

saneamento ambiental



Ano XXXV - nº 202 - 2025 - setembro/outubro/novembro - ISSN 0103-7056

a revolução invisível
das cidades inteligentes

Nova Lei do Licenciamento Ambiental • Tecnologia e energia renovável

Panorama brasileiro dos sistemas de logística reversa

Gestão
Ambiental e
ESG 



Respostas
ágeis para o
seu projeto

evoluir
com equilíbrio



Os (imensos) desafios da COP 30

Ao nos aproximarmos da data de início da COP 30, que acontece de 10 a 21 de novembro, na cidade de Belém, devemos nos perguntar: que avanços foram obtidos desde a assinatura dos Acordos de Paris, definidos em 2015, durante a COP 21 e assinados no ano seguinte?

Lembramos que os Acordos de Paris tinham como meta principal limitar o aumento da temperatura média da terra a um patamar abaixo de 2 graus centígrados (relativamente aos níveis pré-industriais) e desenvolver esforços para que a temperatura não ultrapassasse 1,5 graus centígrados. Também se previa a redução das emissões de gases de efeito estufa, sendo que cada país deveria apresentar suas próprias metas de redução, através das chamadas NDC's (Contribuições Nacionalmente Determinadas), fazendo uma redução dessas metas, mas sempre procurando aumentá-las a cada cinco anos. Os países se comprometiam, ainda, a alcançar a neutralidade climática (o equilíbrio entre emissões e remoções de carbono) até a segunda metade do século XXI. Porém, talvez o ponto mais importante definido nos Acordos de Paris talvez seja o compromisso, firmado pelos países-membros da convenção, de mobilizar recursos financeiros equivalentes a US\$ 100 bilhões por ano para apoiar os países em desenvolvimento no esforço de adaptação e mitigação das mudanças climáticas. Houve, também, o compromisso de revisar e aumentar esse valor após 2025. E este talvez seja o principal desafio a ser enfrentado na COP 30, já que os EUA, maior economia do mundo e um dos principais emissores de carbono na atmosfera, pulou fora dos Acordos de Paris e seu principal mandatário anunciou claramente, na Assembleia Geral das Nações Unidas, realizada em setembro de 2025, que não acredita em mudanças climáticas e que as energias renováveis (ou verdes) não são economicamente viáveis. Ou seja, se dependerem dos EUA, as metas estabelecidas nos Acordos de Paris estarão fadadas ao fracasso, pelo menos

enquanto o atual mandatário americano se mantiver no poder. Isto faz com que o cumprimento dos acordos dependa cada vez mais da Europa e da China. É um desafio e tanto, sobretudo para os países em desenvolvimento.

Felizmente, há fatos positivos a serem contabilizados após os Acordos de Paris. Segundo informações do Secretariado da ONU para Mudanças Climáticas, o investimento em energias renováveis aumentou dez vezes, num período de dez anos, e a transição para energia limpa está crescendo em quase todas as principais economias, atingindo US\$ 2 trilhões somente em 2024. Embora não seja o suficiente, não é pouco.

Apesar do que disse o mandatário americano, mais de 90% das novas energias renováveis custam menos do que a mais barata das energias fósseis. A indústria também tem se transformado, adotando processos de produção mais limpos, com menos emissões, embora ainda não nos níveis que se poderia almejar. Também segundo o secretariado da ONU, existe ainda US\$ 1,6 trilhão em projetos que permanecem ociosos, o que significa que há um potencial ainda desperdiçado.

Portanto, a COP 30, emblematicamente a ser realizada na Amazônia, tem pela frente a enorme responsabilidade de acelerar a implementação e disseminação dos benefícios da ação climática para bilhões de pessoas, sobretudo naqueles países que mais sofrem com os desastres ambientais. As NDCs precisam ser cumpridas e a disponibilidade de US\$ 1,3 bilhão/ano para financiar projetos anuais deve ser efetivamente viabilizada. A COP 30 tem o desafio de unir as nações ainda comprometidas com o combate às mudanças climáticas a colocar mais recursos e ampliar os esforços de mitigação dos efeitos dessas mudanças, antes que a temperatura global continue subindo e o mundo chegue a um ponto de não retorno.

Francisco Alves, Editor

Expediente

Diretoria

Francisco E. Alves

franalves@signuseditora.com.br

Sérgio de Oliveira

sergio@signuseditora.com.br

Redação

Editor-Chefe: Francisco Alves

franalves@signuseditora.com.br

Editora-Assistente: Mara Cristina Fornari

mara@signuseditora.com.br

Redatores:

Rodrigo Gabai

rodrigo@signuseditora.com.br

Luana Oliveira

luana@signuseditora.com.br

Produtor Gráfico:

Alexandre Paes Dias

armazemdecriativos@gmail.com

Comercial

Diretor: Sérgio de Oliveira

sergio@signuseditora.com.br

Vendas

Marta Camargo

marta@signuseditora.com.br

Débora De Marchi

debora@signuseditora.com.br

Endereço Portal

www.saneamentoambiental.com.br

Periodicidade: trimestral

A revista **Saneamento Ambiental** é a única publicação especializada no Brasil a cobrir as áreas de Controle Ambiental em Indústrias e Saneamento Básico. Circula entre os principais dirigentes e técnicos responsáveis pelo Departamento de Controle Ambiental das principais indústrias dos setores de Petroquímica, Química, Mineração, Siderurgia, Açúcar e Alcool, Papel e Celulose, Ferroligas, Fertilizantes, Plásticos, Construção, Engenharia e Projeto, Órgãos Públicos Federais, Estaduais e Municipais, Congresso Nacional, Institutos e Entidades privadas de defesa do Meio Ambiente, Centros de Pesquisa e Bibliotecas. A assinatura é paga. Todos os direitos reservados. Nenhuma informação dessa edição poderá ser copiada ou reproduzida por qualquer meio, impresso ou eletrônico, sem permissão por escrito da Signus Editora Ltda.

Diretor Responsável

Francisco E. Alves (MTb 11698)

Conselho Consultivo

Alexander Fortin

Mara Ramos

Bruno Libardoni

Marco Fabiani

Estela Testa

Paula Vilela

Eugenio Singer

Paula Violante

Everton de Oliveira

Paulo Negrão

Fabricio Soler

Ricardo Lima Pereira

Franco Tarabini Jr.

Rozely Ferreira

Jair Rosa Cláudio

Sergio Costa

Laura Petri

Sergio Ribeiro

Léo Allonda

Walter Lazarini



/company/saneamento-ambiental



/revistasambiental

Índice

6

A revolução invisível das cidades inteligentes

12

**Lei do Licenciamento Ambiental N° 15190/2025 -
Uma Análise Crítica**

30

Panorama brasileiro dos sistemas de logística reversa

34

Tecnologia e energia renovável ditam o futuro da produção

38

Eficiência Energética em Estações de Tratamento

42

A Revolução no Monitoramento Urbano

45

O futuro do saneamento passa pela automação inteligente

50

**Reuso de Água e Economia Circular:
do tabu à solução estratégica no Brasil**

54

Inovação Sustentável e Educação Ambiental

58

**Avaliação da qualidade agronômica do lodo
da estação de tratamento de água (ETA)**

A revolução invisível das cidades inteligentes



Integração de Sistemas e Eficiência para o saneamento

Sensores, modelagens digitais e monitoramento em tempo real transformam a gestão da água no Brasil e aproximam a população de decisões estratégicas



A digitalização do saneamento já é uma realidade no Brasil e promete transformar silenciosamente o modo como as cidades funcionam. Com sensores inteligentes, monitoramento em tempo real e participação ativa da população, o chamado Saneamento 4.0 surge como peça-chave no ecossistema das cidades inteligentes, unindo eficiência energética, redução de perdas de água e transparência nos serviços públicos.

A Tetra Tech consolidou-se como uma das principais referências em soluções de engenharia e consultoria voltadas para água, meio ambiente e infraestrutura sustentável. Com cerca de 30 mil colaboradores em todo o mundo, a empresa atua em projetos que abrangem todo o ciclo da água, proteção e restauração ambiental e o desenvolvimento de estruturas resilientes, unindo ciência e inovação tecnológica para resolver desafios complexos.

Entre os temas em evidência, a empresa tem aprofundado sua atuação no chamado "Saneamento 4.0", marcado pela consolidação de parcerias público-privadas (PPPs) estruturadas, que incorpora a agenda ESG e se conecta diretamente ao universo das cidades inteligentes, oferecendo novas perspectivas para o planejamento urbano e a qualidade da água.



Monitoramento pelo sistema SCADA

De acordo com Carlos Eduardo Nakao Inouye, gerente de recursos hídricos da Tetra Tech, o Saneamento 4.0 pode ser compreendido como a digitalização integral do ciclo do saneamento. “Desde a coleta e o tratamento de esgoto até a análise de dados em tempo real, o modelo envolve o uso de sensores IoT e monitoramento contínuo, criando plataformas integradas que conectam o saneamento a todos os serviços urbanos”, afirmou.

Para Ricardo Augusto de Castro Marcondes, coordenador de saneamento da Tetra Tech, essa transformação rompe com a invisibilidade histórica do setor. “O saneamento sempre foi de difícil acesso e fiscalização. Com tecnologias de mo-

delagem digital, conseguimos visualizar estruturas e processos em detalhes, criando oportunidades para corrigir falhas e suprir demandas antigas”, destacou.

Entre os principais desafios urbanos, ambos especialistas apontam para as elevadas perdas de água. Ricardo lembra que os índices de perda na distribuição das capitais brasileiras é, em média, 40%. O uso de softwares capazes de prever anomalias, rompimentos e quedas de pressão nas redes aparece como estratégia essencial para reduzir prejuízos e ampliar a eficiência dos sistemas.

As ferramentas digitais já aplicadas em projetos nacionais incluem sensores para medir vazão, pressão e qualidade da água em

Transformando Dados Geoespaciais em Inteligência Estratégica

Líderes em Gestão Ambiental e Saneamento enfrentam o desafio de transformar dados complexos em decisões estratégicas eficazes. A GE21 torna isso possível.

Com mais de 20 anos de expertise em geotecnologias, somos referência em Infraestrutura de Dados Espaciais (IDE) aplicada ao meio ambiente, oferecendo soluções que reduzem custos, aumentam a previsibilidade e fortalecem a sustentabilidade.

Nossa solução no Projeto DataGEO, do Governo de São Paulo, integrou e padronizou informações geoespaciais ambientais, gerando 50% de economia em licenças de software, redução de R\$ 10 milhões em custos de bancos de dados locais e ampliando o acesso público para mais de 25 mil usuários mensais

Inteligência Geoespacial de Ponta a Ponta:

IDE & GIS Corporativo:

governança territorial e integração de dados ambientais para plataformas seguras e integradas.

GeoAI & Big Data:

inteligência artificial geoespacial para análises preditivas, riscos e cenários socioambientais.

Sensoriamento Remoto:

satélites e drones para rastreabilidade, conformidade ambiental e redução de custos.

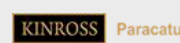
ESG Analytics & Geodesign:

análise de materialidade, indicadores ESG, gestão de riscos e planejamento territorial colaborativo para fortalecimento da Licença Social para Operar (LSO).

Realidade Virtual & Gêmeos Digitais:

simulação de cenários, estudos de impacto visual e treinamentos imersivos.

Confiança comprovada por líderes da indústria:



**SUA GESTÃO AMBIENTAL PODE SER MAIS
PREDITIVA, EFICIENTE E COLABORATIVA.
FALE COM NOSSOS ESPECIALISTAS!**





Levantamento de campo para apoiar projeto de modelagem hidrológica destinado à elaboração de mapas de risco de inundação em região do Brasil

tempo real, além de sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), que permitem acompanhar os serviços a partir de salas de monitoramento centralizadas. O geoprocessamento, por sua vez, auxilia na identificação de problemas em campo e na otimização de deslocamentos para equipes de manutenção.

A integração entre saneamento e cidades inteligentes também traz ganhos diretos em eficiência energética. Ricardo explica que modelagens hidráulicas permitem identificar pontos mais sensíveis à manutenção e responder rapidamente às demandas, evitando

desperdícios. Carlos complementa com exemplos práticos: "Com processos automatizados, como o controle inteligente de bombas, é possível antecipar picos de consumo e reduzir custos de operação. Em projeto de melhoria da planta de reuso de água, conduzido pela Tetra Tech em Carlsbad, San Diego, nos Estados Unidos, alcançamos uma redução de 40% no consumo de produtos químicos em apenas um ano, além de economia de 10% em energia devido à otimização do processo".

As plataformas de monitoramento em tempo real são vistas como ferramentas estratégicas para pre-

feituas e concessionárias. Elas permitem não apenas identificar falhas de imediato, mas também priorizar ações em campo e acompanhar metas definidas em planos diretores. Carlos cita o caso de Piracicaba (SP), onde o planejamento orientado por modelagem hidráulica viabilizou a ampliação de estações de tratamento de esgoto em curto prazo.

O engajamento da sociedade também figura como parte fundamental desse processo. Para Carlos, o acesso transparente às informações sobre qualidade da água e alertas de desperdício favorece a participação popular. Ricardo acrescenta que, ao integrar a população como fiscalizadora ativa, cria-se um ambiente mais favorável à eficiência e à sustentabilidade, aproximando o cidadão das metas de universalização do saneamento.

No entanto, implementar o Saneamento 4.0 em municípios de pequeno e médio porte ainda enfrenta obstáculos. A falta de infraestrutura adequada, recursos financeiros limitados e carência de profissionais capacitados são barreiras recorrentes. Ricardo observa que a estruturação de blocos regionais pode ajudar a viabilizar projetos, ampliando a escala e atraindo investimentos.

No cenário internacional, as tendências indicam caminhos que o Brasil ainda precisa percorrer. Ri-

cardo ressalta a necessidade de avançar no tratamento de esgoto e na adoção de operações centralizadas de monitoramento. Carlos acrescenta que os sensores IoT e os sistemas integrados de painéis são essenciais, mas alerta para a importância de incluir a segurança cibernética como prioridade, garantindo redes confiáveis e resilientes contra ataques digitais.

A Tetra Tech já tem aplicado esse conjunto de soluções no País, como no desenvolvimento do Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória (ES), que se destaca por incluir audiências públicas e a construção conjunta de diretrizes com a população. O modelo representa um avanço não apenas tecnológico, mas também participativo, alinhando inovação com inclusão social.

Nesse movimento, a empresa busca consolidar o saneamento como elemento estruturante das cidades inteligentes, conectando eficiência técnica, responsabilidade ambiental e participação cidadã. Com a experiência de seus especialistas e a aplicação de tecnologias de ponta, a Tetra Tech projeta para o Brasil um cenário em que os serviços básicos se tornam mais transparentes, integrados e sustentáveis, atendendo às exigências de um futuro urbano cada vez mais desafiador. ●

Lei do Licenciamento Ambiental N° 15190/2025

Uma Análise Crítica

Jair Rosa Claudio (*)



Integração de Sistemas e Eficiência para o saneamento

Após grande polêmica que mobilizou, neste ano, toda as esferas de governo, em todos os níveis, a comunidade técnica e jurídica especializada na temática ambiental, a militância ambientalista e diversos setores empresariais do país, foi sancionada pela Presidência da República, em 08 de agosto, a Lei Nº 15.190, que dispõe sobre o Licenciamento Ambiental, conjuntamente com a publicação da Medida Provisória 1.308, que versa sobre o denominado Licenciamento Ambiental Especial-LAE.

Não se espera, contudo, que a polêmica sobre os regulamentos e dispositivos legais e outros que definem, na prática, o processo de licenciamento ambiental no Brasil se encerre com as medidas de 08 de agosto de 2025, pelas razões que seguem.

Antes de tudo, por que licenciamento ambiental?

O Licenciamento Ambiental é o melhor, em muitos casos o único, instrumento legal eficaz para o ordenamento do uso do solo e apropriação de recursos naturais que possibilita o crescimento sustentável, notadamente nos países em desenvolvimento.

Ao consultar a IA sobre “por que licenciamento ambiental no Brasil” se obtém que “para o Brasil, considerando sua enorme biodiversidade

e seus recursos naturais abundantes, inúmeras razões justificam a necessidade de uma política moderna, eficaz e eficiente de licenciamento ambiental, sendo as principais:

- *Controle da poluição ambiental do ar, das águas e do solo decorrente de ações antrópicas, como os grandes projetos de infraestrutura, mineração, indústrias, agronegócio etc.;*
- *Conservação e preservação, para as futuras gerações, dos seus recursos naturais remanescentes incomparáveis como a Amazônia, maior floresta tropical do mundo, com suas extensas bacias hidrográficas, riqueza de fauna e flora além dos recursos minerários, bem como a diversidade de biomas como o Cerrado, a Caatinga, o Pantanal, o Pampa e a Mata Atlântica;*
- *Obrigatoriedade legal definida pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981) e, principalmente, pelo artigo 255 da Constituição Federal de 1988, entre outras leis e regulamentos;*
- *Compromissos internacionais como o Acordo de Paris, que versa sobre mudanças climáticas e a Convenção da Biodiversidade, dos quais o Brasil é signatário. Uma estrutura sólida de licenciamento ambiental é a melhor ferramenta*

SANEAMENTO

para demonstrar o cumprimento das metas desses compromissos”. E, complementando:

- *Redução de riscos e conflitos decorrentes da implantação de empreendimentos sem permissão social que podem gerar penalizações e demandar altos custos com compensação ou mitigação de impactos ambientais evitáveis.*

Um breve histórico do Licenciamento Ambiental no Brasil

O Brasil foi um dos pioneiros na implementação, há quase 50 anos, de uma modalidade de Licenciamento Ambiental. Conhecido como Milagre Econômico, o fenômeno ocorrido na década de 1970 consistiu no crescimento do PIB brasileiro a uma taxa superior a 11% ao ano, período em que surge o movimento ambientalista internacional. Uma das consequências desse fenômeno foi o crescimento da concentração, iniciada nas décadas anteriores, de indústrias de grande potencial poluidor como siderúrgicas, abatedouros de animais, refinarias, químicas e petroquímicas, entre outras, na Região Metropolitana de São Paulo e na Baixada Santista, notadamente em Cubatão, município que se tornou mundialmente conhecido na época como “Vale da Morte”, sendo apontado pela ONU como o mais poluído do mundo.



Como reação a esse quadro, é promulgada, em maio de 1976, a Lei Estadual de São Paulo N° 977, que em seu artigo 5° estabeleceu que “...a instalação, a construção ou a ampliação, bem como a operação ou funcionamento das fontes de poluição que forem enumeradas no regulamento desta lei ficam sujeitas à prévia autorização do órgão estadual de controle da poluição do meio ambiente, mediante licenças de instalação e de funcionamento.”

A implementação, pela CETESB, da Lei Estadual 977/1976, regulamentada no mesmo ano em 08 de setembro, através do Decreto N° 8468, ainda que inicialmente focada fortemente na política de “con-



trole da poluição” e posteriormente nos dispositivos de licenciamento ambiental bifásico (Licença de Instalação-LI e Licença de Funcionamento-LF), foi um dos fatores preponderantes que possibilitou, em uma década, aproximadamente, a descentralização da indústria no estado de São Paulo e a redução dos índices de poluição na RMSP e em Cubatão. A partir de 1986, com a criação da Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo passou a ter 2 estruturas responsáveis pelo Licenciamento Ambiental no Estado. A nova Secretaria, entre outras atribuições, passa a se reponsabilizar por processos de licenciamento ambiental de empreendimentos de infraestrut-

tura e outros de grande potencial de impactos ambientais, sociais e econômicos que exigiam Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto no Meio Ambiente-EIA/RIMA em paralelo com a CETESB, que manteve a competência para licenciamentos de fontes de poluição de menor impacto sócioeconômico. No entanto, a lei local N° 997/1976, pioneira no País, e sua efetiva implementação na modalidade bifásica (originalmente denominadas LI e LF) continuou vigorando e assim permanece, mesmo após a promulgação da Lei Estadual 9477/1996, que instituiu a tríplice etapa de licenciamento ambiental (LAP, LAI e LAO), o órgão estadual permane-

SANEAMENTO

ceu licenciando a maioria dos novos empreendimentos de menor impacto socioeconômico em duas etapas, através das denominadas LPI (Licença Prévia e de Instalação) ou LP/LI (Licença Prévia e Licença de Instalação) emitidas conjuntamente através de um único processo de análise, sempre com prazos de validade definidos, e LO (Licença de Operação) que obrigatoriamente precisa ser renovada periodicamente, sistemática que não causa nenhum prejuízo para o controle, pelo Estado, da eficaz proteção do meio ambiente no território paulista.

Entre 1986 e 1997, grandes projetos de mineração e de outras tipologias de empreendimentos em todo o país obtiveram suas licenças ambientais, outros tiveram licenças negadas ou tiveram que reformular seus projetos inicialmente submetidos à análise dos órgãos ambientais, através do sistema bifásico, em processos suportados pela Resolução CONAMA 01/86, instrumento que nesse período efetivamente regulamentou a implementação da obrigatoriedade de EIA/RIMA definida na Política Nacional do Meio Ambiente de 1981 e na Constituição Federal de 1988.

No entanto, a partir de publicação da Resolução CONAMA 237, em 19 de dezembro de 1997, foi instituído e regulamentado o sistema trifásico de licenciamento ambiental, a partir de quando os órgãos estaduais

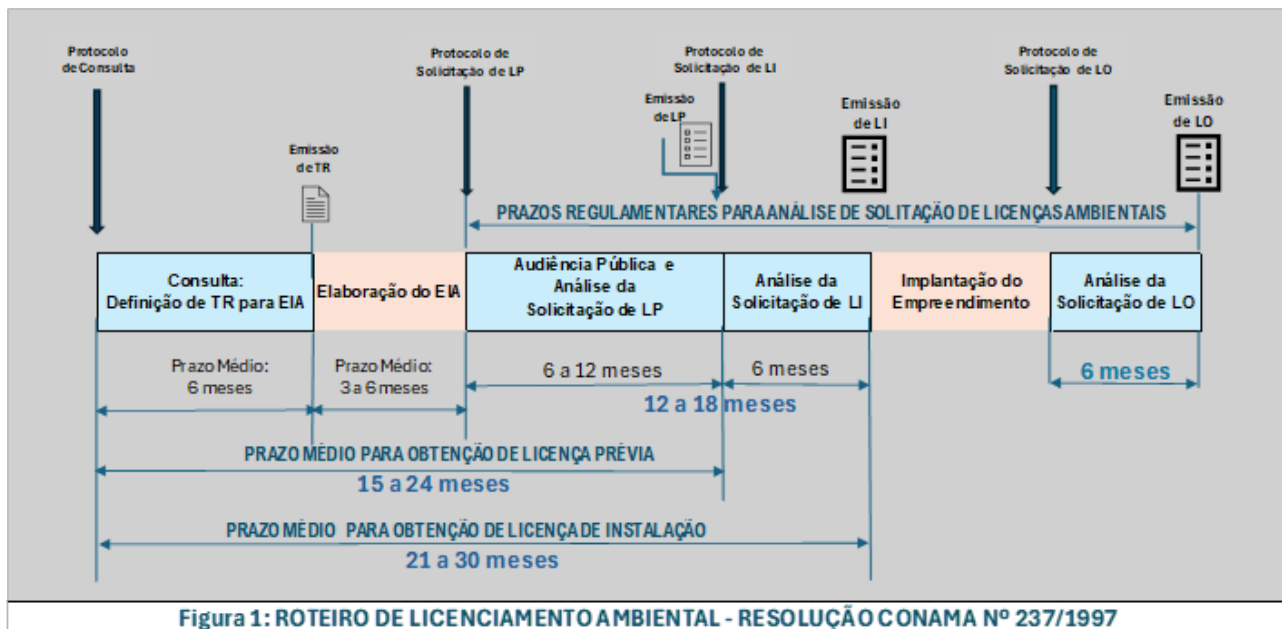
existentes à época e o próprio IBA-MA passaram a implementar efetivamente a tríplice etapa de licenciamento ambiental prevista nesse diploma legal, sendo:

I - Licença Prévia (LP) - concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

II - Licença de Instalação (LI) - autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas e projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes, da qual constituem motivo determinante;

III - Licença de Operação (LO) - autoriza a operação da atividade ou empreendimento, após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

A Resolução CONAMA 237/97 definiu também prazos regulamentares para cada etapa do roteiro de licenciamento trifásico, quais sejam, “6



(seis) meses a contar do ato de protocolar o requerimento até seu deferimento ou indeferimento, ressalvados os casos em que houver EIA/RIMA e/ou audiência pública, quando o prazo será de até 12 (doze) meses.”, e ainda que “A contagem do prazoserá suspensa durante a elaboração dos estudos ambientais complementares ou preparação de esclarecimentos pelo empreendedor”.

Importante ressaltar que o artigo 10º da Resolução Nº 237/97 atribuiu ao órgão ambiental a competência para definir “...com a participação do empreendedor, os documentos, projetos e estudos ambientais, necessários ao início do processo de licenciamento correspondente à licença a ser requerida;”

Assim, a obtenção, pelo empreendedor, do Termo de Referência (TR) para elaboração da modalidade e

escopo do estudo de impacto ambiental que subsidia o processo de licenciamento ambiental passou, na prática, a se constituir na 4ª etapa desse roteiro.

Adicione-se a esse contexto que esses prazos, demasiadamente extensos, definidos pela Resolução CONAMA 237/97, em muitos casos não são cumpridos, devido a alegações de vários órgãos ambientais estaduais e também do Ibama de insuficiência de quadros técnicos, excesso de demandas de esclarecimentos do Ministério Público de processos em análise, lentidão de manifestações de órgãos intervenientes aos processos ambientais, como prefeituras, IPHAN, ICMBio, IBRAM, FUNAI, Fundação Palmares, Agências Reguladoras diversas, entre outras razões, notadamente em

SANEAMENTO

processos de empreendimentos privados, visto que a análise de projetos governamentais usualmente tem prioridade.

Há que se ressaltar, ainda, que a Resolução CONAMA vigorando desde 1997 e definindo efetivamente até o momento o roteiro do licenciamento ambiental em todos os órgãos ambientais do País, não é lei. Não por outro motivo, em 2004 foi proposto para aprovação, pelo Congresso Nacional, o Projeto de Lei Nº 3.729, que dispunha sobre o Licenciamento Ambiental e regulamentação do inciso IV do § 1º do artigo 225 da Constituição Federal de 1988, o qual estabelece “...a obrigatoriedadedo estudo prévio de impacto ambiental (EIA) para a instalação de obras ou atividades que possam causar significativa degradação ambiental”. Tramitando desde então no Congresso, transformou-se, em 2021, no célebre e polêmico PL 2.159, que foi sancionado em 08 de agosto de 2025 com inúmeros vetos, resultando na Lei Federal Nº 15.190, dispondo sobre Licenciamento Ambiental, data de publicação também da Medida Provisória Nº 1.308, esta dispondo sobre Licenciamento Ambiental Estratégico-LAE. Importante também lembrar que o objetivo do PL 3.729, de 2004, era “agilizar” o roteiro do licenciamento ambiental. Porém, o PL 2.159/2021 foi alcinchado, nas redes sociais e por especialistas do direito

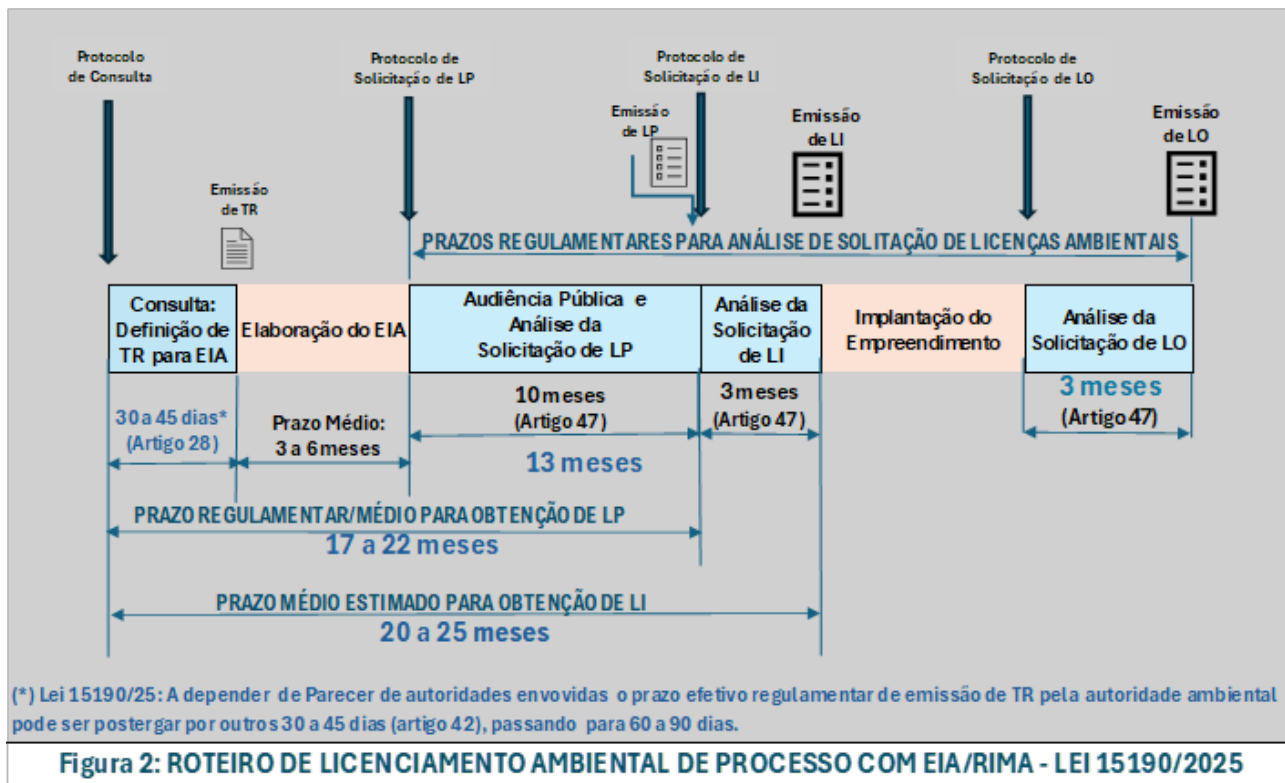
ambiental, como “projeto da devastação ambiental” por propor, de forma direta e indireta, uma flexibilização inaceitável no cumprimento do arcabouço legal ambiental do país para emissão de licença ambiental, notadamente na modalidade “Licença por Adesão e Compromisso”.

Análise Crítica da Lei Federal Nº 15190/2025

O objetivo desta matéria é analisar criticamente, e de forma objetiva, os pontos da Lei 15.190, sancionada em 08 de agosto de 2025, conjuntamente com a Medida Provisória 1.309, que podem, em tese, contribuir para a agilização do roteiro do licenciamento ambiental no País. Nessa ótica, destacam-se, principalmente, os artigos reproduzidos em parte e comentados ao final da matéria.

A Lei 15.109/25 formaliza nacionalmente as modalidades bifásica e fase única de licenças ambientais com o conceito de Licença Ambiental Única (LAU), Licença por Adesão e Compromisso (LAC) e Licença de Operação Corretiva (LOC), o que poderá agilizar o roteiro de licenciamento para empreendimentos de baixo potencial de impacto socioambiental, mas que não se enquadrem na categoria dispensada de Licença Ambiental definida no próprio diploma legal.

Entretanto, é importante lembrar que o objetivo do Projeto de



Lei 3.729, de 2004, que tramitou no Congresso Nacional até 2021, transformando-se no célebre e polêmico PL 2.159, alcunhado de “Projeto da Devastação Ambiental”, era simplificar e agilizar o roteiro do Licenciamento Ambiental na modalidade trifásica + etapa de definição de TR que se impôs a partir de 1997 pela aplicação da Resolução CONAMA 237, para empreendimentos com potencial de impactos socioambientais significativos, que exigem EIA/RIMA nos termos do artigo 255 da Constituição Federal. A Lei 15.109/25, por sua vez, formaliza, sem citar explicitamente, a 4ª fase do roteiro de licenciamento ambiental que denomina trifásico, ao estabelecer, no artigo 28, prazos

para emissão, pela Autoridade Ambiental, do Termo de Referência-TR para elaboração do EIA.

Importante também ressaltar que o termo “Licença Ambiental” é entendido em todo mundo como a permissão legal e formal para que um empreendimento possa ser implantado, qual seja, Licença de Instalação – LI como é denominada em toda a legislação ambiental do Brasil, embora autoridades ambientais e outras costumem comemorar a emissão de Licença Prévia-LP como missão cumprida. Tendo em vista essa consideração, pode-se prever que o objetivo original do PL 3.739/2004 dificilmente será atingido com a aplicação da Lei 15.109, promulgada em 08 de agosto de

SANEAMENTO

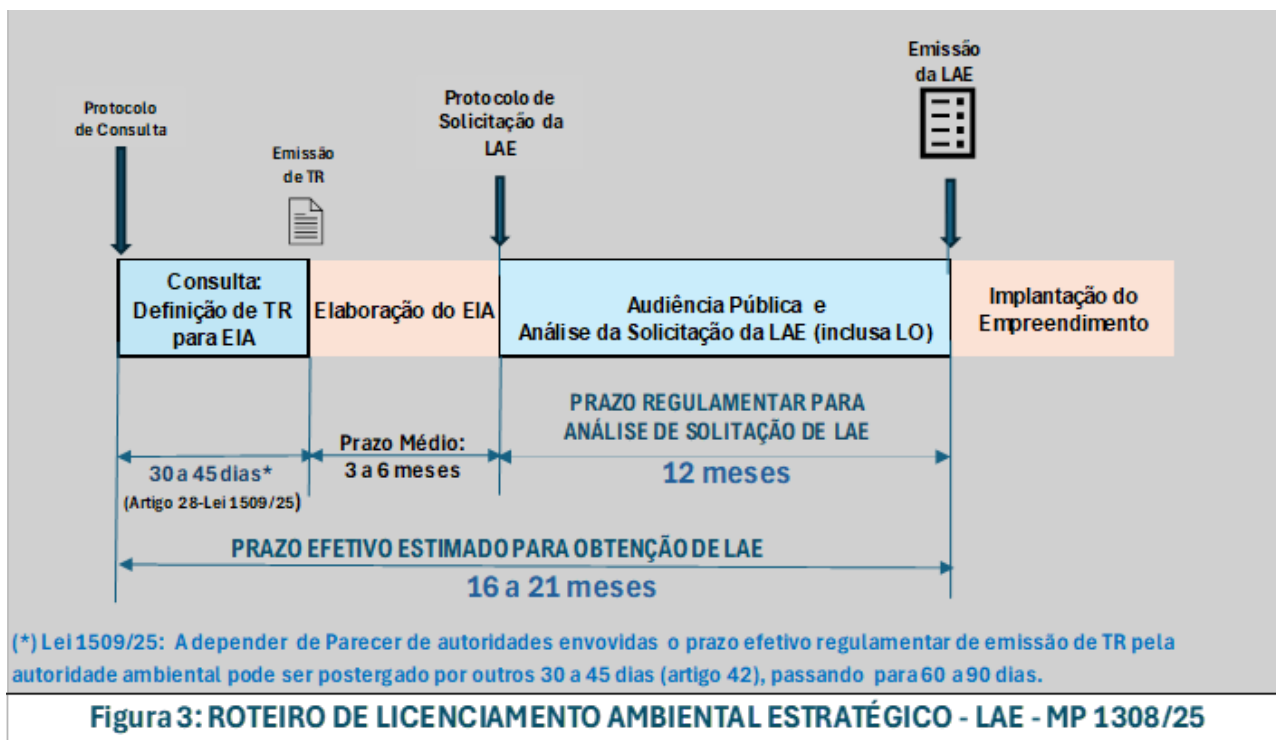
2025, com a sanção do PL 2.159/21. Com a implementação dessa Lei, pode ser estimado que o prazo médio regulamentar de 25 a 30 meses para obtenção de LI pelo roteiro de licenciamento vigente com base na Resolução CONAMA 237 (Figura 1) poderá passar para 20 a 25 meses para processos que exigem EIA/RIMA (Figura 2), redução provavelmente insuficiente para acalmar os ânimos dos críticos da burocratização e lentidão do processo de licenciamento ambiental do País, ressaltando ainda que o “prazo regulamentar” nem sempre é cumprido.

No prazo médio de 25 a 30 meses para obtenção de LI inclui-se, pelo roteiro de licenciamento vigente, o prazo médio de 6 meses da que denominamos 4ª etapa, referente à definição do TR, o qual poderá ser reduzido para 30 a 45 dias se efetivamente implementada a recomendação do artigo 43 da Lei 15.190/25 para que autoridades envolvidas no processo disponibilizem para a autoridade licenciadora Termos de Referência Padrão.

Também o prazo regulamentar para emissão de Parecer sobre solicitação da LI, a partir da emissão da LP, foi reduzido na Lei para 3 meses. Esse prazo, contudo, pode ser eliminado num processo bifásico LP/LI, visto não se justificar atualmente o conceito de Licença Prévia conforme detalhadamente esclarecido no artigo **“Licenciamento Ambiental**

no Brasil e a LGLA”, publicado na edição de junho/julho/agosto de 2025 desta *Saneamento Ambiental*. Provavelmente esse entendimento, compartilhado por muitos, pode ter motivado a publicação da Medida Provisória N° 1.308/2025, que propõe um procedimento único para **Licenciamento Ambiental Especial-LAE** incluindo análise de **localização (LP), instalação (LI) e operação (LO)** de **“atividade ou de empreendimento estratégico”**.

Embora propondo um prazo excessivamente longo de 12 meses para a Autoridade Ambiental se manifestar com relação à solicitação de uma LAE, a MP 1.308/25 formaliza a supressão das 3 fases do processo de licenciamento legitimando a modalidade de Licença Única, inclusa a licença para operação de empreendimentos denominados “estratégicos”. Contudo, mesmo um empreendimento sendo considerado estratégico, mas com potencial de impacto socioambiental significativo, precisará necessariamente ser licenciado com o suporte de um EIA e com audiência pública, o que é lógico e indispensável. Assim, há que se considerar também para processos de LAE o prazo que antecede o direito do protocolo da solicitação, referente à obtenção do TR para elaboração do EIA estabelecido na Lei 15.109/25, acrescido do prazo necessário para sua elaboração ou conclusão.



Em resumo, o prazo efetivo estimado para emissão de uma LAE, desde o pleito de um empreendedor “estratégico” para abertura de um processo na Autoridade Ambiental para definição do TR para o EIA até a emissão do Parecer autorizando (ou não!) será de 16 a 21 meses, nos termos da MP 1308/25 e da Lei 15109/25.

Torna-se indispensável ressaltar que o prazo que antecede legalmente o direito de protocolo de solicitação de uma LAE, bem como de qualquer licença com suporte de EIA, poderá ser eliminado se cumpridas as recomendações previstas nos artigos 28 e 43 da Lei 1.509/25 para que todas autoridades licenciadoras, inclusas as denominadas autoridades envolvidas, quais sejam, Agências Reguladoras, IPHAN, ICMBio, IBRAM, FUNAI,

Fundação Palmares, entre outros, disponibilizem Termos de Referência Padrão para elaboração de estudos ambientais e outros para todas as tipologias de empreendimentos relativos às suas competências de análise.

Por fim, permanece inevitavelmente a dúvida: qual empreendedor governamental, inclusos o Governo Federal, 26 governos estaduais, Distrito Federal, aproximadamente 5.600 municípios, e os de empreendimentos privados não considera seu projeto como estratégico? Com relação à definição de “empreendimento estratégico”, o artigo 3º da MP estabelece que se dará “em decreto mediante proposta bianual do Conselho de Governo, que dimensionará equipe técnica permanentemente dedicada à função, conforme regulamento”.

Destaques comentados da Lei Federal N° 15190/2025

Artigo 5°: Define tipos de “licença ambiental” que passam a ser legalmente denominados em todo país, a saber:

Licença Prévia (LP);
Licença de Instalação (LI);
Licença de Operação (LO);
Licença Ambiental Única (LAU);
Licença por Adesão e Compromisso (LAC);
Licença de Operação Corretiva (LOC);
Licença Ambiental Especial (LAE).

No parágrafo 4° do artigo 5° é estabelecida possibilidade de procedimento bifásico, entre outros casos, para *“empreendimentos lineares destinados ao transporte ferroviário e rodoviário, linhas de transmissão e de distribuição e aos cabos de fibra ótica, bem como a subestações e a outras infraestruturas associadas...”*, prosseguindo *“...a LI...poderá contemplar, quando requerido pelo empreendedor, condicionantes que viabilizem o início da operação logo após o término da instalação...”*, qual seja, emissão de LI e LO conjuntamente.

- **Artigo 8°:** Estabelece critério para dispensa de licenciamento am-

biental de atividades de caráter militar, de empreendimentos e serviços públicos notadamente municipais e de obras de emergência.

- **Artigo 9°:** Define tipologias de atividades agropecuárias e critérios para que autoridades licenciadoras disponibilizem, de forma gratuita e automática, nos seus sítios eletrônicos “... certidão declaratória de não sujeição da atividade ou do empreendimento ao licenciamento ambiental”.
- **Artigo 12:** Estabelece competência municipal ou distrital e critérios para a aprovação de projeto de atividade ou de empreendimento através de emissão de licença urbanística e ambiental integrada, qual seja, para LAU.
- **Artigo 15.** Estabelece premissas, entre as quais adoção, pelo empreendedor, de programas voluntários de gestão ambiental para que autoridade licenciadora possa priorizar análise do processo ambiental com a finalidade de reduzir prazos, inclusive de renovação de LO, LI/LO e LAU.

Embora não explicitamente, esse artigo pode viabilizar, ainda que de forma indireta, a adoção do conceito de “Licença por Adesão e Compromisso”, tendo por base o item “III

- outras condições cabíveis, a critério da autoridade licenciadora”.

- **Artigo 17:** Um dos fatores de atraso na emissão das licenças pelas autoridades ambientais pelo roteiro vigente é a vinculação com a emissão de autorizações, outorgas e certidões por órgãos intervenientes ao processo, entre os quais prefeituras. O artigo 17 estabelecendo que “O licenciamento ambiental independe da emissão da certidão de uso, parcelamento e ocupação do solo urbano emitida pelos Municípios, bem como de autorizações e outorgas de órgãos não integrantes do Sisnama, sem prejuízo do atendimento, pelo empreendedor, da legislação aplicável a esses atos administrativos.”, certamente contribuirá para a agilização da emissão das licenças ambientais

Seção II - Dos Procedimentos

Artigo 18: Estabelece que o licenciamento ambiental pode ocorrer:

- pelo procedimento ordinário, na modalidade trifásica;
- pelo procedimento simplificado, nas modalidades:
 - o bifásica;
 - o fase única; ou
 - o por adesão e compromisso;

- pelo procedimento corretivo;
- pelo procedimento especial para atividades ou empreendimentos estratégicos.

Artigo 19: Por esse artigo, fica mantido basicamente o roteiro vigente definido pela Resolução 237/97, ilustrado na figura anterior, visto estabelecer que “O licenciamento ambiental ordinário pela modalidade trifásica envolve a emissão sequencial de LP, de LI e de LO”, e ainda que “...A autoridade licenciadora deve estabelecer o estudo ambiental a ser requerido no licenciamento ambiental pelo procedimento trifásico, respeitados os casos de EIA” e ... **no caso de atividade ou de empreendimento potencialmente causador de significativa degradação do meio ambiente, o licenciamento trifásico requer a apresentação de EIA na fase de LP**”.

Artigo 20: Estabelece uma possibilidade clara de agilização do roteiro de emissão de licenças ambientais, por definir critérios para o licenciamento simplificado pela **modalidade bifásica**, definida como LP com a LI (LP/LI) ou LI com a LO (LI/LO), mesmo “...**no caso de atividade ou de empreendimento potencialmente causador de significativa degradação do meio ambiente, com apresentação de EIA para a emissão ...de LP/LI**”.

SANEAMENTO

Artigo 21: Abre também possibilidade de agilização do roteiro de emissão de licenças ambientais, visto estabelecer que a autoridade licenciadora pode definir o escopo de estudo ambiental que subsidie o licenciamento pelo procedimento em fase única, com a emissão da LAU.

Do Licenciamento Ambiental Especial para Atividades ou Empreendimentos Estratégicos

O conceito denominado na Lei 15.190, de 08 de agosto de 2025, como “Licença Ambiental Especial – LAE” possui potencial para possibilitar um avanço efetivo na agilização do roteiro de licenciamento ambiental do Brasil, tendo ensejado, inclusive, a publicação, na mesma data, da Medida Provisória N° 1.308, adiante analisada criticamente.

Artigo 24: Estabelece, de forma vaga, um procedimento especial aplicado a atividades ou a empreendimento estratégicos, a serem assim definidos em decreto *“mediante proposta bianual do Conselho de Governo, que dimensionará equipe técnica permanentemente dedicada à função”* e que *“A autoridade licenciadora dará prioridade à análise e à decisão dos respectivos pedidos de licença ambiental das atividades ou dos empreendimentos definidos como estratégicos”*.



Artigo 25: Vetado em grande parte, define em parágrafo único que *“Deverá ser priorizada, pelas entidades e órgãos públicos de qualquer esfera federativa, a emissão de anuências, de licenças, de autorizações, de certidões, de outorgas e de outros documentos necessários ao licenciamento ambiental especial.”*



Seção IV - Da Regularização por Licença de Operação Corretiva

Embora não contribua para a agilização do roteiro do licenciamento ambiental de novos empreendimentos, o artigo 26 da Lei 15.190/25 merece ser aqui analisado visto ter sido um dos motivos da grande polêmica na discussão do PL190/21

por propor em sua versão original a total flexibilização ao atendimento da legislação ambiental para possibilitar regularização de empreendimentos de grande potencial de impacto ambiental funcionando irregularmente.

Artigo. 26: Define que o licenciamento ambiental corretivo destinado à regularização de atividade ou de empreendimento que, ***“...na data de publicação desta Lei, esteja operando sem licença ambiental válida, ocorre pela expedição de LOC...”*** a qual, porém, será emitida mediante procedimento de licenciamento aplicável à sua tipologia, a critério da autoridade licenciadora competente.

Seção V - Do EIA e dos demais Estudos Ambientais

A definição, pela autoridade ambiental, do Termo de Referência -TR para elaboração do Estudo que deve subsidiar o licenciamento ambiental de um empreendimento com potencial de impactos ambientais significativos tornou-se na prática, como supra explanado, na 4ª etapa do roteiro da modalidade trifásica do processo. Os prazos relacionados à definição de TRs definidos nos artigos da Seção V, portanto, podem se constituir em grande avanço para agilizar os processos de licenciamento ambiental de empreendimentos cuja análise de viabilidade

SANEAMENTO

requeiram avaliação de impactos socioambientais e econômicos.

Artigo 28: Estabelece que a autoridade licenciadora deve elaborar TR para o EIA e para demais estudos ambientais, compatível com as diferentes tipologias de atividades ou de empreendimentos, ouvidas as autoridades envolvidas, ou seja, os órgãos interagentes no processo de licenciamento ambiental. Define prazo máximo de **30 (trinta) dias para a autoridade ambiental disponibilizar o TR** ao empreendedor, contado da data do requerimento, prorrogável por igual período e prazo de 15 (quinze) dias para manifestação do empreendedor quando esse entender haver necessidade de ajustes no TR. O parágrafo 8º estabelece que **as autoridades licenciadoras devem, preferencialmente, elaborar termos de referência padrão por tipologia de atividade ou de empreendimento**, para os quais podem efetuar consulta pública do conteúdo com vistas ao acolhimento de contribuições.

Seção VIII - Da Participação das Autoridades Envolvidas

A demora de manifestação dos órgãos interagentes nos processos de licenciamento ambiental, como prefeituras, agências reguladoras, IPHAN, FUNAI, ICMBio, IBRAM, Fundação Palmares, entre outros, con-

duzidos pelas autoridades ambientais, normalmente se constitui na principal justificativa pelo não cumprimento dos prazos regulamentares na emissão das licenças. A Seção VIII da Lei 15.190/25 propõe a regulamentação de prazos para manifestações dessas autoridades envolvidas, conforme explanado a seguir.

Artigo 42: Estabelece critérios para que o TR referente a um empreendimento seja encaminhado pela autoridade licenciadora para manifestação da respectiva autoridade envolvida.

Artigo 43: Em complemento ao artigo 42, estabelece **“o prazo máximo de 30 (trinta) dias para que as autoridades envolvidas se manifestarem sobre o TR... a partir do recebimento de solicitação da autoridade licenciadora, podendo ser prorrogado por 15 (quinze) dias, se devidamente justificado”**. Define também que **“a ausência de manifestação da autoridade envolvida nos prazos previstos ... não obsta o andamento do licenciamento ambiental nem a expedição do TR definitivo, e o órgão licenciador deve utilizar o termo de referência padrão disponibilizado pela autoridade envolvida”**, indicando, ainda que de forma não explícita, que todas as autoridades envolvidas devem, ou deveriam definir, TRs padrão para todas as tipologias de empreendimentos.

Artigo 44: Estabelece que *“A autoridade licenciadora deve solicitar a manifestação das autoridades envolvidas no prazo máximo de 30 (trinta) dias, contado do recebimento do EIA/Rima e dos demais estudos... relacionados à licença ambiental” e que essas devem “apresentar manifestação conclusiva...no prazo máximo de 90 (noventa) dias, nos casos de manifestação sobre o EIA/Rima, e de até 30 (trinta) dias nos demais casos”.*

Define ainda que *“a ausência de manifestação da autoridade envolvida nos prazos previstos neste artigo não obsta o andamento do licenciamento ambiental nem a expedição da licença ambiental”*

Artigo 46: Pondera que *“as autoridades envolvidas e a autoridade licenciadora poderão, mediante instrumentos de cooperação institucional, dispor sobre procedimentos específicos para licenciamentos cujos empreendedores sejam indígenas ou quilombolas, quando as atividades forem realizadas dentro das respectivas terras indígenas ou quilombolas”.*

Seção IX - Dos Prazos Administrativos

Artigo 47: Estabelece prazos máximos a serem respeitados nos processos de licenciamento ambiental, contados da entrega do estudo

ambiental pertinente, para todas as modalidades de licenças previstas na Lei 1509/25, a saber:

- 10 (dez) meses para a LP, quando o estudo ambiental exigido for o EIA;
- 6 (seis) meses para a LP, para os casos dos demais estudos;
- 3 (três) meses para a LI, a LO, a LOC e a LAU; e
- 4 (quatro) meses para as licenças pelo procedimento bifásico onde não se exige EIA;
- 12 (doze) meses para a LAE.

Artigo 51: Ainda se referindo aos prazos estabelecidos para os órgãos intervenientes ao processo de licenciamento conduzido pela autoridade ambiental, definidos nos artigos 43, 44 e 47 da Lei, estabelece que *“As autorizações ou as outorgas a cargo de órgão ou entidade integrante do Sisnama que se fizerem necessárias para o pleno exercício da licença ambiental devem ser emitidas prévia ou concomitantemente a ela”.*

A Medida Provisória Nº 1.308/2025

A Medida Provisória Nº 1.308/25 dispõe sobre o Licenciamento Ambiental Especial-LAE para localização, instalação e operação de

SANEAMENTO

"atividade ou de empreendimento estratégico" estabelecendo que *"...A autoridade licenciadora dará prioridade à análise e à decisão dos respectivos pedidos de licença ambiental das atividades ou dos empreendimentos definidos como estratégicos"* e que *"...Deverá ser priorizada, pelas entidades e pelos órgãos públicos de qualquer esfera federativa, a emissão de anuências, licenças, autorizações, certidões, outorgas e outros documentos necessários ao licenciamento ambiental especial"*, sendo importante aqui observar os seguintes itens do diploma associados ao objetivo de agilização desse processo de licenciamento ambiental:

Artigo 4º: Estabelece que o LAE observará, ente outros procedimentos, que a autoridade licenciadora, ouvidas as autoridades envolvidas, definirá o conteúdo e elaboração do termo de referência - TR, quando for o caso, e que o requerimento da LAE deve ser acompanhado, entre outros documentos de anuências, de licenças, de autorizações, de certidões, de outorgas necessários ao licenciamento.

Parágrafo único: O estudo prévio de impacto ambiental - EIA e respectivo relatório de impacto ambiental - Rima, conforme TR definido pela autoridade licenciadora, são requisitos para a emissão da LAE. ●

Referências Bibliográficas

1. Consulta à IA: "Por que Licenciamento Ambiental no Brasil?"
2. Licenciamento Ambiental no Brasil e a LGLA - Jair Rosa Claudio; Saneamento Ambiental N° 201/junho/julho/agosto 2025
3. Lei Estadual de São Paulo N° 977 de 31 de maio de 1976
4. Decreto estadual de São Paulo N° 8468 de 08 de setembro de 1976
5. Lei Estadual de São Paulo N° 9.477 de 30 de dezembro de 1996
6. Resolução CONAMAN° 01 de 1986
7. Lei Geral do Licenciamento Ambiental (LGLA) - PL 2.159/2021
8. Projeto de Lei 3.729/2004 - Licenciamento Ambiental
9. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988
10. Lei 6.938/2001- Política Nacional do Meio Ambiente
11. Resolução CONAMA N° 237 de 1997
12. Lei N° 15109 de 08 de agosto de 2025
13. Medida Provisória N° 1308 de 08 de agosto de 2025

(*) Consultor de ESG e Licenciamento Ambiental, membro do Conselho Consultivo da Saneamento Ambiental



ÁGUA PURA E ABUNDANTE Águas Subterrâneas

A água é o recurso mais valioso do planeta, essencial para a vida em todas as suas formas. Apesar disso, apenas **5% da água doce disponível** encontra-se em rios e lagos, sujeita a diferentes riscos de contaminação. Já os **95% restantes estão armazenados em reservas subterrâneas**, que podem ser acessadas de forma segura e eficiente por meio da perfuração de **poços tubulares profundos**.

A **Seção de Poços Tubulares da GEOSOL** conta com tecnologia de ponta e equipes especializadas para atender às mais diversas finalidades:



Abastecimento público e doméstico;



Uso industrial;



Uso agrícola;



Rebaixamento do nível d'água em mineração a céu aberto;



Recarga artificial de aquíferos;



Monitoramento ambiental:

- Indicadores de nível d'água - INA;
- Piezômetros;
- Poços de injeção ou infiltradores;
- Poços para coleta de amostra d'água.

Com soluções modernas e sustentáveis, a GEOSOL transforma a força das águas subterrâneas em um recurso seguro, confiável e de alto valor para diferentes setores.





Panorama brasileiro dos sistemas de logística reversa

Fabrizio Soler

A Lei Federal nº 12.305, de 2010, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispõe sobre a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, definida como um conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores

e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados.

Com vistas a fortalecer essa responsabilidade e seus objetivos, os fabricantes, importadores, distribui-

dores e comerciantes têm responsabilidade que abrange: investimento no desenvolvimento, na fabricação e na colocação no mercado de produtos que sejam aptos, após o uso pelo consumidor, à reutilização, à reciclagem ou a outra forma de destinação ambientalmente adequada; divulgação de informações relativas às formas de evitar, reciclar e eliminar os resíduos sólidos associados a seus respectivos produtos; recolhimento dos produtos e dos resíduos remanescentes após o uso, assim como sua subsequente destinação final ambientalmente adequada, no caso de produtos objeto de sistema de logística reversa (SLR).

O escopo do presente é apresentar o panorama nacional de SLR, conceituado pela PNRS como mecanismo de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos ao setor empresarial, para destinação final ambientalmente adequada.

Para tanto, em linha com as atribuições individualizadas e encadeadas, a PNRS prevê o seguinte: os consumidores deverão efetuar a devolução após o uso, aos comerciantes ou distribuidores, dos produtos e das embalagens objeto de logística reversa; os comerciantes e distribuidores deverão efetuar a devolução aos fabricantes ou aos importadores dos produtos e embalagens reuni-

dos ou devolvidos; e os fabricantes e os importadores darão destinação ambientalmente adequada aos produtos e às embalagens reunidos ou devolvidos, sendo o rejeito encaminhado para a disposição final ambientalmente adequada.

A PNRS estabelece que cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes dos produtos e embalagens sujeitos a SLR tomar todas as medidas necessárias para assegurar a operacionalização da logística reversa sob seu encargo, podendo adotar múltiplas e integradas soluções, entre outras: os pontos de recebimento, incluídos os de entrega voluntária (PEV); as unidades de triagem manual ou mecanizada; a comercialização de produtos ou de embalagens; a parceria com organizações de catadoras e catadores de materiais recicláveis; Certificado de Estruturação e Reciclagem de Embalagens em Geral – CERE.

Importa anotar que os sistemas de logística reversa são implementados por meio dos seguintes instrumentos: acordo setorial; regulamento editado pelo Poder Público (Decreto); ou termo de compromisso. E mais, os instrumentos estabelecidos em âmbito nacional prevalecem sobre os firmados em âmbito regional ou estadual.

E mais, os SLRs são usualmente estruturados por meio de modelos coletivos administrados por entidades gestoras, que podem atuar

SANEAMENTO

Produtos e Embalagens	Instrumentos	Entidades Gestoras
Agrotóxicos, seus resíduos e embalagens	Lei nº 14.785, de 2023 (*) e decreto nº 4.074, de 2002.	Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias - inpEV
Baterias de chumbo ácido	Resolução Conama nº 401, de 2008 e Acordo Setorial (2019)	Instituto Brasileiro de Energia Reciclável - IBER
Eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico	Acordo Setorial (2019) e decreto nº 10.240, de 2020	Associação Brasileira de Reciclagem de Eletroeletrônicos e Eletrodomésticos - Abree Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional - Green Eletron
Embalagens plásticas de óleos lubrificantes	Acordo Setorial (2013)	Instituto Jogue Limpo
Embalagens em geral	Acordo Setorial (2015) e decreto nº 11.413, de 2023	Instituto Rever, ABIHPEC (Mãos pro Futuro), Prolata, Circular Vidro, Pragma, Polen, Instituto Giro, Ambipar, Faccio entre outras (**)
Embalagens de aço	Termo de Compromisso (2018)	Prolata Recicladores Associados - Prolata
Embalagens de vidro	decreto nº 11.300, de 2022	Associação Brasileira Gestora da Logística Reversa de Embalagens de Vidro - Circula Vidro
Lâmpadas Fluorescentes, de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista	Acordo Setorial (2014)	Associação Brasileira para Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação - Reciclus
Latas de Alumínio para Bebidas	Termo de Compromisso (2020)	Associação Gestora do Programa de Aperfeiçoamento do Sistema de Logística Reversa da Lata de Alumínio Para Bebidas - Recicla Latas
Medicamentos domiciliares de uso humano e suas embalagens	Decreto nº 10.388, de 2020	LogMed (***)
Óleos Lubrificantes Usados ou Contaminados (OLUC)	Resolução Conama nº 362, de 2005	Empresas coletoras autorizadas junto à (Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP
Pilhas e baterias	Resolução Conama nº 401, de 2008	Gestora para Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos Nacional - Green Eletron
Pneus inservíveis	Resolução Conama nº 416, de 2009	Associação Reciclanip

Notas:

(*) A lei federal nº 14.785, de 2023 revogou a lei nº 9.974, de 2000 que, originalmente, disciplinou a destinação de embalagens vazias e de sobras de agrotóxicos.

(**) O MMA habilitou entidades gestoras em embalagens em geral, em atenção aos critérios da Portaria GM/MMA nº 1.102, de 2024.

(***) O LogMed é acompanhado por entidades representativas que compõem o Grupo de Acompanhamento de Performance (GAP) da cadeia do setor farmacêutico.

Fonte: Fabricio Soler

diretamente, com meios próprios, ou por meio de terceiros contratados, para o desenvolvimento das ações necessárias para garantir o cumprimento das metas de logística reversa.

O Decreto Federal nº 11.413, de 2023, ao regulamentar os SLRs, dispõe de capítulo específico dedicado à conformidade e à rastreabilidade dos resultados de logística reversa de produtos e embalagens. Nesse sentido, as notas fiscais eletrônicas (NF-e) emitidas pelos operadores na comercialização de produtos e de embalagens recicláveis devem ser homologadas por verificador de resultados, como a pioneira Central de Custódia, habilitada pelo Ministério do Meio Ambiente e Mudança no Clima (MMA), e contratada pelas entidades gestoras para a custódia das informações e verificação dos resultados para atendimento às metas de logística reversa.

Por fim, a estruturação dos SLRs no Brasil tem sido desenvolvida por meio de instrumentos regulatórios específicos, e marcada pela atuação de diversas entidades gestoras de modelo coletivo. Sendo assim, o Quadro abaixo sintetiza o panorama atual dos sistemas de logística reversa em âmbito federal, detalhando os produtos e as embalagens abrangidos, os instrumentos normativos que os regem e as respectivas entidades gestoras responsáveis por sua operacionalização. ●



Fabricio Soler, advogado e professor especialista em Direito dos Resíduos. Consultor da ONU-Habitat e da Confederação Nacional da Indústria (CNI) para estudos em logística reversa e regulação. Diretor de Saneamento da FIESP. Conselheiro do Pacto Global da ONU. Autor da Coleção Direito dos Resíduos. Sócio da consultoria S2F Partners by Soler & Silva Filho e diretor do Instituto Brasileiro de Resíduos Sólidos (Instituto PNRS). Contato: professor@fabriciosoler.com.br

Tecnologia e energia renovável

ditam o futuro da produção

Com metas ambiciosas até 2050, a indústria se reinventa para alinhar competitividade e sustentabilidade

Luana Oliveira



Hydro - Gás natural

A corrida mundial para reduzir emissões de carbono tem colocado pressão sobre setores industriais de alta intensidade energética. Entre eles, a produção de alumínio ocupa papel estratégico: ao mesmo tempo em que demanda

grandes volumes de energia, fornece insumo essencial para tecnologias ligadas à transição energética, como painéis solares, turbinas eólicas e veículos elétricos. No Brasil, o Pará concentra uma das maiores cadeias produtivas do setor, ope-

rada pela Hydro, que tem buscado demonstrar como mineração e refino podem caminhar em direção a processos mais limpos.

Desde 2022, investimentos que somam mais de R\$ 12 bilhões foram direcionados a iniciativas de descarbonização, energia renovável e reflorestamento. A meta estabelecida é ambiciosa: reduzir em 30% as emissões até 2030 e alcançar a neutralidade em 2050. Os resultados começam a aparecer de forma concreta, sobretudo na refinaria de alumina em Barcarena, que em 2024 registrou queda estimada de 35% em suas emissões em relação a 2017. Essa redução corresponde a cerca de 1,4 milhão de toneladas de CO₂ a menos lançadas na atmosfera.

A estratégia combina substituição de combustíveis fósseis por gás natural, utilização de biomassa regional – incluindo resíduos como caroço de açaí – e maior participação de energia elétrica de fontes renováveis. Paralelamente, a introdução de filtros-prensa para disposição de resíduos em formato seco, com teor de sólidos superior a 70%, representa inovação tecnológica que reduz riscos ambientais e aponta caminhos para novos usos do material.

No campo da fundição, a produção de alumínio primário no Pará tem alcançado índices de emissão considerados entre os mais baixos do mundo. Estimativas indicam cerca de três toneladas de CO₂ por tonelada de alumínio, contra uma média

Indústria de:

- Água e Esgoto
- Barragens
- Recursos hídricos

Saiba mais em:



Subindústrias e Ativos

A água é essencial para nossas vidas.

Cidades e comunidades dependem de sistemas que garantam que a água seja tratada adequadamente e acessível. Em todo o mundo, a infraestrutura de água e esgoto, junto com seus operadores, enfrentam pressões de ativos antigos, mudanças climáticas, crescimento populacional, urbanização e crescentes demandas regulatórias.

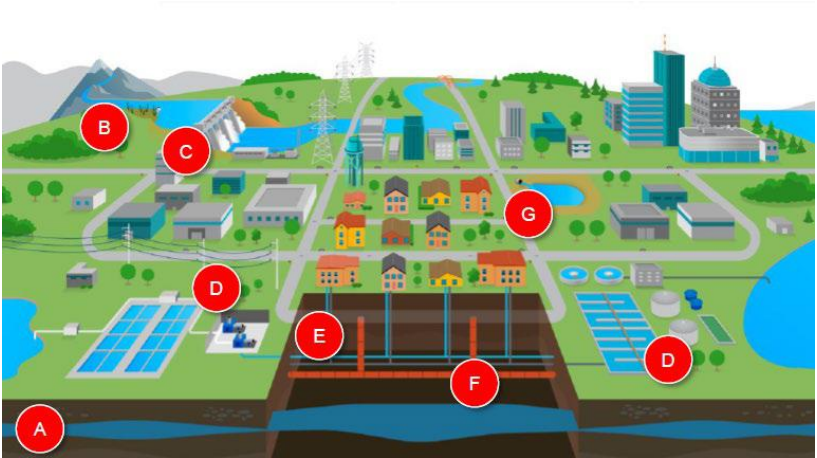
Muitos ativos críticos de infraestrutura hídrica estão chegando ao fim de sua vida útil. Mais urgentemente, eles estão propensos a quebras e colapsos, o que pode resultar em perdas significativas de eficiência e água, transbordamentos de esgoto, saúde pública e preocupações ambientais e exigem atualizações e substituição rápidas.

O tamanho atual do mercado da indústria de água é projetado em US\$ 3,4 bilhões e deve atingir US\$ 6,41 bilhões até 2030, crescendo a um CAGR de 8% durante este período.

Na Bentley, somos especializados em fornecer soluções específicas para projetar, construir e operar infraestrutura mais eficiente e resiliente, tanto acima quanto abaixo do solo, melhorando a qualidade de vida das pessoas em todo o mundo.



Subindústria	Água potável	Águas residuais	Recursos hídricos
Proposta:	Fornecer água potável segura ao público	Coletar e descartar esgoto sanitário	Gerenciar água no ambiente externo
Ativos:	A – Águas subterrâneas C – Barragens D – Estações de tratamento E – Redes de água	F – Redes de esgoto D – Estações de tratamento	A – Águas subterrâneas B – Águas superficiais C – Barragens G – Redes pluviais





Caldeiras elétricas

global de 15 toneladas, segundo dados do International Aluminium Institute. Essa diferença amplia a competitividade do produto brasileiro em mercados internacionais cada vez mais atentos à pegada de carbono de suas cadeias de suprimento.

Para garantir a energia necessária a essa transformação, projetos de geração solar e eólica têm avançado rapidamente. Hoje, mais de 85% da demanda elétrica da refinaria e da mineração de bauxita já é suprida por fontes renováveis, provenientes de parques instalados. Essa expansão se soma a iniciativas de eletrificação

logística, como a introdução de caminhões elétricos, e a novos empreendimentos em fase de construção.

O conjunto dessas ações indica que a descarbonização da cadeia do alumínio, ainda que desafiadora, é viável e pode servir de referência para outras indústrias de base. Em um cenário global de crescente demanda por materiais sustentáveis, a combinação entre inovação tecnológica e redução de emissões coloca o Brasil em posição de destaque no fornecimento de um insumo central para a economia de baixo carbono. ●



Desde 2005,

**A integratio
desenvolve soluções
estratégicas que
transformam territórios
e fortalecem relações.**

Duas décadas de conquistas
e o compromisso de sempre:
construir um futuro sustentável.



Desde 2005

**Integrando
soluções**

Eficiência Energética em Estações de Tratamento



Sanepar-USBio

A busca por eficiência energética tornou-se uma prioridade estratégica para o setor de saneamento. Grandes consumidoras de eletricidade, as companhias de água e esgoto enfrentam

o desafio de reduzir custos operacionais e, ao mesmo tempo, diminuir sua pegada de carbono. Nesse contexto, tecnologias de reaproveitamento de resíduos e geração de energia renovável a partir do esgoto

**Plano de
Descarbonização da
Sanepar alia eficiência
operacional, tecnologia
limpa e compromisso
climático**

Luana Oliveira

vêm ganhando espaço e transformando o modo como o tratamento de efluentes é conduzido no Brasil.

A Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar), que atende a 345 dos 399 municípios paranaenses, vem desenvolvendo projetos pio-

neiros de aproveitamento energético em suas estações de tratamento de esgoto (ETEs). O biogás, derivado do lodo, tem se tornado fonte fundamental para a autoprodução de energia, em iniciativas que vão desde a microgeração distribuída até a produção de biomassa.

O setor de saneamento básico, historicamente associado à saúde pública e à infraestrutura urbana, passa a ocupar um papel de crescente relevância na agenda climática nacional. O desafio que se impõe ao setor é estratégico: expandir a cobertura para atingir a universalização dos serviços sem ampliar proporcionalmente sua pegada de carbono.

Nesse contexto, a Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) desponta como referência, ao lançar um Plano de Descarbonização que une inovação tecnológica, eficiência energética e responsabilidade socioambiental. Trata-se de um movimento pioneiro, uma vez que a descarbonização do saneamento ainda não integra de forma estruturada as políticas públicas brasileiras, ao contrário do que ocorre em setores como a siderurgia e o transporte.

O plano está estruturado em três grandes frentes: um diagnóstico das emissões atuais da Companhia; a realização de um estudo de alavancas de descarbonização, voltado à identificação de tecnologias e boas práticas aplicáveis; e, por fim,



Anatalicio Ridsen Junior, diretor inovação novos negócios da Sanepar

"A inovação, nesse sentido, deixa de ser custo e passa a ser estratégia"

a definição de cenários de redução, com soluções viáveis e adaptáveis à realidade operacional da Sanepar.

Segundo Anatalicio Ridsen Junior, Diretor de Inovação e Novos Negócios da Companhia, a proposta alia engenharia, ciência e inovação, promovendo uma visão integrada entre eficiência operacional e compromissos ambientais. "O investimento em inovação tecnológica não apenas é compatível com a necessidade de manter tarifas acessíveis, como é essencial para isso. Tecnologias mais modernas permitem reduzir perdas, otimizar processos, diminuir custos e ampliar a sustentabilidade dos sistemas. A inovação, nesse sentido, deixa de ser custo e passa a ser estratégia", enfatiza.

A iniciativa une o crescimento econômico, inovação e responsabilidade ambiental. Em um momento decisivo para o enfrentamento das mudanças climáticas, o exemplo paranaense pode inspirar outras companhias estaduais a repensarem seus modelos operacionais, com vistas à sustentabilidade de longo prazo e à transição para uma economia de baixo carbono.

Entre as iniciativas em andamento, destacam-se os empreendimentos em estações de tratamento como a ETE Belém, em Curitiba, onde um sistema de codigestão processa lodo de esgoto e resíduos orgânicos de grandes geradores, transformando-os em biogás para geração de energia elétrica e calor. Já na ETE Atuba Sul, o uso de biogás em sistemas de secagem térmica permite a combustão do lodo, reduzindo significativamente o volume destinado a aterros e convertendo-o em insumo energético e cinzas com potencial de aplicação em outros setores.

Mas os planos vão além. "Estamos investindo em projetos de produção de hidrogênio renovável a partir do



Reatores transformação Biogas em energia elétrica

biogás e até em combustíveis sustentáveis de aviação (SAF), obtidos por meio da liquefação hidrotérmica do lodo. São soluções de vanguarda que reforçam o papel da Sanepar como referência em inovação no saneamento brasileiro”, explica Ridsen Junior.

Essas iniciativas, segundo o diretor, são exemplos de como a empresa busca conciliar transição energética, descarbonização e prestação de serviços de qualidade. “O protagonismo das companhias estaduais de saneamento é determinante para que o setor avance. Temos capilaridade, abrangência e escala para liderar transformações estruturais que beneficiam milhões de pessoas. Ao adotar práticas sustentáveis e soluções inovadoras, fortalecemos

o saneamento como indutor de desenvolvimento, saúde pública e preservação ambiental”, acrescenta.

O Plano de Descarbonização da Sanepar inaugura um novo marco para o setor no Brasil. Mais do que um programa interno, representa um modelo a ser seguido por empresas que buscam aliar eficiência, inovação e compromisso ambiental.

Com investimentos em biogás, hidrogênio e SAF, além de políticas de neutralidade de carbono já em curso, a companhia consolida sua liderança em um movimento que tende a se expandir pelo país. No horizonte, está a construção de um setor de saneamento não apenas mais eficiente em energia e operação, mas também protagonista no enfrentamento da crise climática global. ●

A Revolução no Monitoramento Urbano



Tecnologias de ponta do ITA permitem inspeção de tubulações, reservatórios e rios, aumentando segurança, eficiência e sustentabilidade nas cidades

Luana Oliveira

Imagine um robô navegando silenciosamente por um túnel submerso de mais de mil metros, detectando falhas, mapeando estruturas e evitando riscos humanos. Essa realidade, que até há pouco tempo parecia restrita à ficção científica, já é aplicada no Brasil, graças aos avanços da robótica subaquática e dos drones para inspeção ambiental e industrial.

De acordo com o Prof. Geraldo José Adabo, coordenador do projeto na Divisão de Engenharia Eletrônica do ITA, a robótica – seja aérea, terrestre, aquática ou subaquática – apresenta desenvolvimento permanente. “O maior trunfo das soluções robóticas é a capacidade de resolver problemas específicos de forma eficiente e segura”, afirma.

No contexto das tubulações, onde a inspeção representa uma das demandas mais relevantes, a evolução tecnológica dos sensores subaquáticos viabilizou soluções inovadoras. “O know-how essencial está na integração de todos os subsistemas do veículo e da infraestrutura ao redor, criando um sistema robótico subaquático funcional para finalidades específicas”, explica Adabo.

Sensores de última geração permitem a detecção de falhas, vazamentos e obstruções mesmo em ambientes sem iluminação e com águas turvas. Sistemas de câmeras e sensores ultrassônicos ajudam na navegação, evitam obstáculos e

“O impacto positivo sobre a sociedade é evidente, com segurança, economia de recursos e preservação ambiental”

Prof. Geraldo José Adabo, coordenador do projeto na Divisão de Engenharia Eletrônica do ITA

permitem reconstruir digitalmente o interior das tubulações. “Esses sensores geram nuvens de pontos das paredes, possibilitando análises detalhadas e diagnósticos precisos”, detalha o professor.

Em áreas urbanas, o uso de drones e robôs subaquáticos se mostra particularmente eficiente quando comparado às inspeções tradicionais. A viabilidade econômica e o risco à segurança do operador determinam quando a tecnologia deve ser aplicada. Em operações de alto risco ou repetitivas, a automação representa um ganho significativo em segurança e confiabilidade.

No monitoramento de rios urbanos e no controle de enchentes, essas tecnologias têm potencial estratégico. Robôs subaquáticos podem acompanhar a evolução dos leitos, inspecionar barragens e túneis de adução, permitindo manutenção

SANEAMENTO

preventiva e evitando acidentes graves. “O impacto positivo sobre a sociedade é evidente, com segurança, economia de recursos e preservação ambiental”, ressalta o coordenador.

Além da segurança, os ganhos em tempo e custo são expressivos. A repetibilidade das operações realizadas por robôs garante dados consistentes e possibilita o acompanhamento histórico de infraestruturas, algo difícil de alcançar com inspeções humanas. Isso favorece a tomada de decisão e a implementação de políticas públicas mais eficientes.

Os projetos do ITA dialogam diretamente com políticas de saneamento, gestão de enchentes e revitalização de rios urbanos. Segundo Adabo, a aproximação entre instituições públicas, privadas e acadêmicas viabiliza soluções tecnológicas de alto valor agregado, atendendo demandas específicas e promovendo inovação aplicada.

Entre os destaques do instituto, está o projeto “Sistema Autônomo Subaquático para Inspeção de Túneis de Adução” – P&D Aneel, responsável pelo desenvolvimento do VITA2, veículo de inspeção autônomo que mapeou um túnel de 1.145 metros, com 12 metros de diâmetro, utilizando sensores inerciais e ultrassônicos. O projeto envolveu parceria com empresas do setor elétrico e investimento de R\$ 5 milhões em quatro anos.

A execução do projeto eliminou a necessidade de drenagem do tú-

nel, tarefa complexa e arriscada, reduzindo custos e evitando interrupções na geração de energia. O VITA2 foi testado em diversas usinas, incluindo Ceran (RS), Foz do Chapecó (SC), Jaguari (SP) e Capão Preto (SP), consolidando o laboratório de sistemas autônomos subaquáticos do ITA como referência nacional e internacional.

O sucesso do VITA2 resultou em registro de patente junto ao INPI e sua apresentação no evento bianual do setor elétrico, Citenel, evidenciando o avanço da robótica subaquática aplicada à infraestrutura crítica. “É a primeira vez que um robô executa um mapeamento completo de um túnel submerso com autonomia total de navegação e controle”, destaca Adabo.

Para os próximos cinco anos, o professor prevê crescimento expressivo do uso de robôs e drones no setor de saneamento e monitoramento ambiental urbano. “A convergência entre políticas públicas, conhecimento científico e investimento responsável pode gerar soluções de grande benefício à sociedade, elevando padrões de segurança, eficiência e sustentabilidade”, conclui. ●

O futuro do saneamento passa pela automação inteligente



Soluções inovadoras elevam a eficiência em até 30% e colocam o saneamento brasileiro no caminho da descarbonização

Luana Oliveira

Tecnologias digitais, motores de ultra eficiência e sistemas de automação estão redefinindo o futuro do saneamento no Brasil. Com foco em reduzir o consumo de energia e as emissões de carbono, soluções inteligentes já permitem às

concessionárias ganhos expressivos de eficiência, marcando o avanço do chamado Saneamento 4.0.

A WEG, empresa de automação e sistemas de alta eficiência, vem desempenhando papel de destaque nesse movimento, oferecendo ao setor soluções como motores elétricos IE4 e IE5, inversores de frequência, sensores inteligentes e sistemas de automação de última geração. Em entrevista à Revista Saneamento Ambiental, Paulo Roberto Kruger, diretor de Vendas de Automação, detalha como es-

SANEAMENTO

As tecnologias permitem ganhos expressivos de eficiência, com reduções médias de 15% a 30% no consumo energético, além de casos emblemáticos em diferentes regiões do Brasil. A integração de motores de ultra eficiência, digitalização de processos e monitoramento preditivo coloca o saneamento em sintonia com a agenda global de descarbonização, consolidando a transição para um modelo mais sustentável e inovador.

Revista Saneamento Ambiental: Quais são as principais tecnologias desenvolvidas ou fornecidas pela WEG voltadas à eficiência energética em estações de tratamento de água e esgoto?

Paulo Roberto Kruger: As principais tecnologias fornecidas pela WEG incluem motores elétricos de alta eficiência (IE4 e IE5), redutores helicoidais de alto rendimento, inversores de frequência para controle avançado de velocidade e torque, e sistemas integrados como o EletroCentro, que facilita a instalação e operação em plantas de tratamento. Além disso, a WEG disponibiliza soluções de automação e monitoramento inteligente, permitindo maior controle operacional e eficiência energética em estações de tratamento de água e esgoto.

Revista Saneamento Ambiental: Como os motores de alta eficiência e os sistemas de automação contribuem diretamente para a redução do consumo energético nas estações?

Paulo Roberto Kruger: Os motores de alta eficiência, como os das linhas W22 Premium e W22 Super Premium, reduzem as perdas elétricas, garantindo maior aproveitamento da energia consumida. Quando combinados com inversores de frequência, permitem ajustes precisos de velocidade e torque, evitando desperdícios em equipamentos como bombas, aeradores e agitadores. Já os sistemas de automação, como CLPs e softwares de gestão, otimizam o funcionamento dos equipamentos em tempo real, ajustando as operações às demandas específicas, o que reduz picos de consumo e melhora a eficiência geral das estações.

Revista Saneamento Ambiental: A empresa trabalha com alguma metodologia ou indicador para mensurar os ganhos ambientais gerados pelos seus equipamentos?

Paulo Roberto Kruger: Sim, a WEG utiliza indicadores baseados em normas internacionais, como a

ISO 50001, para mensurar os ganhos ambientais. Esses indicadores incluem a redução de emissões de CO₂, calculada a partir da economia de energia proporcionada pelos equipamentos. Além disso, são realizados estudos comparativos antes e após a implementação das soluções, permitindo quantificar com precisão o impacto ambiental positivo gerado pelas tecnologias da empresa.

Revista Saneamento Ambiental: Pode compartilhar um case de sucesso no Brasil ou no exterior onde a WEG conseguiu reduzir significativamente o consumo de energia em uma estação de tratamento?

Paulo Roberto Kruger: A WEG tem contribuído de forma expressiva para o aumento da eficiência energética e operacional em estações de tratamento e sistemas de bombeamento no Brasil, podemos citar os casos de:

Águas de Juturnaíba (RJ) - Monitoramento remoto eficiente

- **Solução WEG:** Instalação dos sistemas Motor Scan, Gateway WEG e plataforma WEG Motion Fleet Management (MFM) para automação e diagnóstico remoto.
- **Impactos tangíveis:**
 - o +5.000 horas de operação adicionais.

o Aumento de 12 pontos percentuais em confiabilidade.

o Menor necessidade de deslocamentos para manutenção, com foco na manutenção preditiva

COMPESA (PE) - Eletrocentro pré-montado e entrega ágil

- **Solução WEG:** Fornecimento do Eletrocentro WEG, um painel modular completo com controle, proteção e distribuição de energia, aplicado na Estação Elevatória de Pirangi 1.
- **Benefícios gerados:**
 - o Atende atualmente mais de 800 mil pessoas em cerca de dez municípios.
 - o Redução do tempo de implantação, com sistema “pronto para operar” entregue com comissionamento e documentação técnica

CEDAE (RJ) - Motores síncronos para módulo de grande porte

- **Solução WEG:** Fornecimento de dois motores síncronos de média tensão para a Estação Elevatória do Lameirão – o maior sistema subterrâneo de água tratada do mundo. Capacidades de 9.000 hp e 4.500 hp, ambos 13.200 V.
- **Resultados:**
 - o Confiabilidade superior para abastecer milhões de habitantes.
 - o Operação contínua com alta eficiência energética e desempenho robusto em condições críticas.



SAMAE - Jaraguá do Sul (SC) **- Eficiência comprovada em** **energia, operação e economia**

• **Soluções implementadas:**

o Substituição de motores antigos (150 cv) por W22 Magnet IR5 Ultra Premium, com rendimento estimado de 97%, acionando bombas de recalque e captação.

o Instalação do sensor WEG Motor Scan para monitoramento contínuo e preditivo.

o Aplicação de inversores de frequência, LED e concepção energética da Estação de Tratamento de Água.

• **Resultados mensuráveis:**

o Volume tratado: trouxe o sistema de 60 l/s para 80 l/s nas bombas do Reservatório 4.

o Consumo semanal: redução de 20.496 kWh para 16.218 kWh.

o Economia por litro de água tratada: 42,64%.

o Redução de custos em reais: 27,18% na bomba 1; combinação das duas bombas trouxe redução

de cerca de R\$ 21.081,00/mês.
o Economia anual total: aproximadamente R\$ 250 mil.

Revista Saneamento Ambiental: Em média, qual a economia energética alcançada após a implementação de soluções da WEG em sistemas de bombeamento e tratamento?

Paulo Roberto Kruger: A economia energética alcançada, em média, está na faixa de 15% a 30%, dependendo da infraestrutura existente e das condições operacionais. Em sistemas mais antigos, os ganhos podem ser ainda maiores devido à modernização completa com motores, redutores e sistemas de automação de alta eficiência.

Revista Saneamento Ambiental: Quais são as tendências tecnológicas em eficiência energética que a WEG aposta para os próximos anos no setor de saneamento?

Paulo Roberto Kruger: A WEG aposta na integração de tecnologias de Indústria 4.0, como IoT, sensores inteligentes e inteligência artificial para monitoramento e otimização em tempo real. Motores de ultra alta eficiência, com o padrão IE6 disponível no Brasil, e sistemas

híbridos que integram energias renováveis, como solar e eólica, também são tendências que a empresa tem desenvolvido. Soluções modulares, como o Eletrocentro, que alia eficiência e praticidade, são outra aposta para atender à crescente demanda do setor com a velocidade que o Brasil para avançar na agenda do saneamento.

Revista Saneamento Ambiental: *Como a WEG vê o papel das políticas públicas e da regulação (ANA, agências reguladoras, marcos legais) para impulsionar a eficiência energética nas concessionárias?*

Paulo Roberto Kruger: A WEG acredita que políticas públicas e regulações, como o Marco Legal do Saneamento, são fundamentais para impulsionar a eficiência energética no setor. A clareza nas regras de concessão e as metas de universalização até 2033 têm incentivado investimentos em infraestrutura moderna e mais eficiente. Além disso, o papel da ANA e das agências reguladoras na definição de padrões e indicadores de eficiência energética cria um ambiente positivo para a adoção de tecnologias e redução do custo de operação do saneamento no Brasil. Algo que vai beneficiar diretamente a população.

Revista Saneamento Ambiental: *Há diálogo ou parcerias da WEG com concessionárias de saneamento ou empresas públicas para desenvolver soluções customizadas?*

Paulo Roberto Kruger: Sim, a WEG possui um diálogo ativo com concessionárias de saneamento e empresas públicas, tanto no Brasil quanto no exterior, para entender as necessidades específicas do setor. A empresa desenvolve soluções customizadas, que incluem consultorias técnicas, diagnósticos energéticos e projetos sob medida. Além disso, a WEG participa de parcerias estratégicas e programas-piloto para testar e validar novas tecnologias, reforçando seu compromisso com a inovação e a eficiência no setor de saneamento.

Um destaque importante é sua atuação na modernização de sistemas antigos, com a customização da substituição de motores de grande porte que estão em operação desde as décadas de 1980 e 1990. Esse processo é realizado com o desenvolvimento de projetos nacionais que oferecem um suporte técnico mais próximo das concessionárias brasileiras, garantindo maior eficiência, confiabilidade e agilidade no pós-venda. ●

Reuso de Água e Economia Circular: do tabu à solução estratégica no Brasil

Indústrias paulistas avançam em projetos de reuso interno e externo, impulsionadas por novas tecnologias, regulação e pela urgência climática

Luana Oliveira



Por muito tempo, o reuso de água – em especial da água proveniente de esgoto tratado – foi visto como um tema delicado, cercado de preconceitos e barreiras culturais. No entanto, diante da urgência das mudanças climáticas,

da pressão sobre mananciais e da crescente demanda por segurança hídrica, essa prática vem deixando de ser tabu e se consolidando como uma solução estratégica dentro do modelo de economia circular no Brasil.

O conceito de economia circular, que propõe a reintegração dos recursos no ciclo produtivo, encontra no reuso da água uma de suas faces mais significativas. Trata-se não apenas de uma medida de racionalização, mas também de inovação e resiliência hídrica, capaz de transformar um passivo – o esgoto – em ativo valioso para a indústria, a agricultura e os serviços.

Para compreender os avanços, desafios e oportunidades dessa agenda, Alexandre Luis Almeida Vilella, coordenador regional de Meio Ambiente do Departamento de Desenvolvimento Sustentável (DDS) da Fiesp, comentou os três fatores que vêm impulsionando a adoção do reuso no País: regulatórios, econômicos e sociais. “A legislação tem se modernizado, ainda que com lacunas a preencher; os custos crescentes da captação de água bruta pressionam os setores produtivos a buscarem alternativas; e, por fim, a própria sociedade começa a entender a importância de diversificar fontes de abastecimento para enfrentar períodos de estiagem e eventos extremos.”

Nesse sentido, a indústria paulista desponta como protagonista. “Temos observado maior adesão a projetos de reuso, especialmente em setores intensivos em água, como papel e celulose, alimentos e bebidas, além do químico”, ressalta o coordenador.

Ele lembra que é essencial diferenciar reuso interno – quando o efluente tratado é aproveitado

dentro da própria instalação que o gerou – do reuso externo, no qual efluentes tratados por empresas de saneamento podem ser destinados a outros setores usuários.

Reuso como prática de economia circular

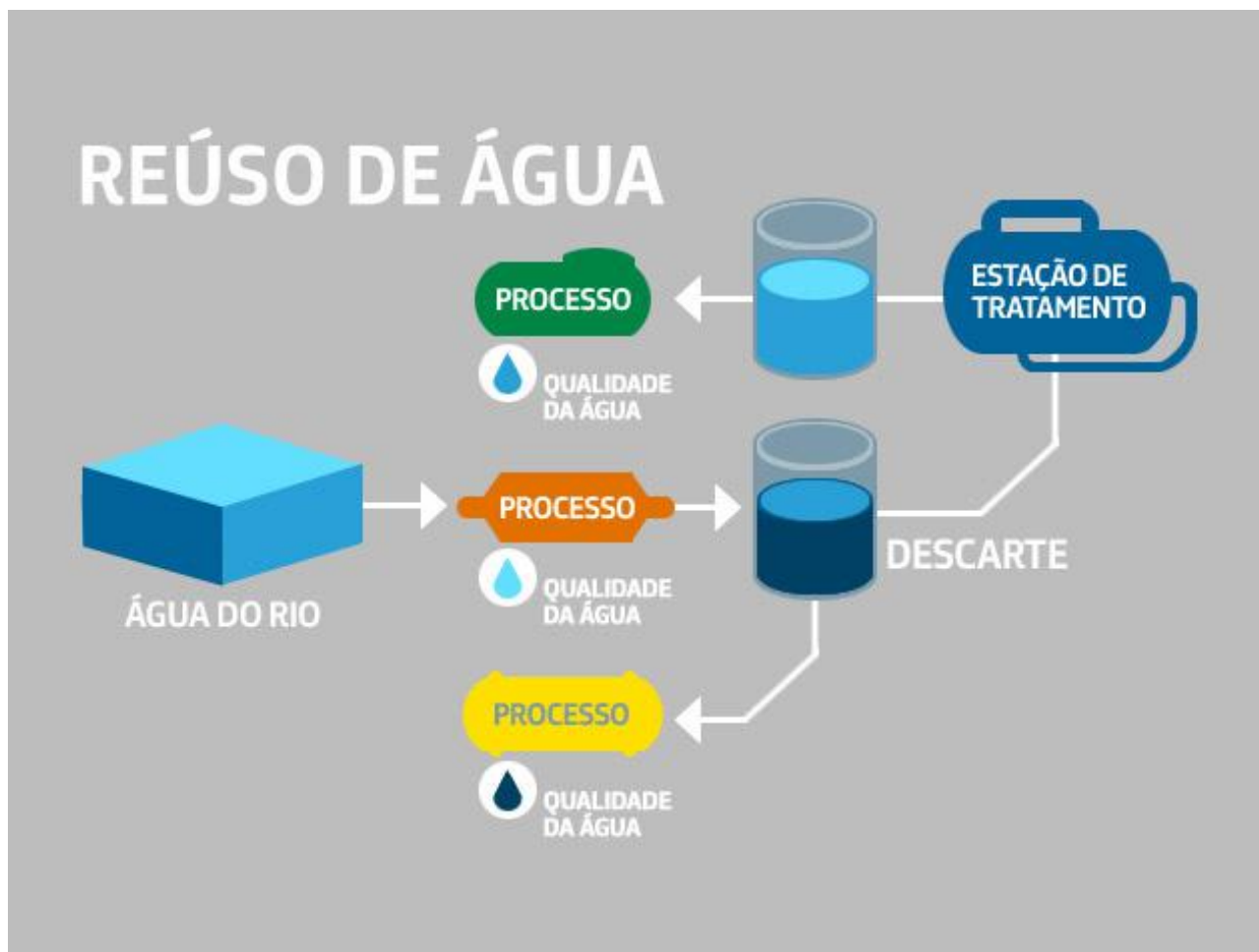
A agenda do reuso, explica Vilella, se conecta diretamente às melhores práticas de economia circular em dois eixos:

1. A indústria como usuária, que precisa de diferentes tipos de água para seus processos produtivos.

2. A indústria como fornecedora de soluções, fabricando produtos, tecnologias e equipamentos que viabilizam tanto o reuso interno quanto o externo.

Uma pesquisa da Confederação Nacional da Indústria (CNI), em parceria





com o Centro de Pesquisa em Economia Circular da USP, revelou que 85% das indústrias brasileiras já praticam alguma forma de economia circular, com destaque para o reúso da água.

Além de reduzir a captação, as empresas têm expandido esse olhar para toda a cadeia de valor, envolvendo fornecedores, logística e clientes, fomentando uma cultura de gestão hídrica integrada.

O potencial brasileiro para expandir o reúso é imenso. De acordo com estudo da CNI, o país possui capacidade instalada para produzir 1 m³ de água de reúso por segundo,

mas poderia aumentar esse volume em quase 13 vezes, com investimentos de cerca de R\$ 1,89 bilhão. Esse aporte teria impacto econômico estimado em R\$ 5,9 bilhões, gerando 96 mil empregos.

A adoção depende também das tecnologias empregadas. Vilella explica que os métodos mais utilizados envolvem processos de membranas: microfiltração, ultrafiltração, nanofiltração e osmose reversa. Cada uma delas permite adequar a qualidade da água tratada às diferentes demandas, sejam industriais ou agrícolas.

Inovações digitais têm ampliado a segurança dos processos. “Soluções de inteligência artificial, sensoriamento remoto e automação já permitem monitorar a qualidade da água em tempo real, ajustando parâmetros de tratamento e garantindo confiabilidade”, destaca o especialista.

Apesar do avanço, algumas barreiras ainda limitam a escala do reuso no Brasil. A insegurança jurídica quanto à titularidade do efluente, a falta de regulamentação clara para o reuso externo e os custos de infraestrutura são entraves relevantes.

Outro desafio é tornar essas soluções acessíveis também a pequenas e médias empresas, para que a economia circular não seja restrita a grandes grupos industriais.

Nesse contexto, a cooperação entre setor público e privado surge como essencial. Modelos de negócio que incentivem a integração de hubs de economia circular em torno do reuso de água podem reduzir custos logísticos e ampliar a viabilidade de novos projetos.

Fórum Mundial e boas práticas

O tema ganhou destaque internacional em maio de 2025, quando São Paulo sediou o Fórum Mundial de Economia Circular (WCEF). O evento reuniu especialistas de 160 países e reforçou a urgência de se adotar modelos produtivos mais sustentáveis.

No mesmo período, a Fiesp e a CNI lançaram o e-book “Economia circular na indústria: boas práticas”, reunindo 49 casos da América Latina, muitos deles relacionados ao reuso de água. A publicação está disponível em economy.circular.fiesp.com.br

Na visão de Vilella, o reuso de esgoto tratado só será amplamente aceito pela sociedade quando for naturalizado como parte da matriz hídrica. Para isso, é necessário garantir segurança técnica, jurídica e tarifária, aliadas a campanhas de formação e engajamento público.

Ele ressalta que não existe solução única: “O mosaico da segurança hídrica depende de diferentes alternativas – águas superficiais, subterrâneas, de chuva, de reuso – sempre com estudos de viabilidade e análise do balanço hídrico”.

O caminho está traçado: transformar o que era tabu em solução estratégica para o futuro da água no Brasil e para a competitividade da indústria no cenário global. ●

Link de acesso ao guia e outras publicações:

Inovação Sustentável e Educação Ambiental

Nilton Jorge Berger Del Zotto (*)



Este artigo contempla o desenvolvimento e a aplicação de um suporte descartável para sacos para lixo, elaborado em papelão reciclado e reciclável, com características de baixo custo, resistência à umidade e possibilidade de personalização educativa. Desde 2016, a iniciativa expandiu-se em escolas, residências e espaços públicos, alcançando mais de 1.300 eventos e impactando diretamente 7,7 milhões de pessoas diretamente. A experiência resultou na redução do envio de 6.785 toneladas de resíduos a aterros sanitários e na promoção de práticas de segregação na fonte geradora. O trabalho discute

a relevância da educação ambiental como instrumento de transformação social, aliada à inovação sustentável, destacando prêmios e reconhecimentos nacionais e internacionais.

A gestão de resíduos sólidos representa um dos maiores desafios contemporâneos no campo da sustentabilidade. A ausência de práticas adequadas de segregação na fonte e a sobrecarga de aterros sanitários acarretam impactos ambientais, sociais e econômicos significativos. Nesse contexto, iniciativas inovadoras tornam-se fundamentais para promover mudanças culturais e práticas mais sustentáveis.

O presente estudo descreve a criação, implementação e resultados de um suporte descartável para sacos para lixo, desenvolvido em 2016, com foco em sustentabilidade, educação ambiental, engajamento comunitário e geração de renda com dignidade.

A pesquisa adota caráter descritivo e exploratório, baseada em estudo de caso. O suporte foi desenvolvido em papelão reciclado, reciclável e resistente à umidade, disponível em três tamanhos. O produto foi distribuído em kits acompanhados de sacos para lixo coloridos, com objetivo de incentivar a separação de resíduos sólidos antes da coleta seletiva.

As ações ocorreram entre 2018 e 2025 em escolas, residências, parques, praias, feiras livres, eventos culturais e esportivos. A metodologia pedagógica consistiu em três etapas:

1. Distribuição dos kits em escolas: professores receberam materiais extras e orientaram os alunos sobre montagem e uso dos suportes.

2. Replicação domiciliar: alunos levaram os kits para casa, sensibilizando familiares e estimulando a prática de segregação.

3. Retorno e integração comunitária: resíduos segregados foram levados de volta às escolas em sacos coloridos, limpos, sinalizados e catalogados e posteriormente destinados a cooperativas locais em parceria com Associações de Pais e Mestres.

Os principais resultados alcançados foram:

- **Produção e distribuição:** aproximadamente 1.200 mil suportes produzidos.

- **Impacto social:** 7,7 milhões de pessoas impactadas diretamente e 33,9 milhões indiretamente.

- **Redução de resíduos:** mais de 6.785 toneladas deixaram de ser destinadas a aterros sanitários.

- **Resultados do piloto domiciliar:** em apenas um bairro, a coleta de vidro passou de 1,1 tonelada (maio/2021) para 2,5 toneladas (junho/2021).



SANEAMENTO



Esses números evidenciam não apenas ganhos ambientais, mas também sociais, econômicos e culturais. O aumento de materiais destinados à indústria recicladora promoveu maior dignidade ao trabalho dos catadores, incremento de renda, economia municipal e criação de novos empregos.

Além dos resultados práticos, a iniciativa foi amplamente reconhecida:

- Menção Honrosa da ONU (2018);
- 2º lugar no **Prêmio ASSEMAE (2019)**;
- 3º lugar no **Climaton Mundial**
- 1º lugar no **Prêmio CIESP (2021)**;
- 2º lugar no **Climaton Bioma Sertãozinho (2021)**;
- 3º lugar no **Prêmio Plástico Sul (2021)**;
- Reconhecimento Atitude Cidadã, **Instituto Lixo Zero Brasil (2022)**;

- Semifinalista no **Prêmio PCJ "Oscar da Água" (2022)**;
- Selo Internacional de Cidades Inteligentes, **ANAMMA (2022)**;
- 1º lugar no **Prêmio Consciência Ambiental Immensità (2023)**;
- Apresentação na **COP28**, no Pavilhão do Brasil (2023);
- Matéria no programa **Pequenas Empresas & Grandes Negócios**, Rede Globo (2024);
- Reconhecimento no **G20**;
- Citação no **G20 Social** e apresentação de resultados pela **AMCHAM** em Baku, Azerbaijão **COP29 (2024)**;
- 3º lugar no **Prêmio Consciência Ambiental Immensità (2025)**;
- Seleção em edital internacional da **The British Academy**, em parceria com a **University of Portsmouth e a FEA-USP (2025)**.

O suporte descartável para sacos de lixo, aliado a práticas de educação ambiental, demonstrou grande potencial de impacto positivo. A estratégia de envolver escolas, famílias e cooperativas locais promoveu não apenas a redução do volume de resíduos destinados a aterros, mas também contribuiu para a valorização do trabalho dos catadores, o fortalecimento da economia circular e a conscientização ambiental da sociedade. O engajamento co-

munitário pode gerar resultados expressivos e tornar-se referência em políticas públicas e programas de sustentabilidade. ●

Referências

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 28 abr. 1999.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 3, 3 ago. 2010.

BRASIL PELO MEIO AMBIENTE. Projeto Niltex - Separação de resíduos sólidos antes da coleta seletiva: renda, dignidade e empregos. Brasil pelo Meio Ambiente;

<https://brasilpelomeioambiente.com.br/projeto/projeto-niltex-separacao-de-residuos-solidos-antes-da-coleta-seletiva-renda-dignidade-e-empregos>. Acesso em: 29 jul. 2025.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Brasília: Presidência da República, 2010.

INSTITUTO LIXO ZERO BRASIL. Prêmio Atitude Cidadã. São Paulo, 2022.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova Iorque, 2015.

CIESP. Prêmio de Sustentabilidade. São Paulo, 2021.

<http://www.linkedin.com/in/nilton-delzotto-residuossolidos>

ESTUDO COMPARATIVO DA SUBSTITUIÇÃO DO PAPELÃO ONDA E, EM RELAÇÃO AO PAPELÃO RECICLADO, PÓS CONSUMO DE EMBALAGENS TETRA PAK, VISANDO CONFECÇÃO DE SUPORTES DESCARTÁVEIS PARA SACOS DE LIXO-NILTEX - 32º Encontro Técnico AESabesp 2021 CÓDIGO ETC 05762



***Nilton Jorge Berger Del Zotto**

Dentista, Inventor, CEO da Startup Niltex e Presidente do Instituto Niltex

Avaliação da qualidade agronômica do lodo da estação de tratamento de água (ETA)

Marcos Senne¹, Paulo Fortes Neto², Ranieri Ribeiro dos Santos³



Sistema de Adensamento e Desidratação do Lodo - Sistema Produtor São Lourenço

Resumo

O artigo apresenta a análise dos resultados da composição química, biológica e física do lodo gerado na Estação de Tratamento de Água do Sistema Produtor São Lourenço (SPSL) S.A, situada em Vargem Grande Paulista - SP e os limites dos contaminantes e nutrientes referen-

ciados pelas instruções normativas do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) de no 7/2016 (BRASIL, 2016), no 35/2006 (BRASIL, 2006) e no 25/2009 (BRASIL, 2009) e a escala de valores proposta por Kiehl (2010) para avaliar a qualidade de fertilizantes orgânicos e condicionadores de solo.

Tabela 1. Composição química, biológica e física de amostra de lodo de ETA de Vargem Grande-SP

Atributos	Lodo de ETA	Limites
pH (H ₂ O)	6,2	5-9 (1)
Matéria Orgânica (%)	21,1	≥ 15 (1)
Nitrogênio total (%)	0,88	Mínimo 0,5 (2)
Fósforo total (%)	1,87	1,5 (3)
Cálcio total (%)	2,4	1,5 - 3,0 (3)
Arsênio total (mg/kg)	3,36	20 (1)
Chumbo total (mg/kg)	13	150 (1)
Cádmio total (mg/kg)	1,0	3,0 (1)
Cromo hexavalente (mg/kg)	< 0,4	2 (1)
Mercúrio total (mg/kg)	0,07	1,0 (1)
Níquel total (mg/kg)	16	70 (1)
Selênio total (mg/kg)	< 0,04	80 (1)
Ferro total (mg/kg)	11.294,66	-
Alumínio total (mg/kg)	16.625,04	-
Manganês total (mg/kg)	318,6	-
Acrilamida (µg/kg)	1,8	-
Coliformes termotolerantes (NMP/g ST)	9,0 x 10 ²	< 1.000 (1)
Ovos viáveis de helmintos (ovos/g ST)	< 0,001	1(1)
Salmonellas sp (Ausente em 10 g ST)	Ausente	Ausente (1)
Capacidade de Retenção de Água (%)	84,9	60 (4)
Capacidade de Troca de Cátions (mmolc kg ⁻¹)	585,5	220,0 (4)

(1) Instrução Normativa SDA no 7 de 12/04/2016

(2) Instrução Normativa SDA no 25 de 23/07/2009

(3) Kiehl (1985)

(4) Instrução Normativa SDA no 35 de 04 julho de 2006

1. Composição do lodo da Estação de Tratamento de Águas (ETA)

Na **Tabela 1** estão apresentados os valores dos atributos químicos, biológicos e físicos determinados nas amostras de lodo de ETA contendo Policloreto de Alumínio (PCA) férrico, observa-se no quesito de contaminantes ambiental e sanitários que os teores totais de arsênio, chumbo, cádmio, cromo hexavalente, mercúrio, níquel e selênio e os números de coliformes termotolerantes, ovos viáveis de helmintos e *Salmonella* sp estão abaixo dos limites considerados como inadequados pela Instrução Normativa SDA no 7/2016 (BRASIL, 2016).

Quanto à qualidade agronômica, nota-se que os valores de pH (H₂O), matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e cálcio atendem aos limites estipulados pela Instrução Normativa SDA no 7/2016 (BRASIL, 2016) e a escala de valores de qualidade de fertilizantes

orgânicos elaborada por Kiehl (2010). Em relação aos aspectos físicos, é possível observar na **Tabela 1** que o valor da Capacidade de Retenção de Água (CRA) foi de 84,9% e a Capacidade de Troca de Cátions (CTC) foi de 585,5 mmolc kg⁻¹ esses resultados atendem as especificações determinadas pela Instrução Normativa SDA no 35 /2006 (BRASIL, 2006) que estabelece os critérios para o registro de condicionador de solo.

Já para o ferro, alumínio, manganês e acrilamida não há na literatura valores de referências para atestar a qualidade do resíduo orgânico para ser utilizado na agricultura como fertilizante orgânico ou condicionador do solo.

Assim, para avaliar se os teores de ferro, alumínio, manganês e acrilamida irão comprometer o desenvolvimento das plantas, foi realizado um ensaio de fitotoxicidade com plântulas de alface (*Lactuca sativa*) e rúcula (*Eruca sativa*) submetidas com diferentes concentrações de amostras de lodo de ETA.

2. Bioensaio de fitotoxicidade com plântulas de alface (*Lactuca sativa*) e rúcula (*Eruca sativa*)

Para a execução do bioensaio de fitotoxicidade foi necessário preparar os lixiviados das amostras de lodo de ETA nas proporções de 0, 5, 10, 15, 20, 25 e 100%, conforme a metodologia adaptada de Matthews e



Lodo em processo de desidratação

Hastings (1987). E foram utilizadas sementes de alface (*Lactuca sativa*) e rúcula (*Eruca sativa*), por fazerem parte das espécies recomendadas para a execução de testes de avaliação da toxicidade de substâncias e produtos químicos (USEPA, 1996). Foram colocados papel filtro em placas de Petri que depois foram saturados com 4 ml do lixiviado na concentração de 5, 10, 15, 20, 25 e 100%, e no controle negativo (0%) foi adicionado 4 ml de água destilada. Posteriormente as placas de Petri receberam 10 sementes de cada planta e foram vedadas com filme de parafina plástica para evitar a perda de umidade durante o desenvolvimento das radículas. As placas foram incubadas em estufa de crescimento microbiológico durante

o período de 168 horas (7 dias), a temperatura de 22°C e em ausência de luz. Após o período de incubação, procedeu-se à verificação do número de sementes de alface (*Lactuca sativa*) e rúcula (*Eruca sativa*) germinadas, bem como a aferição do comprimento das radículas das plântulas com o auxílio de régua milimetrada (Figura 1).

Desta forma, foram determinadas a porcentagem de germinação relativa (PGR), porcentagem de crescimento relativo da radícula (PCRR) e o índice de germinação (IG), os quais foram calculados para os dois tipos de sementes utilizadas nos ensaios, seguindo a metodologia descrita por Tiquia (2000). Segue abaixo descrição das equações:

$$\text{PGR} = \frac{\text{Números de sementes germinadas nas amostras com diluições de lodo de ETA} \times 100}{\text{Números de sementes germinadas no controle negativo}}$$

$$\text{PCRR} = \frac{\text{Média do crescimento das radículas com diluições de lodo de ETA} \times 100}{\text{Média do crescimento das radículas no controle negativo}}$$

$$\text{IG} = \frac{\text{PGR} \times 100}{\text{PCRR}}$$

O maior valor de IG nas sementes de alface (*Lactuca sativa*) foi observada com a diluição de 5% e o menor com 100% e com as semen-

tes de rúcula (*Eruca sativa*) os maiores valores foram determinados nas amostras com diluição de 20 e 25% e os menores quando submetidos

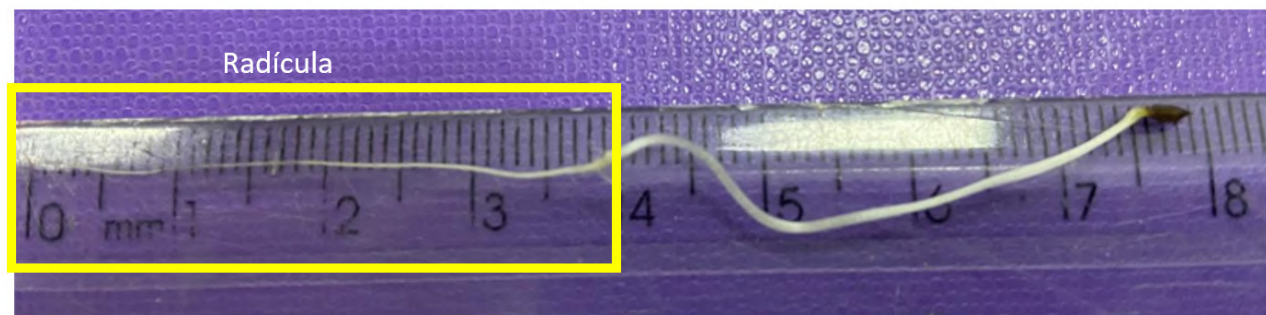


Figura 1. Area da radícula das plantas submetidas a determinação do crescimento.

Tabela 2. Índice de germinação (IG) das sementes de alface e rúcula submetidas a diferentes concentrações de lixiviado do lodo de ETA durante 7 dias de incubação e a classificação de fitotoxicidade.

Concentração (%)	Índice de Germinação (%)		Classificação de fitotoxicidade
	Alface	Rúcula	
5	104,2	84,76	O material não é fitotóxico e potencializa a germinação e o crescimento da raiz
10	97,0	84,46	
15	92,1	88,36	
20	94,2	107,03	
25	89,6	106,33	
100	87,6	93,12	

as diluições com 5 e 10% (**Tabela 2**). No geral, os valores de IG da alface (*Lactuca sativa*) e rúcula (*Eruca sativa*) em todas as diluições com as amostras de lodo de ETA ficaram acima de 80 e 100%, indicando que o lodo de ETA potencializou a germinação e o crescimento radicular das sementes e nestas condições, segundo Belo (2011) o lodo de ETA pode ser classificado como não fitotóxico.

Com base nos resultados, foi possível concluir que o lodo de ETA poderá ser utilizado com segurança na agricultura, pois atendeu a todas as especificações das instruções

normativas do MAPA para efetuar o registro de fertilizante orgânico e condicionador do solo. E os teores de ferro, alumínio, manganês e acrilamida não proporcionaram efeito fitotóxico para as plântulas de alface (*Lactuca sativa*) e rúcula (*Eruca sativa*). ●

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 35, Especificações e garantias, tolerâncias, registro, embalagem e rotulagem dos corretivos de acidez,

de alcalinidade, e de sodicidade e dos condicionadores de solo, destinados a agricultura, Brasília-DF, Brasil, Instrução Normativa SDA no 35/2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa no 25, Aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Brasília-DF, Brasil, Instrução Normativa SDA no 25/2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 7, de 12 de abril de 2016 os anexos IV e V da Instrução Normativa SDA nº 27 de 05 de junho de 2006, passam a vigorar com as seguintes alterações. Brasília, DF: Instrução Normativa SDA/MAPA 07/2016.

BELO, S. R. S. Avaliação de fitotoxicidade através de *Lepidium sativum* no âmbito de processos de compostagem. 2011. 79f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente na Especialidade de Tecnologia e Gestão do Ambiente) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2011.

KIEHL, E. J. 2010. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: 1ª edição do autor, 248 p.

MATTHEWS, J. E.; HASTINGS, L. Evaluation of toxicity test procedure for screening treatability potential of waste in



Marcos Sene (Esquerda)
e Prof. Dr. Paulo Fortes (Direita)

soil. *Environmental Toxicology & Water Quality*, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 265-281, 1987.

TIQUIA, S. M. Evaluating Phytotoxicity of Pig Manure from the Pig-on-Litter System. In: *International Composting Symposium*, 2., 1999, Dartmouth. Proceedings [...]. Nova Scotia: CBA Press, 2000. p. 625-647.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Ecological Effects Test Guidelines: OPPTS 850.4200 Seed germination/root elongation toxicity test. Washington DC: EPA, 1996.

¹**Marcos Senne** Químico, Coordenador de Produção do SPSL

²**Paulo Fortes Neto** Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia e Coordenador Adjunto dos Programas de Pós-graduação em Ecodesenvolvimento e Gestão Ambiental e de Ciências Ambientais da UNITAU.

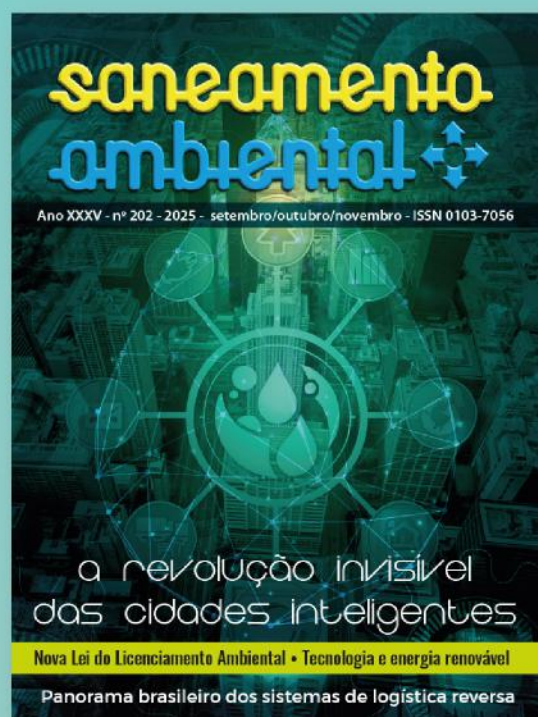
³**Ranieri Ribeiro dos Santos** Engenheiro Agrônomo e Coordenador de Meio Ambiente do SPSL

Linha direta com os setores de Saneamento e Meio Ambiente

A **Revista Saneamento Ambiental** é a principal referência para profissionais e empresas que atuam nos setores de saneamento e meio ambiente. Com décadas de tradição, traz conteúdos técnicos, reportagens aprofundadas e as principais inovações que impulsionam o setor. Além da edição digital, a revista está presente nas redes sociais, ampliando o alcance das informações e conectando especialistas, gestores e tomadores de decisão.

As melhores empresas do setor já marcam presença na **Revista Saneamento Ambiental**, fortalecendo sua visibilidade e credibilidade no mercado. **Não fique de fora dessa vitrine estratégica!** Entre em contato com nossa equipe comercial e descubra como seu anúncio pode alcançar os principais players do setor, gerando grandes oportunidades de negócios e parcerias.

Edição 202



Fale Conosco

- **debora**@signuseditora.com.br
- **sergio**@signuseditora.com.br
- **marta**@signuseditora.com.br
- **saneamento**@signuseditora.com.br

www.saneamentoambiental.com.br

