parte ou uma expressão de uma condição de saúde, mas não indicam necessariamente a presença de uma doença ou que o indivíduo deva ser considerado doente (OMS, 2008, p. 23-24).

Observa-se a necessidade de conscientizar as pessoas de que a deficiência pode fazer parte de qualquer fase da vida e não pode ser tratada como algo pontual e diferente. Nesse sentido, para obter melhores condições de vida para as pessoas, uma boa arquitetura deve considerar todos os indivíduos que poderão usufruí-la de forma a não ter nenhum meio de impedimento e que propicie a acessibilidade (GREJO, 2011). Diante disso, percebe-se que a arquitetura está em todo lugar e tem por função, entre outras, de promover a igualdade entre os indivíduos para que tenham a possibilidade de desenvolver todo tipo de atividade exigida.

A arquitetura pode ser bela, mas deve ser mais do que isso; deve conter espaço em que algumas atividades possam ser realizadas de maneira cômoda e eficiente. Não apenas a forma deve seguir a função, mas deve acompanhá-la sob todos os aspectos (SOMMER, 1973, p. 5).

Nesse desafio, o arquiteto precisa entender quais as funções ou atividades que serão desenvolvidas no espaço a ser projetado, as necessidades dos futuros usuários, bem como a maneira que ele percebe o espaço e se comporta nele. Com isso, possivelmente conseguirá atingir todos os públicos e não somente um específico. Portanto, observa-se que para a melhor integração das pessoas e representação de um lugar é preciso analisar a questão da percepção ambiental como forma de trabalhar melhor todos os sentidos humanos.

A percepção ambiental avalia o comportamento do indivíduo em um ambiente, suas ações e reações no espaço, bem como a influência do ambiente no comportamento humano. A partir de análises de percepção de usuários de um local, é possível projetar espaços semelhantes levando em consideração as informações obtidas, a fim de que o projeto se adapte ao público e não o contrário (GREJO, 2011, p. 25).

Nesse sentido, a percepção ambiental está relacionada “ao modo como as pessoas experienciam os aspectos ambientais presentes em seu entorno, para o que são importantes não apenas os aspectos físicos, mas também os aspectos sociais, culturais e históricos” (KUHNEN, 2011, p. 250)

Pelo contexto apresentado, o presente trabalho teve como objetivo entender como a arquitetura influencia na vida e integração das pessoas portadoras de necessidades especiais, bem como compreender sobre a arquitetura sensitiva.

## 2. A ARQUITETURA SENSITIVA E SUAS PERCEPÇÕES

O conceito da palavra “sensitivo”, segundo o dicionário Michaelis (2022), possui alguns significados, dentre eles: relativo aos sentidos e às sensações; e receptivo a impressões sensoriais. Está ligado na forma de sentir, perceber ou compreender, seja um lugar ou alguma situação.

Ainda com base no conceito de sensitivo, segundo Penna (1982, p. 11, *apud* GREJO, 2011, p. 12), “perceber é conhecer, através dos sentidos, objetos e situações. O ato implica, como condição necessária, a proximidade do objeto no espaço e no tempo, bem como a possibilidade de se lhe ter acesso direto ou imediato.” Ou seja, os sentidos humanos, como tato, olfato, paladar, visão, audição são essenciais e influenciam diretamente a forma como as pessoas percebem as coisas.

Esses conceitos são válidos para entender que “a arquitetura deve proporcionar sensações e imaginações ao ser humano, permitindo que as utilizem da forma que a sua cultura, o seu corpo e sua projeção de futuro lhe preenchem o ser.” (VITAL, 2016, p. 9). Segundo Dias e Anjos (2017), a arquitetura está presente na vida das pessoas desde o primeiro contato com o mundo e isso mostra a sua importância em transformar e influenciar o mundo e praticamente tudo que o compõe.

Toda experiência com o ambiente com arquitetura é multissensorial; as características de espaço, matéria e escala são medidas igualmente por nossos olhos, ouvidos, nariz, pele, língua, esqueleto e músculos. A arquitetura reforça a experiência existencial, Nossa sensação de pertencer ao mundo, e essa é essencialmente uma experiência de reforço da identidade pessoal. Em vez da mera visão, ou dos 5 sentidos clássicos, arquitetura envolve diversas esferas da experiência sensorial que interagem e fundem entre si (PALLASMAA, 2011, p. 39)

Portanto, a arquitetura sensitiva se propõe a dar solução, integrar e fornecer novas experiências a todos os indivíduos, pois, deve-se levar em consideração que as pessoas possuem formas diferentes de sentir o espaço.

## 3. ARQUITETURA INCLUSIVA

O conceito de arquitetura inclusiva chegou no Brasil por volta do ano de 1980, a partir de modificações nas legislações e nas normas técnicas (ROMANINI, MARTINS, 2014).

Essa modalidade de arquitetura acontece a partir do conceito de acessibilidade que, atualmente, está presente nas áreas livres como vias, transportes, mobiliário urbano, às edificações (ROMANINI, MARTINS, 2014).

De acordo com Dischinger (2012, p. 16), “o real desafio para criar espaços, equipamentos e objetos inclusivos é desenvolver ações de projeto que conciliem necessidades diversas e complexas, reconhecendo que as pessoas são naturalmente diferentes.”

#### **4. ACESSIBILIDADE**

Outra solução importante da arquitetura se refere à acessibilidade, que, para Sarraf (2013, p. 19), “significa eliminação de barreiras físicas, de comunicação e informação, aderência e aceitação do público em relação aos conteúdos apresentados pelos espaços culturais em suas ofertas.”

Acessibilidade é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015), como sendo a

possibilidade e condição de alcance, percepção e entendimento para utilização, com segurança e autonomia, de espaços, mobiliários, equipamentos urbanos, edificações, transportes, informação e comunicação, inclusive seus sistemas e tecnologias, bem como outros serviços e instalações abertos ao público, de uso público ou privado de uso coletivo, tanto na zona urbana como na rural, por pessoa com deficiência ou mobilidade reduzida (ABNT, 2015, p. 2).

Ao longo do tempo, o homem vem interferindo e modificando o espaço geográfico em busca de satisfação pessoal. Apenas uma parcela da população se apropria de possíveis benefícios dessa interferência, tornando-se favorecida, porém determina exclusão social e física dos demais indivíduos. A partir desse contexto a acessibilidade ganha força e se torna importante, assumindo o papel de corrigir os ambientes trabalhados para que se adequem as verdadeiras necessidades (CARLIN, 2004).

Relacionar o termo de acessibilidade às pessoas com deficiência acontece devido as formas de limitações existentes que refletem na sociedade como um todo. Isso reduz a autonomia desses sujeitos para exercer alguma atividade. Então, o aspecto da acessibilidade necessita de soluções que venha a facilitar para que não dependam de ninguém.

Assim, é possível definir que acessibilidade, no caso das pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida, é uma condição de aproximação, com segurança e autonomia, de determinados espaços, objetos e elementos diversos, possibilitando a utilização de todas as atividades inerentes e usos específicos que eles possam oferecer. O que interessa aqui são as pessoas que, por um motivo ou outro, estão impedidas ou limitadas em seus movimentos (BRASIL, 2006, p. 19).

A falta de acessibilidade é a principal barreira enfrentada por pessoas que convivem com algum tipo de deficiência nas cidades brasileiras. Os ambientes livres de barreiras e que proporcionem diferentes formas de relacionamento, percepção e cognição no ser humano são mais atrativos, independentemente de suas condições físicas, sensoriais e intelectuais (SARRAF, 2013, p. 20).

Apesar da dificuldade informada, a ideia de facilitar os acessos ganhou força na arquitetura e urbanismo e começou a ser a principal forma de inclusão social em boa parte das comunidades.

## 5. MÉTODO

De cunho qualitativo a pesquisa buscou o método bibliográfico que “busca identificar o que foi produzido de conhecimento pela comunidade científica sobre esse tema e, ao mesmo tempo, avaliar as principais tendências da pesquisa sobre ele” (TREINTA *et al.*, 2014, p. 509).

Foi discutida a importância dos sentidos na composição arquitetônica para compreender os conceitos sobre arquitetura inclusiva e acessibilidade, relacionando os tipos de sentidos às possíveis sensações do lugar com as deficiências encontradas no mundo.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das leituras bibliográficas foi observado que existem várias formas arquitetônicas que podem melhorar a inclusão social das pessoas com deficiência utilizando normas e desenhos acessíveis. Porém, em relação a inclusão social, as ações efetivas devem ser vistas tanto como um conjunto de normas e leis quanto um processo realizado pelos membros da sociedade (MAZONI *et al.*, 2001).

Segundo Grejo (2011), toda pessoa tem o direito básico de ir e vir, fato que não ocorre em alguns casos. Os indivíduos que não têm restrição não percebem, mas influenciam negativamente as pessoas com deficiência, seja ele permanente ou provisória.

Para que determinados direitos das pessoas com deficiência sejam assegurados, a arquitetura sustenta que, segundo Pallasmaa (2011), é multissensorial, ou seja, tem a capacidade de envolver diversos sentidos. “Com os sentidos conseguimos captar as informações sensoriais que nos rodeiam. Depois de recebermos um estímulo, o corpo absorve-o e interpreta-o. Este processo conhecido por percepção é diferente para todas as pessoas” (GAMBOIAS, 2013, p. 39). Fica evidente a importância dos sentidos humanos – tato, paladar, olfato, visão e audição

- para a boa comunicação da edificação com os diversos tipos de pessoas, dentro da sua individualidade e percepção.

Segundo Okamoto (2002), a visão é responsável por localizar, reconhecer o que está no entorno do ser humano, por proporcionar percepção de altura, largura e profundidade e noção de distância. Isso acontece por causa do cérebro e não somente do olho.

Proporciona-nos sensações de cor e luz através do globo ocular, órgão que em conjunto com outros órgãos formam o aparelho visual. O olho capta a energia luminosa e transforma-a num tipo de energia perceptível ao nosso cérebro, dando-nos assim a possibilidade de perceber o que existe à nossa volta (GAMBOIAS, 2013, p. 35).

Mas, somente a visão não é capaz de conseguir captar tudo que uma edificação pode dispor. Observa-se que a audição é a responsável por possibilitar um ambiente tridimensional (GAMBOIAS, 2013). Isso acontece devido à possibilidade do ouvido conseguir perceber a direção vinda do som que só acontece porque o órgão consegue notar as diferenças de volumes, de fontes sonoras e de tempo que o som demora a chegar. Então a audição, auxilia na noção de direção e possibilita sensações que somente através da visão não é capaz de sentir.

A capacidade auditiva admite uma ligação recíproca entre a pessoa e o edifício, ao possibilitar um diálogo entre o utilizador e o espaço construído. Apesar de não “produzir som”, o edifício acaba por falar à sua maneira, através do vento nos vidros da janela, do ranger do soalho e do eco que traz de volta a nossa mensagem. A audição introduz uma nova dimensão no espaço, facultada pelo aparelho auditivo (GAMBOIAS, 2013, p. 23).

Outro sentido refere-se ao olfato. Esse sentido explora a memória e a familiaridade na relação do indivíduo com o ambiente. O odor quando é sentido é gravado na memória referenciando ao momento que aconteceu a experiência, retornando à memória toda vez que o fato acontece (GAMBOIAS, 2013). E, segundo Okamoto (2002), a ligação do olfato com a memória ajuda a melhorar o desempenho das pessoas nas diversas atividades cotidianas, principalmente no estudo. Conforme Pallasmaa (2011):

Um cheiro específico faz-nos reentrar de um modo inconsciente num espaço totalmente esquecido pela memória da retina: as narinas despertam uma imagem esquecida e somos convidados a sonhar acordados. O cheiro faz os olhos lembrarem-se (PALLASMAA, 2011, p. 51).

Além desses, existe o paladar que é o sentido mais peculiar e o responsável por identificar o gosto das coisas. A língua possui receptores sensoriais chamadas de papilas gustativas que identificam e captam os sabores dos alimentos através do estado líquido. No caso de alimentos sólidos, a saliva envolve o alimento para que facilite a captação do sabor (GAMBOIAS, 2013).

O paladar está estritamente ligado ao olfato devido ao facto das partículas que cheiramos entrarem pelo nariz e passarem pela nossa boca estimulando o paladar.

Desta maneira, ao cheirarmos, por exemplo, a madeira usada numa obra arquitetônica, é quase como se sentíssemos o seu sabor, permitindo assim criar uma ligação sensorial mais rica com a arquitetura (GAMBOIAS, 2013, p. 35).

“[...] Encarando o gosto como uma experiência intensa que vivemos, podemos daqui tirar uma analogia ao modo como devemos encarar a arquitetura.” (GAMBOIAS, 2013, p. 33). Portanto, é permitido associar o gosto às experiências na arquitetura, pois através da comunicação com o olfato trará mais percepções acerca do ambiente, assim, o paladar está ligado diretamente ao olfato, quando se refere a associação de experiências e memórias. Este fato ajudará em como a pessoa vai lidar com o local/espço.

Por fim, o sentido do tato, que está ligado diretamente a pele é tida como maior elemento do corpo humano e que tem a capacidade de sentir e receber estímulos (GAMBOIAS, 2013). Apesar de o tato ser o maior órgão sensorial e o que fornece mais informações do ambiente, a visão ainda é a que mais se sobressai com exceção dos deficientes visuais (GAMBOIAS, 2013).

Ao tocar uma superfície é possível sentir todas as características, enquanto os outros sentidos permitem notar apenas a superficialidade do objeto e por conta disso muitos autores defendem a impossibilidade de viver sem o tato, pois ele é capaz de perceber tudo (OKAMOTO, 2002).

A partir disso, constata-se a importância de todos os sentidos nas diversas percepções de um ambiente e que estas estão interligadas, significando que não seria satisfatório usufruir apenas uma única, geralmente, a visão. E segundo Pallasmaa (2011, p 10) “Todos os sentidos, incluindo a visão, são extensões do tacto; os sentidos são especializações do tecido cutâneo, e todas as experiências sensoriais são variantes do tacto e, portanto, relacionadas à taticidade.”

Em geral, a falta de proximidade da arquitetura com o indivíduo faz com que se destaque, e seja percebido, apenas um sentido, tornando os outros quase obsoletos ao longo do tempo. Além disso, a arquitetura acaba influenciando nas relações sociais, pois tende a favorecer apenas um tipo de público.

Portanto, a arquitetura sensitiva veio como uma possível solução e forma de integrar e dar novas experiências aos indivíduos. Reforça-se que somente o desenho e normas de acessibilidade não são suficientes para atender a todos. É necessário proporcionar a todos sensações diversas do/no lugar levando em consideração que as pessoas possuem formas diferentes de sentir o espaço.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo estudo apresentado, conclui-se que a arquitetura sensitiva, que se dá através das percepções influenciadas pelos sentidos humanos – tato, olfato, paladar, visão, audição -, pode valorizar os projetos de arquitetura. Compreende-se que o uso correto da arquitetura influencia na melhoria das relações humanas e respectivamente, inclusão social dos portadores de necessidades especiais. Estudos apontam que ao longo do tempo as pessoas vêm se distanciando uma das outras e se excluindo cada vez mais do convívio com o lugar.

Como exemplo, o edifício é multissensorial, porém quando projetado, nem sempre é observado as diversas sensações, sentimentos e memória que ele pode promover ao indivíduo.

Uma possível solução tem destaque na arquitetura sensorial que permite melhorar a integração entre as pessoas, envolver a todos e aguçar os sentidos através dos sentimentos e comportamentos. Olhar para as melhorias na acessibilidade não é o suficiente para transmitir sensações e comunicação do lugar com o indivíduo, particularmente, a pessoa com deficiência.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliários, espaços e equipamentos urbanos**. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015. Disponível em: [http://acessibilidade.unb.br/images/PDF/NORMA\\_NBR-9050.pdf](http://acessibilidade.unb.br/images/PDF/NORMA_NBR-9050.pdf) Acessado em: Set, 2022.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Construindo uma cidade acessível**. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana Diretoria de Mobilidade Urbana Programa Brasileiro de Acessibilidade Urbana. 1. ed. Brasília: Ministério das Cidades, 2006. Disponível em: <https://www.caumg.gov.br/wp-content/uploads/2016/06/Construindo-a-Cidade-Acessivel.pdf> Acessado em: 27 set. 2022.

CARLIN, F. **Acessibilidade espacial em Shopping Centers: um estudo de caso**. 2004. 191f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/87604/222877.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acessado em: Set, 2022.

DIAS, A. S.; ANJOS, M. F. Projetar sentidos: a arquitetura e a manifestação sensorial. *In*: SIMPÓSIO DE SUSTENTABILIDADE E CONTEMPORANEIDADE NAS CIÊNCIAS SOCIAIS. 5. 2017. **Anais [...]**. Cascavél/PR - Coordenação de Pesquisa e Extensão do Centro Universitário FAG, 2017. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/contemporaneidade/anais/594c063e6c40e.pdf> Acessado em: Out, 2022.

DISCHINGER, M. **Promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos**: Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso

Público. – Florianópolis: Ministério Público do Estado de Santa Catarina, 2012. 161 p. Disponível em: [https://www.mpam.mp.br/attachments/article/5533/manual\\_acessibilidade\\_compactado.pdf](https://www.mpam.mp.br/attachments/article/5533/manual_acessibilidade_compactado.pdf) Acessado em: Set, 2022.

GAMBOIAS, H. F. D. **Arquitetura com sentido(s) Os sentidos como modo de viver a arquitetura**. 2013. Dissertação (Mestrado Integrado em Arquitetura). Universidade de Coimbra. Portugal. 2013. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/handle/10316/24409>. Acessado em: Maio, 2021.

GREJO, N. S. **Sensações Arquitetônicas: Além do que a visão alcança**. 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. Bauru: SP, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/119348> Acessado em: Jun, 2021.

KUHNEN, A. Percepção ambiental. In: CAVALCANTE, S; ELALI, G. A. (orgs). **Temas Básicos em Psicologia Ambiental**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011.

MAZZONI, A. A. *et al.* Aspectos que interferem na construção da acessibilidade em bibliotecas universitárias. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 29-34, maio/ago. 2001. Disponível em <https://www.scielo.br/j/ci/a/xdprRdF8MLDJWR5pS57zsVj/?format=pdf&lang=pt>. Acessado em: Maio, 2022.

MICHAELIS. **Dicionário Online**. Disponível em: [www.uol.com.br/michaelis](http://www.uol.com.br/michaelis) . Acessado em: Maio, 2022.

OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação**. São Paulo: Mackenzie, 2002.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Classificação Internacional da Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF)**. 1. ed., 1. reimpre. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo – Edusp, 2008. Disponível em: [https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42407/9788531407840\\_por.pdf?sequence=11](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42407/9788531407840_por.pdf?sequence=11) Acessado em: Out, 2022.

ORLOWSKI, M. I. Arquitetura acessível: uma reflexão sobre o design de ambientes residenciais. **Revista Fazer**, v. 3, 2015. Disponível em: <https://fdocumentos.tips/download/arquitetura-acessivel-uma-reflexfo-sobre-o-design-de-reduzida-na-sequencia> Acessado em: Set, 2022.

PALLASMAA, J. **Os olhos da pele**. A arquitetura e os sentidos. 1. edição, Porto Alegre, Bookman, 2011.

ROMANINI, A.; MARTINS, M. S. **Projeto de habitação de interesse social inclusiva**. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL. 10. Megaeventos e Sustentabilidade: Legados tecnológicos em Arquitetura, Urbanismo e Design. NUTAU 2014. **Anais [...]**. São Paulo, SP, 2014. Disponível em: [https://www.usp.br/nutau/anais\\_nutau2014/trabalhos/romanini\\_anicoli\\_e\\_martins.pdf](https://www.usp.br/nutau/anais_nutau2014/trabalhos/romanini_anicoli_e_martins.pdf) Acessado em: Set, 2022.

SARRAF, V. P. **A comunicação dos sentidos nos espaços culturais brasileiros:** estratégias de mediações e acessibilidade para as pessoas com suas diferenças. 2013. 251f. Tese (Doutorado em Comunicação e Semiótica) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2013. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/4518/1/Viviane%20Panelli%20Sarraf.pdf> Acesso em: Set, 2022.

SOMMER, R.; **Espaço Pessoal**. São Paulo, EPU, Editora da Universidade de São Paulo, 1973.

TREINTA, F. T. *et al.* Metodologia de pesquisa bibliográfica com a utilização de método multicritério de apoio à decisão. **Production**, v. 24, n. 3, p. 508-520, July/Sept. 2014. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132013005000078>

VITAL, N. M. **Arquitetura sensível:** percepções do ser e do espaço urbano. 2016 – Centro universitário Moura Lacerda. Ribeirão Preto/ SP. Disponível em: [https://issuu.com/nataschavital/docs/natascha\\_vital](https://issuu.com/nataschavital/docs/natascha_vital) Acessado em: Set, 2022.

# CAPÍTULO 12

## O ENSINO DA QUÍMICA CONTEXTUALIZADO EM TURMAS DE ENSINO FUNDAMENTAL TRATANDO O TEMA DE SANEANTES UTILIZADOS NA PANDEMIA DO CORONAVÍRUS

Aline Damico de Azevedo  
Aline Cristina Costa da Silva  
Andrey Carvalho de Oliveira  
Karine Damico de Azevedo Santos

### RESUMO

Com a ampla divulgação científica na mídia a fim de instruir e preparar a população para lidar frente aos desafios impostos pela pandemia da COVID-19, a sociedade teve que se adequar através de medidas cotidianas como o uso de máscara e a adoção de práticas de antissepsia e sanitização. O Instituto Federal do Rio de Janeiro (*campus Realengo*) tem por intuito dentro da proposta de extensão e pesquisa, buscar através de medidas educativas dentro do contexto da química com enfoque em saneantes, instruir alunos do 9º ano do ensino fundamental II quanto a ações e informações sanitárias voltadas ao cenário pandêmico, visto que o uso de saneantes tem extrema importância para eliminar o vírus de superfícies e aliado a outras medidas de prevenção resulta em uma diminuição do contágio pelo mesmo. Objetiva-se o desenvolvimento de um saber crítico e aplicado à realidade da disciplina de química, a fim de possibilitar aos alunos intervir quanto a pontos fundamentais durante a pandemia, como a divulgação de informações falsas, conhecidas popularmente por *fake news*, que aliado ao desespero e desinformação pode desencadear um uso irracional desses produtos, destacando a importância de saber quanto aos cuidados de armazenamento e uso de saneantes no cotidiano. As metodologias e as organizações das ações frente ao combate a Covid-19 também são propostas a fim de contribuir no processo de aprendizado dos participantes do projeto, permitindo uma aproximação da academia científica à população.

**PALAVRAS-CHAVE:** Metodologias. Ações extensionistas. Ensino. Covid-19. Saneantes.

### 1. INTRODUÇÃO

A COVID-19, causada pelo vírus Sars-CoV-2 da família do coronavírus, apresenta como principal sintomatologia os problemas respiratórios característicos, que apresentam uma alta taxa de transmissão em um curto espaço de tempo, levando desde a um quadro clínico assintomático à síndrome respiratória aguda grave, podendo manifestar sequelas, ainda não evidenciadas, e com taxas elevadas de mortalidade, sendo contabilizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), em 2021, cerca de 3,7 milhões de óbitos no mundo. A fim de diminuir sua transmissão, foram adotadas medidas de prevenção e diminuição da transmissão como isolamento social, lavagem regular das mãos, uso de álcool gel, uso de máscaras em ambientes públicos e também a higienização adequada de materiais e ambientes com uso de saneantes (BERRIÓS *et al.*, 2020).

À vista disso, com o crescente uso de saneantes, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), em 2020, disponibilizou uma nota técnica com produtos que podem ser

utilizados na desinfecção de ambientes, objetos e superfícies durante a pandemia de COVID-19, a limpeza frequente seguida da desinfecção são providências de extrema importância contra o coronavírus, pois dependendo do material o vírus pode permanecer em superfícies por horas ou dias. A limpeza remove os microrganismos, sujeiras e impurezas de determinada superfície, não matando o vírus propriamente, entretanto diminui o número e o risco de disseminação do mesmo. Por outro lado, a desinfecção mata os microrganismos por intermédio de produtos químicos, sem efeitos sobre a limpeza e remoção do vírus. Portanto, para uma eliminação efetiva do vírus é necessário que sejam utilizadas as duas formas de higienização, uma seguida da outra.

Como medidas sanitárias de isolamento a fim de diminuir a propagação do vírus, houve uma mobilização e preocupação das instituições de ensino em relação à continuação do período letivo, de forma a dar continuidade aos estudos de modo a seguir as medidas de restrição. Com auxílio da tecnologia e a integração da internet, diversas instituições público/privadas adotaram o sistema remoto para dar continuidade ao ensino, de forma a adaptar as metodologias para plataforma digital, havendo diversas avaliações para as devidas implementações em relação a diferença e demanda aos seus respectivos públicos.

O projeto de extensão com planejamento em pesquisa é organizado e mediado pelo Instituto Federal do Rio de Janeiro (Campus Realengo), sendo os integrantes estudantes do curso de bacharelado em farmácia. A escola participante e selecionada do projeto faz parte da região em torno da faculdade, localizado na zona oeste da capital do Rio de Janeiro.

Tendo em vista um comprometimento em meio a um cenário de ampla divulgação científica, o projeto surge como proposta a auxílio dentro dos parâmetros digitais recorridos pelas instituições de ensino para contemplar as medidas educativas no momento de isolamento, situação que gera desafios e problemáticas além das que já ocorriam presencialmente. Dentre os princípios e objetivos do projeto está a alcançar situações cotidianas destes alunos a fim de despertar interesse dentro da disciplina de química, contextualizando com outras disciplinas e com o próprio contexto da COVID-19, enfatizando os pensamentos críticos frente às divulgações dos temas na mídia.

Ao se analisar a ementa e os dados curriculares do ensino da química em instituições do ensino fundamental II, são apresentados diversos conteúdos com aplicabilidade para contextualização, a fim de elucidar o entendimento, fundamentando as práticas de biossegurança e boas práticas laboratoriais e de orientação ao lidar com alunos menores de

idade devido ao fator tóxico que os saneantes podem apresentar em seu manuseio. É relevante também diferenciar os saneantes dos produtos antissépticos, sendo importante ressaltar que são produtos de uso externo e que não devem ser ingeridos, destacando a importância de atenção aos rótulos (LIMA, 2020).

Orientações da OMS destacam a importância de medidas sanitárias, ressaltando as ações de higiene pessoal e do ambiente, principalmente ao avaliar ações e o papel protagonista da população na diminuição da circulação da COVID-19. A participação do projeto, em comunicação com os profissionais da educação das instituições onde é realizado as intervenções auxiliam na construção desta ponte científica, esperando que além do conhecimento adquirido aos participantes do projeto, seja alcançado ações a níveis sociais e propostas de iniciativas neste eixo, contribuindo com atos importantes dentro do exercício da cidadania nos âmbitos de saúde e meio ambiente, mobilizações que são necessárias frente aos desafios das sociedades contemporâneas.

## 2. METODOLOGIA

Todas as metodologias apresentadas e citadas foram construídas e discutidas entre os participantes do projeto a fim de contemplar a execução da didática através de instrumentos que auxiliem na captação de dados para possível análise e avaliação das ações realizadas. Os instrumentos utilizados foram pensados inicialmente para aplicação digital com a possibilidade de reestruturação e replicação a nível prático a fim de alcançar resultados esperados presencialmente, visto as medidas de distanciamento adotadas pelas instituições participantes do projeto.

O primeiro passo instrumentalizado foi a realização de um planejamento prático e metodológico, sabendo que o ensino da química e a contextualização de ações envolvem não só parâmetros teóricos, como também práticos, visando aumentar a participação e a inclusão, havendo revisão da linguagem e de instrumentos que dialoguem com o cotidiano dos alunos. Pelos meios digitais, a computação e formulação de resultados foram programadas para fornecer dados diretos e estatísticos, que auxiliam no comparativo e esquemas para adoção de medidas e entendimento não só do perfil da turma, como das normas e estruturas das próprias escolas.

Para isto, foram realizados quatro questionários com intuito de analisar os dados e condições de aplicação do projeto. O primeiro questionário foi relativo aos professores de química, nos quais constam informações sobre o objetivo e as ações do projeto e de que forma

poderia conciliar com a dinâmica de ensino já empregada pelo profissional, possibilitando à aplicação deste mesmo questionário as equipes de direção e coordenação escolar para opções de vínculo e conhecimento estrutural, como por exemplo, se há a presença de laboratório de química para realizações práticas. Os questionários foram realizados pelo *Google Forms* pela facilidade do instrumento tanto para os participantes quanto para os aplicadores, e o recebimento imediato das respostas e estatísticas.

Com as devidas aprovações com as instituições de ensino, foram elaborados questionários a fim de compreender o perfil e a ambição dos alunos dentro da disciplina de química, junto a expectativas dos alunos na pandemia e espaço para observações. Por parte dos materiais elaborados e demais questionários voltados aos alunos foram elaborados visando contemplar todas as faixas etárias, de forma que a apresentação e a metodologia distinguir-se por parte dos integrantes realizadores do projeto na forma da aplicação destes mesmos instrumentos, de tal modo que haja uma linguagem de fácil interpretação e com ações interativas e acessíveis as mais diversas idades.

Para início das atividades, foi elaborado um questionário cujo objetivo é entender os parâmetros socioeconômicos dos participantes dos projetos, visto que o acesso aos meios digitais durante a pandemia não contemplou a todas as instituições e demandas, podendo assim avaliar as diferenças dos resultados em contraste as dificuldades de acesso e integração. A interpretação destes dados ressaltou também a importância de medidas de educação ao que se busca alcançar, destacando as problemáticas e desafios impostos durante a pandemia, como tempo e capacidade de acesso a internet, além do tipo de instrumento, podendo assim propor alternativas educativas contemplativas.

A apresentação sobre “contextualização do ensino da química no uso de diferentes saneantes e aplicações em tempos de pandemia” foi iniciado com uma explicação geral sobre saneantes com definição, modo de uso, importância de leitura do rótulo, uso de saneantes clandestinos e descarte. Em seguida foram abordados conteúdos de química que se interligam com os saneantes como diluição, pH, concentração e também exemplo de saneantes domissanitários que atuam no combate ao Covid-19, como sabões e detergentes, álcool 70% líquido e em gel, hipoclorito de sódio, peróxido de hidrogênio e qual a importância deles, por fim foi feito uma explicação sobre as máscaras e qual sua relevância.

Foram disponibilizadas cartilhas informativas online no formato de imagem para as turmas, a cartilha sobre uso correto de máscara foi elaborada no intuito de explicar a forma

adequada de colocar a máscara e como retirar a máscara corretamente, após a explicação sobre a eficácia dos tipos de máscara, a cartilha sobre lavagem das mãos e uso do álcool em gel demonstrava por imagens como lavar as mãos corretamente passo a passo e após a secagem das mãos o uso do álcool gel para uma higienização adequada das mãos. As cartilhas têm como finalidade ficar sempre disponíveis para os alunos em seus dispositivos no caso de alguma dúvida ou esquecimento.

Foi elaborado um jogo na plataforma *panquiz* no modelo de perguntas e respostas para testar os conhecimentos dos alunos após a explicação do projeto e das temáticas, apresentando perguntas sobre uso de máscaras e saneantes, tanto em específico quanto no contexto pandêmico. O trabalho desenvolvido através da plataforma almeja aumentar o interesse dos alunos em aprender sobre a química de forma interativa e dinâmica dos saneantes, jogarem com seus colegas de classe e também aprenderem com os possíveis erros.

Avaliando materiais através das mídias, foi elaborado uma vídeo-simulação demonstrando a intoxicação por saneantes clandestinos ou não devidamente rotulados, o vídeo: Intoxicação ingestão de produto químico foi retirada do canal: Autoridade para as Condições do Trabalho, disponibilizado no site de compartilhamento de vídeos no *Youtube*, com o propósito de alertar aos alunos sobre a compra e o uso indevido de saneantes não regulamentados pela ANVISA. Ao final da aplicação do projeto nas instituições, foram enviados aos alunos um questionário de retorno (*feedback*) criado para saber a opinião deles sobre a apresentação do projeto, a metodologia aplicada, o grau de conhecimento dos extensionistas sobre assunto e também sobre os materiais enviados.

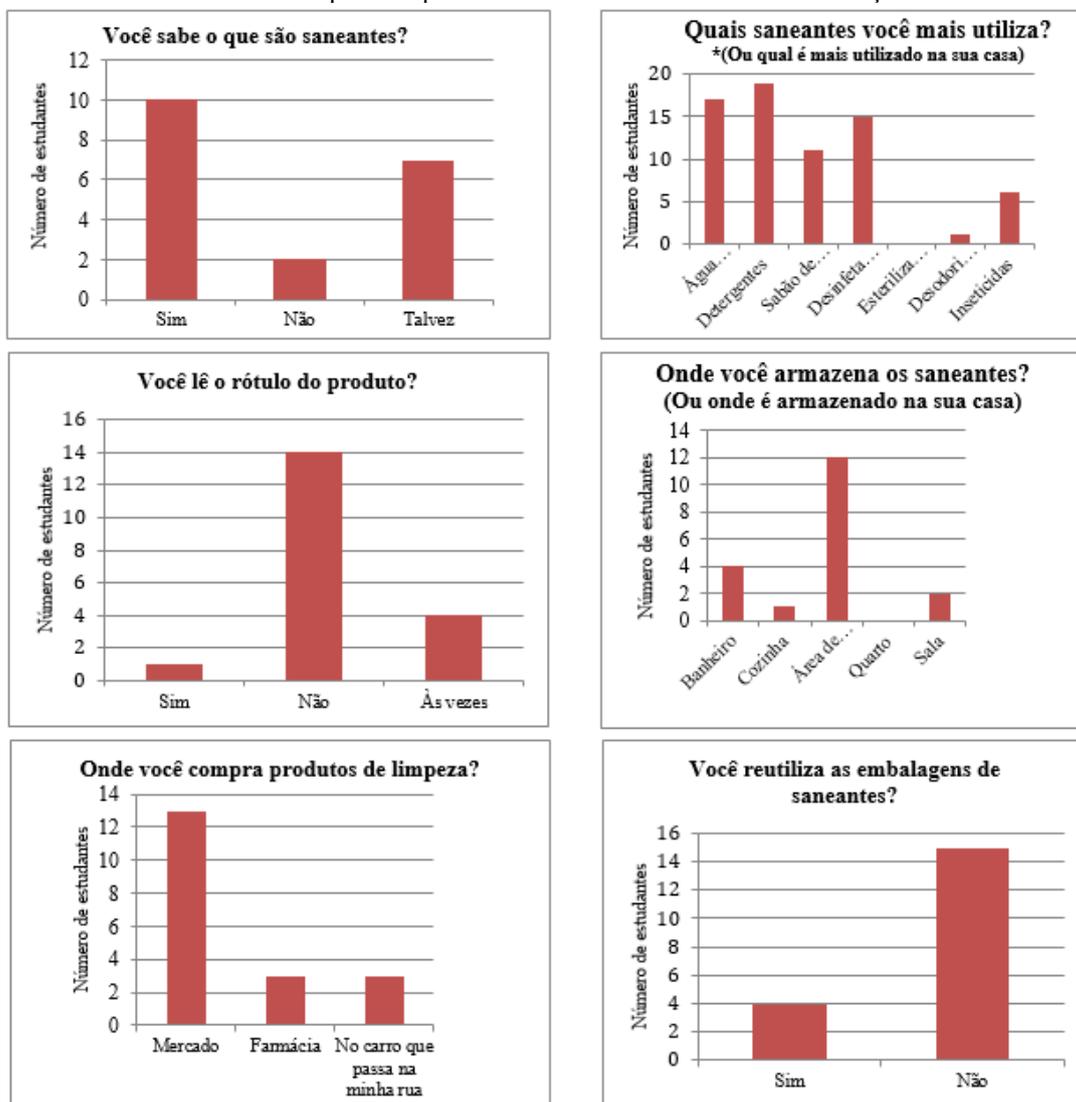
### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os presentes resultados foram realizados por meios digitais através de encontros síncronos no primeiro semestre de 2021, participando inicialmente um colégio da rede privada da Zona Oeste no Rio de Janeiro. Após aplicação dos questionários com os professores e a possibilidade do vínculo institucional o projeto, os encontros síncronos com os alunos foram marcados de forma que os números utilizados na presente pesquisa estão relacionados a participação no primeiro encontro síncrono, ou seja, não foi levado em consideração as turmas físicas e o número de matrículas totais. Participaram dezenove alunos do 9º ano do ensino fundamental II.

Previamente ao encontro, os alunos participantes receberam dois questionários com a finalidade de interpretar e conhecer o perfil da turma frente à temática em saneantes e a

contextualização do ensino da química e os dados sobre acesso digital. Os resultados do envio foram compatíveis aos participantes e possíveis desvios dos resultados totais têm relações com problemas técnicos mediante a realização por instrumentos digitais, sendo o número total do encontro baseado nas respostas deste questionário.

**Figura 1:** Resultados encontrados pelas respostas dos alunos aos formulários em relação a temática Saneantes.

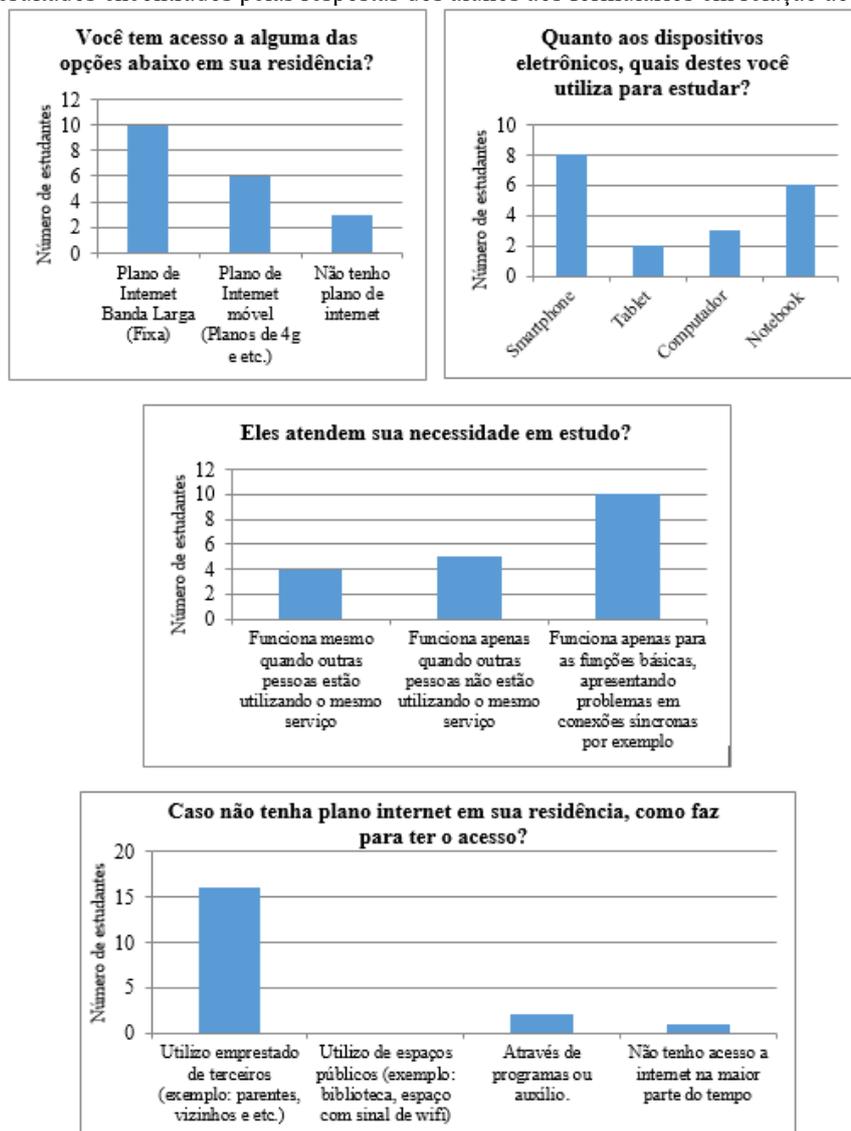


Fonte: Os Autores (2021).

Os gráficos relacionados à contextualização do ensino da química e dados sobre acesso digital apresentaram dados qualitativos relacionados às opções cotidianas em números absolutos, sendo os gráficos das Figuras 1 e 2 podendo ter mais de uma opção marcada pelo aluno. Por parte da análise dos gráficos relacionados à contextualização do ensino da química é possível observar que as respostas apresentam em diversos momentos parâmetros semelhantes ao avaliar essas proporções. Ao aplicar em porcentagem relativa aos valores absolutos, nota-se que os valores percentuais são próximos, justificando-se a ideia do senso comum e a realidade comum frente à temática entre os participantes do projeto, entretanto, ao ver os principais

desvios como na questão “Você lê o rótulo do produto?”, em que pode analisar o contexto sociodemográfico e a faixa etária como um diferenciador de alguns entendimentos e conceitos. Resultados sobre armazenamentos de produtos saneantes a exemplo são dependentes do tipo de moradia e a disponibilidade de local para armazenar, sendo resultados conflituosos vistos não ter outra possibilidade nestas situações.

**Figura 2:** Resultados encontrados pelas respostas dos alunos aos formulários em relação ao acesso digital.



Fonte: Os Autores (2021).

Após a avaliação do perfil de acesso e conhecimento em relação aos saneantes, foram apresentados aos alunos os conceitos e as explicações voltadas a saneantes, utilizando os materiais explícitos nas metodologias voltados a apresentação dos conteúdos e a associação ao tema aos alunos, de forma a questionar e abrindo espaço para discussão e dúvidas, com objetivo de enriquecer a contribuição com a discussão e a participação dos alunos. Foram apresentados aos alunos também os Objetos Virtuais de Aprendizagens (OVAs) de forma a criar um cenário

prático mesmo de modo remoto, orientando-os quanto à finalidade de forma a simular a aplicação dos conteúdos citados durante a apresentação e até mesmo de conteúdos prévios relacionados ao emprego da química.

Após a explicação, foi aplicado um *quiz* interativo de forma a dinamizar e interpretar o aprendizado dos alunos, com questões envolvendo graus de complexidade diferente trazendo a contextualização dos mesmos. Nos desafios e sobre a temática de saneantes no tempo de pandemia, também foram expandidos na apresentação e no *quiz* questões acerca de condutas e ações com objetivo de contemplar as questões e relações da química com os demais conteúdos, principalmente no âmbito da saúde. A Tabela 1 foi realizada com base na aplicação do *Quiz*, cuja plataforma ao qual foi realizado nos demonstra resultados em porcentagem de forma instantânea possibilitando a análise dos mesmos.

Com os resultados advindos do *Quiz* foi possível ver o posicionamento na forma de abordagem das apresentações e dos materiais metodológicos impactando as respostas, mesmo em uma prática dinâmica associada a alternativas. A dinâmica em sua contribuição trouxe a aqueles que podiam apresentar dúvidas ou deslizes quanto a alguns conceitos apresentados pelos alunos, possibilitando observar através dos valores absolutos que diversas metodologias e aplicações são ferramentas úteis ao aprendizado e associação. No contexto do ensino tradicional, modelos evidenciados em diversas instituições pautados em metodologias seguindo a objetividade vêm se demonstrando uma alternativa limitada frente a concepção de educação contemporânea como descreve Laburú, Silva e Vidotto (2005). Desta forma, reconhecer o papel não só dos profissionais de educação, como a participação da comunidade científica na construção de metodologias e emprego do aprendizado, preparando assim a enfrentar desafios associados à humanidade, visto os obstáculos e as dificuldades frente à pandemia da COVID-19.

**Tabela 1:** Resultados encontrados pelas respostas dos alunos na aplicação do *Quiz*.

Perguntas do <i>Quiz</i>	Resposta principal	Porcentagem (%) 9º ano
Qual das opções NÃO é um saneante?	Creme Dental	63
Qual recomendação está correta quanto ao uso e armazenamento de saneantes?	Guardar produtos saneantes bem longe de alimentos, bebidas e outros.	68
Em caso de ingestão de produtos de limpeza, deve-se provocar o vômito?	FALSO	63
Deve haver no rótulo do produto saneante, EXCETO:	A descrição das reações químicas na preparação dos produtos saneantes	57
O álcool 70% tem a melhor concentração para ação de desinfecção?	VERDADEIRO	68
Qual máscara é mais eficaz?	PPF2 - N95	68
Diluir a água sanitária é importante por conta da formação do ácido hipocloroso, que tem efeito contra microrganismos?	VERDADEIRO	73
É preciso reutilizar embalagens de saneantes em casa para diminuir a produção de plástico no meio ambiente?	VERDADEIRO	89
É correto utilizar produtos de limpeza após passar o prazo de validade?	FALSO	100
Sobre misturar diversos produtos de limpeza...	É recomendado, pois aumenta o poder de limpeza	52

Fonte: Os Autores (2021).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise e a interpretação dos resultados direcionam a importância e a relevância de assuntos amplamente discutidos nas instituições de ensino superior e que contemplam as necessidades sociais, de forma que nem sempre a educação básica ofertada à população consegue atribuir ou incluir. O projeto está em continuidade e buscando melhorias através de revisões na literatura, justificando a importância do arcabouço literário e o incentivo à produção acadêmica a fim de contemplar e atuar no cotidiano dos alunos. A química e suas aplicações em tempos de pandemia ressaltam uma preocupação internacional frente ao uso irracional de substâncias químicas, principalmente ao avaliar os riscos oferecidos em função da toxicidade relativa às concentrações e manuseio (SANTOS *et al.*, 2011). Posto isso, possibilitar a projeção quanto ao cenário atual em razão do uso racional e orientado sobre a variedade de produtos de

uso sanitário compõe a importância de ações e o incentivo às práticas extensionistas em razão aos benefícios a curto, a médio e em longo prazo para a sociedade.

## REFERÊNCIAS

ALVES, I. F. R. D. *et al.* A Química dos Saneantes como Medida de Prevenção a Covid-19. **Revista da Semana Acadêmica do Curso de Medicina da UFFS**, Chapecó, 4 (4), 2021. Disponível em: <<https://portaleventos.uffs.edu.br/index.php/SAM/article/view/15080/9833>>. Acesso em: Jun, 2021.

ANVISA. **NOTA TÉCNICA N° 47** (SEI nº 1003280), RJ, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/arquivos-noticias-anvisa/586json-file-1>>. Acesso em: Jun, 2021.

AQUINO, E. M. L. *et al.* Medidas de distanciamento social no controle da pandemia de Covid-19: potenciais impactos e desafios no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva** [online], 25 (1), p. 2423-2446, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-81232020256.1.10502020>>. Acesso em: Jun, 2021.

BERRIÓS C. F. *et al.* Prevención y medidas de protección frente a la infección por SARS-COV-2. **Neumol. Pediatr.** [En línea], 15 (2), p. 308 – 316, 2020.

BRASIL, Ministério da educação. **Agenda territorial de EJA**, 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/m/item/weekly-epidemiological-update-on-covid-19---8-june-2021>>. Acesso em: Jun, 2021.

FREITAS, A. R. R.; NAPIMOGA, M.; DONALISIO, M. R. Análise da gravidade da pandemia de Covid-19. **Epidemiologia e Serviços de Saúde** [online], 29 (2), p. 1-5, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000200008>>. Acesso em: Jun, 2021.

LABURÚ, C. E.; SILVA, D.; VIDOTTO, L. C. Avaliação tradicional e alternativa no ensino: um estudo comparativo. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, 26 (1), p. 27-42, 2005. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/3795>>. Acesso em: Jul, 2021.

LIMA, M. L. S. O. *et al.* A Química dos Saneantes em Tempos de COVID-19: Você sabe como isso funciona? **Química Nova** [online], 43 (5), p. 668-678, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170552>>. Acesso em: Jul, 2021.

OLIVEIRA, D. A. Desenvolvimento e Aplicação de Sequencia Didática para o Ensino de Soluções Químicas com Enfoque na Temática Saneantes. 2018. 75f. **Dissertação** (Trabalho de conclusão de curso em Licenciatura em Química). Universidade Federal de Campina Grande. Cajazeiras. PB.

SANTOS, J. A. T. *et al.* Gravidade de intoxicações por saneantes clandestinos. **Texto & Contexto - Enfermagem** [online]. 20 (spe), p. 247-254, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-07072011000500031>>. Acesso em: Jul, 2021.



SILVA, Y. R. O. A construção dos CIEPS e da escolarização em tempo integral através da formação continuada em serviço: memórias de professores. 2009. 229 p. **Tese** (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP.

SOARES, K. H. D. *et al.* Medidas de prevenção e controle da covid-19: revisão integrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, 13 (2), p. e6071, 2021.

# CAPÍTULO 13

## UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS DE MINERAÇÃO DE DADOS PARA ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DAS PESSOAS EM UMA REDE SOCIAL COM O INTUITO DE DETERMINAR POSSÍVEIS INDÍCIOS DE SÍNDROMES SOCIOEMOCIONAIS

Alciano Gustavo Genovez de Oliveira  
Anderson Pazin  
Thiago Seti Patricio  
Ricardo Amauri Honorato  
Rafael Hamamura  
Maria da Graça Mello Magnoni  
Eduardo Martins Morgado

### RESUMO

Segundo a OMS (Organização Mundial da Saúde), o índice de síndromes socioemocionais que vem acometendo as pessoas teve aumento significativo. Pesquisas indicam que, entre 2010 e 2020, esse índice teve aumento de 24%. Alguns fatores que podem vir a contribuir para esse aumento são: não conseguir superar problemas emocionais, desmotivação devido a problemas familiares e/ou financeiros, cobrança excessiva por parte da sociedade com relação ao convívio social e considerando ainda o momento atual vivido pela sociedade, pode-se considerar as restrições impostas pela pandemia de Covid-19, também, como sendo um fator. Em muitos casos, só se percebe que uma pessoa está acometida a alguma síndrome socioemocional de forma tardia, em alguns deles, após o extremo que pode chegar ao suicídio. Quando tratada adequadamente, a pessoa, por muitas vezes volta a ter uma vida considerada normal e seu convívio social bem como, seu comportamento melhoram significativamente. Pensando nesse tipo de problema e associando ao alerta da OMS sobre o aumento significativo de pessoas acometidas a síndromes socioemocionais, este artigo, apresenta uma proposta de aplicação de técnicas de Mineração de Dados, a fim de analisar dados provenientes da utilização de uma Rede Social. A proposta consiste em utilizar uma Base de Dados gerada a partir das postagens de perfil público realizadas no *Twitter*. O processo de mineração dos dados obtidos, deve ser capaz de encontrar indícios de que uma ou mais pessoas possam estar acometidas a uma ou mais síndromes socioemocionais, em específico a Depressão, a Ansiedade e o Estresse. Para isso é utilizada uma ferramenta de Mineração de Dados conhecida por *SAS Enterprise Miner*. O método computacional, bem como o resultado dos testes são fundamentados em métodos estatísticos. Dessarte, pretende-se apresentar uma proposta para determinar se as pessoas estão sofrendo de algum tipo de síndrome socioemocional (Depressão, Ansiedade e Estresse) sem que ela saiba disso, evitando uma abordagem direta. A coleta, a mineração e a análise dos dados seguirão a Lei 13.709 que regulamenta a Proteção dos Dados Pessoais.

**PALAVRAS-CHAVE:** Síndrome Socioemocional. *SAS Enterprise Miner*. Mineração de Dados. Rede Social.

### 1. INTRODUÇÃO

Estudos realizados pela Organização Pan Americana da Saúde, que atua em parceria com Organização Mundial da Saúde (OMS), determinaram que uma grande parcela dos problemas de saúde mental começa na adolescência. As pessoas passam a conviver com esses problemas na vida adulta e na maioria dos casos sem perceberem. Problemas como a Depressão e a Ansiedade podem vir a contribuir para que as pessoas possam desenvolver quadros clínicos e sintomas frequentes de irritabilidade, de frustração ou episódios de raiva excessivos e de difícil controle, podendo, ainda, levar ao suicídio.

Conforme uma pesquisa divulgada pelo Instituto Nacional de Saúde dos Estados Unidos no ano de 2019, uma em cada três pessoas, deverá sofrer de algum transtorno relacionado à Ansiedade. Vale destacar que os transtornos gerados pela dificuldade em gerir as emoções podem ser profundamente incapacitantes e trazer sérios problemas as pessoas, visto que, provavelmente, distúrbios emocionais podem contribuir para afetar o estado geral de saúde delas.

Segundo Zacharias (2020), o desenvolvimento e a manutenção de grande parte dos hábitos sociais e emocionais são importantes para a boa saúde mental. Sendo assim, devem ser adotados padrões de sono saudáveis, realização regular de exercício físico e o desenvolvimento de habilidades que possibilitam o gerenciamento de dificuldades.

Segundo Zacharias (2020), a ausência de tratamento da saúde mental pode provavelmente, gerar um grande impacto no desempenho educacional, pessoal e profissional, aumentando o risco do consumo de álcool ou drogas pelas pessoas, além de, poder gerar comportamento violento.

Consoante a Organização Mundial de Saúde (OMS), a maioria dos transtornos mentais que afetam as pessoas não é diagnosticada e nem tratada, e os sintomas por muitas vezes são prescindidos pelos familiares. Essa é uma realidade que desafia os gestores de saúde pública nos países desenvolvidos, em desenvolvimento e subdesenvolvidos.

Segundo Zacharias (2020), no Brasil, os números chamam a atenção para a intrínseca relação entre os casos confirmados de distúrbios mentais e a evolução para o suicídio. A prevenção começa com a detecção dos primeiros sinais e/ou sintomas de alerta de um transtorno mental. Sendo assim, é importante que seja realizado investimento em criar um apoio psicossocial que pode vir a ser oferecido em Centros de Saúde e outros ambientes comunitários. O treinamento de profissionais de saúde para a detecção e gerenciamento de transtornos de saúde mental também pode ser implementado, aprimorado ou ampliado.

Todo esse contexto foi pesquisado, entendido e analisado para que fosse possível elaborar a proposta desse trabalho. A ideia principal desse trabalho é apresentar uma proposta de utilização das técnicas e métodos de Mineração de Dados, para um possível diagnóstico realizado de forma não intrusiva, para tentar diagnosticar síndromes socioemocionais, tais como: Depressão, Ansiedade e Estresse.

A ferramenta utilizada para a Mineração de Dados é conhecida por *SAS Enterprise Miner*, a base de dados foi gerada por meio do *download* de postagens realizadas no *Twitter*

durante alguns dias entre os meses de novembro e dezembro de 2021. A base de dados foi gerada utilizando uma *API* (*Application Programming Interface*) ou em português, Interface de Programação de Aplicações.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

São apresentados os conceitos de Descoberta de Conhecimento em Banco de Dados (KDD), de Mineração de Dados e de Redes Sociais; além de pesquisa bibliográfica sobre Transtornos Emocionais, com o intuito de que consigam ser entendidos os sintomas e o perfil comportamental de pessoas que possam estar sofrendo de Depressão, Estresse e Ansiedade. Por fim, é apresentada a ferramenta utilizada para a Mineração de Dados.

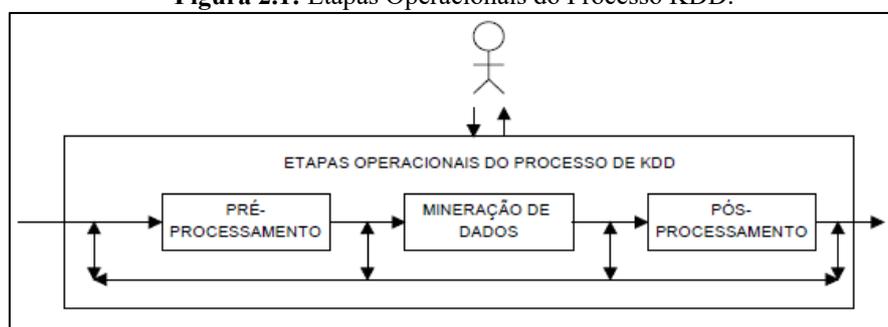
### 2.1. Descoberta do conhecimento em banco de dados

A descoberta do Conhecimento em Banco de Dados, também conhecida por *KNOWLEDGE DISCOVERY DATABASE* (KDD), é o processo que tem como principal objetivo extrair conhecimento de uma ampla base de dados.

Segundo Fayyad *et al.* (1996), a extração de conhecimento, a partir de uma base de dados, consiste em um processo de identificação de padrões válidos, novos, potencialmente úteis e compreensíveis embutidos nos dados.

De acordo com Goldschmidt e Passos (2005), o processo de Descoberta de Conhecimento em um Banco de Dados pode ser definido como um processo composto por várias etapas operacionais. Por meio da figura 2.1, é possível observar a configuração resumida das etapas operacionais realizadas em processos de Descoberta de Conhecimento em Banco de Dados.

**Figura 2.1:** Etapas Operacionais do Processo KDD.



Fonte: Brachman e Anand (1996).

Conforme expõe Brachman e Anand (1996), a primeira etapa é o pré-processamento em que são ensejadas as funções de compreensão, a organização e o tratamento dos dados, com a finalidade de prepará-los para a etapa seguinte, que consiste na Mineração de Dados.

Na etapa de Mineração de Dados é executada uma busca por informações e conhecimentos importantes no ambiente da aplicação do Processo de Descoberta de Conhecimento.

Por último é realizado o pós-processamento, que engloba o tratamento das informações e do conhecimento obtidos com a Mineração de Dados, com o objetivo de proporcionar a avaliação do benefício do conhecimento descoberto.

## **2.2. Mineração de dados**

A Mineração de Dados, também conhecida por *Data Mining*, é uma área de estudo que contribui para o processo de Descoberta de Conhecimento em Bancos de Dados e pode ainda ser utilizada e estudada separadamente. Ela possui diversas técnicas e, por conseguinte, é capaz de realizar diversas tarefas a partir de uma Base de Dados.

Segundo Parthasarathy (2007), o campo da Mineração de Dados é uma área de estudo que surgiu no final dos anos 80 como uma nova disciplina da Computação. A Mineração de Dados tem se desenvolvido e ganhado espaço no tratamento de diversos problemas em que é necessária a busca por padrões por meio do cruzamento de informações que, em sua maioria, estão dentro de grandes volumes de dados, sendo esses agrupados em um servidor ou distribuídos por meio da computação em nuvem.

Conforme Sumathi e Sivanandam (2006), a Mineração de Dados combina técnicas de diferentes áreas, como: estatística, inteligência artificial, aprendizagem de máquina e tecnologia de gerenciamento de base de dados para lidar com questões teóricas e práticas da extração de conhecimento, padrões e relacionamentos em grandes volumes de dados.

De acordo com Fayyad *et al.* (1996), a Mineração de Dados não é um processo trivial. Esse processo consiste na habilidade de identificar, nos dados, os padrões válidos, potencialmente úteis e compreensíveis, envolvendo métodos estatísticos, ferramentas de visualização e técnicas de inteligência artificial.

### **2.2.1. Técnicas de mineração de dados**

Consoante o expõe de Rodrigues (2000), existem diversas técnicas de Mineração de Dados que, ao serem aplicadas, devem ser capazes de produzir bons resultados, transformando dados em conhecimento útil e favorecendo as práticas baseadas em evidências. São várias as técnicas existentes; entretanto, são citadas as mais utilizadas: Rede Neural Artificial, Árvore de Decisão, Algoritmos Genéticos (AGs), Lógica Nebulosa (Lógica *Fuzzy*) e Análise Estatística.

### 2.2.2. Tarefas em mineração de dados

Quando se fala em “tarefa” e esta é relacionada à Mineração de Dados, o que se deve entender é que tarefa é um tipo de Mineração de Dados com um propósito particular, do qual existem diversas ou até dezenas de implementações distintas por meio de vários algoritmos. Os algoritmos são divididos pelas tarefas levando em consideração o objetivo da implementação; ou seja, os algoritmos de uma mesma tarefa possuem a mesma finalidade.

Devido ao fato de que a Mineração de Dados vem sendo desenvolvida para que possa ser aplicada a diferentes fins, as tarefas também estão sendo diversificadas cada vez mais.

O propósito de se diversificar as tarefas é de poder oferecer diversas formas para extrair diferentes tipos de conhecimento. Dessa forma é necessário que antes do início do processo de Mineração de Dados, seja realizada a escolha da tarefa e do algoritmo a serem utilizados, para que os resultados possam estar de acordo com o que foi proposto.

Após estudo bibliográfico, foi possível determinar que existem diversas tarefas utilizadas para a Mineração de Dados e que todas elas descrevem o tipo de Mineração utilizada. Por exemplo, a utilização de uma técnica requer a escolha de uma tarefa que, em harmonia, são capazes de explicar qual objetivo da aplicação da Mineração de Dados para solucionar um determinado problema. Com a conclusão dos estudos, foi possível obter informações suficientes para apresentar algumas das principais tarefas utilizadas na Mineração de Dados, são elas: Classificação, Agrupamento, Predição, Redes Bayesianas, Análise Discriminante e Análise Exploratória.

### 2.3. Redes Sociais

O termo Redes Sociais difere do termo Rede; ou seja, cada um tem sua própria definição. Considerando que Rede Social é um termo com definição própria e única, e que o termo Rede pode ser ramificado para Rede de Computadores, Redes de Comunicação de Dados, Rede Elétrica, entre outros, é necessário deixar explícito que existe uma separação entre eles.

Em concordância com Silva e Ferreira (2007), uma Rede Social é um conjunto de pessoas, empresas ou qualquer outra entidade socialmente criada, interligadas por um conjunto de relações sociais, tais como: amizade, relações de trabalho, trocas comerciais ou de informações. Dessa forma, Rede Social pode ser definida como uma estrutura social composta por indivíduos, organizações, associações, empresas ou outras entidades sociais, com a finalidade de desenvolver relações que podem ser de amizade, familiares, comerciais, sexuais,

entre outros. Dentro dessas relações é possível, ainda, compartilhar crenças, informação, poder, conhecimento, prestígio, entre outros.

### **2.3.1. Redes sociais digitais**

Uma das formas de participação em uma Rede Social é via ferramentas digitais, partindo desse princípio, é possível associar a Internet como sendo um canal de comunicação que interliga pessoas, organizações, associações, empresas ou outras entidades sociais, oferecendo a eles um canal de comunicação instantâneo que pode ser capaz de interligar o mundo todo. Esse canal tem como tendência de crescimento conforme o desenvolvimento da população.

Segundo Torres (2009), é necessário saber quais são as ferramentas disponíveis na Internet e utilizá-las da maneira mais adequada. Um exemplo desse movimento são as Redes Sociais Digitais que se caracterizam por permitir a criação e o compartilhamento de informações e conteúdos pelas pessoas e para as pessoas, nas quais o consumidor é ao mesmo tempo produtor e consumidor da informação. Tais redes recebem o nome de Redes Sociais porque são sociais, livres e abertas para colaboração e interação de todos e porque são mídias; ou seja, meios de transmissão de informações e conteúdo.

Para o uso e participação de uma pessoa de forma efetiva em uma Rede Social Digital, basta que ela tenha um dispositivo eletrônico com acesso à Internet. São exemplos de dispositivos eletrônicos que podem ser utilizados para essa finalidade: computadores, *notebooks*, *Tables*, aparelhos celulares, televisores, *Netbooks*, entre outros.

Existem diversas Redes Sociais Digitais que são utilizadas por pessoas e empresas pelo mundo todo. São citadas neste artigo as mais utilizadas, levando em consideração a quantidade de usuários no Brasil, são elas: *Twitter*, *Facebook*, *Whatsapp*, *Messenger*, *YouTube*, *TikTok* e *Linkedin*.

### **2.4. Transtornos emocionais**

O Transtorno Emocional pode ser considerado como uma modificação da saúde mental de uma pessoa e tem por principal característica gerar uma queda no bem-estar dela. O Termo Transtorno Emocional é utilizado para representar uma ou diversas alterações que ocorrem no funcionamento da mente de um indivíduo, afetando o seu humor, raciocínio, comportamentos, atitudes, bem como o desempenho, tanto na vida pessoal, quanto na profissional.

O Transtorno Emocional vem sendo tratado com seriedade pela área da saúde, sendo que, se transformou em uma das principais causas de incapacitação e afastamento do trabalho no Brasil nos últimos anos. Os dados que comprovam isso são da Organização Mundial da

Saúde (OMS), que após análise estatística dos dados coletados, determinou que só no Brasil em 2019, 12 milhões de pessoas sofreram de Depressão e 18,6 milhões tiveram Ansiedade. Isso fez com que a preocupação do Governo Federal e dos Governos Estaduais em oferecer métodos de diagnóstico e de tratamento aumentasse muito em relação ao que foi investido nos anos anteriores a 2019.

Para a realização dos testes, foram considerados três Transtornos Emocionais, sendo esses, os que estão mais associados a proposta desse artigo, são eles: Depressão, Estresse e Ansiedade.

## **2.5. Ferramentas de mineração de dados**

Devido à intensificação na realização de pesquisas em Mineração de Dados, diversos algoritmos e ferramentas têm surgido para essa finalidade. Com isso, passou a existir uma grande oferta de ferramentas para Mineração de Dados em ambiente livre e gratuito com código fonte aberto, entre elas destacam-se: *Weka, Mahout, Orange Data Mining, Rapid Miner, Tanagra, Keel, R Studio*, entre outras.

Em contrapartida existem ferramentas de ambiente livre e gratuito, além de, aplicações proprietárias, que por sua vez, possuem várias soluções e algoritmos de Mineração de Dados incorporadas em ferramentas de *business intelligence*, que são desenvolvidas por diversas empresas com foco em soluções que utilizam a Tecnologia da Informação por exemplo: Oracle, Microsoft, SAS, entre outras.

Mesmo diante de diversas soluções, a escolha pela ferramenta mais adequada e que pode gerar resultados consistentes, deve ser fundamentada na identificação de qual estratégia algorítmica melhor se adequa ao contexto, problema e questão. Para a realização dos testes, foi utilizada a ferramenta de Mineração de Dados *SAS Enterprise Miner*.

### **2.5.1. SAS Enterprise Miner**

O *SAS Enterprise Miner*, de forma resumida, é indicado pela SAS quando se deseja criar modelos analíticos precisos, com alto nível de confiança nos resultados obtidos. Ele é muito utilizado quando se deseja Minerar Dados, realizar comparações e tabular resultados em grandes volumes de Dados.

O *SAS Enterprise Miner* simplifica o processo de Mineração de Dados, para que seja possível criar modelos analíticos preditivos e descritivos precisos em grandes volumes de Dados.

A ferramenta de Mineração de Dados *SAS Enterprise Miner* possui diversas técnicas e tarefas que podem ser utilizadas para a Mineração de Dados. Porém, a escolha de qual técnica e tarefa utilizar, deve ser fundamentada nas características da Base de Dados e no tipo de informações que se deseja obter com o resultado da Mineração dos Dados.

## 2.6. Lei geral de proteção aos dados - Lei nº 13.709/2018

A Base de Dados utilizada para a realização dos testes, foi obtida por meio de download de conteúdo postado na Rede Social conhecida por *Twitter*, esse *download* foi realizado de forma consentida pela empresa detentora dos direitos Autorais do *Twitter*.

O *download* foi realizado por meio de uma API, sendo ela utilizada como uma ferramenta de busca e organização de Dados em Redes Sociais. Essa API é conhecida por *Facepager*. O *Facepager* permite que após *Login* na ferramenta, sendo esse o mesmo *login* de acesso utilizado para acessar a Rede Social escolhida, seja autorizado o *download* das postagens de perfil público bem como, de algumas informações relacionadas as postagens, tais como, data, mensagem postada, quantidade de visualizações, entre outras informações. Com isso foi gerada uma Base de Dados de aproximadamente cento e nove mil registros divididos em quatro buscas realizadas em datas diferentes que ocorreram nos meses de novembro e dezembro de 2021. Para cada data de busca foram selecionadas as postagens realizadas naquela data e somente no Brasil. Para as buscas, foram utilizadas três palavras-chaves, são elas: Depressão, Estresse e Ansiedade.

## 3. METODOLOGIA

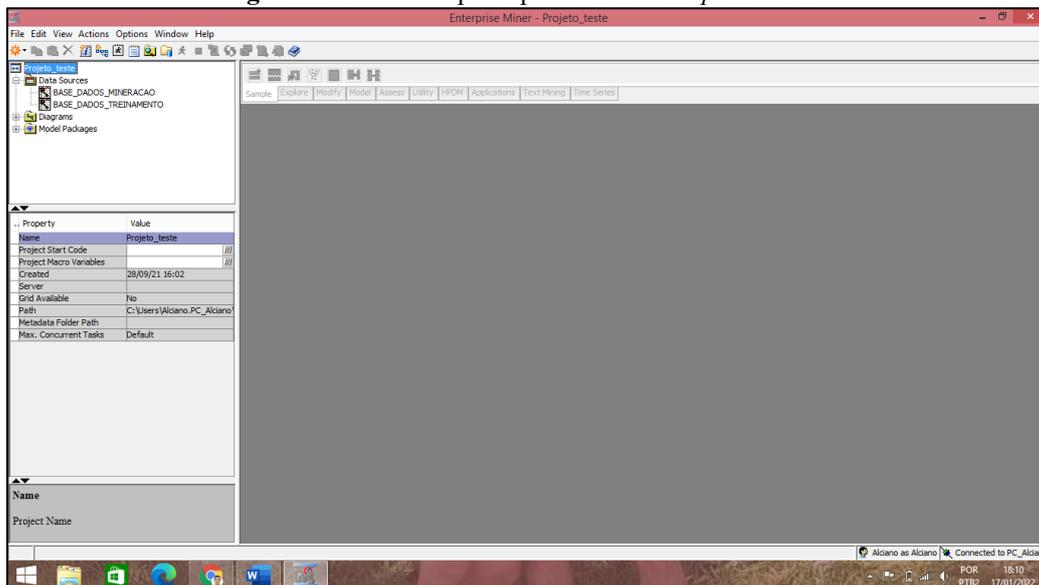
Depois de todo o estudo bibliográfico realizado para nortear a proposta desse artigo, é o momento de descrever a metodologia utilizada para validar essa proposta. Todo o processo para a realização dos testes de Mineração dos Dados e por conseguinte, a análise dos resultados obtidos, está descrito na ordem em que cada etapa foi pensada e por consequentemente, realizada.

Inicialmente, foi necessário determinar a ferramenta que seria utilizada para a Mineração de Dados. Foi escolhido o *SAS Enterprise Miner*. Essa escolha está vinculada a uma parceria estabelecida entre a Unesp de Bauru, via LTia (Laboratório de Tecnologia da Informação Aplicada) e a Empresa SAS "*Statistical Analysis System*".

A SAS é uma empresa pioneira em *Business Intelligence* e de uma família de softwares gerenciadores de bancos de dados comercializados por ela. A empresa se chamava *SAS Institute*

até 2001, a partir de então teve seu nome alterado para somente *SAS*. Por meio da Figura 3.1 é possível visualizar a interface principal do *SAS Enterprise Miner*.

**Figura 3.1:** Interface principal do *SAS Enterprise Miner*.

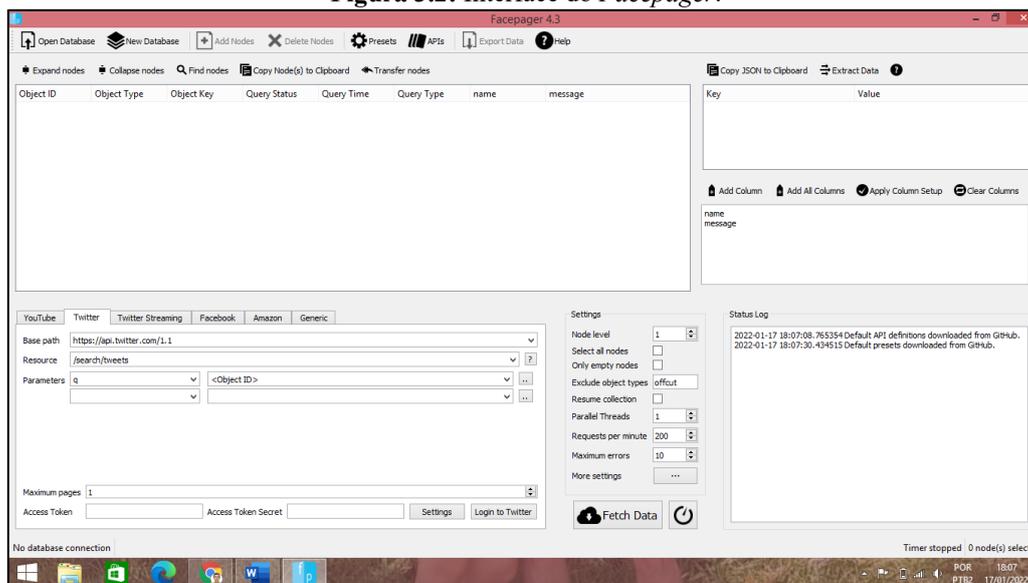


Fonte: Autoria própria (2022).

A rede social escolhida foi o *Twitter*. Essa escolha foi fundamentada na Lei Geral de Proteção dos Dados (LGPD). Após a LGPD entrar em vigor e sofrer algumas alterações que entraram em vigor em quatorze de agosto de 2020, diversas outras Redes Sociais deixaram de permitir o acesso aos Dados públicos mesmo que estes sejam de perfil público. Isso se tornou uma dificuldade com relação a conseguir obter uma base de Dados de postagens realizadas dentro de uma Rede Social e que essa análise estivesse respaldada por parâmetros legais.

No caso do *Twitter*, existe uma API conhecida pelo nome de *Facepager* que conforme as diretrizes da LGPD, permite o *download* das postagens de perfil público. Para conseguir fazer o *download* das postagens é necessário que se tenha uma conta de usuário no *Twitter* e toda vez que um acesso ao *Twitter* é realizado via *Facepager* fica registrado o usuário que solicitou acesso ao *Download* das postagens. Por meio da figura 3.2 é possível visualizar a interface principal do *Facepager*.

Figura 3.2: Interface do *Facepager*.



Fonte: Autoria própria (2022).

O maior problema em acessar outras Redes Sociais é que ou, não é permitido o acesso à Rede Social ou não permite utilizar como parâmetros de busca, uma ou mais de uma das palavras-chaves utilizadas que foram: Depressão, Estresse e ansiedade.

A Base de Dados foi gerada a partir de *downloads* realizados em datas distintas e de escolha aleatória, isso porque o *Facepager* realiza o *Download* das postagens realizadas durante as últimas vinte e quatro horas a contar da data e hora da solicitação de busca. As coletas de Dados foram realizadas nos dias 25 de novembro de 2021, 02 de dezembro de 2021, 05 de dezembro de 2021 e 08 de dezembro de 2021 sempre por volta das 17 horas.

No total, considerando as quatro datas, foi gerada uma Base de Dados com 109.093 registros. Os registros gerados foram organizados de forma automática pelo *Facepager* em um arquivo de formato CSV com leitura realizada via *Microsoft Excel*. Por meio da figura 3.3, é possível visualizar o cabeçalho da Planilha do Excel com os títulos de algumas das colunas e alguns de seus respectivos Dados.

**Figura 3.3:** Base de Dados em formato CSV.

Data_pesquisa	Data_hora_postagem	texto	sigla_idioma	origem_postagem	nome_usuario	apelido_usuario	localizacao_usuario
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:35:04 +0000 2021	RT @caiozits: Venom 2 é uma farofada tão go	pt	<a href="http://twitter.com/cannye (taylor's version)	cherriesnkiwis	ela/dela/she/her	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:35:04 +0000 2021	Que calor que sono que depressão que prec	pt	<a href="http://twitter.com/cdoce tangerina	entoaenataluke		
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:35:02 +0000 2021	@shysmimo você acabou de me deixar com	pt	<a href="http://twitter.com/cJulia	sourtw	Baby, I'm dancing in the c	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:59 +0000 2021	q depressão eh essa	pt	<a href="http://twitter.com/cFreitaz <sup>zf</sup>	wfreitaz7	Manaus, Brasil	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:58 +0000 2021	RT @lavi_rocha: Cada dia mais vendo meu p	pt	<a href="http://twitter.com/cgod's perfect killing ma	savethekittycat	Fire Nation	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:57 +0000 2021	ainda com um pouco de depressao mas cor	pt	<a href="http://twitter.com/cgui	glhrmcstr	Brasilia	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:55 +0000 2021	SAIU O TRAILER DE MSHD NUNCA TIVE DEF	pt	<a href="http://twitter.com/cvô noca jogando tarot	angstyandgore		
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:52 +0000 2021	RT @amauariitigijj: depois que alguém falc	pt	<a href="https://mobile.twitter.com/fisólofo	pedroquemia	santa cruzes, rio de janod	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:52 +0000 2021	apaga isso tem gente q passa mal tem gen pt	pt	<a href="http://twitter.com/cbea	heybribz	wfp	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:48 +0000 2021	Quando eu tô triste e só colocar mtg no ta pt	pt	<a href="http://twitter.com/cA	zaidan0601	Betim, Brasil	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:43 +0000 2021	RT @frotgales : To com depressao fiz a pri	pt	<a href="http://twitter.com/cg	smtvpostagem		
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:39 +0000 2021	@erenwebsite @ITADORICAT manoooooooo	pt	<a href="http://twitter.com/cmax	chuyuaepeitos	🇧🇷 ( ele/dele ) ; que les	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:38 +0000 2021	Depressão ;) https://t.co/WILCT21KAN	pt	<a href="http://twitter.com/cPeituda Metida	EliSuaAmiguinha	Porto Seguro, Brasil	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:34 +0000 2021	zhongli e xiao back-to-back e vamos de de pt	pt	<a href="http://twitter.com/cs	peekabyul	marcela razão do meu viv	
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:34 +0000 2021	comi um ovo hj de manhã, to até agora sei pt	pt	<a href="http://twitter.com/cnic	monicafelii		
2021-11-25 13:37:13.3	Thu Nov 25 16:34:33 +0000 2021	RT @wooyospace: — fim da thread. espero pt	pt	<a href="http://twitter.com/ckira 🇧🇷 WOORYOUNG D/w00s4ns	ee. 🇧🇷 ( s.her ) ; que les		

Fonte: Autoria própria (2022).

Para que se possa realizar a Mineração dos Dados utilizando o *SAS Enterprise Miner* é necessário que a Base de Dados, esteja em um formato específico e compatível com ele. Para realizar a conversão da Base de Dados do formato CSV para o formato *SAS Data Set*, foi necessário utilizar outra ferramenta SAS, nesse caso foi utilizado o *SAS Studio*.

O *SAS Studio*, possibilitou via programação em linguagem própria dos sistemas SAS, converter os Dados que estavam no formato CSV para o formato *SAS Data Set*. A integridade dos Dados precisou ser verificada e validada. Por meio da figura 3.4, é possível visualizar o cabeçalho da planilha que representa a Base de Dados gerada pelo *SAS Studio* com os títulos de algumas das colunas e alguns de seus respectivos Dados.

**Figura 3.4:** Amostra da Base de Dados no formato *SAS Data Set*.

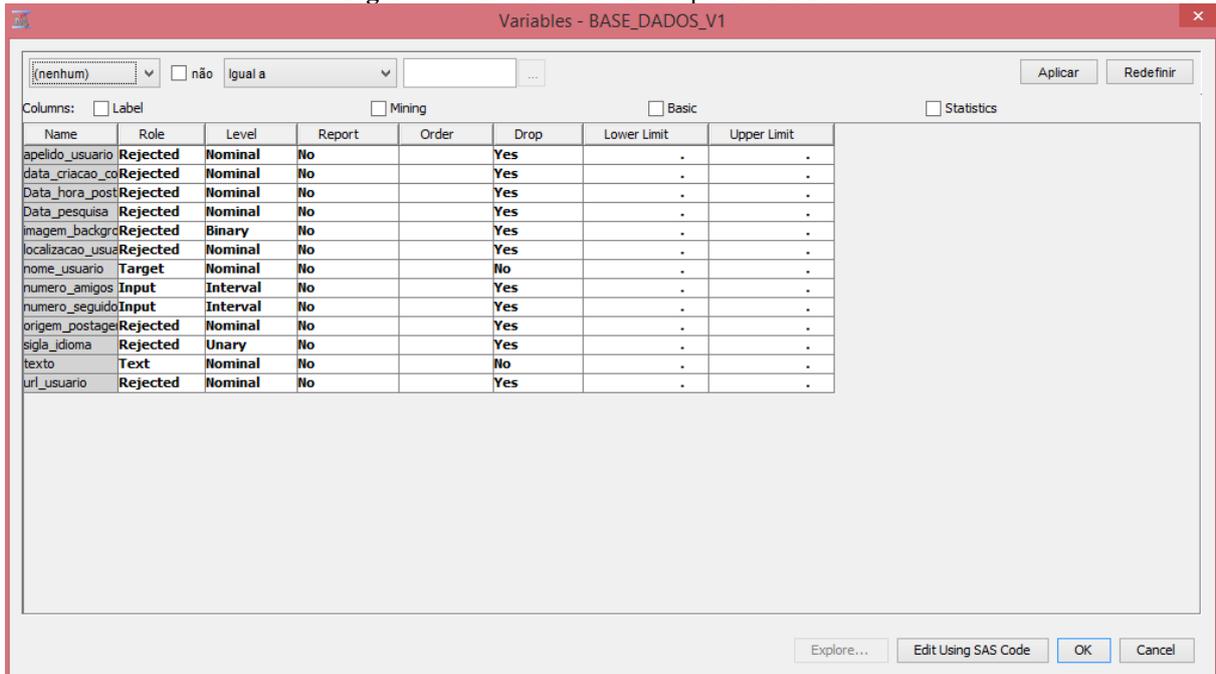
	Data_pesquisa	Data_hora_postagem	texto
1	2021-11-25 13:37:13.335526	Thu Nov 25 16:35:04 +0000 2021	RT @caiozits: Venom 2 é uma farofada tão go
2	2021-11-25 13:37:13.335526	Thu Nov 25 16:35:04 +0000 2021	Que calor que sono que depressão que prec
3	2021-11-25 13:37:13.335526	Thu Nov 25 16:35:02 +0000 2021	@shysmimo você acabou de me deixar com
4	2021-11-25 13:37:13.335526	Thu Nov 25 16:34:59 +0000 2021	q depressão eh essa
5	2021-11-25 13:37:13.335526	Thu Nov 25 16:34:58 +0000 2021	RT @lavi_rocha: Cada dia mais vendo meus a
6	2021-11-25 13:37:13.335526	Thu Nov 25 16:34:57 +0000 2021	ainda com um pouco de depressao mas cor

Fonte: Autoria própria (2022).

### 3.1. Mineração dos dados

O processo de Mineração de Dados tem estágios intermediários onde, é possível de forma prévia, ter uma análise dos Dados. A primeira análise dos Dados consiste em ao selecionar a Base de Dados a ser minerada com um duplo “click” sobre ela, ao realizar esse processo uma interface será aberta, essa interface pode ser visualizada na figura 3.5.

Figura 3.5: Interface de análise prévia dos Dados.



Fonte: Autoria própria (2022).

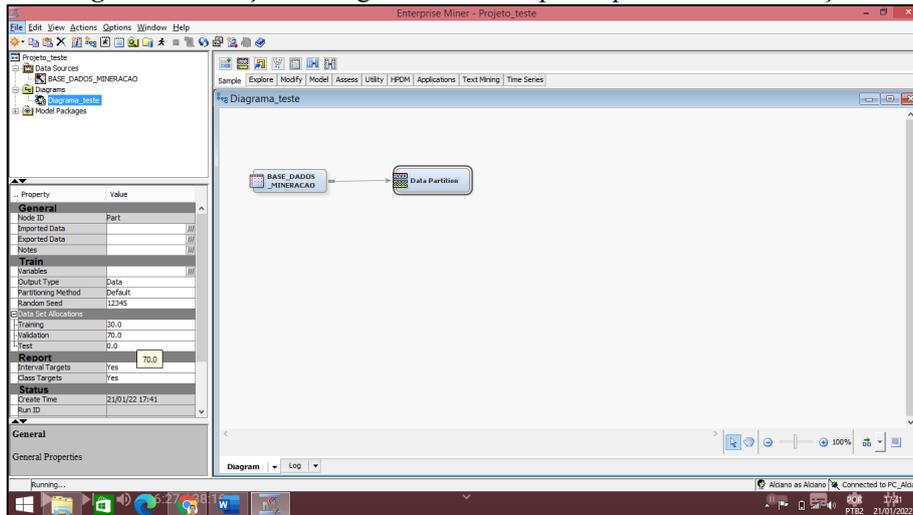
Por meio dessa interface, é possível determinar qual será a variável (coluna da tabela) que será utilizada como parâmetro para a resposta da Mineração, nesse caso ficou definido que a variável “nome\_usuario” será a referência para a resposta da Mineração, informando qual o nome do usuário que está relacionado às postagens que serão mineradas e que possuem a incidência de uma mais das seguintes palavras: Depressão, Estresse e Ansiedade. Para isso, na coluna “Role” a opção “input” foi alterada para “Target”.

É possível ainda, excluir variáveis (colunas da tabela) que por definição do Cientista de Dados não serão utilizadas para essa Mineração em específico. Para isso, na coluna *Drop*, basta alterar a palavra “No” para “Yes”, excluindo assim a coluna desse processo de Mineração em específico.

A próxima etapa consiste em montar um Diagrama de Blocos para que seja a referência para o processo de Mineração e inserir no início desse diagrama a Base de Dados.

Ao inserir a Base de Dados no início do diagrama, é necessário inserir um “nó” e em seguida um bloco em que é possível, criar uma Base de Dados para treinamento do Sistema. Para isso a Base de Dados foi particionada em setenta por cento dos Dados para Mineração e trinta por cento para treinamento do Sistema. Por meio da figura 3.6 é possível visualizar a interface de criação do diagrama de blocos e a Base de Dados inserida e o bloco de particionamento dos Dados. Nas opções de configuração à direita na imagem é possível visualizar o percentual de divisão da Base de Dados.

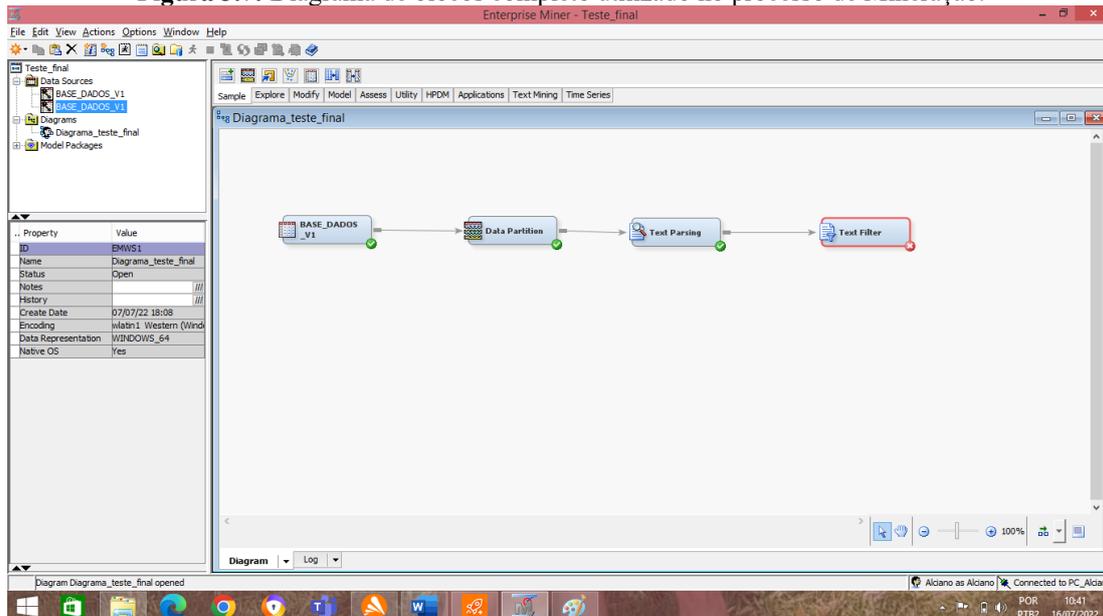
**Figura 3.6:** Criação do diagrama de blocos para o processo de Mineração.



Fonte: Autoria própria (2022).

Após essa etapa, é necessário inserir mais dois blocos ao modelo de Mineração de Dados a ser utilizado, sendo assim, são inseridos os blocos “Text Parsing” e “Text Filter” sendo que o “Text Parsing” é responsável por separar as cadeias de palavras em palavras uma a uma e com isso, o bloco “Text Filter” é capaz de Minerar as postagens em busca por palavras pré-estabelecidas, informando quais foram utilizadas por qual usuário em suas postagens, isso conforme as configurações que foram realizadas na Base de Dados. Por meio da figura 3.7 é possível visualizar o diagrama de blocos que foi utilizado para a Mineração dos Dados dentro das postagens de perfil público do *Twitter* em idioma português nos dias definidos nesse artigo e citados anteriormente.

**Figura 3.7:** Diagrama de blocos completo utilizado no processo de Mineração.



Fonte: Autoria própria (2022).

Com o resultado desse processo, foi possível obter quais usuários realizaram postagens e suas respectivas frequências de postagens, utilizando uma ou mais de uma das seguintes palavras: Estresse, Depressão e Ansiedade.

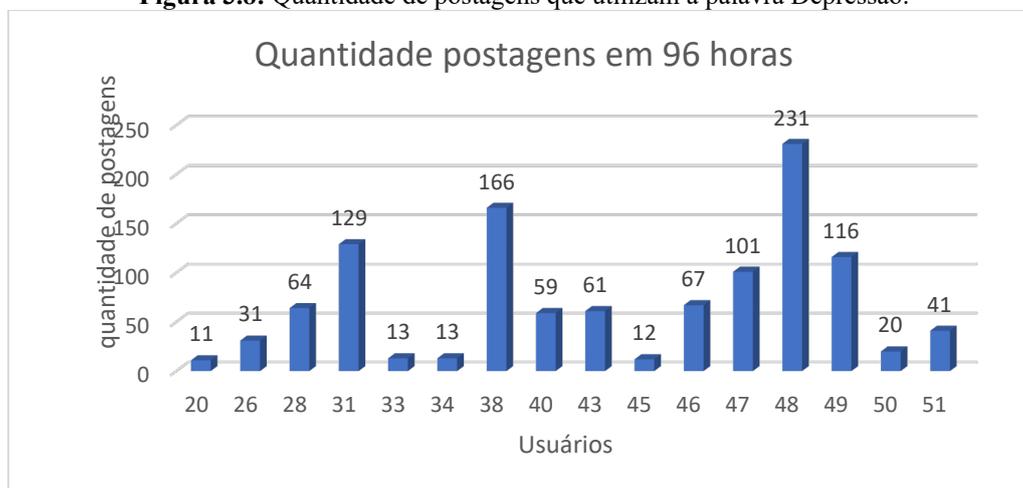
Os resultados foram tabulados e alguns gráficos foram gerados. A partir da análise deles foi possível geral algumas conclusões. Ressaltando que “links” de propaganda foram descartados.

### 3.2. Análise dos resultados

Antes de mais nada, é importante ressaltar que os Dados foram coletados em quatro dias diferentes e que a cada coleta, eram obtidos os registros de postagens de perfil público utilizando o idioma português para as últimas vinte e quatro horas totalizando 96 horas de coleta de Dados.

Para uma primeira análise, foi realizada busca por quantidade de postagens por usuário que contivesse a palavra depressão. Por meio da figura 3.8 é possível observar que para um total de 96 horas, alguns usuários têm quantidade de postagens que utilizam a palavra Depressão de forma bem acentuada. Outros usuários com quantidades menores de postagens foram desconsiderados.

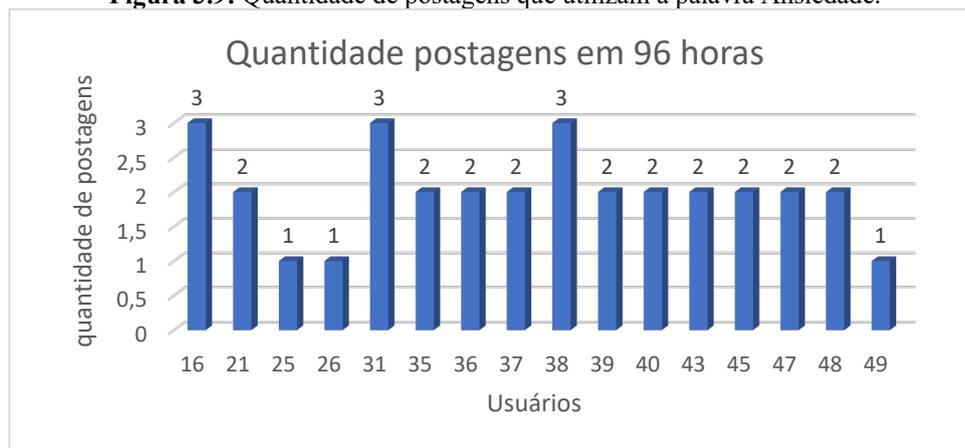
**Figura 3.8:** Quantidade de postagens que utilizam a palavra Depressão.



Fonte: Autoria própria (2022).

Para uma segunda análise, foi realizada busca por quantidade de postagens por usuário que contivesse a palavra Ansiedade. Por meio da figura 3.9 é possível observar para um total de 96 horas, as postagens por usuários que utilizam a palavra Ansiedade. Os demais usuários não utilizaram essa palavra em suas postagens.

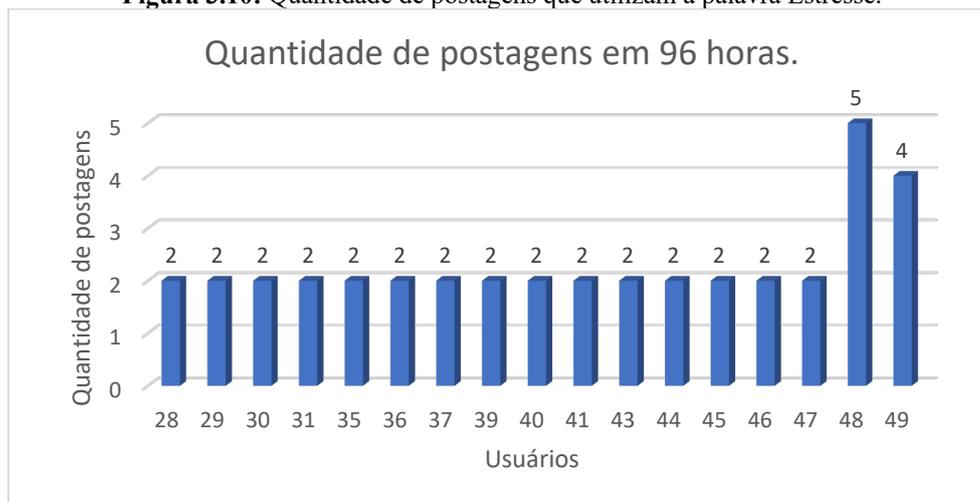
**Figura 3.9:** Quantidade de postagens que utilizam a palavra Ansiedade.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Em uma terceira análise, foi realizada busca por quantidade de postagens por usuário que contivesse a palavra Estresse. Por meio da figura 3.10 é possível observar para um total de 96 horas, as postagens por usuários que utilizam a palavra Estresse. Além desses usuários, alguns realizaram uma única postagem ou não realizaram postagens utilizando essa palavra.

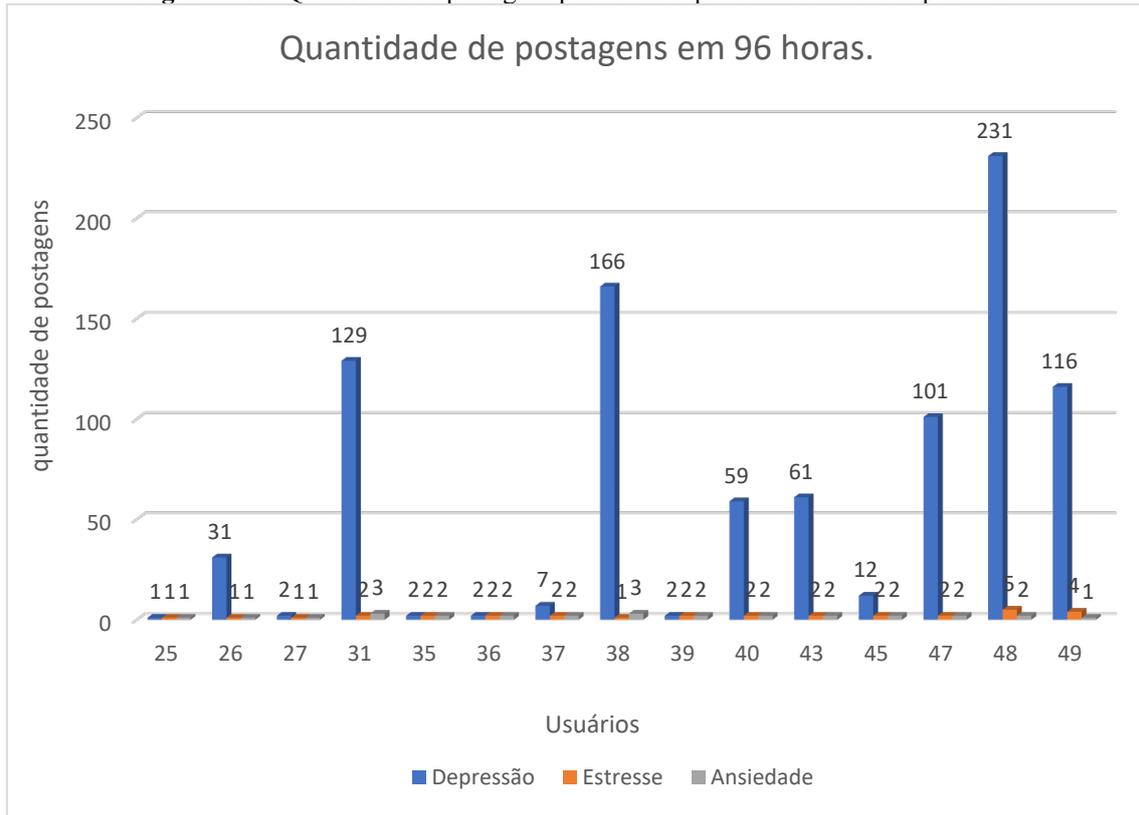
**Figura 3.10:** Quantidade de postagens que utilizam a palavra Estresse.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Em uma última análise, foi realizada busca pela quantidade de vezes em que as três palavras foram utilizadas por um único usuário em suas postagens. Por meio da figura 3.11 é possível observar para um total de 96 horas, as postagens por usuários e a quantidade de vezes que as palavras foram utilizadas nas postagens. Isso somente para os usuários que durante as 96 horas de coleta de Dados, fizeram uso das três palavras, não necessariamente juntas em uma única postagem.

**Figura 3.11:** Quantidade de postagens por usuário que utilizaram as três palavras.



**Fonte:** Autoria própria (2022).

Um resultado que pode ser considerado expressivo para apontar que alguns usuários precisam ser acompanhados por um especialista, é a quantidade de postagens realizadas por um mesmo usuário em 96 horas. Considerando que dentro desse período esse usuário precisou de noites de sono e provavelmente teve afazeres do dia a dia para realizar. No gráfico da figura 3.8, alguns deles têm a quantidade de postagens utilizando a palavra Depressão, muito além do considerado normal além da quantidade de postagens ser considerada excessiva.

Algo que chama a atenção é que foram coletadas 109.093 postagens que tivessem pelo menos umas das três palavras: Estresse, Ansiedade e Depressão. Todas as mensagens, em sua totalidade tiveram a presença da palavra Depressão.

A palavra Ansiedade foi a menos utilizada, e a palavra Estresse apareceu com pouco mais frequência, porém, nada que fosse inicialmente relevante para chamar a atenção na análise dos resultados da Mineração.

A palavra Depressão, foi a que mais chamou a atenção, pela popularidade de sua utilização e por sua repetição por alguns usuários.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após análise dos resultados obtidos, mesmo que estes sejam preliminares e que demandem de mais estudos e conseqüentemente de mais testes. Acredita-se que é possível utilizar técnicas e métodos de Mineração de Dados em bases de Dados de postagens de perfis públicos provenientes de Redes Sociais Digitais para tentar encontrar por meio de palavras-chave e frequência dessas palavras em postagens, indícios de que pessoas possam estar sendo acometidas a alguma síndrome socioemocional e que talvez, possam estar externando isso por meio das Redes Sociais Digitais, encorajadas por se sentirem seguras, acreditando que têm o anonimato preservado.

#### REFERÊNCIAS

BRACHMAN, R. J.; ANAND, T. **The Process of Knowledge Discovery in Databases**. The KDD Process for Extracting Useful Knowledge from Volumes of Data, 1996, p. 37-57.

FAYYAD, U. M.; PIATESKY-SHAPIRO, G.; SMYTH, P. **From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview**. In: Advances in Knowledge Discovery and Data Mining, AAAI Press, 1996.

GOLDSCHMIDT, R.; PASSOS E. **Data mining: um guia prático, conceitos, técnicas, ferramentas, orientações e aplicações**. São Paulo: Elsevier; 2005.

PARTHASARATHY, S. **Data mining at the crossroads: successes, failures and learning From Them**. Proceedings of the 13th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining, ACM 2007, 1053-1055, 2007.

RODRIGUES, R. J. **Information systems: the key to evidence based health practice**. Bull World Health Organ. 2000;78(11):1344-51.

SILVA, A.; FERREIRA, M. **Gestão do conhecimento e capital social: as redes e sua importância para as empresas**. Informação & Informação, Londrina, v. 12, n. esp., 2007.

SUMATHI S.; SIVANANDAM S. N. **Data mining trends and knowledge discovery, studies in computational intelligence (SCI)**. Springer-Verlag, 185–194, 2006.

TORRES, C. **A bíblia do marketing digital**. São Paulo: Editora Novatec, 2009.

ZACHARIAS, C. E. K. **QUAIS SÃO OS PRINCIPAIS PERIGOS À SAÚDE MENTAL DOS JOVENS NA ATUALIDADE?** Itapeçerica da Serra: Hospital Santa Mônica, 2020. *E-book* (26p.) color. Disponível em: <https://hospitalsantamonica.com.br/quais-sao-os-principais-perigos-a-saude-mental-dos-jovens-na-atualidade/#:~:text=Segundo%20a%20OMS%2C%20metade%20de,excessivos%20e%20de%20dif%C3%ADcil%20controle>. Acesso em: 10 fev. 2021.

# CAPÍTULO 14

## OS VAZIOS URBANOS E O CRESCENTE DÉFICIT HABITACIONAL NAS CIDADES BRASILEIRAS: O CASO DE FORTALEZA

Letícia Keroly Bezerra Alexandrino

### RESUMO

O trabalho proposto pretende tratar a relação entre a ausência de moradia adequada para a população de baixa renda, onde se encontra a maior parte em déficit habitacional, e o crescente significado da terra e da moradia como forma de enriquecimento, através dos vazios urbanos (terrenos ou edifícios), principalmente ao impor sobre este um valor de troca. A presença dos vazios urbanos é marcante no processo de urbanização da maioria das cidades brasileiras, e, nesse sentido, Fortaleza não foge à regra, uma vez que seu processo de urbanização é marcado pela presença de terrenos desocupados, mesmo nas áreas já parceladas. Todavia, só recentemente a questão dos vazios urbanos se tornou uma problematização, passando a ser incorporado nos Planos Diretores, especialmente, após a instituição do Estatuto da Cidade. A partir disso, alguns questionamentos surgiram: Como os vazios urbanos são tratados e compreendidos pelo poder público e na literatura acadêmica? Por que persistem tantos vazios urbanos nas cidades, ao considerar o elevado déficit habitacional? Para problematização da presença e persistência dos vazios urbanos, foi usado o significado da terra como uma forma de capital fictício, passando tais vazios urbanos a ter um “uso”: instrumento para gerar enriquecimento, uma aparente reserva de “valor” para os proprietários dos imóveis. Em decorrência da relevância do problema da presença e persistência dos “vazios urbanos” no contexto brasileiro, especialmente ao levar em consideração o déficit habitacional do país, entende-se a importância de abordar esse tema. Assim, a proposta deste trabalho tem como objetivo geral analisar a problemática dos vazios urbanos na cidade de Fortaleza frente ao crescimento do déficit habitacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Vazios urbanos. Edifícios vacantes. Déficit habitacional. Moderna propriedade. Capital fictício.

### 1. INTRODUÇÃO

Esse artigo tem embasamento nas problemáticas e reflexos que os espaços vazios e obsoletos causam dentro da sociedade, em uma comparação de dados, como, por exemplo, o déficit habitacional crescente, além de uma análise de planos e possíveis projetos dentro da metrópole de Fortaleza e no bairro em estudo.

Dentro desse contexto, é importante ressaltar que os centros urbanos, principalmente os das grandes metrópoles, passam por um processo contínuo de desvalorização, esvaziamento e de perda da sua dinâmica socioeconômica, sendo reflexo de um crescimento urbano acelerado que se interliga com a questão da especulação imobiliária, uma vez que, segundo Balbim e Campagner (2012), as estratégias do mercado imobiliário, que busca criar novas centralidades, procuram ocupar espaços vazios, como forma de potencialização do lucro. Ou seja, isso acarretou um espraiamento dessas áreas centrais, voltando os olhares para outros bairros que se consolidaram em uma melhor e mais moderna infraestrutura, se supervalorizando diante, principalmente, da classe média alta, o que gerou também uma segregação socio-espacial da

metrópole, uma vez que as classes de renda inferior procuraram nas franjas urbanas soluções de moradia.

Essa situação compromete além do valor histórico das áreas centrais, a sua economia local, uma vez que os espaços se tornam obsoletos, uma vez que esse processo de distanciamento é desinteressante, pois essas áreas já possuem infraestrutura, que passa a ser subutilizada, além de apresentarem uma localização privilegiada (ANDRADE, 2013).

A área passa por um processo de degradação e má utilização dos seus bens patrimoniais tanto edificações, áreas livres e mobiliários que os compõem, e de um crescimento de vazios urbanos edificados, que se conceituam segundo Borde (2006), como terrenos e edifícios vacantes que contrastam com o tecido urbano pelas condições de uso e ocupação (sem ocupação, sem uso ou subutilizados) e por não beneficiarem a coletividade, isto é, por não cumprirem sua função social, sendo um fenômeno só recentemente problematizado.

Assim, o artigo se desenvolve a partir do pressuposto que essas áreas centrais, como é o caso do objeto de estudo, o Centro de Fortaleza, possuem um grande potencial não só econômico, mas também social, histórico e habitacional, que segundo ANDRADE (2013) é interessante identificar esses espaços como um recanto de vitalidade urbana, oferecendo qualidade de vida e incentivando sua repovoação, pois o componente habitacional é um importante agente revitalizador. Em resumo, ressaltou-se as problemáticas no bairro tanto habitacionais com relação aos vazios edificados e a desvalorização local da área, estreitando uma análise relacional com os possíveis planos e projetos para área, além de tentar explanar uma visão sobre os potenciais do bairro.

A partir das análises e dos estudos, a proposta deste trabalho tem como objetivo analisar a problemática acerca dos vazios urbanos na cidade de Fortaleza frente ao déficit habitacional.

## **2. FORTALEZA E SEUS VAZIOS URBANOS**

A cidade de Fortaleza, capital do estado do Ceará que está situado na região Nordeste, é a quinta maior cidade em tamanho demográfico do país e a primeira do estado e que se encontra com uma população estimada de 2.643.247 habitantes e 2.452.185 habitantes segundo o último censo e compõe com quatorze municípios um aglomerado metropolitano, cerca de 50% da população cearense. Trata-se de um espaço com extensão de 314,930 km<sup>2</sup> e densidade de 7786,44 hab./km<sup>2</sup> (IBGE, 2012).

Tanto Fortaleza como muitas outras cidades tem uma problemática que são os chamados “vazios urbanos”, os quais são vistos como espaços, terrenos não edificados ou edificados

vazios ou subutilizados que acabam influenciando na função social e, respectivamente, na ociosidade dos espaços e no aumento da insegurança para os moradores locais ou visitantes. Muitos desses espaços acabam perdendo seu devido uso e se tornando subutilizados, devido ao crescente aumento de estacionamentos espalhados ao longo das cidades, principalmente dos bairros centrais.

Outro motivo para o crescente número de vazios nas áreas centrais está relacionado com a forte presença de infraestrutura, que, por se tratar de um bairro antigo, por ter sido o primeiro local de habitação da população, as pessoas se utilizam dessa necessidade básica para lucrar através da especulação imobiliária.

### **3. O CENÁRIO DOS CENTROS URBANOS - O CASO DO CENTRO DE FORTALEZA**

Grande parte das áreas centrais das metrópoles brasileiras possuem um ponto em comum que se intersecciona, em meio a linha histórica dessas localidades, que é a problemática do esvaziamento, a forma que os edifícios e espaços se tornam obsoletos e os reflexos que acontecem, como acentuação do déficit habitacional brasileiro, o qual, em 2007, foi estimado em 6.273 milhões de domicílios, dos quais 5.180 milhões, ou seja, 82,6% estão localizados nas áreas urbanas (SOARES; LIMA, 2011). Segundo Tsukumo *et al.* (2009), nas últimas décadas, bairros localizados em periferias e cidades-dormitórios das regiões metropolitanas tiveram elevados índices de crescimento populacional. Enquanto isso, bairros centrais com boa infraestrutura, oferta de serviços públicos e trabalho tiveram redução da população. Esse processo de afastamento dessas áreas revelou o desperdício de infraestrutura e potencialidades, uma vez que as centralidades possuem espaços que poderiam suprir as problemáticas da malha urbana, como por exemplo o déficit habitacional.

Dentro do contexto da cidade de Fortaleza – Ceará, o bairro Centro foi o ponto de partida do crescimento urbano da cidade, possuindo bastante infraestrutura, que, segundo Andrade (2013), o Centro da cidade era uma área de alto valor da terra onde viviam famílias abastadas, assim, a solução para a população oriunda do interior foi de se instalar em áreas impróprias, afastadas da área central valorizada, o que faz acentuar-se mais a segregação socioespacial ainda maior dentro do cenário urbano de Fortaleza. No início dos anos 70, segundo Soares e Lima (2001), embora já existisse uma tendência daquilo que o filósofo Lefebvre chamou de implosão-explosão, ou seja, de uma sociedade urbana que perpassa pelo tecido urbano para o campo, Fortaleza estava em pleno processo de constituição de uma Metrópole.

Dessa forma, diante do momento de crescimento metropolitano, começam a surgir novas centralidades com melhores e mais modernas infraestruturas em relação ao bairro pioneiro, que segundo (TSUKUMO *et al.*, 2009) ocorreu o afastamento de grande parte das atividades do Centro para o centro dos bairros secundários. É nesse contexto que as classes média e alta saem da área central para novos subcentros, como Aldeota, Maraponga, Montese, entre outros (ANDRADE, 2013). Assim, com a dissolução das massas no tecido urbano para outras áreas com maiores infraestruturas e a mudança de seus olhares supervalorizados para outras localidades, a valorização do bairro foi se perdendo durante o tempo, chegando nos dias atuais, onde foi constatada a precariedade na qualidade da sua estrutura socio, física e espacial, com um grande número de edificações vazias e subutilizadas, a degradação de espaços públicos, muitas vezes ligadas a preservação patrimonial.

#### **4. OS VAZIOS URBANOS NO CENTRO DE FORTALEZA E A PERDA DA FUNÇÃO SOCIAL**

Afinal, o que seria a questão da função social de uma edificação? Toda propriedade tem o dever de abrigar uma função social, ou seja, o imóvel, ou terra, precisa garantir que esteja produzindo algo, tendo algum uso, seja ele institucional, comercial ou residencial, contanto que tenha algum reflexo e impacto dentro da sociedade (ANDRADE, 2013). Dessa forma, de acordo com o cenário urbano de Fortaleza, Soares e Lima (2011) apresentaram dados recentes disponibilizados pela Prefeitura Municipal de Fortaleza e pelo Censo do IBGE (2012) sobre a existência de uma população de 2.447.409 habitantes e déficit habitacional de 77.615 moradias, o qual indicou a necessidade de construção de habitações e a reestruturação de moradias precárias. A população favelada chega a 700.000 habitantes, equivalente a aproximadamente 30% do total de moradores do Município (IBGE, 2012). E, convergindo para o Centro da cidade, o Plano de Reabilitação da Área Central de Fortaleza destacou que muitos edifícios não estão cumprindo a sua função social de forma coerente, pois há um relevante número de cortiços, ocupações em instalações prediais que estão comprometidas e outras que estão obsoletas e vazias, a qual contabiliza um total de 660 imóveis vazios (FORTALEZA, 2009).

Diante disso, percebe-se um contraponto visto que o déficit habitacional de Fortaleza tem número elevado e o número de imóveis inutilizados no Centro é considerável, e não há uma medida efetiva do Estado para atrelar essa solução – problema, além de que não se deve esquecer das famílias encortiçadas e das moradoras das favelas, do Poço da Draga, Moura Brasil, Morro do Ouro e Mercado Velho. Toda esta população é excluída da moradia digna enquanto direito constitucional (TSUKUMO *et al.*, 2009).

## 5. METODOLOGIA

A pesquisa se trata de um estudo de cunho qualitativo que utilizou o método bibliográfico para analisar, por meio do Plano de Reabilitação das Áreas Centrais, como as políticas públicas vêm tratando a questão dos vazios urbanos e edificados dentro do cenário urbano de Fortaleza, frente ao crescente déficit habitacional.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir do que foi encontrado nos estudos bibliográficos, foram realizadas comparações entre o que se encontra na mídia e nos planos governamentais, observando, assim, que as mídias, através de jornais e revistas, geralmente de cunho popular, têm uma forte persistência em notícias. A Figura 1 reforça a existência dessa problemática, comprovando a real situação encontrada nos dias de hoje.

**Figura 1:** Notícias sobre os vazios no Centro de Fortaleza.



**Fonte:** Diário do Nordeste (2011).

Dessa forma, Lopes (2015) observa a relação dos dados apresentados diariamente nos jornais juntamente com planos governamentais existentes, enfatizando, a partir disso, os problemas que são gerados pelo aumento dos vazios nas regiões centrais:

O abandono dos espaços públicos e a perda de população residente de 2.141 habitantes nos últimos vinte anos (IBGE, 2010) geraram uma sensação de insegurança nas pessoas, que passaram a evitar o comércio de rua. O Centro possui 9.765 domicílios, sendo que 670 estão vazios ou subutilizados, destes 72 apresentam real potencial de moradia, todavia somente 11 poderiam ser ocupados imediatamente. Em relação a salas de escritório, 29% ocupadas e 71% ociosas (PMF/HABITAFOR, 2009). Os imóveis vazios ou subutilizados são de quatro tipos: galpões desocupados, terrenos vazios, estacionamentos e edifícios vazios ou subutilizados (esses podem estar totalmente vazios, ou ainda com o pavimento térreo ocupado e os andares superiores vazios) (LOPES, 2015, p. 23).

Em relação ao Plano de Reabilitação das Áreas Centrais analisou-se, a partir da Figura 2, que os imóveis vazios dentro do Centro de Fortaleza possuem um grande potencial, enfatizando, assim, a necessidade de ocupar esses espaços (vazios) de uma forma positiva para os moradores desse respectivo bairro, principalmente ao levar em consideração os moradores de rua a fim de diminuir o déficit habitacional.

**Figura 02:** Potencial de imóveis vazios do Centro de Fortaleza.

**Tabela 9 – Estimativa de superfície com potencial de utilização para fins de moradia por tipo de imóvel vazio ou subutilizado na área central de Fortaleza**

tipo de imóvel	total (m <sup>2</sup> )	%
galpão ocupado por depósito	23.071,40	7%
edificação desocupada no térreo	130.839,82	37%
lotes desocupados	5.163,98	1%
estacionamentos	139.896,17	40%
edificação desocupada nos pavimentos superiores <sup>(1)</sup>	54.734,32	15%
<b>total</b>	<b>353.705,69</b>	<b>100%</b>

Obs.: (1) A superfície estimada de pavimentos superiores dos edifícios vazios ou subutilizados foi feita através de vistoria visual. Não foi possível estimar qual a porcentagem destes andares está de fato desocupada. Por esta razão adotou-se a superfície relativa a um pavimento. Isto explica a superfície maior do pavimento térreo em relação aos superiores.

Fonte: Elaboração PAA

Fonte: Fortaleza (2009).

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos estudos apresentados, conclui-se a importância em discutir sobre o problema da presença e persistência dos “vazios urbanos” no contexto brasileiro, tendo como foco a cidade de Fortaleza, especialmente ao considerar o crescente déficit habitacional do país.

Dessa forma, o estudo baseia-se na desmistificação e conceituação dos vazios edificados, problematizando o uso do termo “vazio” diante das suas reais significações. Salienta-se a importância de estudos direcionados para esse “campo cego” conceituado como vazio, uma vez que gera questionamentos sob um olhar mais crítico, acerca dos processos, planos de intervenções e regulamentações nessas áreas.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, B. R. **Urbanidade: O Uso do Código da Forma Como Alternativa Para o Centro de Fortaleza.** 2013. 223 f. TCC (Graduação) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: <[https://issuu.com/beatriz.arq.urb/docs/tfg\\_urbanidade](https://issuu.com/beatriz.arq.urb/docs/tfg_urbanidade)>. Acessado em: Set. 2018.

BALBIM, R.; CAMPAGNER, L. **Desenvolvimento urbano, o uso de instrumentos adaptados: o caso das operações urbanas em São Paulo.** In: CONFERÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO, 2, 2011, Brasília. Anais do I circuito de debates acadêmicos. Brasília: IPEA, 2012. Disponível em: <<https://www.ipea.gov.br/code2011/chamada2011/pdf/area7/area7-artigo40.pdf>>. Acessado em: Set. 2018.

BORDE, A. L. P. **Vazios Urbanos: Perspectivas Contemporâneas.** 2006. 226 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

DIÁRIO DO NORDESTE. **Centro tem 670 imóveis vazios ou subutilizados**. 2011. Disponível em: <https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/metro/centro-tem-670-imoveis-vazios-ou-subutilizados-1.501974>. Acessado em: Out. 2018.

FORTALEZA, Prefeitura Municipal de. **Plano Habitacional Para Reabilitação Da Área Central De Fortaleza**. Fortaleza, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

LOPES, F. C. R. Requalificação urbana no centro de Fortaleza (CE). **Revista Tamoios**, São Gonçalo, v. 11, jun. 2015. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/tamoios/article/view/18132/0>. Acessado em: Out. 2018.

SOARES, T. H. G.; LIMA, H. M. F. O centro de Fortaleza/ CE e a atual proposta de reabilitação: do que se trata? **Revista O Público e o Privado**, Fortaleza, v. 9, n. 17, jun. 2011. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/opublicoeoprivado/article/view/2463>. Acessado em: Out. 2018.

TSUKUMO, I. T. L. *et al.* (org.). **Moradia é central – Inclusão, acesso e direito à cidade**. Fortaleza: Instituto Pólis, 2009.

# CAPÍTULO 15

## INOVAÇÃO CONSTRUTIVA E SUSTENTÁVEL: *LIGHT STEEL FRAMING*

John Marvin Alves Costa  
Felipe da Cruz Dias

### RESUMO

Construções a partir de estruturas de aço leve do inglês Light Steel Frame (LSF) têm ganho notoriedade pela sua agilidade e economia de recursos. Além da economia de recursos, em especial de água, a facilidade na logística de materiais, a possibilidade de construções modulares confere ao LSF uma grande versatilidade de projetos. O presente estudo pretende apresentar as características construtivas do LSF e comparar e realizar uma comparação qualitativa em relação a construções de alvenaria convencional. O menor tempo de construção e economia de recursos, além da facilidade de manutenção apresentam vantagens a longo prazo quando comparadas ao custo de construção de alvenaria convencional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Light Steel Frame (LSF). Sustentabilidade. construção modular.

### 1. INTRODUÇÃO

As estruturas de aço leve, do inglês Light Steel Frame (LSF), vem ganhando importância no cenário da construção civil brasileira. Segundo o Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), que realiza pesquisa com fabricantes de perfis galvanizados para LSF e para drywall (placa de gesso pré-fabricada, encapada com papelão ou fibra de vidro) no ano de 2020 houve um crescimento de 52,7% na produção de LSF e 17,2% em drywall, quando comparado ao ano de 2019, representando um faturamento de cerca de R\$ 743 milhões de reais (um crescimento de 72,8% em relação ao ano anterior) (CBCA, 2021).

O LSF, ainda que seja um método construtivo recente no Brasil, vem crescendo na área civil de maneira exponencial, (SOUZA, 2014). Conforme estudo publicado pela Universidade de São Paulo (USP) o método é bastante empregado em diversos outros países, principalmente quando se tem a necessidade de se construir rapidamente como em grandes desastres naturais (terremotos, tsunamis, furacões), onde grandes conjuntos habitacionais são devastados e o governo local precisa de forma ágil efetivar uma solução. Tais características devem-se ao fato de que a estrutura é composta por aço leve que são unidos por parafusos e as placas que fazem o revestimento da estrutura são fixadas também por meio de parafusos à armação, o que facilita a instalação e transporte dos materiais principalmente para onde não se tem facilidades logísticas, o que também resulta em economia de água e redução de desperdício de materiais em relação a outros métodos construtivos (COUTINHO, 2015).

O presente trabalho é um estudo que pretende apresentar o sistema construtivo em Light Steel Framing (LSF) dentro de um contexto de construção sustentável, expondo seus benefícios e estabelecendo uma breve comparação com outros métodos de alvenaria convencional, trará diferenças em um quadro, conceitos de escolha de projeto para arquitetura e engenharia civil, citando indicadores de desempenho termo acústico, resistência a agressividade ambiental, manutenções e normas técnicas que se aplicam ao sistema, e situações em que o LSF possa ser utilizado e a vantagem de sua aplicação em maiores escalas no Brasil.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Para fins de desenvolvimento do presente trabalho, foi realizado um levantamento bibliográfico em meios digitais, preferencialmente em plataformas de divulgação científica e nos sítios das entidades que representam os setores da construção civil, bem como dos setores de produção de aço leve, como a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC) e Centro Brasileiro da Construção em Aço (CBCA), além da utilização das normas técnicas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e visitas técnicas à obras em que os referidos métodos estão sendo utilizados.

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

O sistema LSF pode ser definido como sendo um sistema construtivo que consiste na utilização, exclusivamente, de materiais “secos”, como, por exemplo, os perfis de aço formados a frio, as placas de vedação e as lãs de rocha ou de vidro para isolamento térmico. Simplificadamente, CRASTO (2005) conceitua o LSF como sendo “um sistema construtivo de concepção racional caracterizada pelo uso de perfis formados a frio de aço galvanizado compondo sua estrutura e por subsistemas que proporcionam uma construção industrializada e a seco”.

De acordo com Gomes (2013), o sistema Light Steel Frame pode ser uma alternativa concreta para produção de moradias populares, sendo, possível, a implementação dos conceitos e critérios mínimos de sustentabilidade na construção civil, especialmente a redução dos desperdícios em obra por meio da racionalização e modulação, constituindo, ainda, um modelo construtivo capaz de absorver ao mais diversos elementos construtivos não convencionais, especialmente na forma de placas de vedação, parte integrante deste sistema construtivo. Em projetos de estudos, foram empregados elementos construtivos produzidos em fibrocimento sem amianto, onde parte do aglomerante principal usado em sua produção é um subproduto da

indústria siderúrgica, a escória de alto forno, contribuindo, assim, também com as práticas de desenvolvimento sustentável.

O LSF pode apresentar-se como uma boa alternativa para a construção de habitações de várias metragens em larga escala, com vantagens de uma obra mais padronizada, como mão de obra qualificada, otimização nos prazos e custos da obra, e diminuição enorme de desperdícios. Além disso, o LSF o fator ambiental também é essencial para uma sociedade em desenvolvimento, há uma crescente tendência de uso de soluções sustentáveis atualmente (PEDROSO *et al.*, 2014).

Rossignoli (2021), afirma que, um outro ponto importante no que se refere à sustentabilidade é que, enquanto na alvenaria convencional existe muito desperdício de insumos, como tijolos, cimentos e outros, no LSF isso não acontece, é uma conta simples, menos desperdício de materiais significa menos caçamba de lixo que causa menos impacto ambiental, ou seja, o LSF é muito mais sustentável que a alvenaria. Uma outra vantagem do LSF é a uma maior confiabilidade no cronograma de obra, uma vez que as montagens das placas podem ser feitas externamente ao canteiro de obra, não ficando expostas às intempéries climáticas. Todos os outros fatores devem ser considerados na escolha de método, tais como tempo de construção e sustentabilidade.

### **3.1. Modernização na indústria da construção civil brasileira**

A modernização tecnológica pode ser compreendida como aperfeiçoamento e melhorias na qualidade dos serviços prestados. Na construção civil a introdução de novas técnicas e ferramentas pode trazer uma grande melhoria em diversas áreas de atuação das empresas construtoras, como por exemplo, redução do desperdício, que traria significativas vantagens e diferenciação para a empresa que adote essas novas técnicas. Dentre os vários meios de modernizações tecnológicas e inovações no processo construtivo é possível mencionar as modernizações tecnológicas simples em obras, por exemplo, o uso de máquinas, ferramentas e a manipulação dos materiais, que vem deixando de ser manuais e passando a serem adotados processos mecanizados, reduzindo consideravelmente os erros cometidos na construção (TEIXEIRA; SIMPLÍCIO, 2018; PERES, 2015; POTT *et al.*, 2017).

É importante ressaltar que cada vez mais as construtoras brasileiras estão inserindo em seus canteiros de obras processos que aumentam sua produtividade e reduzem o consumo de materiais, fazendo com que seus produtos sejam feitos mais rapidamente e a mão-de-obra do setor tenha melhores condições de trabalho. Em suma, a inclusão de novas tecnologias faz com que o setor da construção civil cresça com meios apropriados, gerando um produto de maior

qualidade e com custo reduzido. Assim, as inovações tecnológicas no processo construtivo despontam como uma importante ferramenta para que as construtoras obtenham vantagens competitivas e diferenciação frente a seus concorrentes, agregando também maior eficiência às atividades de produção (SOUZA, 2014).

Muitos autores apontam que a inovação na execução de edificações, em sua maioria, está relacionada ao ganho de produtividade na execução, bem como a sustentabilidade e diminuição de custos (SANTOS, 2016; PRIES; JANSZEN, 1995). Neste sentido, as construções modulares são uma das técnicas que, embora conhecidas desde meados do início do século XX, somente a partir da década de 60 passou a ganhar destaque (SAVASSI; CHICA, 2022).

### **3.2. Desenvolvimento da tecnologia light steel frame (LSF) e características estruturais**

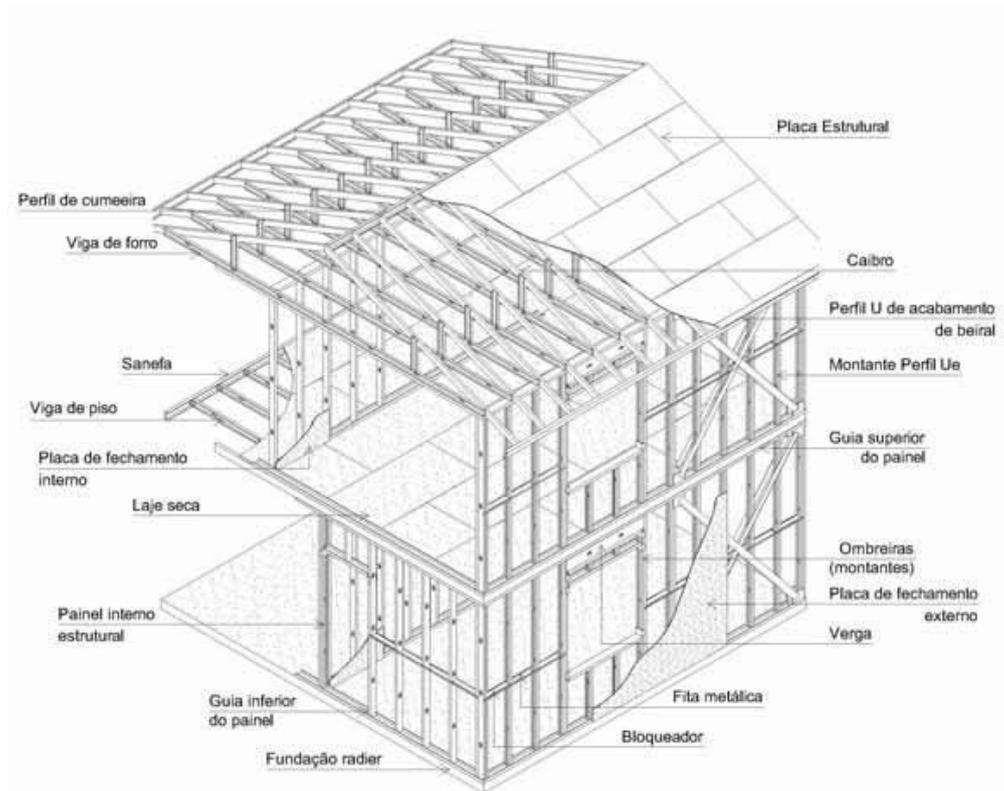
O LSF é um sistema construtivo de concepção racional, que tem como principal característica uma estrutura composta de painéis estruturais e não-estruturais constituída por perfis formados a frio (PFF) de aço galvanizado. É um sistema autoportante de construção a seco que proporciona rapidez de execução, devido ao fato de ser um sistema construtivo industrializado e ter maior controle do processo construtivo se comparado aos sistemas tradicionalmente adotados no Brasil. O Light Steel Framing pode ser definido como “processo pelo qual compõe-se um esqueleto estrutural em aço formado por diversos elementos individuais ligados entre si, passando estes a funcionar em conjunto para resistir às cargas que solicitam a edificação e dando forma a mesma” (SANTIAGO; FREITAS; CRASTO, 2012).

Como sistema construtivo o Light Steel Framing é composto por vários subsistemas que formam o conjunto. Sendo a fundação, estrutura, instalações elétricas e hidráulicas, isolamento termo-acústico, e fechamento interno e externo, vertical e horizontal, os subsistemas que o compõem. Para que o desempenho e as funções do sistema sejam cumpridos é necessário que estes subsistemas estejam inter-relacionados entre si e que todo o processo construtivo desde a escolha de materiais, seleção da mão-de-obra, e execução da construção seja pautada pela excelência e qualificação (SOUZA, 2014).

Essencialmente a estrutura do LSF é formada por dois tipos de perfil formado a frio (PFF), onde os PFF do tipo U enrijecido (Ue) são utilizados como montantes para composição dos painéis verticais (paredes estruturais ou não), vigas de entrepiso e estruturas dos telhados. Já os PFF do tipo U simples (Us) são definidos como guias e compõe os painéis juntos com os montantes. As paredes (painéis estruturais ou autoportantes) são compostas por perfis leves galvanizados denominados montantes, que são espaçados entre si de 400 ou 600 mm e unidos

por guias. O espaçamento entre as peças é definido de acordo com o cálculo estrutural, que considera o carregamento imposto à estrutura para definição do módulo do projeto. A Figura 1 apresenta a representação esquemática da construção de uma casa de dois pavimentos em LSF.

**Figura 1:** Esquema de residência em Light Steel Framing.



**Fonte:** Santiago *et al.* (2012).

Os painéis são responsáveis por distribuir uniformemente as cargas impostas à edificação e transferir todos os esforços até o solo. O fechamento dos painéis é feito normalmente por chapas de gesso acartonado internamente e por placas cimentícias ou placas de OSB (Oriented Strand Board) externamente. As vedações e acabamentos utilizam um método e materiais industrializados que combinam alto desempenho termo-acústico e empregam soluções construtivas a seco, como os sistemas em gesso acartonado DryWall e chapas de OSB (Oriented Strand Board) para paredes internas com barreira hidrofuga, e tela de poliéster aplicadas sobre a mesma ou placa cimentícia, para paredes externas. Assim o esqueleto estrutural do sistema fica encapsulado e protegido por camadas dentro das paredes e entrepisos.

Os pisos têm o mesmo princípio dos painéis estruturais (paredes), perfis de aço galvanizado ou vigas de piso são dispostos na horizontal e servem de estrutura para o apoio do material do contrapiso e seguem a mesma modulação dos montantes, conforme pode ser visto na Figura 2. Um dos princípios de funcionamento da estrutura do LSF é o conceito de estrutura

alinhada ou In-line Framing, assim as vigas de piso devem ser apoiadas nos montantes de forma a permitir que suas almas estejam em coincidência com as almas dos montantes. De forma a garantir que predomine nos elementos da estrutura os esforços axiais (Santiago *et al.*, 2012).

**Figura 2:** Painéis Internos Sistema LSF.

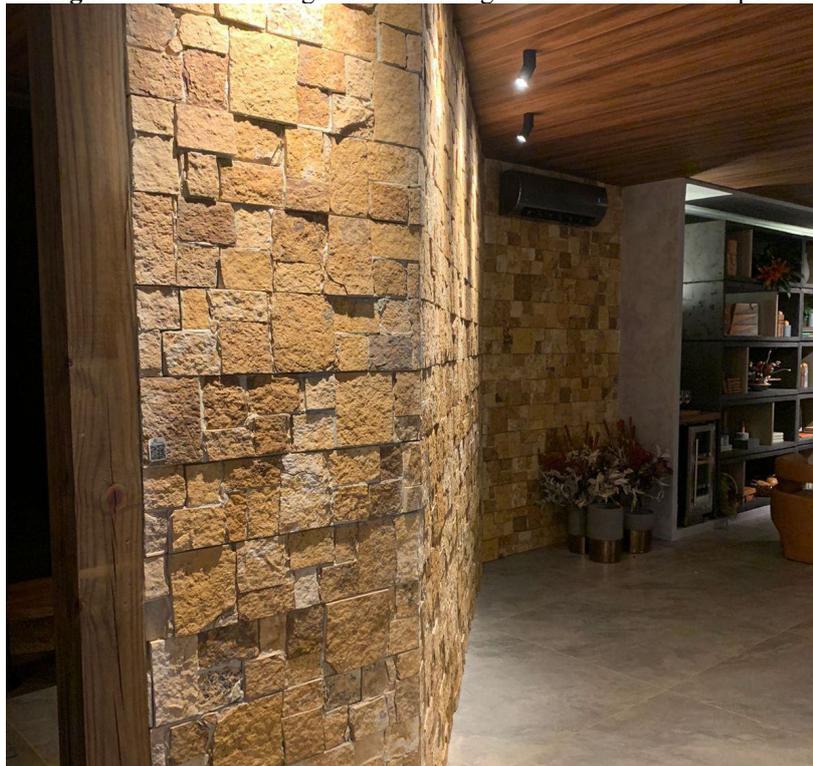


**Fonte:** Autoria própria (2021).

Para execução da cobertura o LSF dispõe de grande versatilidade e a escolha pelo tipo de cobertura ficará condicionada a critérios estéticos e projetais, podendo ser adotados desde coberturas planas até variadas concepções de coberturas inclinadas. A execução das coberturas planas é normalmente feita com laje do tipo Steel Deck impermeabilizada. Quando a opção for por coberturas inclinadas, a execução é semelhante à execução das construções convencionais com o uso de tesouras de madeira, apenas é feita a substituição do madeiramento por perfis de aço galvanizados. As telhas utilizadas podem ser cerâmicas, de aço, PVC, fibrocimento, tipo shingles, entre outros, lembrando que para evitar a necessidade de reforço na estrutura a adoção de telhas feitas de materiais industrializados e leves são os mais indicados (SOUZA, 2014).

No LSF a estrutura nunca se apresenta aparente, uma vez que os elementos estruturais das paredes, pisos e tetos estão sempre encapsulados e protegidos pelos materiais de fechamento, conforme Figura 3. A partir desta característica o resultado final de uma construção em LSF é semelhante ao de uma construção convencional, e visivelmente é muito difícil conseguir diferenciar do sistema de construção tradicional (SOUZA, 2014).

**Figura 3:** Parede em Light Steel Framing com revestimento em pedras.



Fonte: Autoria própria (2020).

A facilidade de montagem de estrutura e as diversas possibilidades apresentadas na montagem das estruturas e seu recobrimento permitem ao LSF aliar o alto desempenho das estruturas metálicas à versatilidade dos materiais industriais de revestimentos, além da flexibilidade construtiva, facilidade na manutenção e otimização dos recursos naturais utilizados na construção (SANTIAGO *et al.*, 2012). Com relação às unidades modulares, estes podem ser executados como módulos individuais prontos de banheiros, cozinhas e outras dependências para construção de edifícios residenciais e comerciais. No retrofit de edificações a utilização do Light Steel Framing pode ser feita no revestimento de fachadas, construção de mezaninos e coberturas, substituição de telhados, entre outros. Por ser uma estrutura leve, tem grande aplicação em projetos de ampliação e reforma onde é imperativo o uso de estruturas leves.

Quanto às limitações de uso, a altura das edificações é normalmente limitada a 4 pavimentos, uma vez que acima deste limite os custos do sistema com soluções para reforço e adequação da estrutura aos esforços impostos tornam inviável financeira e limitam a adoção do sistema (LEONIDIO, 2013).

As instalações prediais em uma edificação do sistema LSF utilizam-se de instalações semelhantes às empregadas em edificações convencionais de alvenaria, sejam elas elétricas, hidráulicas, sanitárias, telefônicas, internet, gás, TV ou de aquecimento solar (Figura 4).

Princípios básicos de instalações como dimensionamento, perdas de carga consideradas e caminhamento das instalações, continuam a ser seguidos para seu emprego no Light Steel Framing, mantendo inalterado o desempenho de todas essas instalações em função do sistema construtivo (SOUZA, 2014).

**Figura 4:** Instalações prediais em construções de LSF.



**Fonte:** Autoria própria (2021).

### 3.3. Comparação entre construções em LSF e alvenaria convencional

Uma pesquisa desenvolvida pela Escola Politécnica da USP detectou que os desperdícios de materiais de construção no sistema de alvenaria chegam a 8%. Já a soma das perdas, incluindo retrabalho, pode alcançar 30% do custo final da obra. Aplica-se nesse levantamento da USP a definição técnica de desperdício, que é “consumir exageradamente qualquer tipo de recurso”, ou seja, a perda ocorre quando se utilizam quantidades maiores que a necessária de um determinado insumo, o que conseqüentemente eleva o uso de água, aumenta a quantidade de resíduos construtivos, que muitas vezes não são descartados da maneira adequada (GOMES *et al.*, 2016).

O Quadro 1 apresenta uma comparação técnica entre o sistema construtivo em LSF e o método convencional – concreto armado com vedação por meio de alvenaria cerâmica. Levando-se em consideração apenas os recursos ambientais.

**Quadro 1:** Comparação entre o sistema construtivo LSF e o sistema construtivo tradicional.

<b>Recurso</b>	<b>Steel Frame</b>	<b>Alvenaria</b>
Água	Construção seca. Usa água apenas na fundação	Grande consumo de água
Resíduos	Baixo índice de desperdício. Geração de resíduo próxima de 1%	Alto índice de desperdício e geração de resíduos pode chegar a 25%
Reciclagem	Insumos 100% recicláveis	Insumos não-recicláveis
Meio Ambiente	É um sistema ecologicamente correto. O aço, por exemplo, é um dos produtos mais recicláveis do mundo	Utiliza produtos que degradam o meio ambiente, como tijolo, brita, areia, etc.

Fonte: Dogonski, 2016.

Dentre as principais vantagens geradas pela eliminação da madeira e utilização do LSF pode-se citar o aumento da produtividade, desde produção até na montagem das peças, padronização dos perfis, melhora no controle de qualidade, resultando em estruturas mais leves, material incombustível e inorgânico, diminuição da agressão ao meio ambiente e como fator principal a sua viabilidade econômica é comprovadamente superior (LEONÍDIO, 2013). Os sistemas construtivos em LSF geram inúmeras vantagens ambientais, tais como menor consumo de água, menor emissão de partículas e ruídos. Ainda podem incluir nas vantagens, a possibilidade de inclusão de deficientes físicos e mulheres entre as várias etapas construtivas, tais como melhor ergometria e menor esforço mecânico dos operários (COELHO, 2014). Souza (2014) também afirma que há muitas – e importantes – vantagens em relação à utilização do sistema construtivo LSF na área da construção civil, Os elementos construtivos são produzidos de forma industrial, e sofrem rigorosos controles de qualidade, desde a matéria prima utilizada, os processos de fabricação, suas características técnicas e acabamento; durabilidade e desempenho da estrutura – o aço é um material que possui resistência comprovada e o alto controle de qualidade na produção da matéria-prima e de seus produtos, permite maior exatidão dimensional e um melhor desempenho da estrutura.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A modernização tecnológica mostra-se essencial para a implementação de um novo sistema construtivo, como exposto no estudo acima, o Brasil vem se adaptando as recentes mudanças no âmbito do desenvolvimento sustentável que com a escassez dos recursos naturais é cada vez mais necessária para que o ramo de construção civil a nível nacional

O Light Steel Framing, é um método construtivo que vem se destacando em conceitos de preservação ambiental, entre várias características destacam-se, às relacionadas a desperdício, economia de água, e ao uso de materiais e insumos que não agridem o meio

ambiente e que ainda são recicláveis. Tem suas particularidades no processo de execução e exige rigoroso planejamento nas frases de projeto, executiva e até mesmo no acabamento deve-se fazer as devidas adaptações em relação ao método de alvenaria convencional. As empresas brasileiras vêm inovando com bastante potencial corroborando para que o mercado apresente grandes inovações construtivas, visando não apenas o desenvolvimento sustentável, mas também a otimização de tempo, logística para construções em áreas remotas e tecnologia construtiva no canteiro de obra.

## REFERÊNCIAS

CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO EM AÇO (CBCA). **Cenário dos fabricantes de perfis galvanizados para Light Steel Frame e drywall 2021**. 2021. Disponível em <[https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/api/lib/\\_download.php?now=0&tmp=0&auth=1&arq=produtos/arq\\_20211123225444\\_cenario-dos-fabricantes-de-lsf-e-drywall-2021.pdf](https://www.cbca-acobrasil.org.br/site/api/lib/_download.php?now=0&tmp=0&auth=1&arq=produtos/arq_20211123225444_cenario-dos-fabricantes-de-lsf-e-drywall-2021.pdf)>. Acesso em 25 jan. 2022.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Construção Civil, em 2021, registrou o seu maior crescimento nos últimos 10 anos**. Disponível em: <<https://cbic.org.br/construcao-civil-em-2021-registrou-o-seu-maior-crescimento-nos-ultimos-10-anos>>. Acesso em 10 dez. 2021.

COELHO, A. S. R. **Light Steel Frame – Recomendações de Projeto, Processo Construtivo e Detalhes Orçamentários**. 2014. 86f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). FATESC – Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas. UNICEUB - Centro Universitário de Brasília. Brasília: UNICEUB, 2014.

COUTINHO, D. F. **Novo modelo auxiliará construções habitacionais**. Edição Nº: 82 - Sociedade - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. 2015.

DOGONSKI, B. L. **Estudo da Viabilidade Técnica e Econômica do Método Construtivo Light Steel Frame em Habitações Sociais**. 2016. 63f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). UNIJUÍ – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. Santa Rosa: UNIJUÍ, 2016.

GOMES, C. E. M. *et al.* **Light Steel Frame: Construção industrializada a seco para habitação popular–Práticas Sustentáveis**. Encontro Latino-americano de edificações e comunidades sustentáveis. Curitiba, 2013.

GOMES, C. E. M. *et al.* **Overview: o light steel frame como alternativa para produção de moradias**. Construção metálica, v. 2016, n. 120, p. 1-3, 2016.

GOMES, C. E. M. **Light Steel Frame: Construção Industrializada a Seco para Habitação Popular – práticas sustentáveis**. São Paulo, 2013.

LEONÍDIO, D. M. **Análise da viabilidade econômica do sistema Light Steel Frame na execução de coberturas de habitações de interesse social**. 2013. 52 f. Monografia (Graduação

em Engenharia Civil). Departamento de Engenharia Civil. UNIEVANGÉLICA – Centro Universitário. Anápolis: UNIEVANGÉLICA, 2013.

PEDROSO, S. P. *et al.* **Steel Frame na construção civil**. In: ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL INTERINSTITUCIONAL, 12., 2014. 14 f. Anais. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/ecci/anais/559532ca64bc5.pdf>. Acesso em: 21 Out. 2018.

PERES, C. A. **Estudo do grau de modernização e mecanização nas obras de construção civil: estudo de caso - cidade de Lorena**. 2015. 60 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Civil) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015.

PRIES, F.; JANSZEN, F. Innovation in the construction industry: the dominant role of the environment. **Construction Management and Economics**, v. 13, p. 43-51, 1995.

POTT, L. M.; EICH, M. C.; ROJAS, F. C. **Inovações tecnológicas na construção civil**, v.22, Cruz Alta-RS, 2017. Disponível em <<https://www.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2017/XXII%20SEMIN%20RIO%20INTERINSTITUCIONAL%202017%20-%20ANAIS/GRADUA%20%87%20%83O%20-%20RESUMO%20EXPANDIDO%20MULTIDISCIPLINAR/INOVA%20%87%20%95ES%20TECNOL%20%93GICAS%20NA%20CONSTRU%20%87%20%83O%20CIVIL.pdf>>. Acesso em 18 jul.2022.

ROSSIGNOLI, M. R. **Construção em light steel frame: Uma Forma mais sustentável e rápida para habitações populares**, São Paulo, 2021.

SANTIAGO, A. K.; FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Manual de Construção em Aço - Steel Framing: Arquitetura**.: 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil/CBCA - Centro Brasileiro de Construção em Aço, 2012. 1.v. 152 p.

SANTOS, S. X. **Inovação como alternativa na execução de edificações para habitações**. v 01. Pedro Leopoldo-MG, 2016. Disponível em <[https://www.fpl.edu.br/2018/media/pdfs/mestrado/dissertacoes\\_2016/dissertacao\\_silvio\\_xavier\\_2016.pdf](https://www.fpl.edu.br/2018/media/pdfs/mestrado/dissertacoes_2016/dissertacao_silvio_xavier_2016.pdf)>. Acesso em: Jul. 2022.

SAVASSI, F.; CHICA, C. P. **Construção Modular**. Rio de Janeiro: Instituto Aço Brasil: CBCA, 101 p., 2022.

SOUZA, E. L. **Construção Civil e Tecnologia: Estudo do Sistema Construtivo Light Steel Framing**. 2014. 137f. Monografia (Pós-Graduação em Construção Civil). Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia de Materiais e Construção. UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

TEIXEIRA, L. A. S.; SIMPLICIO, M. C. A. **A Modernização da Construção Civil Através do Uso do Steel Frame**. V. 02, Rio de Janeiro –RJ, 2018. Disponível em:<<https://nppg.org.br/revistas/boletimdogerenciamento/article/view/46>>. Acesso em: Jul. 2022.

# CAPÍTULO 16

## PATOLOGIAS EM REVESTIMENTO DE CERÂMICA EM FACHADA: DESPLACAMENTO

Cleiton Pinheiro da Cruz  
Felipe da Cruz Dias

### RESUMO

A parte externa dos edifícios é, em geral, passível de patologias decorrentes da ação do clima, das intempéries e falhas durante o projeto e sua execução. Este artigo tem como objetivos identificar as causas do deslocamento de revestimentos cerâmicos em fachadas. Trata-se de uma revisão bibliográfica, cujas fontes foram livros eletrônicos e artigos sobre o tema. Concluiu-se que o deslocamento ocorre em razão de associações inadequadas de materiais, mão de obra desqualificada, principalmente no tocante à argamassa e ao rejuntamento, além causas relacionadas à dilatação, temperatura e variação de umidade, sendo que o projeto mal elaborado teve destaque como a causa mais relevante. Quanto às ações preventivas, recomenda-se seguir normas técnicas da ABNT para revestimentos cerâmicos em fachadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Deslocamento. Fachada. Patologias. Revestimento cerâmico.

### 1. INTRODUÇÃO

As fachadas prediais são o cartão postal das edificações, pois mostram a estética que singulariza cada edifício. Qualquer aparência irregular no exterior do prédio chama a atenção e denota alguma patologia, tal como o deslocamento do revestimento cerâmico.

O deslocamento de revestimentos cerâmicos externos dos edifícios, além de alterar o aspecto estético, expõe os ocupantes e pessoas que transitam no perímetro a riscos de acidente. Este é um tema relevante em razão de tal patologia revelar alguma falha que pode ter ocorrido na elaboração do projeto, durante sua execução com materiais inadequados ou ainda devido à falta de controle de qualidade do serviço.

Tais possibilidades favorecem a elaboração do seguinte questionamento: “quais são as causas do deslocamento de revestimentos cerâmicos em fachadas prediais?” e “quais as recomendações para dirimir os efeitos dessa patologia?”.

Assim, os objetivos deste estudo, que consiste em uma revisão bibliográfica, são: identificar as causas do deslocamento de revestimentos cerâmicos em fachadas. Para tanto, propõe-se como etapas: conceituar patologias em revestimentos cerâmicos; definir o deslocamento de revestimentos cerâmicos em fachadas; e, descrever procedimentos minimizadores da patologia de deslocamento de revestimentos cerâmicos.

## 2. CONCEITO DE PATOLOGIAS EM REVESTIMENTOS CERÂMICOS

Assim como o corpo humano, animal e os vegetais apresentam doenças, as edificações são, também, passíveis de patologias. Diversos autores concordam que as patologias têm causas diversas e representam riscos à saúde da edificação acarretando prejuízos a esta e aos seus ocupantes (DEUTSHC, 2013).

A propósito de definição, a palavra patologia vem da junção de duas palavras gregas, quais sejam: *pathos* e *logos*, cujo significado são, respectivamente: doença e estudo ou razão (DEUTSHC, 2013). Ainda segundo Deutsch (2013) a patologia é a ciência responsável por estudar a origem das doenças, assim como seus sintomas e sua natureza e, por conseguinte, na engenharia civil, se trata do estudo das anomalias referentes à deterioração das edificações.

De modo mais específico, na engenharia civil existe a ciência experimental denominada “Patologia das Construções”. Esta ciência trata das origens, causas, o modo como ocorrem as patologias, suas manifestações e consequências relacionadas ao baixo desempenho das edificações ao se comparar com o previsto no projeto (THOMASI *et al.*, 2017).

Considerando o alcance dessa ciência, fica claro que abarca conhecimentos de várias disciplinas em diferentes áreas da engenharia civil. Ou seja, quaisquer irregularidades que comprometam a estrutura, funcionamento e/ou a estética da edificação configura patologia da construção.

Tal como ocorre nos seres humanos, doenças nas edificações podem ter caráter congênito, tais como problemas provenientes de projeto, da execução ou da aplicação indevida de materiais ou, ainda, do surgimento decorrente da falta de manutenção ou uso inadequado (DEUTSHC, 2013). Nota-se, portanto, que as anomalias podem surgir em qualquer fase da edificação e por diferentes motivos.

Importa mostrar que as patologias em edificações consistem em motivos de preocupação desde tempos remotos. Desde o ano 1800 a.C., na Mesopotâmia, o mais antigo conjunto de leis elaborado para pautar a conduta humana, definia regras punitivas para quem fosse responsável direto por falhas em construções. Também, depois da Segunda Guerra Mundial, foram realizadas as primeiras classificações sistematizadas de danos na construção, bem como, o uso do termo patologia ao se referir a falhas na engenharia. Contudo, o referido tema foi consolidado, apenas na década de 1970, a partir das conferências, seminários e publicação de artigos científicos. Hoje, o tema patologia é parte integrante na engenharia civil tanto no âmbito da previsão de falhas quanto na manutenção das estruturas (GARCEZ; MENEGHETTI, 2015).

Fica evidenciado que a preocupação com a segurança dos ocupantes das edificações era fator relevante, de modo que se atribuíam responsabilidades por defeitos nas construções. O tema evoluiu até alcançar os dias atuais, nos quais, a ideia de patologia nas construções de modo mais abrangente até em caráter preventivo.

A depender da região afetada e das características que apresenta, as patologias das construções recebem classificações. Garcez e Meneghetti (2015) afirmam que as classificações nas estruturas são representadas por sintomas, como: fissuras, eflorescências, manchas, flechas excessivas, corrosão de armadura e outros. Os autores acrescentam que o conhecimento das causas da deterioração é imprescindível para o procedimento de reparos e garantia de que não haverá retorno das deteriorações.

Dentre as patologias que apresentam alterações visíveis na edificação, os revestimentos cerâmicos consistem em partes importantes a considerar. Materiais cerâmicos englobam uma grande variedade de materiais, em geral de origem mineral, que abrangem desde cerâmicas estruturais para construção de tijolos e telhas, até materiais de alta complexidade utilizados como supercondutores (CALLISTER JÚNIOR; RETHWISCH, 2012). A relação custo-benefício e suas boas propriedades mecânicas tornam os materiais cerâmicos muito utilizados como elementos estruturais na construção civil.

Os revestimentos cerâmicos são fabricados, em geral, com argila vermelha ou com uma combinação de minerais que garantem a coloração branca e, suas propriedades de durabilidade, isolamento térmico e acústico, estanqueidade à água e aos gases, além do aspecto estético, representam vantagens em sua utilização (DONATO *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015). Para Thomasi *et al.* (2017), esses revestimentos são uma garantia de proteção das estruturas e alvenarias da edificação, de acordo com os diversos tipos de materiais, de modo a inibir a ação deletéria de agentes internos e externos.

Abordando detalhadamente, a proteção da edificação – das chuvas – com preservação da estrutura e da alvenaria, bem como acabamento do conjunto arquitetônico, constituem as principais funções dos revestimentos cerâmicos para fachadas. Para tanto, o revestimento deve ser pré-selecionado já na fase do projeto, tendo em vista o local aonde a construção será edificada (SILVA *et al.*, 2015).

Em outras palavras, o revestimento cerâmico protege a estrutura e ornamenta a superfície da edificação, desde que sejam feitas escolhas certas, respeitando-se características

peculiares da localização e clima local (sobretudo no que diz respeito à direção predominante das chuvas nas diferentes épocas do ano), entre outras.

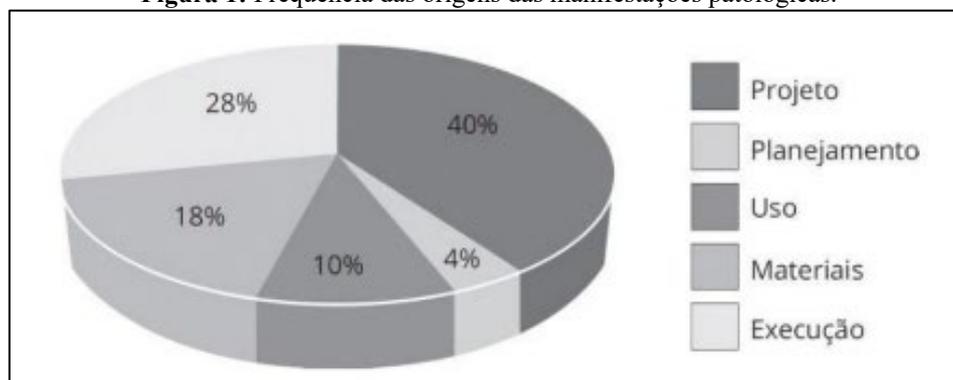
Apesar da evolução da cerâmica em seus diversos usos desde os primórdios da humanidade, o surgimento de sintomas de patologias nos revestimentos cerâmicos é recorrente. Essas patologias se manifestam em forma de manchas, bolhas, fissuras e descolamentos, entretanto, a degradação dos revestimentos cerâmicos exteriores ocorre, em geral, devido a falhas de projeto do segmento de escoamento das águas pluviais, principalmente com a baixa inclinação da cobertura (THOMASI *et al.*, 2017). Tal situação implica em reflexão sobre a importância de um projeto bem elaborado, considerando particularidades pertinentes às características da região e, também, da estrutura da edificação.

Considerando que o Brasil tem experiência em revestimentos cerâmicos desde a época colonial, Recena (2017) questiona o motivo que faz os problemas de deslocamento serem persistentes. Entre os motivos, se destacam a falha na argamassa e na seleção de outros materiais, na mão de obra desqualificada, no projeto e etapas afins da edificação (SINDUSCON, 2016; SASSAKI, 2017; BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019).

### 2.1. Causas do deslocamento em revestimentos cerâmicos de fachadas

As patologias têm origem em falhas em uma ou mais etapas da construção. Conforme afirmação de Bolina, Tutikian e Helene (2019), a falha pode se originar já no planejamento, no projeto, na fabricação dos materiais, na execução dos sistemas, no uso ou descarte da edificação. Desse modo, o projeto representa a etapa com maior incidência de origem das falhas que culminam em alguma patologia, conforme pode ser visto na Figura 1 que mostra o percentual de incidência de patologias em construções.

**Figura 1:** Frequência das origens das manifestações patológicas.



Fonte: Helene (2007, *apud* BOLINA; TUTIKIAN; HELENE, 2019, p. 49).

Para que o problema seja identificado com relativa precisão em relação à etapa que originou a patologia, há a necessidade de perícia para responsabilizar as partes envolvidas. Neste sentido, Bolina, Tutikian e Helene (2019) argumentam que se a origem do problema está no projeto, atribui-se a falha ao projetista; se estiver na qualidade do material, a responsabilidade recai sobre o fabricante; se foi detectada falha na execução, devem ser responsabilizados a mão de obra, a fiscalização ou a construtora; porém, se a falha for identificada durante o uso do imóvel, essa será de responsabilidade do usuário, desde que este tenha sido devidamente orientado quando ao uso.

Assim sendo, tanto o projetista, quanto o fabricante ou o executor ou, ainda o usuário, podem ser responsabilizados, conforme o que a perícia indicar. Logo, a patologia ocorre na parte externa da edificação como, por exemplo, no revestimento cerâmico da fachada, decerto que o usuário tem menor probabilidade de ser responsabilizado. Resta, portanto, uma investigação mais minuciosa para encontrar os agentes responsáveis pelos danos.

Em estudo realizado por Lordsleem Júnior e Faro (2017), agruparam como as três principais causas de deslocamentos cerâmicos, a ausência de juntas de movimentação, preenchimento deficiente do tardo de da cerâmica com argamassa e inadequada especificação dos materiais. É possível notar que a origem das falhas está ligada a aspectos de projeto, técnicas de aplicação e procedimentos de controle e definição de materiais.

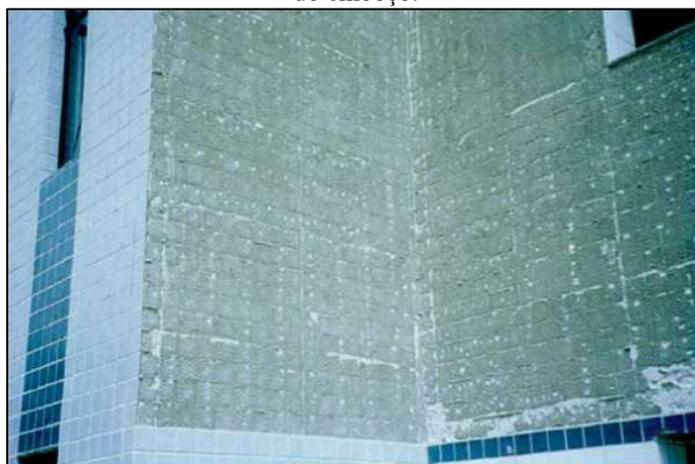
Fica evidente a abrangência de causas e, conseqüentemente, de etapas passíveis de identificação de responsabilidades pelos deslocamentos. Ademais, entre as patologias em fachadas, o deslocamento configura a de maior preocupação em razão dos riscos aos usuários (LORDSLEEM JÚNIOR; FARO, 2017).

A propósito, o descolamento (deslocamento) de superfícies cerâmicas em fachadas pode decorrer de várias causas. De acordo com Guimarães (2018), as trincas e fissuras podem ser causas desencadeadoras de deslocamento de revestimentos cerâmicos em decorrência de infiltrações provenientes de canos ou chuvas, alcançando a possibilidade de a mão de obra desqualificada e uso indevido de argamassa serem as origens da patologia.

Nesse sentido, o acabamento adequado da superfície requer, além de material apropriado e de boa qualidade, mão de obra qualificada. Convém, portanto, que a execução do projeto seja acompanhada, com rigor, pelos responsáveis – incluindo o engenheiro – de modo a diminuir a ocorrência de erros nas etapas da execução.

Os deslocamentos de revestimentos cerâmicos em fachadas apresentam grande recorrência. Segundo Ribeiro e Barros (2010), tal incidência se deve ao fato de o revestimento externo ser o primeiro elemento a sofrer a ação das intempéries e da variação do clima. Nessa continuidade, as autoras explicam o deslocamento do revestimento cerâmico sob a justificativa de que a camada de fixação pode ter aderido ao emboço, conforme apresentado na Figura 2.

**Figura 2:** Queda das placas de cerâmica de fachada decorrente da aderência da camada de fixação à superfície do emboço.



**Fonte:** Ribeiro e Barros (2010, p. 30).

Apesar da justificativa do deslocamento, há outras causas que culminam nesse incidente. Donato *et al.* (2015) advertem, por exemplo, para o cuidado a ser tomado ao se executar o revestimento cerâmico de fachadas. Isso porque, ao absorver água, a placa se expande devido à umidade que, por sua vez, causa descolamento de modo que, a variação da temperatura contribui para agravamento desse problema.

Assim, fica evidente, reforçando a afirmação anterior sobre as responsabilidades sobre as origens das patologias em edificações que, em situações como a descrita por Donato *et al.* (2015), a causa do deslocamento pode ser advinda do projeto, da qualificação do material e, ainda, da mão de obra, visto que deveria ter sido prevista a possibilidade de ocorrência de umidade, a fiscalização da obra e, possivelmente, da ação da variação climática.

Corroborando as afirmações sobre a dilatação e a temperatura como possíveis causas do deslocamento, os revestimentos de fachadas são passíveis da ação da movimentação, bem como de ações próprias do revestimento (contração e dilatação por variação de umidade ou temperatura), por exemplo (RIBEIRO; BARROS, 2010; ALMEIDA, 2012; PACHECO; VIEIRA, 2017). Nota-se que existe correlação entre a variação climática e a dilatação das placas.

De todo modo, conforme afirma Sanchez – do Sindicato das Indústrias de Construção Civil (SINDUSCON, 2016) –, é preciso averiguar todas as hipóteses para direcionar as responsabilidades aos lugares devidos.

Ademais, o deslocamento pode ter início, também, nas juntas de movimentação. Estas são, de acordo com o manual elaborado pelo Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI, 2014), o espaço subdividido dos grandes panos em áreas menores que proporcionam absorção das tensões do conjunto base/cerâmica.

De modo expandido, as juntas de movimentação são detalhes imprescindíveis na prevenção de propagação de tensões pelo revestimento. Estas, decorrem de movimentações da estrutura, bem como, das contrações e expansões dos materiais que constituem o sistema (RIBEIRO; BARROS, 2010).

Em outras palavras, as juntas de movimentação permitem que haja relativa elasticidade na estrutura da edificação sem prejuízos à estrutura e, por conseguinte, ao revestimento cerâmico. Havendo, entretanto, irregularidades nessa junta, pode haver regiões úmidas que poderão, futuramente, causar deslocamento. A Figura 3 mostra o deslocamento no início das juntas de movimentação.

**Figura 3:** Edifício residencial. Fachada com destacamento com início na região da junta de movimentação.



**Fonte:** Ribeiro e Barros (2010, p. 19).

Nota-se que as juntas de movimentação são importantes e que, se faltar critérios em sua execução, corre-se o risco de que suas funções não sejam contempladas a contento gerando patologias na edificação.

Em síntese, as patologias nos revestimentos cerâmicos de fachadas têm origens diversas. As origens abarcam desde materiais e componentes fora das recomendações normatizadas até a falta de manutenção da fachada. Nesse entremeio, apontam-se: projetos e coordenação falhos; seleção de materiais inadequados; inobservância aos detalhes da construção; falta de controle da logística, incluindo preparação e aplicação de materiais dentro dos prazos recomendados, entre outros (LORDSLEEM JÚNIOR; FARO, 2017).

Fica evidente que se faz necessário o conhecimento das causas do deslocamento cerâmico em fachadas, de modo que, mediante a identificação e reconhecimento da patologia, o engenheiro tenha iniciativa de proceder às etapas de correção em fachadas deterioradas.

## **2.2. Minimização de deslocamentos em revestimentos cerâmicos exteriores**

O deslocamento em revestimento cerâmico externo constitui uma das muitas patologias das edificações e que preocupa os engenheiros e técnicos, levando-os a questionar a causa da elevada incidência dessas patologias. Sob o ponto de vista de Ribeiro e Barros (2010), a quase totalidade das causas dessa patologia tem origem no projeto e nos equívocos cometidos nas construções (falta de conhecimento técnico) decorrentes, principalmente, da escassa disseminação dos conceitos básicos das decisões técnicas nas etapas que envolvem o projeto, a construção e o uso das edificações.

Os revestimentos cerâmicos de fachadas ficam expostos às intempéries, o que contribui para o desgaste rápido. Nesse sentido, com base nas normas da ABNT, a vulnerabilidade das fachadas, pelo fato de ficarem expostas às variações do clima (chuva, vento, sol) exige atenção na escolha da cerâmica “com baixas expansões por umidade e calor, e baixas absorções de água” (DONATO *et al.*, 2015, p. 61).

Essa escolha, somada à seleção de bom material para assentamento e mão de obra qualificada, deve alinhar-se com um projeto bem elaborado para que, juntos, possam proporcionar melhor desempenho e maior durabilidade dos revestimentos cerâmicos (RIBEIRO; BARROS, 2010; DONATO *et al.*, 2015).

Há, conforme visto, uma relação entre um projeto bem elaborado, a qualidade do material selecionado para o revestimento e o nível profissional dos agentes operacionais da edificação para que haja êxito no desempenho e durabilidade do revestimento.

Ainda sobre as causas do deslocamento, Recena (2017) acrescenta – com base na ABNT/NBR 13.755/1996 – que o descumprimento às normas configura a maior parte dos

problemas conferidos em revestimentos. Esta declaração abrange todos os tipos vertical e horizontal de revestimentos cerâmicos.

Em se tratando de normas, a junta de movimentação referida na supramencionada NBR 13.755/96 representa um dos mais relevantes recursos promotores de desempenho e durabilidade do revestimento cerâmico externo. Nessa continuidade, Fiorito (2009) alerta que a negligência da junta de movimentação, seja por julgá-la sob o ponto de vista estético, seja pelo custo adicional, incorre em instabilidade do revestimento. Para as justificativas no âmbito estético, o autor lembra que cabe ao arquiteto dar uma solução para o acabamento onde haja junta de movimentação.

Entende-se, desse modo, que o ideal é que todas as etapas da edificação sejam bem-feitas para evitar o surgimento de patologias. Entretanto, nas situações em que estas ocorrem, procede-se à restauração das partes atingidas a partir de avaliação por meio de etapas semelhantes às aplicadas na medicina.

Sobre a abordagem em edificações que apresentam sintomas de deterioração, Garcez e Meneghetti (2015) orientam seguir as seguintes etapas: avaliação da gravidade do dano; estudo da sintomatologia; anamnese; diagnóstico; e, por fim, a terapêutica. De modo direto, essas etapas se referem a avaliar os danos identificados, seguindo para conferir os sintomas que se mostram por meio de trincas, rachaduras e o próprio descolamento. Definidos a anamnese e o diagnóstico, o próximo passo diz respeito aos procedimentos para recuperação da estrutura.

Nota-se que os procedimentos seguem uma lógica hipotética, considerando as possibilidades de falha desde uma observação superficial a olho nu até simulações para comprovação do diagnóstico para, então, definir os procedimentos de recuperação estrutural da área danificada.

A definição diagnóstica da patologia pode ir além, quando se procede a ensaios tais como o de arrancamento e o de percussão. Importa que os ensaios sejam executados para que o trabalho do engenheiro seja completo na recuperação do dano (GUIMARÃES, 2018). Definido o diagnóstico, procede-se à recuperação do revestimento cerâmico na fachada.

O contexto de recuperação deve respeitar a normatização com intuito de prevenir as mesmas e/ou novas patologias na edificação. Para tanto, o desempenho do revestimento cerâmico exigirá o uso de material adequado de modo a atender às exigências do clima, por exemplo, que é um dos principais fatores determinantes do deslocamento, depois da falha no projeto (SILVA *et al.*, 2015).

Um dos critérios de grande relevância para um bom revestimento é, segundo Silva *et al.* (2015), considerar se o ambiente é interno ou externo, seco ou molhado, superfície horizontal ou vertical e, em seguida, elaborar o projeto de aplicação do revestimento.

Inicialmente, a superfície deverá ser devidamente preparada para aplicação do material cerâmico. Conforme advertência de Recena (2017), a superfície de emboço deverá apresentar aspecto áspero, como resultado de reguagem ou sarrafeamento, sem desempenho; não poderá ter fissuras ou som oco como resposta à percussão, o que exigiria uma inspeção minuciosa antes da aplicação do revestimento cerâmico.

A propósito dos assentamentos de revestimento no modo convencional, de acordo com Fiorito (2009), utilizam-se argamassas frescas e niveladas e uma pasta de cimento para fixar as peças.

Nesse método, de modo resumido, os procedimentos consistem em: chapisco sobre a alvenaria; depois de atingida a resistência mecânica, proceder à umidade moderada do chapisco; aplicar a argamassa sarrafeada e desempenada; espalhar a pasta de cimento com auxílio de uma desempenadeira de aço lisa ou colher, espalhando-a sobre o emboço fresco, uniformizando a espessura a cerca de 1 mm.; colocar as peças, depois de imersas em água (não saturadas) sobre a pasta de cimento; bater o suficiente posicionando as peças; e, rejuntar após, no mínimo, 72 horas (FIORITO, 2009).

A prática de aplicar a argamassa diretamente no tardo, assentando as peças uma a uma é condenada por Fiorito (2009) sob justificativa de risco das seguintes falhas: a existência de vazios atrás das peças, nos quatro cantos; e, levando em consideração que as peças se fixam apenas onde há pasta de cimento e cal, sem aderência onde existam grãos de areia, a área de fixação fica reduzida, devido à proporção de areia na mistura.

Ademais, no tocante aos revestimentos com placas cerâmicas, a NBR 13.755 (ABNT, 1996) orienta que o procedimento seja iniciado apenas depois de concluídos os serviços de revestimento de tetos, fixação de caixilhos, execução das impermeabilizações, instalação das tubulações e ensaios de estanqueidade nas tubulações hidráulicas e sanitárias.

Por outro lado, a aplicação da argamassa colante procede de modo diferente. Usa-se desempenadeira metálica dentada, espalhando a argamassa com a parte lisa e em seguida, frisando-a com a parte dentada, tendo-se o cuidado de evitar desempenadeiras com dentes gastos (ROSCOE, 2008).

Não obstante a importância dos cuidados descritos sobre aplicação do revestimento de cerâmica externo, o tempo de cura do emboço e/ou da argamassa de regularização para assentamento do revestimento cerâmico deve seguir a NBR 13.755/96 (ABNT, 1996) que recomenda um período mínimo de 14 dias. Nessa continuidade, Roscoe (2008) adverte que, quanto mais tempo houver entre as etapas, menos suscetíveis a descolamento por retração hidráulica serão as placas.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Inicialmente, a ideia de patologias em seres vivos permitiu uma analogia com os defeitos que ocorrem nas edificações. Neste sentido, as etapas de diagnóstico e indicações de tratamento se assemelham, de modo que são seguidos protocolos visando assegurar os procedimentos mais adequados para os casos de patologias identificadas nas construções.

Partindo do conceito de patologias, de modo geral, em edificações, o reconhecimento das causas do deslocamento em revestimentos cerâmicos de fachadas se tornou um processo mais compreensível, sobretudo no aspecto teórico.

Neste sentido, a maioria dos trabalhos elencados apontam para associações inadequadas de materiais, mão de obra desqualificada – principalmente no tocante à argamassa e ao rejuntamento – além de causas relacionadas à dilatação, temperatura e variação de umidade, como responsáveis pelo deslocamento. Não obstante a relação das causas, a falha no projeto configura a mais recorrente.

### REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. L. **Patologias em revestimento cerâmico de fachada**. Minas Gerais, jul. 2012. Disponível em: <[https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A4JS4/1/monografia\\_lania\\_pronta\\_apresentada.pdf](https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/BUOS-9A4JS4/1/monografia_lania_pronta_apresentada.pdf)>. Acesso em: 6 ago. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13.755. Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante: procedimento**. Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <<https://document.onl/documents/nbr-13755-1996-revestimento-de-paredes-externas-e-fachadas-com-placas-ceramicapdf.html>>. Acesso em: 16 jun. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13755 – Revestimento de paredes externas e fachadas com placas cerâmicas e com utilização de argamassa colante – Procedimento**. Dez. 1996. Disponível em: <<https://document.onl/documents/nbr-13755-1996-revestimento-de-paredes-externas-e-fachadas-com-placas-ceramicapdf.html>>. Acesso em: 10 jun. 2022.

BOLINA, F. L.; TUTIKIAN, B. F.; HELENE, P. **Patologia de estruturas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2019.

CALLISTER JR, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

DEUTSHC, S. F. **Perícias de engenharia: a apuração dos fatos**. 2. ed. atual. e ampl. São Paulo: Livraria e Editora Universitária de Direito, 2013.

DONATO, F. C. *et al.* Manifestações patológicas relacionadas a revestimentos cerâmicos de fachadas na cidade de Ipatinga – MG. **Revista Tecnológica – Universidade Estadual de Maringá**, Maringá, DOI: 10.4025/revtecnol.v27i1.45233, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/RevTecnol/article/view/45233/751375148502>>. Acesso em: 3 jun. 2022.

FIORITO, A. J. S. I. **Manual de argamassas e revestimentos: estudos e procedimentos de execução**. 2. ed. São Paulo: Pini, 2009.

GARCEZ, M. R.; MENEGHETTI, L.C. Patologia, recuperação e reforço em alvenaria estrutural. In: MOHAMAD, G. (Coord.). **Construções em alvenaria estrutural: materiais, projeto e desempenho**. São Paulo: Blucher, 2015.

GUIMARÃES, Y. A. **Estudo das manifestações patológicas em edificações com diferentes tempos de uso**. Brasília: Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS, Curso: Engenharia Civil, Brasília, 2018. Disponível em: <<https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/prefix/13244/1/21450102%20.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2022.

LORDSLEEM JÚNIOR, A.C.; FARO, H. B. Descolamento de revestimento de fachada: estudo de caso. **Revista ALCONPAT**, Mérida, Yucatan, v. 7, n. 2, p. 148-159, mai. 2017. Disponível em: <<http://www.scielo.org.mx/pdf/ralconpat/v7n2/2007-6835-ralconpat-7-02-148-pt.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2022.

OLIVEIRA, A. P. N.; HOTZA, D. **Tecnologia de fabricação de revestimentos cerâmicos**. 2. ed. rev. Florianópolis: Editora da UFSC, 2015.

PACHECO, C. P.; VIEIRA, G. L. Análise quantitativa e qualitativa da degradação das fachadas com revestimento cerâmico. **Cerâmica**, São Paulo, n. 63, p.432-445, out. /dez., 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ce/a/FvQ37tJLwYc4ZMS3JgbzKLB/?format=html>>. Acesso em: 5 ago. 2022.

RECENA, F. A. P. **Sobre revestimentos em elementos cerâmicos**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2017.

RIBEIRO, F. A.; BARROS, M. M. S. B. **Juntas de movimentação em revestimentos cerâmicos de fachada**. São Paulo: Pini, 2010.

ROSCOE, M. T. **Patologia em revestimento cerâmico de fachada**. Curso de Especialização em Engenharia Civil UFMG. Síntese de Monografia. Belo Horizonte, MG, 2008. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/read/12524045/patologias-em-revestimento-ceramico-de-fachada-cecc-ufmg>>. Acesso em: 15 jun. 2022.

SASSAKI, C. C. F. **Avaliação dos fatores de deslocamento de revestimentos cerâmicos em fachadas de edifícios na Cidade de Curitiba – PR.** 2017. Monografia (Especialização em Patologia das Construções). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2017. Disponível em: <[http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19801/1/CT\\_CEPAC\\_VI\\_2016\\_02.pdf](http://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/19801/1/CT_CEPAC_VI_2016_02.pdf)>. Acesso em: 6 ago. 2022.

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. **Pedreiro revestidor.** São Paulo: SENAI-SP Editora, 2014.

SILVA, M. N. P. *et al.* Revestimentos cerâmicos e suas aplicabilidades. **Ciências exatas e tecnologias**, Maceió, v. 2, n. 3, p. 87-97, maio 2015. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/download/2138/1263/6995>>. Acesso em: 31 maio 2022.

SINDUSCON. Sindicato das Indústrias de Construção Civil. **Deslocamento cerâmico é problema setorial e requer mobilização da cadeia produtiva.** São Paulo, 29 jul. 2016. Disponível em: <<https://sindusconsp.com.br/deslocamento-ceramico-e-problema-setorial-e-requer-mobilizacao-da-cadeia-produtiva/>>. Acesso em: 5 ago. 2022.

THOMASI, D. S. *et al.* (Orgs). **Dos engenheiros de hoje para os engenheiros de amanhã: onde engenheiros representa o sonho de ser engenheiro.** Diamantina: UFVJM, 2017. disponível em: <<http://acervo.ufvjm.edu.br/jspui/handle/1/1581>>. Acesso em: 3 jun. 2022.

# CAPÍTULO 17

## ESTUDO DA ESTABILIDADE ACELERADA DE REPELENTE NATURAIS CONTRA PICADA DE MOSQUITOS TRANSMISSORES DOENÇAS ENDÊMICAS<sup>1</sup>

José Sebastião Cidreira Vieira  
Vandenilso Macêdo Cesário  
Davina Camelo Chaves  
Makson Rangel de Melo Rodrigues  
Hugo da Costa Reis  
Efraim Costa Pereira  
Roberto de Oliveira da Cunha  
Thyago Brito Morais

### RESUMO

O mosquito *Aedes aegypti* é o vetor transmissor de várias doenças como a *dengue*, a *febre amarela*, o *zika vírus* e a *febre chikunnya*. O controle da disseminação do mosquito *Aedes aegypti* mais utilizado na atualidade é o emprego de inseticidas químicos. Entretanto com o passar do tempo o referido mosquito criou resistência em resposta aos inseticidas exigindo novas alternativas capazes de inativá-lo sem agredir os seres humanos e ao meio ambiente. Neste sentido, os óleos essenciais extraídos de plantas aromáticas são muito utilizados na indústria cosmética e farmacêutica em face de sua disponibilidade na flora brasileira. Eles apresentam grande potencial para substituírem os inseticidas químicos. Este projeto pretende produzir um creme repelente a partir da adição do extrato glicólico de pimenta-de-macaco (*Piper aduncum*) e de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*). A emulsão será preparada em duas fases a hidrofílica e a fase lipofílica, o controle de qualidade do creme será realizado em função da estabilidade acelerada em termos dos parâmetros centrifugação, ciclos de congelamento e descongelamento, densidade, capacidade de espalhabilidade, caracterização organoléptica, estabilidade em temperaturas extremas e pH.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mosquito. Creme repelente. Óleos essenciais.

### 1. INTRODUÇÃO

Anualmente, em todo o planeta Terra, milhares de pessoas são acometidas por doenças transmitidas por insetos. Os mosquitos são os principais responsáveis por transmitirem certas patologias. O mosquito *Aedes aegypti* é o maior vetor para a *dengue*, para a *febre chikungunya*, para o *zika vírus* e para a *febre amarela* (STEFANI *et al.*, 2009; POSSEL, 2019).

A incidência das doenças causadas pelos mosquitos é mais agravante em países tropicais como o Brasil. Neles os vetores encontram melhores condições para se desenvolverem. No estado do Maranhão os crescentes casos de *dengue*, *chikungunya* e *zika vírus* têm levado muitas

---

<sup>1</sup> Aporte financeiro concedido pela Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (Fapema), pela PRPGI (Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do IFMA (PRPGI), pelo Campus Zé Doca e pelo Grupo de Pesquisas em Análises Químicas Sustentáveis (GPAQS).

peças a óbito. Em 2019 foram registrados mais de 1.000.000 de casos de *dengue*, com 782 mortes, o que representou um aumento percentual de 488 em relação a 2018 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

A quantidade de doenças transmitidas por mosquitos é bastante elevada e segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2012) nos últimos anos estima-se a ocorrência de 100 milhões de infecções de dengue. No Brasil em 2016, foram registrados 1.438.624 casos de dengue em comparação com 2018 houve um acréscimo de 599,5% (MS, 2019). Os mosquitos vetores dessas doenças, o *Aedes aegypti* e o *Aedes albopictus*, são facilmente adaptados às dinâmicas sociais e ao ambiente das cidades, caracterizando a *dengue* como uma enfermidade típica de áreas urbanas com perfil específico (JOHANSEN *et al.*, 2014).

O desconforto e a irritação causados pela picada de diferentes espécies de mosquitos podem gerar sintomas clínicos das doenças transmitidas e até inclusive levar o indivíduo a cometido à morte (STEFANI *et al.*, 2009). Estes fatos são causadores da busca incessante por alternativas para o combate e a prevenção dessas patogenias (OLIVEIRA, 2015).

A forma de combate mais utilizada para conter a ação destruidora dos mosquitos é a aplicação de inseticidas sintéticos consistindo de compostos organofosforados e piretróides ou até mesmo outras composições altamente nocivas à saúde humana e ao meio ambiente. O consumo intensivo desses produtos visando à exterminação de insetos acaba alterando o equilíbrio ambiental e conseqüentemente os efeitos adversos são inevitáveis (LUNA *et al.*, 2013).

O Brasil é um país tropical, com vasta área territorial e uma flora formada de uma grande variedade de plantas com elevado potencial de atividade inseticida. Tais plantas podem ser utilizadas como alternativa viável para o controle integrado de pragas. A atividade inseticida de plantas encontradas na flora brasileira resulta de substâncias bioativas, detentoras de diferentes estruturas químicas com atividades contra insetos (POSSEL, 2019).

Determinados óleos essenciais podem atuar nos processos de detoxificação de insetos, no qual as misturas binárias dos referidos óleos aumentam a toxicidade dos mesmos. Seu efeito sinérgico pode acarretar a redução quantitativa de óleo a ser aplicado para o controle de determinada praga podendo diminuir os impactos ambientais (ARAÚJO, 2014). Os óleos essenciais extraídos de plantas são originários de misturas complexas de compostos orgânicos voláteis formados por monoterpenos, sesquiterpenos e fenilpropanóides. As espécies vegetais constituídas de óleos essenciais são chamadas de plantas aromáticas (CAMPOS *et al.*, 2012).

Assim sendo, neste projeto pretende-se elaborar formulações de cremes repelentes, cuja composição contenha óleos essenciais extraídos de pimenta-de-macaco e de cravo-da-índia visando a redução de custos de produção bem como entravar o desenvolvimento de larvas de artrópodes na fase de oviposição e redimir e/ou eliminar a incidência de doenças infecciosas causadas por mosquitos. Portanto, pode-se afirmar que esta pesquisa tem possibilidades de trazer contribuições à comunidade acadêmica e à sociedade em geral, já que se compromete com a produção de um repelente de insetos para redimir a incidência de doenças endêmicas, cuja matéria-prima pode ser facilmente encontrada na região de Zé Doca e áreas adjacentes, onde a pesquisa será realizada. Poderá ainda, servir de base para pesquisas futuras na área de produção de fármacos, com a utilização de outras matérias-primas locais, o que poderá contribuir para atrair investimentos, geração de empregos e, portanto, crescimento para a economia local, resultando em melhoria da qualidade de vida dos moradores do referido município.

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Materiais e reagentes**

As principais matérias-primas a serem utilizadas neste trabalho foram álcool cetosteárico, óleo de amêndoas, extrato glicólico de pimenta-de-macaco e de cravo-da-índia, polawax e tween 80.

### **2.2. Fabricação do creme repelente**

#### **2.2.1. Preparo da emulsão**

A preparação da fase lipofílica consistiu no aquecimento de seus componentes a 70°C. A mistura permaneceu sob agitação constante.

A fase hidrofílica consistiu no aquecimento da água destilada a 70°C e seu pH controlado na faixa de 4,0 a 7,0 ideal para creme. Em seguida, a fase hidrofílica foi adicionada na fase lipofílica; o sistema foi mantido em agitação durante 5 minutos.

O sistema de aquecimento foi desativado e o creme formado foi mantido em agitação por mais 45 minutos ou até atingir a temperatura ambiente. Finalmente, foi embalado em frascos apropriados e disponibilizado para avaliação da estabilidade acelerada.

### **2.3. CONTROLE DE QUALIDADE DO CREME OBTIDO**

Dentre os parâmetros de controle de qualidade dos cremes destacam-se a centrifugação. Ela é um parâmetro denominado de orientativo na produção deste insumo. A não ocorrência de

separação de fases não é um indicativo que o creme está estável, somente assegura que o produto pode ser submetido aos ensaios de estabilidade acelerada (ISAAC, 2008). Sendo assim, foi realizado um estudo de estabilidade acelerada durante 28. O referido estudo consistiu de ensaios de centrifugação, de estabilidade em temperaturas extremas, de densidade, de pH e de ciclos de congelamento e descongelamento. Os ensaios foram realizados em triplicata.

### **2.3.1. Centrifugação**

Este parâmetro foi realizado durante 28 dias com intervalo de 7 em 7 dias. Em um ensaio típico foram adicionadas 5g de cada amostra em um tubo de Falcon de capacidade 15 mL. As amostras foram submetidas à rotação de 3.000 rpm durante 30 minutos conforme recomendam Chorilli, Campos e Bolfar (2009).

### **2.3.2. Ciclos de congelamento e descongelamento**

Inicialmente, foram pesadas 2 g de cada amostra em um béquer de cadinho de porcelana. As alíquotas foram submetidas a condições extremas de temperatura, as quais foram denominadas de ciclos. Os ciclos para efeito de estabilidade foram conduzidos alternando a cada 24 horas em temperaturas elevadas (40, 45 e 50°C) e em temperaturas baixas (-5 °C) com variação de  $\pm 2$  °C.

### **2.3.3. Caracterização organoléptica**

As características organolépticas, em termos de aspecto visual, cor e aroma foram verificadas durante 28 dias com intervalos de 7 em 7 dias. Amostras constituídas de 10 g do creme foram submetidas a três diferentes condições controladas de temperatura, quais sejam: à temperatura ambiente (20-25 °C), à baixa temperatura em geladeira ( $5 \pm 2$ °C) e em estufa de secagem a  $45 \pm 2$ °C.

### **2.3.4. Produto hidrogeniônico**

A determinação do produto hidrogeniônico, pH, foi determinado no intervalo de 28 dias em intervalo de 7 dias.

Tipicamente, foi preparada uma solução aquosa do creme a 10% (p/p) com água destilada. Os ensaios foram realizados em condições ambientais (20-25°C) em um pHmetro digital (BRASIL, 2004).

### 2.3.5. Capacidade de espalhabilidade

Os ensaios de espalhabilidade serão realizados num período de 28 dias. Inicialmente, 0,1 g da amostra foi adicionada entre duas lâminas de vidro de largura 20,0 mm, comprimento 50 mm e espessura 5 mm, sendo que em uma delas será impregnado um papel milimetrado.

No intervalo de 7 em 7 dias serão adicionados 1,0 g, 1,5g, 2,0 g e 2,5 g do creme com intervalo de três minutos na placa inferior promoverá o espalhamento do creme na lâmina superior, que será medido como extensibilidade em  $\text{mm}^2$  (ISAAC *et al.*, 2008)

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No decurso deste trabalho foram desenvolvidas três diferentes formulações de repelentes contra picada de mosquitos. As formulações foram codificadas como verde água, verde menta e verde turquesa. A Figura x mostra as referidas formulações obtidas ao longo do desenvolvimento das formulações.

**Figura 1:** Emulsões desenvolvidas contra picada de mosquitos.



Verde água

Verde menta

Verde turquesa

**Fonte:** Cesário (2022).

Em seguida ao desenvolvimento as formulações obtidas foram armazenadas em frascos (bisnarga de 50 mL) e permaneceram armazenadas sob refrigeração a 10°C durante 28 dias. A estabilidade acelerada foi realizada em quintuplicata com intervalo de 7 em 7 dias (0 dia, 7 dias, 14 dias, 21 dias e 28 dias após o desenvolvimento da emulsão). Para cada parâmetro de controle de qualidade físico-química foram realizados 5 ensaios totalizando 105 análises. As alíquotas destinadas para ensaios de estabilidade acelerada foram escolhidas ao acaso.

### 3.1. Parâmetro orientativo

O ensaio de centrifugação é um parâmetro de controle de qualidade que assegura a possibilidade da continuidade da realização de ensaios de estabilidade acelerada. Durante os ensaios de centrifugação esperam-se que não ocorra variação de fases. Para este parâmetro observou-se a formação de duas fases, quais sejam: uma pastosa e outra aquosa. Embora as

instruções normativas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) especifiquem que a formação de fases é um indicativo de instabilidade de emulsões cosméticas, vale ressaltar que durante o processo produtivo foi adicionados um corante específico para cosmético e uma essência. Neste sentido, acredita-se que a fase aquosa revelada durante os ensaios de centrifugação estivesse diretamente relacionada ao diluente do corante e não propriamente pelo fato de as emulsões apresentarem vestígios de instabilidade. Os demais parâmetros de estabilidade foram realizados e os resultados não indicaram sinais de instabilidade físico-químicas das amostras de repelentes contra picada de mosquito.

### **3.2. Avaliação das propriedades organolépticas**

A instabilidade física e química de um creme repelente pode ser avaliada por intermédio de suas características organolépticas, ou seja, através da visão, do olfato e do tato. Tais sentidos permitem a realização de uma análise de como a composição química da amostra se encontra evitando-se que dessa forma, a instabilidade das formulações se propague até os consumidores (SOUZA; NOBREGA, 2018).

Os resultados revelados no decurso da caracterização organoléptica durante os 28 dias com intervalos regulares de 7 em 7 dias não apresentaram alterações significativas de aroma, cor e aspecto físico. As amostras verde água e verde menta apresentaram aroma característico de pimenta dioica. Enquanto que a amostra azul turquesa revelou aroma de cravo-da-índia. As três amostras não apresentaram mudança brusca de coloração e mantiveram um aspecto, viscoso, pastoso.

### **3.3. Medida do produto hidrogeniônico das emulsões cosméticas**

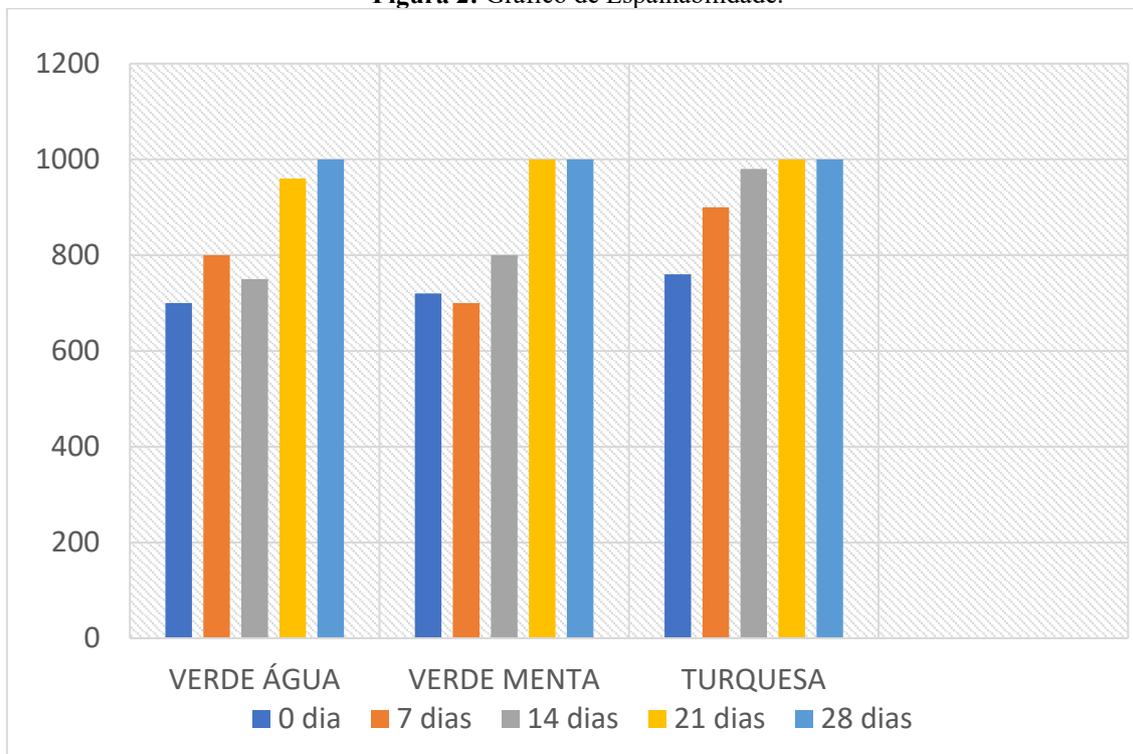
As medidas de pH foram aferidas em um pH-metro digital portátil. Para este parâmetro, as amostras analisadas apresentaram uma variação de pH na faixa de 4,1-5,2 para verde água, 4,0-4,81 para a amostra verde menta e na faixa de 4,0 a 4,6 para a amostra verde turquesa. A variação de pH ocorreu a partir do 7º dia após o desenvolvimento das emulsões. Embora tenha ocorrido aumento do produto hidrogeniônico nas três amostras, tal alteração não proíbe o uso do repelente que possui um pH levemente ácido e sua faixa ótima para o consumo é de 4,0 -10 (MACHADO; BORGES, 2019).

### **3.4. Avaliação da espalhabilidade**

A capacidade de espalhamento de emulsões cosméticas é um parâmetro que avalia como a emulsão cosmética se distribui sobre a pele humana quando submetido a uma força.

As placas retangulares exerceram pressão sobre a superfície da emulsão, permitindo seu espalhamento em formato semelhante a um retângulo. Os resultados das avaliações do parâmetro de espalhabilidade são mostrados na Figura a seguir:

**Figura 2:** Gráfico de Espalhabilidade.



Fonte: César (2022).

A representação gráfica da distribuição das amostras de repelentes apresentou comportamento diferente entre as amostras analisadas entre os 14 e 21 dias após o desenvolvimento dos produtos relacionados as amostras verde água e verde menta. A amostra verde turquesa se espalhou de modo crescente desde o primeiro dia até o 28º dia após a produção.

A investigação da capacidade de espalhabilidade é um indicativo de mudança na consistência das formulações ao ter sua viscosidade reduzida. O aspecto visual das emulsões apresentou pequenas mudanças o que justifica o comportamento crescente de espalhabilidade.

### 3.5. Variabilidade da densidade da emulsão repelente

Considerando-se que densidade é a razão entre a massa da emulsão e o volume ocupado pelo referido cosmético, nota-se que este parâmetro é diretamente proporcional a sua massa, isto significa que ao perder massa a densidade das amostras diminui. Essa variação de massa está relacionada ao fenômeno da evaporação ou à vulnerabilidade das emulsões à reação de oxidação (BRASIL, 2004). Neste sentido, as condições de armazenamento e envase são de

fundamental importância para evitar a variação de massa e manter a estabilidade do produto. No decurso do estudo de estabilidade acelerada por 28 dias, as amostras analisadas não apresentaram mudança significativa de variação de massa e de densidade indicando que os produtos estão estáveis físico-quimicamente. A Figura ilustra os resultados revelados para a densidade dos repelentes.

#### 4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento formulações repelentes contra mosquitos com a adição dos óleos essenciais de pimenta dioica e de cravo-da-índia, cujo princípio ativo, o eugenol, que possui propriedades repelentes, permitiu a produção de três diferentes formulações, as quais foram denominadas de verde água, verde menta e verde turquesa.

As amostras foram caracterizadas através da estabilidade acelerada. Avaliando as características físico químicas e organolépticas das emulsões desenvolvidas, percebeu-se que os resultados dos parâmetros estão de acordo com o desejável para produtos aplicáveis na pele. Estatisticamente os resultados não foram diferentes, sendo um ponto positivo para as emulsões. Para a sua eficácia e comercialização é necessário um tempo de pesquisa maior e outros testes como viscosidades e dermatológico respectivamente.

#### AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao apoio e aporte financeiro concedido pela Fapema, pela PRPGI (Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação do IFMA, pelo Campus Zé Doca e pelo Grupo de Pesquisas em Análises Químicas Sustentáveis (GPAQS).

#### REFERENCIAS

ARAÚJO, A. M. N. **Toxicidade, efeitos comportamentais e sinergismo de óleos essenciais em *Sitophilus zeamais* Mots.** Recife (PE), 2014, 96f. Tese (Doutorado em Entomologia Agrícola) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife (PE), 2014. Disponível em: <<http://ppgea.ufrpe.br/sites/ppgea.ufrpe.br/files/documentos/alice.pdf>> Acessado em: Mai, 2022.

ARGÔLO, I. F. T. **Avaliação do sinergismo entre os componentes da pasta CTZ e o citrionelol frente ao *Enterococcus faecalis*.** João Pessoa (PB), 33 f, 2014. Monografia (Graduação em Biologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa (PB), 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/1671>>. Acessado em: Mai, 2022.

BAKKALI, F. *et al.* **Biological Effects of Essential Oils: A Review.** Food Chemical Toxicology, v. 46, p. 446 – 475, 2008. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0278691507004541>>. Acessado em: Abr, 2022.

BESERRA, E. B. *et al.* **Biologia e exigências térmicas de Aedes aegypti (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba.** Neotropical Entomology, v. 35, p. 853-860, 2006. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ne/a/5KkC4tG8Vy4Krd4L7pP4gBp/abstract/?lang=pt>>. Acessado em: Jun, 2022.

BIZZO, H. R.; HOVELL, A. M. C.; REZENDE, C. M. **Óleos essenciais no Brasil: Aspectos gerais, desenvolvimento e perspectivas.** Química Nova, v.32, n.3, p.588-594, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/QwJBsdNzGmZSq4jKmhVdNj/?lang=pt>>. Acessado em: Abr, 2022.

BRAGA, I.; VALLE, D. **Aegypti: vigilância, monitoramento da resistência e alternativas de controle no Brasil.** Epidemiol Serv Saúde, vol 16, nr. 4, p.295-302, 2007. Disponível em: <[http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?pid=S1679-49742007000400007&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://scielo.iec.gov.br/scielo.php?pid=S1679-49742007000400007&script=sci_arttext&tlng=es)>. Acessado em: Jun, 2022.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. RDC nº 07: Dispõe sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, 2015. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/RDC\\_07\\_2015\\_.pdf](http://portal.anvisa.gov.br/documents/RDC_07_2015_.pdf)>. Acessado em: Jun. 2020.

CALIXTO, J. B. **Biodiversidade Como Fonte De Medicamentos.** Ciência e Cultura, v. 55, n. 3, p. 37-39, São Paulo, 2003. Disponível em: <[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000300022](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000300022)>. Acessado em: Abr, 2022.

CARNEIRO, W. V. **Óleo essencial de citronela: avaliação do seu potencial como repelente em uma loção.** João Pessoa (PB), 2015, 36f. TCC (Bacharel em Farmácia) – Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa (PB), 2015.

CHEMICAL PROTECTION OF PLANTS. Moscou: Mir Publisher, 1983. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/1013>>. Acessado em: Jul, 2022.

COELHO, L. G. **Desenvolvimento e estudo da estabilidade de emulsões com propriedades repelentes naturais.** Toledo (PR), 2014, 39 f. Monografia (Graduação em Tecnologia de Processos Químicos) – Universidade Federal do Paraná. Toledo (PR), 2014. Disponível em: <<http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/15895>>. Acessado em: Abr, 2022.

FERRARI, M. *et al.* **Determinação do fator de proteção solar (FPS) *in vitro* e *in vivo* de emulsões com óleo de andiroba (*Carapa guianensis*).** Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 17, n. 4, p. 626-630, 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbfar/a/DyY3GR8RLFdZthBKKZ3r5LH/?lang=pt&format=html>>. Acessado em: Mai, 2022.

FUNDAÇÃO OSVALDO CRUZ. **Dengue vírus e vetor.** Disponível em: <<http://www.ioc.fiocruz.br/dengue/index.html>>. Acessado em: Abr, 2022.

GONÇALVES, C. L. **Bacteriostasia, citotoxicidade, atividade antioxidante e sinergismo com antibacteriano comerciais de plantas bioativas com indicativo medicinal.** Pelotas (RS),

2014, 92f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas (RS), 2014. Disponível em: <<http://repositorio.ufpel.edu.br:8080/handle/prefix/3029>>. Acessado em: Out, 2022.

GRUZDYEV, G. S.; ZINCHENKO, V. A.; KALININ, V. A.; SLOVTSOV, R. I. The

MONTANARI, C. A.; BOLZANI, V. S. **Planejamento racional de fármacos baseados em produtos naturais**. Química Nova. 1: 105- 111, 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/GVBr34mVT7kbMTGYDxBryJn/?lang=pt>>. Acessado em: Jul, 2022.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Disponível em: <[www.who.int](http://www.who.int)>. Acessado em: Jun, 2022.

PORTAL DA SAÚDE. **Informações técnicas da dengue**. Organização Portal da Saúde-Ministério da Saúde, Brasil, 2019. Disponível em: <[portaldasaude.gov.br](http://portaldasaude.gov.br)>. Acessado em: Abr, 2022.

POSSEL, R. D. **Atividade inseticida e repelente de plantas do cerrado no controle alternativo do mosquito (*Aedes aegypti*)**. Gurupi (TO), 2019, 113f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia). Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia-Universidade Federal do Tocantins, Gurupi (TO), 2019. Disponível em: <<http://200.129.179.47/handle/11612/1280>>. Acessado em: Mai, 2022.

RIBAS, J.; CARREÑO, A. M. **Avaliação do uso de repelentes contra picada de mosquitos em militares na Bacia Amazônica**. Anais Brasileiro de Ermatologia, v. 85, n. 1, p. 33-38, 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/abd/a/Mp9r3X7GPWQ7LczRsTDm9zv/abstract/?lang=pt>>. Acessado em: Jul, 2022.

RIETRA, R. P. *et al.* **Effects of nutriente antagonismo and synergism on yeld and fertilizer use sufficiency**. Communication in Soil Science and Plant Analysis, vol 48, nr. 16, p1895-1920, 2017. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00103624.2017.1407429#:~:text=In%20desig ning%20fertilizers%20with%20the,for%20optimal%20nutrient%20use%20efficiency>>. Acessado em: Mai, 2022.

SILVA, F. B. *et al.* **Evidências de mudanças climáticas na região de transição Amazônia-Cerrado no estado do Maranhão**. Revista Brasileira de Meteorologia, vol. 31, n.3, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbmet/a/R6KJ69nmX3y9B9X6bRVMzhH/abstract/?lang=pt>>. Acessado em: Abr, 2022.

SIMAS, N. K. *et al.* **Produtos naturais para o controle da transmissão da dengue – atividade larvicida de myroxylon balsamum (óleo vermelho) e de terpenóides e fenilpropanóides**. Química Nova., vol. 27, p. 46-49, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/XYFL4xFy4WshsMd93XyTTbz/?lang=pt&format=html>>. Acessado em: Abr, 2022.

SOUZA, J. B. P.; NÓBREGA, R. S. **Avaliação de parâmetros físico-químicos e eficácia de formulações comerciais de xampus de cetoconazol**. Revista Saúde & Ciência Online, [s.i]1,

v. 7, n. 1, p.45-64, 2018. Disponível em: <<https://www.rsctemp.sti.ufcg.edu.br/index.php/RSC-UFCG/article/view/399>>. Acessado em: Jun, 2022.

STEFANI, G. P. *et al.* **Repelentes de insetos: recomendações para uso em crianças.** Ver. Paul. Pediatr. Vol. 27, n. 1, p.81-90, 2009. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rpp/a/8GcjwvRcC95wMQ8v6VQ8Vbr/?format=html&lang=pt>>. Acessado em: Mai, 2022.

TORRES, L. F. F. **A atuação da Companhia de Colonização do Nordeste-Colone no município de Zé Doca-MA.** São Luís (MA), 2011, 51f. Monografia (Graduação em Licenciatura Plena em História) – Universidade Estadual do Maranhão. São Luís (MA), 2011. Disponível em: <<https://www.historia.uema.br/wp-content/uploads/2016/03/8.-lucio-flavio-ferreira-torres.pdf>>. Acessado em: Out, 2022.



[www.editorapublicar.com.br](http://www.editorapublicar.com.br)  
[contato@editorapublicar.com.br](mailto:contato@editorapublicar.com.br)  
@epublicar  
[facebook.com.br/epublicar](https://facebook.com.br/epublicar)

# CIÊNCIAS EXATAS E INOVAÇÃO:

PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO E  
APLICABILIDADE EM SOCIEDADE

2

MILSON DOS SANTOS BARBOSA  
ADILSON TADEU BASQUEROTE SILVA  
ROGER GOULART MELLO  
ORGANIZADORES



2022

[www.editorapublicar.com.br](http://www.editorapublicar.com.br)  
[contato@editorapublicar.com.br](mailto:contato@editorapublicar.com.br)  
[@epublicar](https://www.facebook.com/epublicar)  
[facebook.com.br/epublicar](https://www.facebook.com/epublicar)

# CIÊNCIAS EXATAS E INOVAÇÃO:

PERSPECTIVAS DE DESENVOLVIMENTO E  
APLICABILIDADE EM SOCIEDADE

2

MILSON DOS SANTOS BARBOSA  
ADILSON TADEU BASQUEROTE SILVA  
ROGER GOULART MELLO  
ORGANIZADORES



2022