REVISTA PARANAENSE DE ENGENHARIA

ambiental

ANO 6 | Nº 6 | SETEMBRO 2025

apeam
Associação Paranaense dos Engenheiros Ambientais

CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

AVANÇOS E DESAFIOS DA ENGENHARIA AMBIENTAL NO SERVIÇO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ

Pag. 52

MONITORAMENTO AMBIENTAL COM DRONES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Pag. 21

AS NOVAS NORMATIVAS SOBRE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Pag. 57

apeam
Associação Paranaense dos Engenheiros Ambientais

Correspondência:
Rua Padre Agostinho, 963 - Sala 201 - Bairro Mercês
CEP 80430-050 - Curitiba/PR

Fone e WhatsApp: (41) 99889-0100
E-mails: apeampr@gmail.com e contato@apeam.com.br
Site: apeam.com.br
Instagram: @apeam_pr
LinkedIn: apeam
Youtube: @APEAMPR

Diretoria Executiva da APEAM (Gestão 2023-2025)

Luiz Guilherme Grein Vieira
Presidente

André Vinícius Roque Cavalcante
Vice-Presidente

Annelise Nairne Schamne
1º Secretária

Mirelly Lacerda Pinheiro
2ª Secretária

Luiza Scarpim
1ª Tesoureira

Rafhael Cesar Mazzini
2º Tesoureiro

Estagiário
Iago de Lima Amaral

Foto da capa: Adobe Stock / Curitiba-PR

Equipe de Trabalho da Revista
Annelise Nairne Schamne
André Vinícius Roque Cavalcante
Luiza Scarpim
Luiz Guilherme Vieira
Mirelly Lacerda Pinheiro

Jornalista Responsável
Layse Barnabé de Moraes
MTB 0013284/PR

Diretor de Arte
Érico Belem

Produção
BLM Comunicação

Imagens
Adobe Stock, divulgação e arquivos dos autores

Impressão
Idealiza Gráfica e Editora Offset

Tiragem
1000 unidades

Os artigos assinados são de inteira responsabilidade de seus subscritores.

ÍNDICE

6 O PROJETO COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS NA FORMAÇÃO EXTENSIONISTA DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA DA UFPR

9 AERAÇÃO PARA REMOÇÃO DE FERRO E MANGANÊS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS

12 A NOVA RESOLUÇÃO SEDEST 02/2025

18 IMPACTO DA AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO REMOTO NA REDUÇÃO DE CONSERTOS DE REDES E RAMAIS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

21 MONITORAMENTO AMBIENTAL COM DRONES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

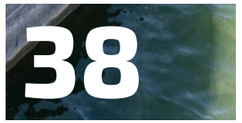
23 ENGENHARIA AMBIENTAL E NEGÓCIOS

27 RESÍDUOS SÓLIDOS E OS BENS COMUNS

29 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SANEAMENTO: REDUÇÃO DE PERDAS REAIS E COMERCIAIS

32 UTILIZAÇÃO DE DRONES NA ENGENHARIA

34 ABORDAGEM METODOLÓGICA EM CASO DE DESASTRES AMBIENTAIS


38 UTILIZAÇÃO DE BARREIRAS FLUTUANTES PARA A INVESTIGAÇÃO DO APORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS RECURSOS HÍDRICOS

42 12º CONGRESSO ESTADUAL DE PROFISSIONAIS DO CREA-PR FORTALECE DEBATES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO E QUALIDADE AMBIENTAL

44 ÉTICA PROFISSIONAL NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITARISTA E O PAPEL DA COMISSÃO DE ÉTICA DO CREA-PR

46 A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DO INSPETOR NO SISTEMA CONFEA/CREA

48 POLÍCIA CIENTÍFICA DO PARANÁ

52 AVANÇOS E DESAFIOS DA ENGENHARIA AMBIENTAL NO SERVIÇO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ

57 AS NOVAS NORMATIVAS SOBRE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

61 EDIÇÃO HISTÓRICA DO ESBEA REUNIU ESPECIALISTAS NO SUL DO BRASIL PARA DEBATER DESAFIOS AMBIENTAIS E SANITÁRIOS

PALAVRA DO PRESIDENTE

Clodomir Ascari
Engenheiro Agrônomo

Presidente Crea-PR

Prezados leitores,

É com grande entusiasmo que o Crea-PR está ao lado de mais uma edição da revista da APEAM, em que estão reunidos temas de suma importância para o desenvolvimento da Engenharia Ambiental e Sanitária no Brasil. Nesta edição, destacamos a integração entre a formação acadêmica e a prática profissional no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFPR, um passo essencial para a formação de profissionais capacitados e conscientes de suas responsabilidades sociais e ambientais.

Um dos artigos que merece destaque é o que aborda a aeração para remoção de ferro e manganês em águas superficiais, uma técnica inovadora que pode revolucionar o tratamento de água, especialmente em regiões que enfrentam desafios relacionados à qualidade hídrica. Esse tema se relaciona diretamente com a nova Resolução SEDEST nº 02/2025, que traz um contexto histórico e aponta mudanças significativas na regulamentação das emissões atmosféricas no Paraná, refletindo o avanço das políticas ambientais em nosso estado.

Ainda na busca por soluções sustentáveis, o impacto da automação e do monitoramento remoto é um tópico que se revela cada vez mais relevante. A experiência de Japurá (PR) demonstra como essas tecnologias podem reduzir os custos com consertos nas redes de abastecimento de água, garantindo a eficiência e a sustentabilidade dos serviços prestados à população.

A inovação também se faz presente no monitoramento ambiental com drones e inteligência artificial, que trazem novas perspectivas para a restauração florestal de reservatórios. Essas ferramentas não apenas otimizam processos, mas também ampliam as possibilidades de atuação do engenheiro ambiental, que se torna um protagonista estratégico na área comercial.

Outro tema crucial abordado nesta edição é a gestão de resíduos sólidos e os bens comuns. A reflexão sobre por que todos pagamos pela má gestão é um convite à conscientização e à ação coletiva em prol de um futuro mais sustentável.

Por fim, a utilização de drones na engenharia, especialmente no monitoramento de plumas de poluição no Rio Nhundiaquara, nos mostra o potencial das tecnologias emergentes na preservação dos nossos recursos hídricos. Complementando este panorama, apresentamos o estudo sobre a utilização de barreiras flutuantes na investigação do aporte de resíduos sólidos nos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, uma iniciativa que exemplifica a importância da pesquisa e da inovação na gestão ambiental.

Convido todos a explorar estas matérias e refletir sobre como cada um de nós pode contribuir para a construção de um futuro mais sustentável. A jornada é desafiadora, mas juntos podemos fazer a diferença.

Boa leitura!

Luiz Guilherme Grein Vieira
Engenheiro Ambiental

Presidente APEAM
Gestão 2023-2025

Caros leitores e leitoras da Revista Paranaense de Engenharia Ambiental,

Em 2025, a Associação Paranaense dos Engenheiros Ambientais (APEAM) celebra 18 anos de trajetória. Um marco simbólico, que nos convida a revisitar nossa história e reafirmar nosso compromisso com a valorização da categoria e a defesa do meio ambiente.

Ao longo dos dois mandatos em que estive à frente da entidade, vivenciamos momentos de grande relevância para a Engenharia Ambiental no Paraná. Entre eles, destaco a histórica convocação dos primeiros Engenheiros Ambientais aprovados em concurso público para cargos no Governo do Estado do Paraná. Esta conquista, fruto de uma longa articulação da APEAM e de parceiros institucionais, representa não apenas o reconhecimento da importância da nossa profissão, mas também um avanço para a gestão ambiental pública do Estado.

Também acompanhamos, neste período, mudanças significativas no cenário regulatório, com a publicação de novas normativas nacionais e estaduais sobre o licenciamento ambiental. Tais atualizações impactam diretamente o exercício profissional e reforçam a necessidade de constante aprimoramento técnico, papel que a APEAM tem buscado apoiar por meio da promoção de debates e da atualização de seus associados.

Esses avanços só foram possíveis graças ao engajamento dos nossos associados, ao trabalho dedicado das diretorias e ao apoio das instituições parceiras que sempre acreditaram na relevância da nossa atuação.

Ao atingir sua maioridade, a APEAM se consolida como uma entidade madura, preparada para enfrentar novos desafios e ampliar sua presença em pautas estratégicas como sustentabilidade, inovação e fortalecimento da profissão. Tenho plena confiança de que a próxima gestão seguirá nesse caminho, renovando ideias e ampliando conquistas.

Que possamos seguir unidos na defesa da Engenharia Ambiental, conscientes de que nossa atuação é fundamental para um futuro mais justo, sustentável e equilibrado.

Desejo a todos uma excelente leitura e muitas inspirações.

O PROJETO COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS NA FORMAÇÃO EXTENSIONISTA DO CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA DA UFPR

Articulação entre currículo, prática profissional e desenvolvimento socioambiental

Fernando Armani
Engenheiro Ambiental, Mestre em Engenharia Ambiental e Doutor em Engenharia

Pedro Pisacco Pereira Cordeiro
Engenheiro Florestal e mestrando no programa ProfÁgua

A formação de engenheiros ambientais e sanitaristas, no contexto contemporâneo, exige a integração consistente entre os pilares do ensino superior, da pesquisa científica e da prática profissional. Nessa perspectiva, as parcerias institucionais configuram-se como mecanismos estratégicos para a articulação entre o saber acadêmico e as demandas socioambientais concretas. Um exemplo representativo dessa dinâmica é o Projeto Comunidades Sustentáveis, concebido a partir de um acordo de Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (PD&I) celebrado entre a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Administração dos Portos de Paranaguá e Antonina (Portos do Paraná). O presente artigo analisa a experiência do referido projeto como expressão da extensão universitária crítica, articulada à formação profissional no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFPR.

A Portos do Paraná desenvolve ações junto às comunidades da Baía de Paranaguá por meio de seu Programa de Educação Ambiental (PEA), instituído como condicionante do licenciamento ambiental federal. O programa abrange quinze comunidades localizadas na área de influência direta da atividade portuária, nos municípios de Paranaguá, Antonina e Pontal do Paraná — muitas delas de difícil acesso, com transporte predominantemente marítimo e dependência expressiva da pesca artesanal. Com base em diagnóstico participativo, o PEA estabeleceu cinco linhas de ação prioritárias: fortalecimento da pesca artesanal, das associações comunitárias, apoio ao público jovem, saneamento básico e valorização do turismo e da cultura socioambiental. Dentre essas frentes, a carência de sistemas de tratamento de esgoto revelou-se um dos principais desafios, motivando a celebração da parceria com a UFPR para a criação do Projeto Comunidades Sustentáveis.

Nesse contexto, a implementação do projeto coincidiu com um processo interno de reestruturação curricular do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFPR, que estabeleceu a obrigatoriedade de destinar 10% da carga horária total a atividades extensionistas, em consonância com o Plano Nacional de Educação (Lei nº 13.005/2014) e com a Resolução nº 7/2018 do MEC/CNE/CES. Essa reformulação materializa o princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, ao mesmo tempo em que amplia a inserção social da universidade pública e qualifica a trajetória acadêmica discente.

No novo Projeto Pedagógico do curso, a extensão foi incorporada de forma transversal a componentes curriculares obrigatórios, assegurando o contato progressivo dos estudantes em práticas contextualizadas desde os primeiros períodos. A distribuição estratégica da carga horária extensionista em disciplinas teóricas e aplicadas — como Introdução à Engenharia Ambiental e Sanitária, Sistemas de Esgotos, Tratamento de Água, Poluição do Ar e Drenagem Urbana — possibilita a conexão efetiva entre os conteúdos acadêmicos e os desafios enfrentados em campo. Essa estrutura fomenta a autonomia intelectual e o engajamento social dos discentes, além de valorizar o diálogo entre o conhecimento técnico-científico e os saberes locais.

Essas intervenções são concebidas e executadas com base no diálogo com os moradores locais, respeitando as especificidades territoriais e culturais de cada comunidade.

O Projeto Comunidades Sustentáveis, nesse escopo, constitui uma plataforma concreta para o exercício da extensão universitária crítica e socialmente engajada. Seu objetivo é promover melhorias estruturais e socioambientais em comunidades da Baía de Paranaguá, mediante a implantação de sistemas descentralizados de saneamento, obras de mobilidade (pontes e passarelas), ações permanentes de educação ambiental e estratégias de fortalecimento comunitário. Essas intervenções são concebidas e executadas com base no diálogo com os moradores locais, respeitando as especificidades territoriais e culturais de cada comunidade.

A participação dos estudantes é um elemento estruturante do projeto. Sob supervisão técnica qualificada, os discentes atuam em diversas frentes, que vão desde o diagnóstico ambiental até o dimensionamento de sistemas, execução de obras, monitoramento da qualidade da água e desenvolvimento

Adobe Stock / Paranaguá-PR

Adobe Stock

Foto do autor / Ilha de Eufrasina-PR

de ações educativas. Essa vivência proporciona uma formação integral, articulando fundamentos teóricos com práticas situadas em contextos de alta complexidade social e ambiental. Além de contribuir para o desenvolvimento territorial, essa abordagem fortalece a capacidade dos futuros profissionais atuarem com criticidade, ética e competência técnica.

Os efeitos formativos da extensão universitária também se refletem no desempenho acadêmico dos estudantes. Evidências qualitativas indicam que a inserção em contextos reais de aplicação contribui para o fortalecimento do vínculo com as disciplinas teóricas, amplia a compreensão conceitual e favorece a permanência estudantil. A possibilidade de aplicar conhecimentos curriculares em situações concretas estimula a aprendizagem significativa, o desenvolvimento de competências socioemocionais e a consolidação de uma formação orientada à responsabilidade socioambiental.

A experiência do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da UFPR, ao institucionalizar a extensão como eixo estruturante do currículo e integrá-la a projetos de impacto social relevante, apresenta um modelo pedagógico inovador e potencialmente replicável. A articulação entre universidade, território e comunidade reafirma o papel da instituição pública de ensino superior como agente de transformação social, ao mesmo tempo em que contribui para a produção de conhecimento situado, interdisciplinar e voltado à resolução de problemas concretos.

A trajetória do Projeto Comunidades Sustentáveis evidencia o potencial das parcerias entre instituições públicas de ensino superior e órgãos governamentais para a promoção do desenvolvimento socioambiental. Ao integrar ensino, pesquisa e extensão em territórios historicamente vulnerabilizados, o projeto amplia a relevância social da universidade pública e qualifica a formação dos futuros engenheiros ambientais e sanitaristas. Essa experiência demonstra que a atuação universitária em contextos reais, especialmente quando articulada a políticas públicas e demandas comunitárias, pode constituir um instrumento efetivo de transformação social e fortalecimento da cidadania. ■

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 1 de maio de 2025.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (Brasil). CÂMARA DE EDUCAÇÃO SUPERIOR. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regimenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=104251-rces007-18&category_slug=dezembro-2018-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 1 de maio de 2025.

Vilson Fernando Beregula
Engenheiro sanitarista e ambiental pela UFMT - Cuiabá

Waldir Correia Paz
Operador de Estação de Tratamento de Água na Prefeitura Municipal de Paranaíta. Técnico em tratamento de águas e efluentes

Rogério de Souza Pires
Coordenador chefe do Departamento de Águas de Paranaíta (DAE)

André Luiz D'Ornellas Casarotto
Engenheiro Ambiental e Sanitarista pela UTFPR

Michelle Ramaskais Alberton
Engenheira Ambiental e Sanitária pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e técnica em Eletromecânica pelo Instituto Federal do Paraná (IFPR)

AERAÇÃO PARA REMOÇÃO DE FERRO E MANGANÊS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS

Estudo de caso no município de Paranaíta-MT

A qualidade da água destinada ao consumo humano é um aspecto fundamental para a saúde pública. O crescimento populacional, aliado à falta de planejamento urbano, tem gerado diversos impactos negativos ao meio ambiente, como a sobrecarga das Estações de Tratamento de Água (ETA), comprometendo a qualidade da água fornecida à população, conforme a Portaria GM/MS n°888/2021, que dispõe, em suma, sobre a qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade analisando vários parâmetros. Um deles é a cor aparente da água (limite: 15 uH), diretamente ligada à presença de Ferro (Fe) e Manganês (Mn), que conferem coloração escura, afetam gosto/odor e causam incrustações em tubulações (Royte, 2002; Ribeiro, 2021).

Esses metais, quando presentes em águas com pH baixo e condições anóxicas, apresentam-se em formas solúveis, conferindo coloração escura e causando problemas operacionais, mesmo quando em concentrações seguras para consumo (Ribeiro, 2021). Embora em níveis seguros para consumo, esses metais geram reclamações por alterações estéticas (cor, gosto, odor) e danos materiais como manchas e incrustações em louças sanitárias. Sua remoção eficiente ocorre através de oxidação por aeração ou cloração, processo que converte os metais em formas insolúveis (Moruzzi e Realli, 2012).

Segundo Hoehn e Mallevialle (1995), os métodos convencionais para remoção da cor aparente, embora amplamente utilizados, apresentam algumas limitações, como custo elevado, eficiência limitada, dificuldades técnicas e geração de subprodutos indesejados.

Os processos oxidantes utilizados em tratamentos de água são o Oxigênio, Cloro e Permanganato de Potássio. Segundo Moruzzi e Realli (2012), o Oxigênio (O_2) mostrou-se como oxidante ideal, combinando baixo custo, simplicidade operacional e eficiência na remoção dos metais através de filtração convencional ou sistemas combinados (sedimentação/flotação) para águas com alta carga orgânica.

A aeração surge como técnica sustentável para clarificação hídrica, oxidando as formas solúveis de ferro e manganês e removendo gases como sulfeto de hidrogênio. A oxidação converte esses metais em partículas insolúveis, passíveis de remoção por sedimentação e filtração (Di Bernardo e Dantas, 2005; MWH, 2005). Este estudo avalia a eficiência e a viabilidade de um método de baixo custo que otimiza o contato entre água e ar, visando a sistemas de abastecimento mais sustentáveis.

Adobe Stock

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O experimento foi conduzido no mês de dezembro de 2024, no sistema de captação superficial de água do município de Paranaíta - MT. A água bruta é transportada por uma adutora de aproximadamente 1.300 metros até a Estação de Tratamento de Água (ETA), onde passa por processos convencionais: coagulação, floculação, decantação e filtração.

Figura 1: Mapa de localização da distância da captação para a Estação e Tratamento de Água. Fonte: Google Earth, 2025.

Instalação do dispositivo de aeração

A instalação do dispositivo de aeração é simples e eficiente, consistindo na perfuração da tubulação de sucção da água da captação, onde realizou-se um ponto de acesso, equipado com um registro de precisão e tubo de admissão de ar (Figura 2), permitindo a entrada controlada de ar atmosférico. A turbulência gerada pelo rotor da bomba promoveu a mistura entre o ar e a água, enquanto o trajeto de 1.300m até a ETA proporcionou tempo suficiente para a oxidação dos metais (Fe e Mn). Esse tempo de transporte foi aproveitado como tempo de contato, permitindo que a oxidação dos metais ocorresse antes mesmo da chegada à ETA, facilitando sua posterior remoção por sedimentação e filtração.

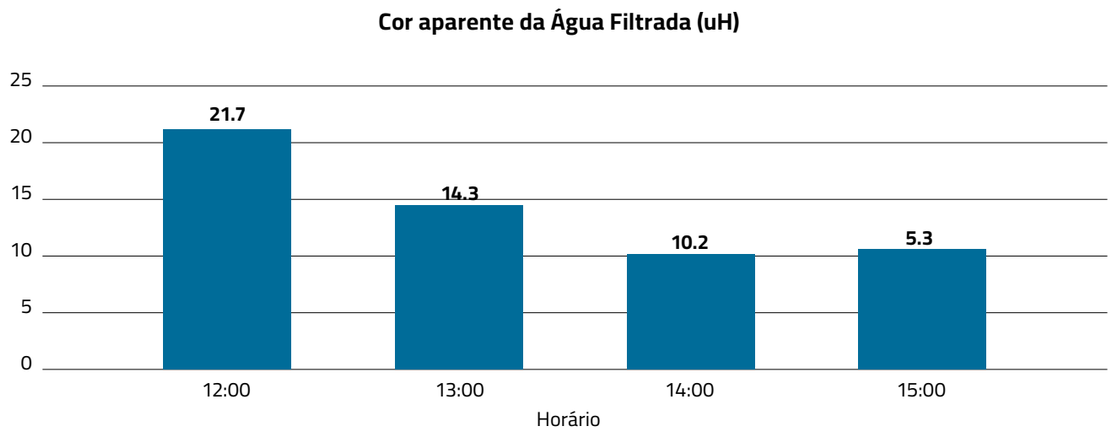
Fonte: Autores (2025).

As análises foram realizadas in loco na estação de tratamento de água (figura 3), por meio de coletas e medições horárias da cor da água filtrada, utilizando um colorímetro digital (PoliControl). Os dados foram comparados com os limites legais definidos na Portaria GM/MS nº 888/2021.

Figura 3: Estação de Tratamento de água de Paranaíta. Fonte: Autores (2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da análise da cor aparente na etapa de filtração podem ser visualizados na Figura 4, que ilustra a redução progressiva do parâmetro ao longo do processo de oxigenação.



Fonte: Autores (2025).

A análise da cor aparente (Figura 1), demonstrou uma redução de 75% nos valores durante o processo de oxigenação, passando de 21,7 uH (12:00h) para 5,3 uH (15:00h), atendendo ao limite da Portaria GM/MS nº 888/2021 (15 uH) já na primeira hora de tratamento. Essa eficiência confirma a oxidação de Fe e Mn em formas insolúveis, removidas por filtração (Di Bernardo e Dantas, 2005; MWH, 2005). Em comparação, Farias et al. observaram redução de 62% em estudo com ortopolifosfato (dosagem: 1,86 L/s; concentração: 150.10³ g/L), onde a cor aparente diminuiu de 19,8 uC para 7,4 uC. Os resultados deste trabalho destacam a superioridade da oxigenação em eficiência e viabilidade econômica.

O desempenho comprova a efetividade do sistema, porém é fundamental controlar com precisão a oxigenação para evitar efeitos adversos. O excesso de oxigênio pode causar flotação indesejada, aumentando a turbidez e prejudicando a filtração, além de potencialmente danificar as bombas. Portanto, um monitoramento rigoroso é essencial para garantir a qualidade da água e a eficiência do tratamento.

CONCLUSÕES

A aeração mostrou-se eficaz na redução da cor da água, alcançando 75% de redução em poucas horas, comprovando ser um método econômico e sustentável. Contudo, exige controle preciso para evitar problemas como flotação excessiva ou aumento de turbidez.

Além de melhorar a qualidade final da água, a técnica reduz custos operacionais e evita a corrosão associada à pré-cloração. Com controle adequado da entrada de ar, a solução pode ser facilmente replicada em outros sistemas de abastecimento que enfrentam desafios semelhantes com metais dissolvidos e coloração da água. ■

REFERÊNCIAS

APHA; AWWA; WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 27th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, DF, ed. 85, seção 1, p. 127, 7 maio de 2021. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html. Acesso em: 21 mar. 2025.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. Métodos e técnicas de tratamento de água. 2. ed. São Paulo: Rima, 2005.

FARIAS, André Luiz Estevam; SOUZA, Mauro Aparecido Lessa de; KELLER, Patrícia Pereira Ribeiro. Estudo de caso: complexação de íons metálicos em sistema de abastecimento de água. In: CONGRESSO DA ABES, 32., 2024.

HOEHN, R.; MALLEVIALE, J. Treatment trains. In: SUFFET, I. H.; MALLEVILLE, J.; KAWCZYNSKI, E. (eds). Advances in taste-and-odor treatment and control. Denver, CO: American Water Works Association Research Foundation and Lyonnaise des Eaux, 1995. cap. 9, p. 351-385.

INSTITUTO ÁGUA E SANEAMENTO. Paranaíta (MT) - Municípios e Saneamento. [S. l.], [2022]. Disponível em: https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/mt/paranaita. Acesso em: 23 mar. 2025.

MORUZZI, Rodrigo Braga; REALI, Marco Antonio Penalva. Oxidação e remoção de ferro e manganês em águas para fins de abastecimento público ou industrial - uma abordagem geral. Revista de Engenharia e Tecnologia, v. 4, n. 1, p. 29-36, abr. 2012. ISSN 2176-7270.Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/cbf6f103-7d28-40b7-b4a2-4cadcba5a130

ROYTE, E. Bottlemania. How water went on sale and why we bought it. New York: Bloomsbury, 2008.
MWH. Water treatment: principles and design. 2nd ed. Hoboken: Wiley, 2005.

A NOVA RESOLUÇÃO SEDEST 02/2025

Contexto histórico, mudanças, avanços e lacunas da regulamentação de emissões atmosféricas no Paraná

No Brasil, o ar, como recurso natural que precisa ser preservado, entrou na legislação ambiental federal apenas em 1981, com a Lei 6.938/1981 - Política Nacional de Meio Ambiente. O Paraná também iniciou a gestão atmosférica em 1981, com a Portaria SEREHMA/SEIN 02/1981.

A linha do tempo, contendo as principais etapas no estabelecimento de regras para a gestão atmosférica federal e paranaense, é mostrada na Figura 1, na qual as regulamentações federais têm destaque em cor rosada e as do Paraná, em azul.

A gestão atmosférica federal se iniciou com duas resoluções: uma para poucas fontes de emissão atmosférica (CONAMA 08/1990) e outra para a qualidade do ar (CONAMA 03/1990). Apenas em 2011 foi publicada a Resolução CONAMA 436, para estabelecer limites de emissão atmosférica abrangendo um número maior de processos industriais. Enquanto isso, o Paraná esteve na vanguarda, tendo publicado em 2002 a primeira resolução em território nacional sobre limites de emissão atmosférica para uma ampla gama de processos industriais (Resolução SEMA 041/2002). Esta foi posteriormente atualizada pela Resolução SEMA 054/2006, depois pela SEMA 016/2014 e atualmente pela Resolução SEDEST 02/2025. Outros passos dados foram a publicação de critérios técnicos claros para os relatórios de automonitoramento (Portaria IAP 001/2008) e de critérios de qualidade a serem atendidos pelos laboratórios responsáveis pelas amostragens e ensaios de emissões atmosféricas, por meio do Certificado de Cadastramento de Laboratórios (CCL) (Resolução CEMA 100/2017).

Os componentes mostrados na Figura 2 (e outros mais) fazem parte da gestão atmosférica e, ao ter um único instrumento legal abordando todos estes assuntos, a execução da gestão seria facilitada. Portanto, a nova Resolução SEDEST 02/2025 procurou agrupar informações antes espalhadas em diversos instrumentos legais.

Adobe Stock

Débora Lia Perazzoli
Engenheira Ambiental, Especialista em Energias Renováveis e Mestra em Meio Ambiente Urbano e Industrial, Consultora na EnvEx

Andreas Friedrich Grauer
Engenheiro de Processos e Doutor em Monitoramento de Emissões Atmosféricas, Consultor na EnvEx Engenharia e Consultoria

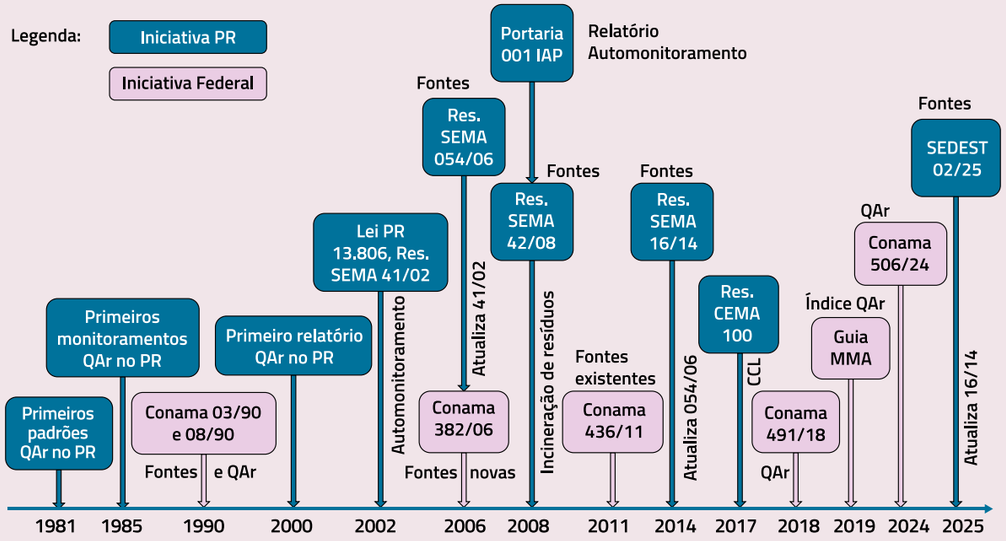


Figura 1 – Histórico da legislação de qualidade do ar e emissões atmosféricas no Brasil e no Paraná

Componentes da Gestão atmosférica da Resolução SEDEST nº 02/2025

Figura 2 – Componentes da Gestão Atmosférica

A estrutura e organização da Resolução é ilustrada na Figura 3:

Estrutura Resolução SEDEST 02/2025
Objetivo (Art. 1)
Capítulo I – Disposições gerais, definições, conceitos (Art. 2)
Capítulo II – Padrões fontes fixas (Art. 3-6)
Capítulo III – Aspectos gerais lançamento poluentes atmosféricos
- Seção I – Padrões condicionamento (art. 7 – 14)
- Seção II – Odores, Emissões Fugitivas, queima a céu aberto (art. 15-20)
Capítulo IV – Padrões emissão fontes fixas
- Seção I – Critérios gerais (art. 21-23)
- Seção II – Do monitoramento (art. 24-25)
Capítulo V – Padrões emissão Tipologia de fontes
Seção I – Geração de calor e energia (Art. 26)
- Subseção I – Combustíveis gasosos (art. 27)
- Subseção II – Combustível líquido (art. 28)
- Subseção III – Carvão mineral, xisto sólido, coque e assemelhados (art. 29)
- Subseção IV – Derivados de madeira/biomassa de origem vegetal (art. 30)
- Subseção V – Bagaço de cana de açúcar (Art. 31)
- Subseção VI – Turbinas ciclo simples ou combinado (art. 32)
- Subseção VII – Motores estacionários (art. 33)
- Subseção VIII – mais de um combustível (art. 34)
Seção II - Atividades específicas
- Subseção I Pintura, tratamento de superfície (Art. 35 – 39)
....
- Subseção XXVI – Industrialização do xisto (art. 78)
Seção III – Por poluente
- Subseção I – Densidade colorimétrica (Art. 80)
....
- Subseção VII – Substâncias gasosas orgânicas – VOC (art. 88)
Capítulo VI – Do Automonitoramento (art. 89 – 94)
Capítulo VII – Padrões de emissão de fontes móveis (art. 95)
- Seção I – Padrões de Qualidade do Ar (art. 96-98)
Capítulo VIII – Critérios episódios críticos de poluição do ar (Art. 99)
Capítulo IX – Inventário de GEE (art. 100)
Capítulo X – Disposições finais (Art. 101. 102).

Figura 3 – Estrutura e Organização da Resolução SEDEST nº 02/2025

Avanços da Resolução SEDEST nº 02/2025

A atualização da legislação ambiental é uma necessidade por causa do avanço tecnológico e da gestão ambiental de forma geral. Experiências com medidas bem-sucedidas são incorporadas e outras são melhoradas, erros são eliminados e a terminologia é aprimorada, visando evitar interpretações errôneas.

A publicação da Resolução SEDEST nº 02/2025 trouxe os seguintes avanços principais:

Principais avanços

1. Apresenta o Termo de Referência (TR) atualizado do Programa de Automonitoramento PEAT (Anexo X) e do Relatório de Automonitoramento REAT (Anexo XI), antes Portaria SEMA/IAP 001/2008, revogada;

2. Unifica critérios de outras resoluções e revoga-as (SEMA 024/2019 e SEDEST 012/2020, que tratam de atividades de recebimento, beneficiamento, armazenamento e expedição de grãos [texto citado nos art. 60 a 64], e SEDEST 071/2019, sobre coprocessamento, citado no art. 48);

3. Apresenta a frequência do automonitoramento no artigo de cada padrão de emissão;

4. Atualiza padrões de qualidade do ar conforme a Resolução CONAMA 506/2024 (art. 96-99);

5. Introduz, para atividades geradoras de substâncias odoríferas, o Relatório de Boas Práticas Adotadas (art. 15) e Plano de Gestão de Emissões de Gases Odoríferos para o setor de saneamento (art. 77), ambos a serem regulamentados por portaria específica;

6. Inclui novos limites para alguns processos, por exemplo, processos de fundição de metais que não contenham chumbo (art. 40), processos de fabricação de cal, calcário e derivados primários (art. 55), incineradores de gases não condensáveis (art. 72);

7. Vincula a apresentação do PEAT e REAT e envio de dados ao sistema de Declaração de Emissões Atmosféricas (DEA) como requisito para o licenciamento ambiental (art. 91 e 92);

8. Introduz o inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) como requisito do licenciamento ambiental (art. 100), a ser regulamentado por Portaria específica.

Estas melhorias facilitam o uso da legislação pelos profissionais interessados (medidas 1 a 3), além de melhorar a eficiência da gestão atmosférica (medidas 4 a 7). Por sua vez, a medida 8 traz realmente um aspecto diferente, já que GEE não era um assunto abordado na resolução anterior, o que demonstra o dinamismo da gestão atmosférica.

O que mudou para as empresas com a Resolução SEDEST nº 02/2025?

Na prática, pouco mudou para os empreendimentos regulados por esta Resolução, pois os limites de emissão anteriores foram mantidos quase em sua totalidade. O que melhorou foi a leitura para o usuário, porque critérios antes espalhados em instrumentos distintos foram incorporados no texto ou nos anexos. Os limites de emissão agora são apresentados em formato de tabelas, o que facilita a consulta e o entendimento das exigências. As equações que apareciam no texto também foram colocadas em anexo específico.

No caso específico do coprocessamento, o art. 48 mostra uma tabela com os limites e frequência de monitoramento para cada poluente. Os padrões foram atualizados de acordo com a Resolução CONAMA 499/2020, e, para combustão de bagaço de cana (art. 31), os novos critérios concordam com o Decreto Estadual nº 10.068/2014.

A Resolução SEDEST nº 02/2025 flexibilizou a gestão ambiental?

Avanços na legislação devem trazer mais clareza na interpretação do texto, com critérios claros e aplicáveis de forma uniforme, o que ocorreu com a nova Resolução.

Por outro lado, a flexibilização é desejável, por exemplo, para isentar fontes cuja emissão é pouco relevante da obrigação de monitoramento periódico. Neste sentido, empreendimentos de avicultura e suinocultura que usam fontes de geração de calor de até 10 MW (art. 13) e desidratadores de carcaças (art. 14) ficaram claramente isentos do monitoramento.

O artigo 18 prevê a possibilidade de pedir dispensa ou alteração da frequência do monitoramento de qualidade do ar para fontes fugitivas, desde que apresentada justificativa técnica (incluindo avaliação das características do empreendimento, sistemas de abatimento de emissões fugitivas, presença de outras fontes etc., que venham a comprometer o resultado das medições).

Outro exemplo de flexibilização é para empreendi-

mentos com armazenamento de líquidos e/ou produtos com potencial de emissão de Compostos Orgânicos Voláteis (COVs). Estes devem apresentar o Relatório de Caracterização de Emissões Evaporativas em Tanques, conforme Anexo II, que é composto por tabelas com dados dos tanques e estimativa de emissões, que pode ser realizada com fatores de emissão ao invés de amostragem convencional, a qual traz riscos de segurança e dificuldades técnicas em sua execução.

Por sua vez, em alguns casos, foi retirada a flexibilidade da frequência de amostragem. Um exemplo é o artigo 65, que trata da exaustão de pó de madeira. A interpretação do texto atual requer que qualquer fonte, por menor que seja, monitore sua emissão de partículas em ritmo bianual. Antes, a Resolução 016/2014 desconsiderava fontes com taxa de emissão de partículas até 0,1 kg/h, isentando-as desta obrigação. Fontes de partículas com taxa de emissão na faixa entre 0,1 e 1,0 kg/h que antes eram monitoradas esporadicamente (uma vez durante a vigência da licença), agora precisam ser monitoradas em frequência bianual - a cada 2 anos (art. 94).

Lacunas da Resolução SEDEST nº 02/2025

As principais lacunas, ou pontos de melhoria futura, são:

1. Participação limitada de especialistas técnicos e partes interessadas fora do IAT, o que levou à falta de clareza das justificativas para as alterações realizadas na revisão do texto da Resolução;

2. Ausência de padrões de emissão ou qualidade do ar para odor;

3. Pouco avanço nos limites de emissão, visto que não foram usados registros da Declaração de Emissões Atmosféricas (DEA) para defender limites mais rigorosos;

4. Ausência de metas de descarbonização ou orientações relacionadas;

5. Ausência de prazo para publicação das portarias sobre o Relatório de Boas Práticas Adotadas, Plano de Gestão de Odores, Inventário de Gases de Efeito Estufa e para revisão da própria resolução.

A primeira lacuna é a principal, visto que a discussão e contribuição da sociedade foi limitada, ao contrário do que foi praticado em resoluções anteriores. A APEAM foi uma das entidades que se manifestaram. Em 31/01/2024, foi realizada uma reunião na FIEP para apresentação das principais atualizações. Neste evento, houve várias manifestações pedindo esclarecimentos e ajustes do texto, entretanto, não houve novas discussões ou oportunidades de contribuição.

Outra lacuna é relacionada ao odor, que é o principal motivo das reclamações sobre a qualidade do ar atualmente. Hoje o odor já é regulamentado com padrões em muitos países, assim como os demais poluentes atmosféricos, e também no Paraná há iniciativas neste sentido (projeto de Lei nº 404/2022). A nova Resolução avançou ao propor instrumentos como Plano de Gestão de Emissões de Gases Odoríferos para o setor de saneamento e Relatórios de Boas Práticas, além de definir as metodologias de amostragem no Anexo IV. No entanto, ainda há espaço para abordar padrões ambientais para o odor.

Em relação ao avanço nos limites de emissão, esperava-se que a resolução trouxesse alguns limites mais rigorosos, em função do avanço tecnológico no controle de emissões de processos industriais. Tais avanços poderiam ser acompanhados pelo banco de dados do DEA. Porém, praticamente todos os limites foram mantidos, mesmo que muitos deles sejam iguais aos da Resolução SEMA PR 41/2002, de 23 anos atrás. Sabe-se que a revisão de limites de emissão é um processo complexo, mas necessário, considerando principalmente que a Resolução CONAMA 506/2024, que define novos padrões da qualidade do ar, prevê prazos para que os padrões se tornem mais restritivos. Isso invariavelmente exigirá um melhor controle sobre a emissão nas fontes.

Por outro lado, a inclusão do inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE) como requisito do licenciamento ambiental é muito válida. Entretanto, faltou explicar melhor os próximos passos, como plano de descarbonização e metas de redução. Tendo em vista que o Brasil tem a meta de emissões líquidas zero em 2050, já está na hora de esclarecer para as empresas e profissionais qual o rumo desejado para 2030 e 2040. Este detalhamento ficou para as portarias específicas, para as quais espera-se mais oportunidade de participação do público.

Cabe aos profissionais da área ambiental, dentre eles os engenheiros ambientais, cobrar e participar efetivamente da elaboração dessas portarias e das próximas revisões da legislação, visando aprimorar a gestão atmosférica do Paraná, o que resultará em uma melhor qualidade de vida da população e o meio ambiente que todos desejamos. ■

IMPACTO DA AUTOMAÇÃO E MONITORAMENTO REMOTO NA REDUÇÃO DE CONSERTOS DE REDES E RAMAIS DE SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE

Um estudo de caso em Japurá-PR

Vilson Fernando Beregula
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
pela UFMT - Cuiabá

Gabriella Paini Masceno
Engenheira Ambiental e Sanitarista
formada pela UTFPR

Roberto Valentim de Oliveira
Diretor do Serviço Autônomo Municipal de
Água e Esgoto de Japurá

Manoel Mulinari Filho
Pós-graduado em Gestão Pública com
experiência na área de saneamento

O abastecimento de água é um serviço essencial na qualidade de vida das populações, exigindo alta eficiência operacional para minimizar perdas, interrupções no fornecimento e custos elevados (MOREIRA et al, 2021). Nesse contexto, a automação tem se mostrado uma solução estratégica, permitindo maior controle operacional, gestão otimizada de recursos e detecção eficiente de falhas técnicas como problemas em bombas e estruturas e vazamentos (SILVA, 2025).

Além de garantir a qualidade e continuidade do abastecimento, os sistemas automatizados promovem a redução do consumo hidroenergético, diminuindo perdas de água e energia. O controle inteligente, ao adaptar-se às características dinâmicas e complexas do sistema, possibilita uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos (VILLANUEVA, 2024).

A literatura especializada reconhece os benefícios da automação e monitoramento remoto para eficiência operacional, redução de custos e qualidade no abastecimento (BORAH; KHANAL; SUNDARAVADIVEL, 2024; BORTOLINI, 2024). Contudo, observa-se escassez de estudos sobre sua aplicação em municípios de pequeno porte, que enfrentam desafios específicos de financiamento e capacidade técnica para implementar essas soluções no saneamento básico (ASSIS, 2018; LISBOA; HELLER; SILVEIRA, 2013).

Este estudo investiga como a automação e o monitoramento remoto melhoraram a gestão hídrica em Japurá (PR), reduzindo perdas e aprimorando o serviço de abastecimento. A análise comparativa, nos anos de 2021 (sem automação) e 2024 (com automação) demonstrou uma redução significativa de ordens de serviço (OS) relacionadas a vazamentos e quebras de redes e ramais, além de maior eficiência operacional e otimização de recursos, comprovando a viabilidade dessas tecnologias para pequenos municípios.

Adobe Stock

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Japurá enfrentava problemas operacionais no sistema de abastecimento, especialmente no controle de pressão, resultando em vazamentos frequentes e altos custos com reparos. O monitoramento manual dos reservatórios e a operação excessiva das bombas geravam gastos elevados com transporte, energia elétrica e manutenções. A implementação de automação e monitoramento remoto surgiu como solução para esses desafios. O estudo tem como objetivo avaliar os impactos dessa automação, focando na redução de Ordens de Serviço (OS) e na melhoria da eficiência operacional.

Área de estudo

O estudo foi desenvolvido em Japurá (PR), município com 165,185 km² e 9.144 habitantes (IBGE, 2023), onde a cobertura de abastecimento de água (88,95%) está abaixo das médias estadual (96,08%) e nacional (84,24%) (SNIS, 2023). O Sistema Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) Japurá implementou, em 2023, um sistema de automação composto por 8 unidades interligadas, incluindo uma dedicada à medição de pressão, para o controle do inversor de frequência, visando aumentar a eficiência operacional e reduzir falhas no abastecimento.

Automação

A automação foi implantada por uma empresa terceirizada, contratada pelo SAMAE por meio de um contrato anual de prestação de serviços. O pagamento é efetuado mensalmente e inclui instalação dos equipamentos, manutenção, além do monitoramento remoto ininterrupto (24 horas por dia), assegurando o funcionamento contínuo e confiável das operações automatizadas.

O sistema de automação é estruturado com o uso de Controladores Lógicos Programáveis (CLPs), que recebem e processam os dados captados por sensores instalados nos pontos de operação, como pressão, nível, corrente e tensão. Esses controladores estão integrados a plataformas online, permitindo a configuração, edição e atualização remota dos parâmetros operacionais de forma prática e segura.

O monitoramento remoto constante proporciona uma gestão mais eficiente, contribuindo para a detecção precoce de anomalias, redução de perdas operacionais, aumento da segurança e agilidade nas respostas a situações emergenciais.

Ordens de Serviço

As Ordens de Serviço (OS) são registradas pelo SAMAE a partir de reclamações recebidas por telefone ou WhatsApp sobre vazamentos e quebras, seguindo um fluxo padronizado de abertura, atendimento pela equipe técnica (6 técnicos e 1 coordenador) e encerramento.

A análise comparou o número de OS referentes a vazamentos, que foram abertas pelo munícipe no ano de 2021 (sem automação) e 2024 (com automação).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A automação do sistema de abastecimento em Japurá reduziu em 73% as Ordens de Serviço (OS) por vazamentos entre 2021 (86 OS) sem automação e 2024 (23 OS) com automação, conforme a Tabela 1. Essa significativa diminuição evidencia a eficácia do monitoramento remoto na gestão operacional do sistema de abastecimento.

Tabela 1 – Quantidade de Ordens de Serviço registradas por ano

Ano	Ordens de Serviço registradas
2021	86
2024	23

Fonte: Autores, 2025.

A automação permitiu a identificação precoce de falhas e intervenções mais ágeis, eliminando a necessidade de diagnósticos manuais demorados. O controle preciso das pressões na rede — evitando tanto excessos que danificam as tubulações quanto valores insuficientes que causam desabastecimento — otimizou o consumo energético e manteve a operação dentro dos parâmetros ideais.

Em termos de impacto social, a melhoria na continuidade e qualidade do fornecimento de água tem implicações diretas na saúde pública e no bem-estar da população, aspectos essenciais em um contexto de universalização do acesso aos serviços de saneamento. O estudo sobre a automação nos SAMAE's do Paraná chegou a uma conclusão e benefícios similares, incluindo redução de 10% no consumo energético entre 2022 e 2024 em uma das unidades analisadas, comprovando os ganhos em eficiência operacional e sustentabilidade. (GODOY et al, 2024).

O monitoramento em tempo real das variáveis do sistema permitiu não apenas diminuir as Ordens de Serviço, mas também antecipar falhas, evitando interrupções e reduzindo significativamente as demandas por reparos emergenciais. Esses avanços representam um salto qualitativo na gestão dos recursos hídricos, combinando benefícios sociais com ganhos operacionais concretos.

CONCLUSÕES

O estudo comprovou o impacto positivo da automação no sistema de abastecimento de Japurá, com redução de 73% nas OS por vazamentos (2021 e 2024). O monitoramento remoto permitiu uma gestão mais eficiente, com identificação rápida de falhas e redução de custos operacionais, além de melhorar a qualidade do serviço e trazer benefícios à saúde pública. Os resultados sugerem que a tecnologia pode ser replicada em outros municípios, representando um avanço para o saneamento básico e a universalização do acesso à água tratada. ■

REFERÊNCIAS

ASSIS, A. G. (2018). O saneamento básico na perspectiva de diferentes modelos de gestão: Uma análise comparativa em municípios de pequeno porte no estado da Paraíba. [Dissertação de mestrado]. Universidade Federal da Paraíba. https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13544/1/Arquivototal.pdf.

BORAH, S. S.; KHANAL, A.; SUNDARAVADIVEL, Prabha. Emerging Technologies for Automation in Environmental Sensing: Review. Applied Sciences, v. 14, n. 8, p. 3531, abr. 2024.

BORTOLINI, F. A. Sistema de Supervisão e Aquisição de Dados para ETEs e ETAs em Condomínios. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Centro Tecnológico, de Ciências Exatas e Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Blumenau, 2024.

Godoy, G. M., Silva, A. S. S., Ferreira, A. M., Valendorf, J. L., & Dantas, V. N. (n.d.). Estudo de caso da otimização e automação em sistemas de abastecimento de água em SAMAE's do Paraná. AESABESP - Associação dos Engenheiros da Sabesp 2024.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cidades: Japurá. 2023. Disponível em: 31/03/2025. Acesso em: https://cidades.ibge.gov.br/ .

LISBOA, S. S.; HELLER, L.; SILVEIRA, R. B. (2013). Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. Engenharia Sanitária e Ambiental,v. 18, n. 4, p. 341-348. https://doi.org/10.1590/S1413-41522013000400006.

MOREIRA, F. N. da C.; CHAVES, P. da S.; SANTOS, N. B. dos; SANTOS, R. A. dos. Os desafios do acesso aos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário ao Norte do Brasil, em tempos de pandemia da Covid-19. Research, Society and Development, v. 10, n. 8, e40510817507, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.175071. Recebido: 23 jun. 2021; revisado: 28 jun. 2021; aceito: 01 jul. 2021; publicado: 17 jul. 2021. ISSN 2525-3409. Disponível em: https://orcid.org/0000-0001-5983-5190. Acesso em: 31 mar. 2025.

SILVA, P. E. M. da. Estudo de viabilidade do sistema de abastecimento de água do Condomínio Península do Ipase. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2025. Orientador: Profª. Dra. Solange da Silva Nune Boni.

SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO. Diagnóstico SNIS 2022: Série Histórica. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2022. Disponível em: www.snis.gov.br . Acesso em: 31 mar. 2025.

VILLANUEVA, J. M. (Org.). Automação inteligente em sistemas de abastecimento de água. João Pessoa: Editora UFPB, 2024. E-book. Disponível em: http://www.editora.ufpb.br/sistema/press/ISBN: 978-65-5942-251-7. Acesso em: 25/03/2025.

WIKIPÉDIA: a enciclopédia livre. Parana_Municip_Japura.svg. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Japur%C3%A1_(Paran%C3%A1)#/media/Ficheiro:Parana_Municip_Japura.svg. Acesso em: 24/03/2025.

Daniele Felix
Engenheira Civil e Mestra em Engenharia Florestal pela UFPR, Especialista em Geoprocessamento na SPIC Brasil

Amadeu Fernandes de Macedo
Engenheiro Eletricista, MBA em Administração de empresas pela FGV – EAESP, Gerente SR de Pesquisa e Inovação

Elizabete Bugalski de Andrade Peixoto
Economista e Doutora em Ciências Geodésicas (UFPR), Pesquisadora no Lactec

Cristiane Schappo Wessling
Engenheira Ambiental (UFPR) e Mestra em Meio Ambiente Urbano e Industrial (UFPR/Universität Stuttgart), Coordenadora de Contratos no Lactec

MONITORAMENTO AMBIENTAL COM DRONES E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Inovação na Restauração Florestal de Reservatórios

Tecnologia e Sustentabilidade: Uma Nova Visão para o Monitoramento Florestal

A recuperação de áreas degradadas ao redor de reservatórios hidrelétricos é um desafio constante para o setor energético. Com o objetivo de enfrentar essa questão, foi desenvolvido um projeto de P&D inovador, focado na criação de uma plataforma de monitoramento baseada em drones, sensores remotos e inteligência artificial (IA). Regulamentado pela ANEEL sob o código PD 11484-0013/2023, o projeto buscou tornar o acompanhamento das áreas de restauração mais ágil, preciso e econômico.

Ao substituir inspeções manuais por levantamentos aéreos com drones equipados com sensores LiDAR e multiespectrais, foi possível monitorar a regeneração florestal e identificar falhas no processo de regeneração com rapidez e confiabilidade. O diferencial está na automatização dos processos: desde a coleta até a análise dos dados, tudo é feito de forma inteligente e integrada.

Adobe Stock

Adobe Stock

Como Foi Feito?

A metodologia foi aplicada no entorno da Usina Hidrelétrica São Simão, entre os estados de Goiás e Minas Gerais. Foram escolhidas 20 áreas piloto de restauração, somando cerca de 60 hectares, onde os drones sobrevoaram e coletaram imagens e dados LiDAR de alta resolução. Paralelamente, técnicos realizaram medições em campo para validar os resultados obtidos pelas ferramentas tecnológicas.

As imagens captadas geraram uma série de produtos geoespaciais, incluindo ortofotos, Modelos Digitais de Terreno (MDT), Modelos Digitais de Superfície (MDS) e nuvens de pontos tridimensionais. Esses dados são processados em softwares especializados e inseridos na Plataforma. Posteriormente são submetidos a análises avançadas com o suporte de algoritmos de inteligência artificial, como Awesome, YOLACT e lidR. Tais algoritmos permitiram a estimativa automatizada de volume de madeira, a identificação de espécies arbóreas e o cálculo da densidade e estrutura da vegetação. Os indicadores ecológicos extraídos foram organizados em relatórios técnicos, os quais são disponibilizados internamente para análises ou encaminhados aos órgãos fiscalizadores, em conformidade com as exigências ambientais vigentes.

Resultados que Inspiram Novas Soluções

Com base nas informações extraídas, é possível identificar pontos com falhas de plantio, áreas com maior vigor da vegetação e até detectar fauna registrada nos sobrevoos. A precisão dos dados gerados superou 90%, e o sistema mostrou-se eficaz, inclusive na identificação de espécies florestais.

A plataforma, integrada com interface geográfica e dashboards, permite visualizar as áreas em tempo real e emitir alertas sobre anomalias, facilitando a gestão ambiental pelas equipes técnicas. O uso combinado de sensoriamento remoto e inteligência artificial representa um novo patamar para os programas de restauração florestal.

A precisão dos dados gerados superou 90%, e o sistema mostrou-se eficaz, inclusive na identificação de espécies florestais.

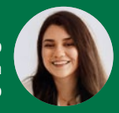
Equipe Multidisciplinar

Com base em dados concretos, tecnologia de ponta e uma equipe multidisciplinar altamente qualificada, a plataforma desenvolvida evidencia que é possível promover a restauração ambiental de forma mais eficiente e inovadora. A iniciativa valoriza o meio ambiente, a ciência e o papel estratégico dos engenheiros ambientais nas equipes responsáveis pelo desenvolvimento de soluções sustentáveis para o futuro do país. Este projeto reforça como essa atuação está cada vez mais integrada à inovação tecnológica, com forte alinhamento aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Mais do que monitorar, a proposta transforma o modo como se observa e gerencia as áreas de preservação, priorizando abordagens eficazes e sustentáveis. Reconhecido nacional e internacionalmente, o projeto foi destaque em eventos como o ICARS 2025 (International Conference on Advanced Remote Sensing), realizado em março de 2025 em Barcelona, e também no ASPRS 2024 (Simpósio Técnico Internacional), apresentado em outubro de 2024.

Por trás de cada inovação está o comprometimento de uma equipe que une conhecimento técnico, visão de futuro e paixão pela transformação ambiental. ■

Mariana Garcia Ghirelli
Engenheira Ambiental, Mestra em Engenharia Ambiental

Mirelly Lacerda Pinheiro
Engenheira Ambiental e Técnica em Segurança do Trabalho



ENGENHARIA AMBIENTAL E NEGÓCIOS

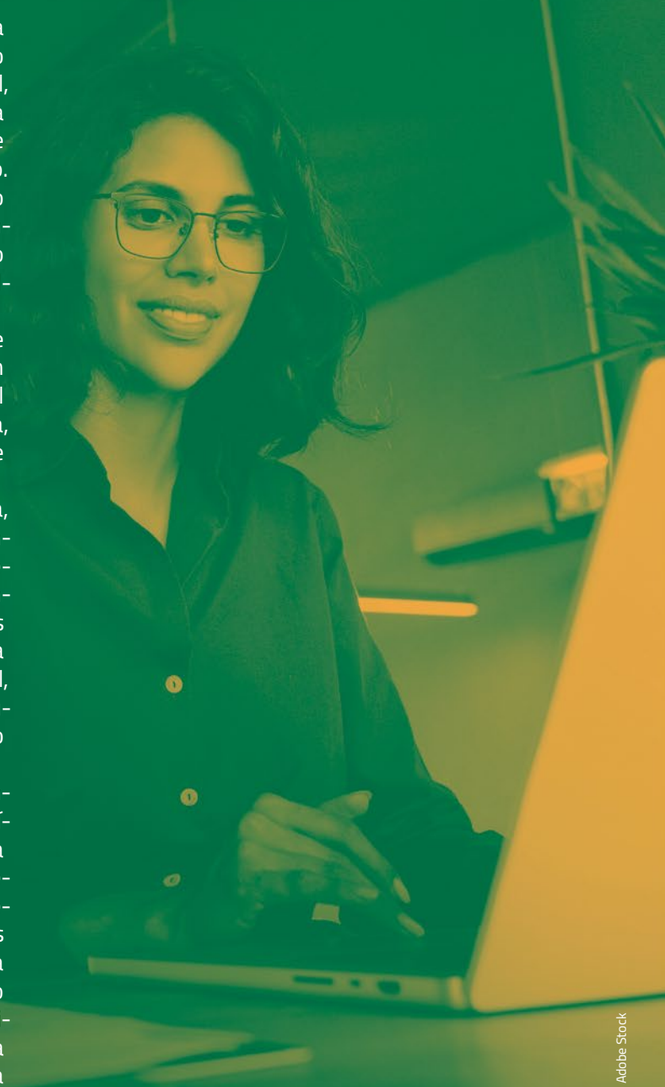
O Papel Estratégico do Engenheiro Ambiental na Área Comercial

O cenário contemporâneo de negócios exige cada vez mais profissionais capazes de aliar conhecimento técnico e visão estratégica. Na Engenharia Ambiental, essa demanda é ainda mais intensa, considerando a complexidade das soluções oferecidas e a crescente valorização de práticas sustentáveis no setor produtivo. Nesse contexto, o engenheiro ambiental desponta não apenas como executor de soluções técnicas, mas também como protagonista em negociações, elaboração de propostas, relacionamento com clientes e desenvolvimento de novos negócios.

Sua atuação tradicional, centrada na elaboração de diagnósticos, licenciamento e monitoramento, vem sendo ampliada. Hoje, espera-se desse profissional competências que o posicionem de forma estratégica, especialmente em funções ligadas à área comercial e desenvolvimento de negócios.

As chamadas soft skills, como comunicação, empatia, liderança, negociação e pensamento crítico, são essenciais para a empregabilidade e crescimento de engenheiros no mercado atual (Campos; Resende; Fagundes, 2020). Essas habilidades tornam-se ainda mais relevantes quando se trata da área comercial, em que a clareza na apresentação de soluções na área ambiental, a capacidade de escuta ativa e a habilidade de traduzir questões técnicas para uma linguagem acessível ao cliente são diferenciais competitivos.

Em ambientes organizacionais complexos, o desempenho profissional está fortemente atrelado ao domínio das soft skills. Ressalta-se também que a vivência de contextos desafiadores, como o período da pandemia, evidenciou ainda mais a importância de competências emocionais no ambiente profissional. Entre as soft skills mais valorizadas nesse cenário, destaca-se a resiliência, entendida como a capacidade de adaptação a situações incertas e de superação diante de adversidades (Kaszubowski; Campos, 2021). No contexto da engenharia ambiental aplicada à área comercial, essa


Adobe Stock

habilidade se mostrou essencial, tanto para manter o desempenho em momentos de instabilidade quanto para conduzir negociações e contratos com segurança e equilíbrio emocional.

Na área comercial da engenharia ambiental, essas habilidades são indispensáveis para:

- Construção de relacionamentos com clientes e stakeholders;
- Elaboração de propostas técnicas e comerciais com clareza e objetividade;
- Participação em reuniões estratégicas de venda de consultoria;
- Capacidade de negociação com múltiplos atores (empresas, órgãos públicos, comunidade);
- Tomada de decisões baseada em análise crítica e visão de valor agregado.

Além das habilidades interpessoais e do domínio técnico, o engenheiro ambiental que atua na área comercial deve possuir conhecimentos complementares que ampliem sua capacidade estratégica. Isso inclui:

- Técnicas de vendas e abordagem consultiva, fundamentais para compreender as dores do cliente e oferecer soluções alinhadas às suas necessidades;
- Princípios de marketing e posicionamento de marca, que ajudam na construção de autoridade no setor e comunicação de valor;
- Atualização constante sobre tendências globais em sustentabilidade, mudanças climáticas, economia circular e ESG;
- Acompanhamento de notícias e movimentos econômicos, políticos e ambientais que impactam o setor;
- Noções de orçamentação, análise de viabilidade financeira e formação de preços para propostas;
- Conhecimentos sobre compras públicas e legislação aplicável à contratação de serviços ambientais;
- Aspectos tributários relacionados à prestação de serviços ambientais e consultoria técnica.

Esses conhecimentos ampliam a visão de negócio do engenheiro ambiental, permitindo maior autonomia na estruturação de propostas, maior assertividade na comunicação com o cliente e mais segurança nas decisões estratégicas.

O engenheiro com boa comunicação, inteligência emocional, liderança e visão de negócio consegue transformar conhecimento técnico em valor percebido pelo cliente, um fator fundamental no ciclo de vendas em consultorias.

O Ciclo de Vendas

Quando falamos em vendas e em suas etapas, é comum utilizarmos o funil de vendas como modelo principal na estratégia comercial. No entanto, essas etapas devem ser compreendidas mais como uma ampulheta: a fase final do funil, marcada pelo fechamento da venda, representa na verdade o início do processo de fidelização do cliente.

Entenda o que representa cada etapa da ampulheta, ou o ciclo de vendas:

Prospecção: Corresponde ao primeiro contato com potenciais clientes e à identificação inicial de problemas ou oportunidades. Nessa fase, o engenheiro comercial realiza mapeamento de mercado, participa de eventos, acompanha editais e estabelece conexões com decisores. O objetivo é qualificar leads e iniciar a construção de confiança.

Diagnóstico Técnico e Desenvolvimento da Solução: Após o interesse inicial, é necessário aprofundar o entendimento das necessidades do cliente. Isso envolve visitas técnicas, levantamento de dados, análise de processos e definição de escopo. Nessa etapa, o engenheiro alia seu conhecimento técnico para propor soluções personalizadas, considerando requisitos regulatórios, viabilidade técnica e impactos ambientais.

Formação da Proposta: Aqui ocorre a elaboração detalhada da documentação técnica e comercial. O engenheiro estrutura o memorial descritivo, cronogramas, custos, garantias e condições contratuais. Uma proposta bem formulada demonstra profissionalismo, clareza e capacidade de execução.

Apresentação e Negociação: A proposta é então apresentada aos representantes do cliente. É comum que essas reuniões envolvam equipes multidisciplinares (engenharia, compras, financeiro e jurídico), responsáveis por avaliar diferentes dimensões do projeto. O engenheiro comercial precisa traduzir aspectos técnicos de forma acessível, lidar com objeções e construir consensos que viabilizem o fechamento.

Acompanhamento Pós-Venda: Após a assinatura do contrato, inicia-se a fase de implantação e suporte. O engenheiro acompanha a execução, garante a conformidade técnica e presta atendimento ao cliente. Essa etapa é decisiva para consolidar a confiança construída ao longo do processo.

Ampulheta de vendas, etapas do processo de venda e fidelização. Fonte: As Autoras

Retenção: Com o projeto entregue, o relacionamento não se encerra. A retenção envolve manutenção de contato próximo, visitas periódicas e acompanhamento de resultados. O objetivo é garantir satisfação, resolver eventuais problemas e manter o cliente engajado.

Upsell: À medida que o relacionamento amadurece, novas necessidades podem surgir. O upsell consiste em identificar oportunidades de apresentar soluções complementares ou de maior valor agregado, como serviços de monitoramento contínuo, consultorias adicionais ou novos projetos. Essa prática fortalece a parceria comercial e amplia o ticket médio.

Indicação: Clientes satisfeitos tornam-se promotores espontâneos da sua marca. A indicação ocorre quando você estimula e facilita que esses clientes recomendem seus serviços e soluções a parceiros e outros potenciais clientes. Além de fortalecer sua reputação, essa etapa contribui para reduzir custos de aquisição e acelerar novas vendas.

Uma gestão bem estruturada da ampulheta de vendas contribui para evitar conflitos entre diferentes áreas da empresa e até mesmo dentro da própria equipe comercial, garantindo que nenhuma atividade seja negligenciada ou fique sem um responsável definido. Quando integrada ao monitoramento contínuo, essa abordagem cria ciclos de melhoria que fortalecem cada etapa do processo e elevam os resultados da organização.

Algumas ferramentas podem ser úteis para o engenheiro no processo de vendas consultivas, como fazer uso de um CRM (Customer Relationship Management) para gerenciar o relacionamento com o cliente, de métricas e indicadores comerciais, como taxa de conversão, ticket médio e ciclo médio de vendas.

Principais Desafios da Atuação Comercial na Área Ambiental

Transitar da técnica para a estratégia envolve desafios específicos:

- Traduzir conhecimento técnico de forma clara: É comum que clientes tenham dificuldades em compreender normas e conceitos ambientais. A habilidade de síntese é essencial.
- Equilibrar pressão comercial e responsabilidade técnica: Cumprir metas de venda sem comprometer a integridade técnica e regulatória da proposta.
- Lidar com ciclos de venda longos: Soluções ambientais costumam ter processos decisórios complexos, que exigem persistência e acompanhamento constante.
- Gerenciar expectativas de diferentes stakeholders: Negociações envolvem áreas técnicas, financeiras, jurídicas e ambientais.

Considerações Finais

O engenheiro ambiental na área comercial assume um papel central em um mundo cada vez mais orientado por soluções sustentáveis. Para tanto, deve aliar competências técnicas a uma sólida base comportamental e comunicacional. Seu trabalho vai muito além da execução de projetos: ele representa, comunica, negocia e viabiliza soluções ambientais que impactam positivamente tanto os resultados do negócio quanto a sociedade. Nesse contexto, a atuação comercial oferece oportunidades particularmente relevantes, pois poucos engenheiros ambientais dominam também a dinâmica de vendas consultivas e gestão de relacionamentos estratégicos. Esse diferencial amplia as perspectivas de crescimento acelerado, gera reconhecimento profissional e proporciona uma remuneração variável atrativa. Além disso, possibilita contato constante com múltiplos setores e clientes, enriquecendo o repertório técnico e desenvolvendo a capacidade de atuar em projetos inovadores e estratégicos que contribuem de forma concreta para a sustentabilidade.

O desenvolvimento dessas competências pode e deve ser estimulado ainda durante a formação acadêmica, por meio da participação em empresas juniores, projetos de extensão e atividades interdisciplinares, experiências que ampliam o preparo dos futuros profissionais para atuar em ambientes dinâmicos e complexos. Para aqueles que têm interesse em ingressar nessa área, é recomendável investir em cursos e treinamentos voltados à comunicação, negociação e vendas técnicas, participar de eventos do setor e feiras de negócios para construir uma rede sólida de contatos, manter-se sempre atualizado sobre regulamentações ambientais e tendências de mercado e cultivar habilidades como escuta ativa, empatia e pensamento crítico. Também é importante buscar vivências extracurriculares, como estágios em áreas comerciais, que proporcionem uma compreensão prática do processo de relacionamento com clientes. Dessa forma, o engenheiro ambiental se consolida como um articulador de soluções e oportunidades, capaz de transformar conhecimento técnico em valor percebido e em resultados sustentáveis para empresas e comunidades. ■

REFERÊNCIAS

CAMPOS, D. B. de; RESENDE, L. M. M. de; FAGUNDES, A. B. The importance of soft skills for the engineering. Creative Education, v. 11, p. 1504–1520, 2020.

KASZUBOWSKI, P.; CAMPOS, D. B. de. A resiliência como principal soft skill no trabalho de engenheiros no período de pandemia da COVID-19. UDESC, 2021.

Ana Beatriz Bastos Alves
Engenheira Sanitarista, Ambiental e de Segurança do Trabalho e Mestra em Meio Ambiente Urbano e Industrial

Jorge Amaro Bastos Alves
Economista, Mestre em Desenvolvimento Regional e Doutor em Ciência e Tecnologia Ambiental

RESÍDUOS SÓLIDOS E OS BENS COMUNS

Por que todos pagamos pela má gestão?

A gestão dos bens comuns — como a água, o solo, o ar e os espaços urbanos — é uma questão central nos debates ambientais contemporâneos. Esses recursos, por não pertencerem a um indivíduo ou instituição em particular, são muitas vezes negligenciados pelas políticas públicas e explorados de maneira insustentável. Essa ausência de governança coletiva e eficiente sobre os bens comuns acaba gerando impactos diretos e amplos para a sociedade, especialmente para os mais vulneráveis.

A reflexão sobre os bens comuns se tornou mais conhecida a partir da parábola "A Tragédia dos Comuns", proposta por Garrett Hardin em 1968. Ele descreveu um cenário em que diversos criadores utilizavam um pasto público para alimentar seus animais. Embora todos tivessem interesse em manter o pasto produtivo, a busca individual por maiores benefícios levava cada criador a adicionar mais animais do que o sustentável, o que acabava por destruir o recurso coletivo.

Essa lógica se aplica diretamente ao problema da gestão de resíduos sólidos no Brasil. O espaço público — ruas, rios e até os oceanos — é frequentemente utilizado como destino final para os resíduos, em uma dinâmica que replica a tragédia descrita por Hardin. Cada indivíduo, empresa ou município que descarta seus resíduos inadequadamente pode pensar que sua parcela de impacto é mínima. No entanto, a soma dessas ações resulta em degradação ambiental, contaminação de solos e mananciais e impactos à saúde pública.

Assim como no caso registrado no norte da África em 1974 — onde terras privadas foram preservadas e áreas comuns degradadas — os resíduos sólidos expõem a ausência de governança coletiva. Sem políticas públicas eficazes, fiscalização, educação ambiental e incentivos, o resíduo se acumula e se torna um prejuízo coletivo.

Do ponto de vista econômico, esse problema configura uma falha de mercado: embora haja tarifas sobre o uso de recursos como água e solo, os custos ambientais da poluição raramente são pagos por quem os gera. Isso leva indivíduos e instituições a descartarem resíduos de forma irresponsável, repassando os danos à sociedade.

Como a destinação inadequada atinge diretamente bens comuns como o solo, a água e o ar, os impactos recaem sobre todos — por meio da contaminação do lençol freático, da emissão de gases de efeito estufa e dos riscos à saúde pública.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), em vigor desde 2010, estabeleceu diretrizes para mudar esse cenário, com metas claras para a eliminação dos lixões, a valorização da reciclagem e o incentivo à logística reversa. No entanto, mais de uma década depois, os resultados ainda estão aquém do esperado. A re-

Adobe Stock

Adobe Stock

alidade demonstra que a gestão dos resíduos sólidos segue sendo um dos maiores desafios ambientais e sociais do país.

Segundo o Panorama dos Resíduos Sólidos 2024, publicado pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), mais de 41% dos resíduos sólidos urbanos no Brasil ainda são dispostos de forma ambientalmente inadequada, seja por descarte direto no solo ou por queima não autorizada. Isso representa não apenas um risco ambiental e sanitário, mas também um descumprimento das metas estabelecidas pela PNRS. Em 2024, venceu o prazo legal para o encerramento definitivo dos lixões no país, mas muitos ainda persistem.

Por outro lado, 59% dos RSU gerados já recebem uma destinação adequada. Soluções como a compostagem e o coprocessamento começam a ganhar espaço. Além disso, mais de 8% dos resíduos recicláveis já são encaminhados para a reciclagem, graças à coleta seletiva realizada por serviços públicos e ao trabalho dos catadores. A maioria dos municípios brasileiros ainda enfrenta dificuldades técnicas, financeiras e operacionais para cumprir as metas da PNRS. Em muitos casos, falta planejamento, estrutura e cooperação regional.

As consequências da má gestão dos resíduos sólidos vão além dos impactos ambientais, afetando diretamente o lado social, especialmente por meio da saúde pública. A falta de saneamento adequado contribui para o surgimento de doenças, sobrecarregando os sistemas de saúde e agravando as desigualdades — já que são justamente as populações mais vulneráveis que sofrem com mais intensidade os efeitos do descarte inadequado.

A informalidade na cadeia de resíduos, particularmente no trabalho dos catadores, também é um reflexo da ausência de políticas públicas estruturadas. Embora desempenhem papel fundamental na reciclagem, muitos ainda trabalham sem segurança, reconhecimento ou remuneração digna. Esse cenário demonstra a urgência de se considerar a gestão de resíduos como uma política estratégica de justiça social, ambiental e econômica.

A economista Elinor Ostrom, primeira mulher a receber o Prêmio Nobel de Economia em 2009, defendeu que a gestão de bens comuns não precisa ser exclusivamente centralizada. Em outras palavras, mostrou que comunidades locais podem gerir bens comuns de forma eficaz e sustentável sem depender apenas do Estado ou do mercado.

Sua teoria da governança policêntrica aponta que soluções locais, quando bem organizadas, são eficazes para lidar com recursos coletivos como os resíduos sólidos. Nesse sentido, diversos municípios brasileiros têm demonstrado que é possível avançar, especialmente por meio da formação de consórcios intermunicipais, que permitem o compartilhamento de estruturas, conhecimento técnico e responsabilidades na gestão dos resíduos.

Além dos consórcios, destacam-se práticas como a inclusão formal de catadores, programas de compostagem, educação ambiental e uso de tecnologias para monitoramento e rastreamento de resíduos. O fortalecimento do planejamento municipal, aliado à regionalização da gestão e à fiscalização dos serviços, é o caminho para sair do modelo linear e avançar para a economia circular.

A crise da gestão de resíduos no Brasil é um reflexo claro da ausência de governança compartilhada sobre aquilo que é de todos. Transformar esse cenário exige mais do que boa vontade: exige compromisso político, planejamento técnico, investimentos consistentes e, acima de tudo, corresponsabilidade.

Também é importante lembrar que muitos gestores públicos evitam investir em ações estruturantes na gestão de resíduos sólidos — como coleta seletiva, compostagem ou sistemas de triagem — por demandarem altos custos iniciais e não gerarem retorno político imediato. Em compensação, os prejuízos da má gestão — como doenças e degradação ambiental — são diluídos e geralmente não aparecem diretamente no orçamento. Isso desestimula a tomada de decisões mais sustentáveis. Por isso, é essencial criar mecanismos que estimulem a responsabilidade compartilhada entre governo, empresas e sociedade.

Estado, empresas e cidadãos devem atuar juntos nesse desafio. O Estado deve garantir políticas públicas, infraestrutura e fiscalização. As empresas precisam assumir seu papel na logística reversa e inovação sustentável. E a população deve se engajar, participar e cobrar ações concretas.

Em suma, a gestão dos resíduos sólidos não é apenas uma obrigação legal — é uma oportunidade real de transformação social, econômica e ambiental. ■

Isabella Tiemi Vieira Yamazaki
Engenheira Ambiental e Sanitarista

Bruno Dalledone Bittar
Engenheiro Ambiental (PUC-PR), MBA Estruturação de Novos Negócios no Saneamento e Msc. Ciências Ambientais

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SANEAMENTO: REDUÇÃO DE PERDAS REAIS E COMERCIAIS

Aplicações Práticas em Municípios Brasileiros

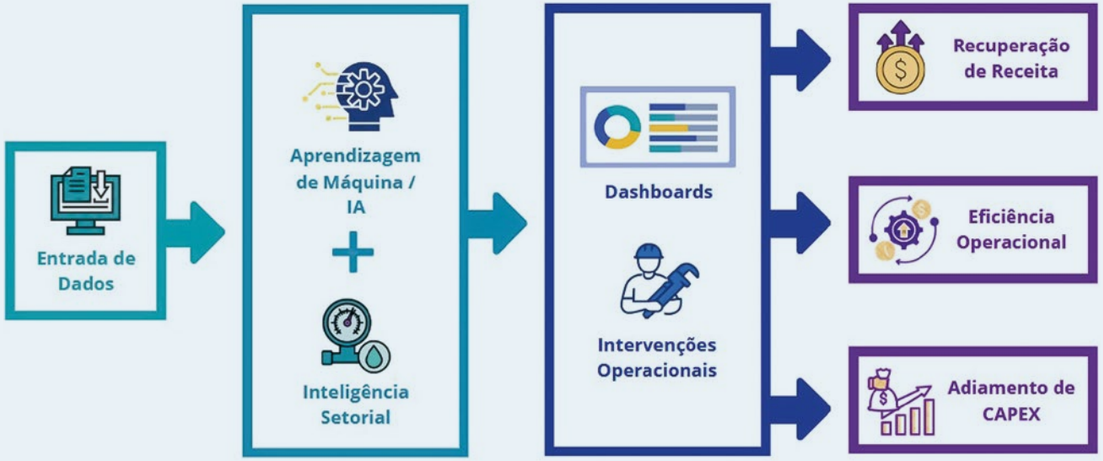
As perdas no sistema de abastecimento de água constituem um dos maiores obstáculos à eficiência operacional das companhias de saneamento no Brasil. Elas são classificadas em aparentes (ou comerciais), relacionadas principalmente a erros de medição e fraudes nos hidrômetros, e reais, como vazamentos e falhas físicas na rede de distribuição. De acordo com dados do SINISA (2024), 40% da água tratada no país não é efetivamente medida e faturada, e seu volume total, em 2022, representa cerca de 7,0 bilhões de m³.

Nesse cenário, a adoção de tecnologias de Inteligência Artificial (IA) tem apresentado excelentes resultados. Por meio de modelos preditivos e algoritmos de aprendizado de máquina, é possível otimizar o combate tanto às perdas comerciais quanto às reais, direcionando recursos financeiros e de mão de obra com mais eficiência e assertividade.

Para o combate às perdas comerciais, a solução alavancada em IA de aprendizado de máquina realiza o apontamento — medidor por medidor — onde a curva de erro de medição seja preeminente e também indica ligações com indícios de fraude.

O sistema considera variáveis, como padrão de consumo do cliente, condições climáticas ou esforços de conservação que causam anomalia de submedição e até mesmo o histórico da qualidade da água entregue no local. A ferramenta prevê o ponto de inflexão

Adobe Stock



Fluxo de Perdas Aparentes. Fonte: Autores

Fluxo de Perdas Reais. Fonte: Autores

da eficiência de medição, permitindo antecipar o melhor momento para substituição, evitando tanto a submedição prolongada quanto a troca prematura e ineficiente do hidrômetro, classificando os imóveis com maior potencial de retorno financeiro pela troca do medidor e consequente diminuição das perdas comerciais. O retorno ao gestor indica o melhor modelo, dimensionamento e tecnologia de medidor a ser instalado no local.

A expertise dos engenheiros ambientais tem sido essencial para interpretar os resultados gerados pelo sistema, garantir sua aplicação estratégica e alinhar as ações às metas de sustentabilidade e regulação do setor. Os resultados do projeto aplicado em Vitória, Viana e Guarapari, na companhia de saneamento do Espírito Santo - CESAN, no âmbito do combate às perdas aparentes, ao analisar o desempenho histórico individualizado dos hidrômetros, apresentou um incremento médio unitário de 7,6 m³ em modelos monojato e mais de 100m³ nos ultrassônicos, resultando em um total de mais de 790 mil m³ de volume micromedido acrescido à companhia, além de centenas de ligações clandestinas e fraudes, cuja regularização foi necessária.

Já no combate às perdas reais, o sistema adotado faz uso de dados históricos de mais de 1.000.000 de vazamentos em mais de 300.000 km de rede, características geológicas de uso e ocupação do solo locais, dados operacionais de vazão e pressão, consumo mínimo noturno, entre outros, armazenados em um banco de dados, o que permite apontar locais com maior probabilidade de vazamento. O resultado entrega um Pareto, onde cerca de 80% do volume de água perdida pode ser identificado em 20% da rede, resultando em uma conferência mais direcionada pela equipe de campo. Após a sinalização dos pontos críticos pela IA, as equipes operacionais, munidas de geofone e correlacionadores de ruídos, identificam com maior agilidade esses vazamentos não visíveis.

A aplicação dos modelos preditivos ampliou em 75% a eficiência de identificação de fugas, passando de uma média de 0,31 vazamentos/km (pelo método tradicional) para 0,54 vazamentos/km em um setor executado. Em um segundo setor, o Índice Linear de Perdas (ILP) em 100 km de rede estava em 7,65m³/km/dia. Após as obras de intervenção, o ILP chegou a ser reduzido para 2,29 m³/km/dia, resultando em um total anual salvo de 150.000m³ de água.

A utilização da IA no combate a perdas reais ocorre tanto em fases corretivas — quando o sistema indica locais que necessitam de intervenção imediata — quanto na fase preventiva, voltada à gestão eficiente dos ativos de rede de água. Nesta, o planejamento de renovação da infraestrutura da rede apresenta modelos preditivos de riscos e probabilidade de falhas, categorizados por níveis, sugerindo alocações dos investimentos ao operador. A tecnologia já vem sendo aplicada em alguns municípios da região metropolitana de Vitória e outras companhias adotarão as ferramentas já em 2025, como Águas de Joinville (Santa Catarina) e também a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte - CAERN.

A expectativa é que os resultados observados nas localidades pioneiras sirvam de referência para o crescimento contínuo da solução para as demais companhias que desejam reduzir as perdas de água — reais e aparentes. A aplicação também demonstrou benefícios indiretos, como a melhoria na base de dados cadastrais, a reestruturação dos planos de manutenção preventiva e maior transparência na comunicação dos resultados à população e órgãos reguladores. Com isso, tem se consolidado uma moderna ferramenta de gestão das perdas totais nos sistemas de abastecimento de água, entregando diagnósticos precisos e intervenções eficazes às concessionárias. ■

REFERÊNCIAS

BRASIL. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA). Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto, 2024.

UTILIZAÇÃO DE DRONES NA ENGENHARIA

Monitoramento de plumas de poluição no Rio Nhundiaquara - Morretes-PR

CONTEXTO TÉCNICO

A gestão de recursos hídricos enfrenta desafios apresentados pelo avanço da urbanização e atividades antropogênicas que afetam a sustentabilidade ambiental e a saúde pública. O monitoramento de corpos d'água desempenha um papel fundamental na avaliação de impactos causados especialmente pelo lançamento de efluentes de estações de tratamento de esgoto (ETEs) sobre os ecossistemas aquáticos.

O uso de tecnologias de sensoriamento remoto tem se consolidado como uma ferramenta inovadora e eficiente para o diagnóstico rápido e detalhado de áreas afetadas (MASCARENHAS, et al, 2009). Esses recursos podem ser aplicados na engenharia de recursos hídricos para a obtenção de imagens com o intuito de observar e coletar dados sobre as condições das águas em rios impactados por descargas de esgotos urbanos, destacando a detecção de fontes de poluição, o mapeamento e o monitoramento (TORRES, et al., 2020).

A integração do Remotely Piloted Aircraft System (RPAS) em estudos e projetos aplicados aos recursos hídricos e saneamento ambiental oferece um suporte técnico essencial para o diagnóstico e gestão integrada de diversos sistemas.

OBJETIVO DA APLICAÇÃO

Apresentar, de forma prática, a aplicação do RPAS, comumente conhecido como drone, para identificar e monitorar plumas de poluição oriundas de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) no Rio Nhundiaquara. Situado no município de Morretes, região da costa litorânea do Estado do Paraná, é um dos principais recursos hídricos, utilizado principalmente para a recreação e suporte à biodiversidade, o que requer demasiados cuidados quanto a sua qualidade.

MATERIAIS E METODOLOGIA OPERACIONAL

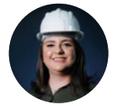
Equipamento Utilizado
Foi utilizado o RPA Mavic 2 Pro (DJI), equipado com uma câmera de alta resolução capaz de capturar detalhes precisos da área de estudo.

Planejamento de Voo
Os voos foram planejados com o aplicativo o PIX4D Capture Pro para assegurar uma cobertura adequada da área de interesse.

Processamento e Georreferenciamento
As imagens coletadas foram processadas e georreferenciadas com correção geométrica no Software QGIS (Quantum Geographic Information System), as quais apresentaram coordenadas de referência que permitiram uma análise espacial detalhada da pluma de poluição do efluente.

Adobe Stock / Morretes-PR

Aldrey Nilha Pianaro
Engenheira Ambiental e Sanitarista e Mestranda do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental - Universidade Federal do Paraná



RESULTADOS TÉCNICOS E ANÁLISE VISUAL

O lançamento de efluente pela ETE está localizado nas coordenadas de latitude: -25,483590° e longitude: -48,819349°. As imagens evidenciam a presença de pluma de efluente, caracterizada pela mudança de coloração da água e pela película de resíduos oleosos nas margens, indicando contaminação orgânica e sedimentar, conforme Figura 1.

A utilização de RPAS demonstra a eficiência na coleta de dados de alta resolução, proporcionando análises detalhadas que auxiliam nas atividades ligadas à engenharia de recursos hídricos. A capacidade de junção dessa tecnologia a sistemas de informações geográficas (SIG) é imprescindível para a elaboração de planos de ação, modelagem, estudos e gestão.

LIMITAÇÕES OPERACIONAIS

O uso de RPAs para o monitoramento apresenta algumas limitações de operação como:

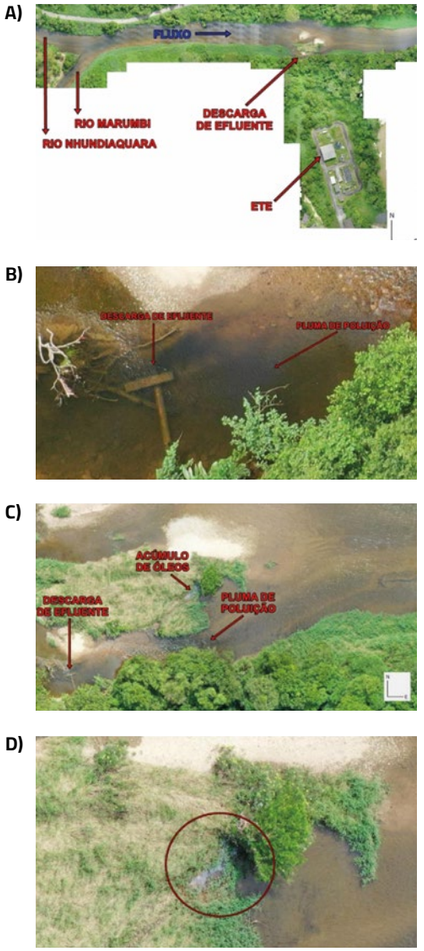
- Condições meteorológicas desfavoráveis (precipitação, ventos fortes);
- Incidência solar ou capa de nuvem, que afetam a qualidade das imagens (saturação, sombras e reflexos);
- Resolução espectral baixa para certos parâmetros.

Esses desafios ressaltam a importância de combinar diferentes fontes de dados, como imagens de satélites, para a obtenção de uma visão mais completa e precisa da área de estudo. Ao integrar múltiplas fontes de informações, é possível minimizar os efeitos das limitações individuais de cada imagem e obter resultados mais confiáveis e representativos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização do Sistema de Aeronaves Remotamente Controladas mostrou-se uma alternativa técnica eficiente para o monitoramento visual de plumas de poluição em rios impactados pelo lançamento de efluentes de ETEs.

A obtenção de imagens de alta resolução, combinadas com o georreferenciamento, amplia o potencial de aplicação dessa tecnologia na engenharia com ênfase em recursos hídricos, podendo ser incorporada em diagnósticos ambientais, projetos de modelagem e gestão de qualidade da água. ■



Imagens da autora

Figura 1 - Indicativos de Poluição por Efluente. A) Descarga de efluente. B) Pluma de Poluição. C) Área do Rio Nhundiaquara Afetada pela Descarga e Efluente. D) Película Oleosa.

REFERÊNCIAS

MASCARENHAS, L. M. A.; FERREIRA, M. E.; FERREIRA, L. G. Sensoriamento Remoto como Instrumento de Controle e Proteção Ambiental: Análise da Cobertura Vegetal Remanescente na Bacia do Rio Araguaia. Sociedade & Natureza, Uberlândia. MG, 21 (1): 5-18 (2009).

TORRES, M. S. S.; PATRIOTA, R. C.; HOLANDA, T. F.; GOMES, D. S. Evaluating Supervised Classification Methods in Urban Environments Using UAV Images. Brazilian Journal of Remote Sensing, v. 1, n. 3, 050-061 (2020).

ABORDAGEM METODOLÓGICA EM CASO DE DESASTRES AMBIENTAIS

Desafios e lições aprendidas na atuação de uma engenheira ambiental na coordenação de equipe multidisciplinar em um dos maiores desastres ambientais do Brasil

Gleiciane Fernanda de Carvalho Blanc
Engenheira Ambiental, MSc

O rompimento da barragem de Fundão (Mariana/MG) ocorreu em 5 de novembro de 2015. Com esse evento, 40 milhões de metros cúbicos de rejeitos minerários da Samarco Mineração S/A se espalharam ao longo de 675 km de rios da bacia do Rio Doce até alcançar o Oceano Atlântico, já no estado do Espírito Santo (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020). O caso da Samarco afetou amplamente ambientes diversos e complexos de forma sem precedentes.

Durante o período de 2017 a 2021, foi realizado o Diagnóstico de danos socioambientais decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do Rio Doce e região costeira adjacente. A equipe do projeto foi composta por aproximadamente 400 pessoas, com as mais variadas formações (engenheiros, biólogos, historiadores, arqueólogos, geólogos, químicos, entre outros), diferentes graus de formação (estagiários, técnicos e até doutores) e de regiões diversas do Brasil, além de consultores internacionais.

Durante os cinco anos de execução do projeto, foram produzidos 70 volumes, entre relatórios e pareceres técnicos, que somaram mais de 57.000 páginas de dados e análises técnicas sobre a região, inclusive antes da ocorrência do desastre. Todos os documentos produzidos e resultados encontrados estão disponíveis publicamente no site do Ministério Público Federal (http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/atuacao-do-mpf/pareceres-e-relatorios/instituto-lactec).

Esse artigo visa apresentar resumidamente a abordagem metodológica adotada, a experiência adquirida e as lições aprendidas para guiar o contingente de profissionais de diferentes especialidades às entregas solicitadas no projeto.

O escopo do diagnóstico incluía a identificação, mensuração e valoração econômica dos danos decorrentes do desastre sobre os ambientes aquáticos continentais, costeiros/marinhos, terrestres, atmosférico e patrimônio cultural (material, imaterial e arqueológico).

Conforme recomendações do Ministério Público Federal (MPF, 2014), buscou-se a aplicação do máximo rigor técnico na identificação e mensuração de danos, com o registro de todos os métodos, técnicas e tempos de obtenção de dados, prezando pela transparência nas conclusões e limitações das técnicas empregadas. Isso também justifica a extensão dos relatórios do diagnóstico, que apresentou os laudos e dados brutos que foram base para a avaliação de danos.

Considerando a complexidade, amplitude e abrangência do desastre, a abordagem metodológica adotada para o diagnóstico de danos buscou uma padronização na identificação e mensuração dos danos sobre o meio ambiente e patrimônio cultural, sem se sobrepor às especificidades de cada área do conhecimento. A saída encontrada foi a aplicação da abordagem ecossistêmica para avaliação dos danos.

A abordagem ecossistêmica é aplicada quando a escala do evento e dos recursos potencialmente afetados torna impraticável a avaliação tradicional de danos.

Adobe Stock

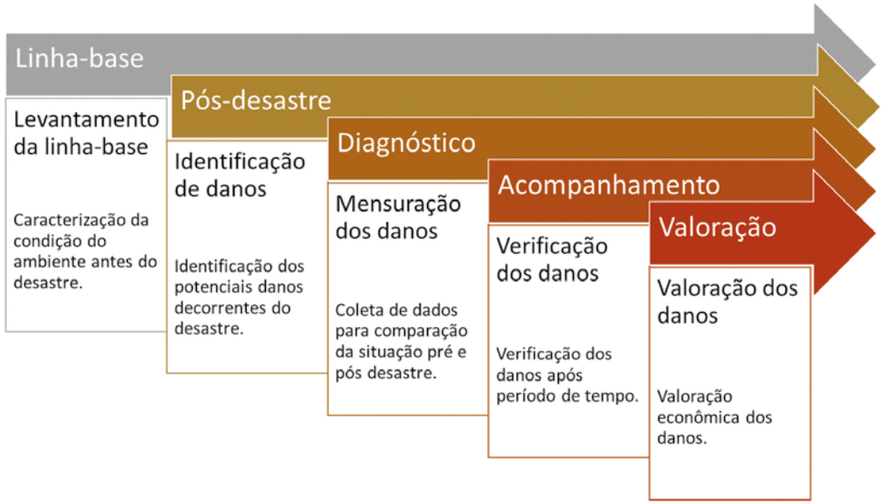


Figura 1 – Etapas para diagnóstico e valoração de danos socioambientais. Fonte: Autora

Foca não só na restauração dos recursos que tiveram danos advindos dos eventos, mas também no restabelecimento do valor desses recursos ao público. Nessa abordagem, a avaliação dos danos está baseada em um conjunto representativo de habitats, comunidades e espécies, além de seus processos e relações ecológicas. A avaliação é conduzida em várias escalas da organização biológica, incluindo os níveis celular, individual, espécie, comunidade e habitat. Nestas estão incluídos também os procedimentos tradicionais, como as campanhas de campo e os ensaios em laboratório, assim como as relações empíricas descritas na literatura ou modelagem computacional ecossistêmica (JONGE et al., 2012; NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES, 2013).

Com a abordagem metodológica definida, passou-se para o estabelecimento da linha-base, ou seja, a definição da condição dos ambientes previamente ao evento foco do diagnóstico. Entretanto, essa foi uma das maiores dificuldades do estudo. A falta de dados anteriores ao evento dificulta, ou pode até impossibilitar, a mensuração de danos. Uma das soluções adotadas para o caso Samarco foi o estabelecimento de pontos de controle. Eles são caracterizados por não terem sido afetados pelo desastre e possuírem as características que se assemelham aos ambientes afetados. Ainda assim, houve danos para os quais não havia dados de linha-base e o estabelecimento de pontos de controle não se mostrava efetivo. Nesses casos, os danos foram discutidos criticamente sobre sua relação com o desastre (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020).

Em um paralelo com a Avaliação de Impactos Ambientais, conforme Resolução CONAMA 01/1986, os impactos ambientais de um projeto envolvem a identificação, previsão da magnitude e interpretação da importância, discriminando impactos positivos e negativos, diretos e indiretos, prazo, reversibilidade, cumulatividade e sinergismo. Para a avaliação de danos, buscou-se também uma classificação de modo a sintetizar a sua magnitude e consequências. A classificação dos danos socioambientais levou em consideração os seguintes atributos: abrangência (extensão espacial do dano), gravidade (indicador do dano em relação à linha-base), reversibilidade (capacidade do ambiente em retornar à linha-base), tendência (extensão temporal do dano) e importância (indicador do dano em relação aos serviços ecossistêmicos afetados). Para cada um dos atributos foram adotadas classes padronizadas para caracterizar os danos (BRASIL (MPF)/LACTEC, 2020).

Na etapa do diagnóstico, foram utilizadas tanto técnicas tradicionais de coleta de dados em campo, análises laboratoriais e estudos, quanto técnicas voltadas à abordagem ecossistêmica, como espécies-chave e modelagens computacionais. Cada área de conhecimento adotou um ou mais indicadores representativos dos danos nos ambientes afetados de forma a mensurá-los em relação à linha de base. Essa e as demais etapas do diagnóstico socioambiental seguiram conforme a Figura 1.

Para garantir uniformidade na comunicação com todas as especialidades envolvidas, no início dos tra-

Vista da devastação provocada pelo rompimento da barragem da mineradora Samarco, em Mariana (MG) (Divulgação/VEJA.com)

balhos, foi criado um glossário com termos comuns, mas que eventualmente possuíam interpretações diferentes em cada área do conhecimento. Também buscou-se conhecer outros casos de desastres ambientais no mundo e formas de diagnóstico aplicados. Em interações com especialistas internacionais, verificou-se que a dificuldade residia sempre na integração das equipes multidisciplinares.

Para tratar desse aspecto, optou-se por dividir a área do desastre nos ambientes afetados: aquático continental, terrestre e costeiro/marinho. Isso permitiu que as discussões fossem voltadas ao ambiente afetado em vez da área de conhecimento em si. Obviamente que cada especialista atuou em sua competência, entretanto agregando conhecimento sobre um ambiente específico.

Uma das formas encontradas para fortalecer a integração foi a criação de grupos de trabalho focados em cada ambiente. Nesses grupos eram discutidos resultados em um olhar multidisciplinar sobre o ambiente afetado. Foi criado também um outro grupo multidisciplinar focado nas discussões atreladas à química analítica e ambiental, incluindo a ecotoxicologia, que serviu de guia técnico aos demais grupos.

Também eram executados workshops mensais, onde cada especialista era convidado a apresentar suas descobertas, as relações com o ambiente estudado e possíveis afetações aos demais ambientes. Como uma parte do período do projeto acabou sendo afetada pela pandemia da Covid-19, houve também o desafio de manter as conexões e relações construídas à distância, focando na integração dos dados e discussões sobre os danos aos ambientes afetados.

A principal lição aprendida, em termos de integração de equipe técnica multidisciplinar, é a capacidade que a Engenharia Ambiental proporciona de entender o ambiente de forma holística e interconectada. Isso permite uma condução assertiva de conhecimentos específicos diversos que convergem para um mesmo propósito. Assim, o compartilhamento do conhecimento e lições aprendidas é essencial para servir como um guia para atuações futuras. Obviamente que não se deseja que novos desastres socioambientais aconteçam, mas é fundamental que se aprenda com os ocorridos. ■

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n° 1, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. DOU 17 fev. 1986.

BRASIL. Ministério Público Federal (MPF). Valoração de danos em matéria de meio ambiente e patrimônio cultural – Roteiros para vistoria expedita e perícia multidisciplinar em procedimentos do Ministério Público Federal. MPF, 2014.

BRASIL. Ministério Público Federal (MPF). LACTEC. Diagnóstico socioambiental dos danos decorrentes do rompimento da barragem de Fundão na bacia do rio Doce. TOMO I – Contextualização. Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC, 2020. Disponível em: <http://www.mpf.mp.br/grandes-casos/caso-samarco/documentos/relatorios-lactec/tomoi_contextualizacao-1>. Acesso em: 19 mai. 2025.

JONGE, V. N.; PINTO, R.; TURNER, R. K. Integrating ecological, economic and social aspects to generate useful management information under the EU Directives' 'ecosystem approach'. Ocean and Coastal Management, 68, 169-188, 2012.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Committee on the effects on the Deepwater Horizon Mississippi Canyon-252 oil spill on ecosystem services in the Gulf of Mexico; Ocean Studies Board; Division on Earth and Life Studies; National Research Council. An Ecosystem Services Approach to Assessing the Impacts of the Deepwater Horizon oil spill in the Gulf of Mexico. National Academies Press, 2013.

UTILIZAÇÃO DE BARREIRAS FLUTUANTES PARA A INVESTIGAÇÃO DO APORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS RECURSOS HÍDRICOS

Os resultados de um estudo que avaliou o uso de barreiras flutuantes como instrumento de retenção de resíduos

A crescente produção de resíduos sólidos, concentrada no meio urbano, pode trazer consequências negativas para as infraestruturas urbanas quando não há oferta de serviços públicos e/ou privados de gerenciamento de resíduos, particularmente aos sistemas de drenagem urbana, corroborando a formação de eventos de alagamento, resultando em perdas ambientais, sociais e econômicas.

Nesse cenário, os planejamentos públicos têm reforçado, de forma crescente, a importância de integrar a gestão de resíduos sólidos à gestão dos recursos hídricos. O expressivo aumento na geração de resíduos sólidos urbanos, aliado à expansão urbana desordenada, intensifica os desafios relacionados à coleta, à destinação final e aos impactos sobre os corpos d'água. É frequente o acúmulo visível de resíduos em rios, canais e reservatórios, comprometendo a qualidade da água e o desempenho das infraestruturas hídricas.

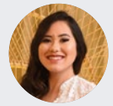
Dessa forma, este artigo tem como objetivo apresentar os resultados de um estudo que, ao longo de 12 meses, analisou o aporte de resíduos sólidos em corpos hídricos e avaliou o uso de barreiras flutuantes como instrumento de retenção, com foco na caracterização qualitativa e quantitativa dos materiais coletados, permitindo a identificação da tipologia, do volume e das possíveis fontes de geração dos resíduos, bem como a correlação desse aporte com eventos de pluviosidade.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no âmbito do Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PGIRS-AT), demandado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (CBH-AT), contratado pela Fundação Agência da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (FABHAT) e elaborado pela EnvEx Engenharia e Consultoria, com a instalação de barreiras flutuantes em duas sub-bacias representativas da região. Essas sub-bacias foram escolhidas por estarem localizadas nas áreas de drenagem dos rios Pinheiros e Tietê, situarem-se em um único município e apresentarem características típicas da região quanto ao uso do solo, cobertura vegetal, sistemas de drenagem e manejo de resíduos sólidos. Além disso, possuíam dimensões reduzidas, condições adequadas para medições quantitativas e qualitativas, infraestrutura para monitoramento de precipitação e estabilidade em suas características ao longo do período de observação. Após essa análise, foram selecionadas as sub-bacias dos córregos Novo Mundo e Jaguaré, localizadas no município de São Paulo.

Adobe Stock

Beatriz Maiume Tamanaga
Engenheira Ambiental



Beatriz Silva Gonçalves Vilera
Engenheira Ambiental

Daniel Thá
Economista

Diana Maria Cancelli
Engenheira Ambiental

Fernanda Muzzolon Padilha
Engenheira Ambiental

Helder Rafael Nocko
Engenheiro Ambiental

Márcio Aluízio Fonsaca Grochock
Geógrafo

Roberta Gregório
Engenheira Ambiental

Tiago Aparecido Perez Vieira
Engenheiro Ambiental

Valburg de Sousa Santos Junior
Engenheiro Ambiental

Barreira flutuante instalada na sub-bacia do córrego Novo Mundo

Barreira flutuante instalada na sub-bacia do córrego Jaguaré

Com o objetivo de capturar resíduos sólidos flutuantes, foi realizado um estudo das opções de equipamentos disponíveis para essa finalidade. Considerando o prazo de execução de 12 meses, além de aspectos ambientais, logísticos, operacionais e de segurança, optou-se pela instalação de barreiras flutuantes móveis. Essas barreiras facilitaram a instalação e remoção rápidas, podendo ser desmontadas durante eventos de chuva intensa para reduzir riscos. Cada barreira foi composta por módulos de aço inox de 1 m² com flutuadores e sistema de ancoragem, o que garantiu estabilidade frente às variações do nível da água. A barreira no córrego Novo Mundo teve 8 metros de extensão (8 módulos) e a do córrego Jaguaré, 12 metros (12 módulos), conforme ilustram as imagens abaixo.

Para a realização das campanhas de captura de resíduos, foi obtida autorização da Prefeitura e do Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE), atual SP Águas. Inicialmente, o termo de referência da respectiva contratação definiu a coleta de resíduos durante um ano, com três campanhas mensais no período chuvoso (setembro a março) e duas no período seco (abril a agosto), totalizando 31 campanhas por sub-bacia. Entretanto, foram realizados testes operacionais nos meses iniciais, e a coleta efetiva ocorreu entre setembro/2023 e setembro/2024, com um total de 71 campanhas, sendo 36 no córrego Jaguaré e 35 no Novo Mundo. As coletas ocorreram no período diurno, com cerca de 8 horas de operação por campanha.

Os resíduos eram retirados manualmente das barreiras e transportados em caixas plásticas até a margem, onde eram acondicionados em big bags para secagem ao sol, com o objetivo de remover a umidade para garantir a pesagem em base seca. Materiais com líquidos eram esvaziados e sacos plásticos abertos para inspeção. Após a secagem, os resíduos eram separados por tipo (plástico, papel, metal, vidro, vegetação, construção e diversos) e pesados em balança analógica, descontando-se o peso da caixa usada. Ressalta-se que foram realizadas tentativas de parceria com cooperativas de catadores para destinação dos materiais recicláveis, porém não houve interesse devido às condições dos resíduos. Dessa forma, após a pesagem, os resíduos eram encaminhados para disposição final adequada por meio da coleta pública municipal.

Registros fotográficos dos resíduos capturados nas barreiras flutuantes.

RESULTADOS

Ao longo dos 12 meses de operação, nas 71 campanhas, foram coletados e avaliados mais de 1,1 tonelada de resíduos sólidos flutuantes, conforme tabela abaixo.

Sub-bacia	Total de campanhas realizadas	Total (kg) coletado	Peso médio coletado por campanha (kg)
Córrego Jaguaré	36	200,2	5,56
Córrego Novo Mundo	35	958,72	27,39
Total	71	1.158,92	-

Tabela 1: Total de resíduos sólidos capturados (kg em base seca).

No córrego Jaguaré, cerca de 80% dos resíduos coletados foram orgânicos, concentrados principalmente em 28/01/2024, possivelmente devido à poda regular da vegetação nas margens. Plásticos, como embalagens PET e EPS (Isopor®), foram a segunda tipologia mais encontrada. Já no córrego Novo Mundo, os resíduos mais frequentes foram plásticos (29%), seguidos por orgânicos (23%), materiais de construção (17%) e têxteis (16%). Destaca-se a presença significativa de resíduos têxteis, provenientes de descarte irregular próximo ao ponto de coleta, e de EPS, ligado ao consumo de marmitas por trabalhadores da região do Novo Mundo.

Destaca-se que, ao longo dos meses de estudo, também foi realizado o diagnóstico das sub-bacias, por meio de inspeções de campo nos entornos dos pontos de instalação das barreiras flutuantes. Essas vistorias tiveram como objetivo identificar possíveis fontes de geração de resíduos e verificar a ausência ou deficiência de infraestrutura de coleta de resíduos e drenagem, fatores que podem contribuir significativamente para o aporte de resíduos nos cursos hídricos. Um fator de grande influência no descarte de resíduos sólidos no

Registros fotográficos do descarte inadequado de resíduos sólidos nas áreas de estudo.

córrego Novo Mundo foi a existência de moradias não atendidas pela coleta porta a porta, concentrando o acondicionamento de resíduos em contêineres, instalados às margens do córrego, além da presença de edificações e moradias improvisadas ao longo de suas margens. A alocação dos contêineres às margens do córrego, aliada com o dimensionamento inadequado do volume de armazenagem e da frequência de coleta, aumenta significativamente a probabilidade de aporte de resíduos no curso hídrico. Além disso, as moradias improvisadas nas margens contribuem para o descarte direto de resíduos e dejetos. Esse cenário evidencia a importância de integrar as políticas públicas de resíduos sólidos, urbanização, habitação e assistência social, de forma articulada e planejada, para atender às especificidades de territórios como esse. Ainda sobre o descarte irregular de resíduos sólidos, além daqueles que ocorrem de modo concentrado próximo aos contêineres, também foi possível evidenciar situações de descarte irregular ao longo das vias e calçadas.

Com base no tratamento estatístico dos dados coletados nas sub-bacias estudadas, foi possível estimar a quantidade de resíduos sólidos que podem ser encontrados na Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BHAT). As sub-bacias do córrego Jaguaré e do córrego Novo Mundo foram escolhidas por representarem áreas urbanas densamente povoadas da BHAT, o que permite utilizar seus resultados como base para projeções em toda a região.

Assumindo que os dados obtidos são representativos da bacia como um todo, estima-se um aporte de aproximadamente 55,73 toneladas de resíduos por dia, totalizando cerca de 20.343 toneladas por ano nos recursos hídricos da BHAT, considerando os 20,8 milhões de habitantes (IBGE, 2022).

Essa estimativa, ainda que preliminar, pode subsidiar o planejamento de políticas públicas, programas e ações voltadas à mitigação dos impactos dos resíduos sólidos nos corpos d'água da região.

CONCLUSÃO

A partir das campanhas amostrais realizadas em diferentes contextos climáticos e socioeconômicos, constatou-se que não há correlação direta entre o aporte de resíduos sólidos nos corpos d'água e variáveis como a vazão dos cursos hídricos ou eventos de precipitação. Isso evidencia que a presença de resíduos não depende exclusivamente da ocorrência de chuvas, sendo resultado de uma série de fatores estruturais e comportamentais.

O diagnóstico apontou múltiplas causas para o acúmulo de resíduos, incluindo o descarte inadequado por parte da população, falhas no dimensionamento e na manutenção das estruturas de coleta pública, ausência de equipamentos urbanos como lixeiras e estruturas de retenção nos bueiros, além da carência de fiscalização sobre grandes geradores.

A metodologia adotada se mostrou eficaz na geração de dados primários e no embasamento para o desenvolvimento de ações estruturais e não estruturais voltadas à mitigação do problema. Os resultados obtidos reforçam o papel das barreiras flutuantes como ferramentas úteis para o monitoramento contínuo e para a articulação entre as políticas públicas de resíduos sólidos e de recursos hídricos, contribuindo para uma gestão mais integrada e eficiente desses temas.

O estudo completo pode ser acessado em: https://fabhat.org.br/plano-de-gestao-integrada-de-residuos-solidos-da-bacia-hidrografica-do-alto-tiete-pgirs-at/ ■

12º CONGRESSO ESTADUAL DE PROFISSIONAIS DO CREA-PR FORTALECE DEBATES SOBRE SANEAMENTO BÁSICO E QUALIDADE AMBIENTAL

Evento propõe discussões técnicas essenciais para o desenvolvimento sustentável do Paraná

Acervo APEAM

Verginio Stangherlin
Coordenador de Câmara Especializada no Crea-PR

O 12º Congresso Estadual de Profissionais (CEP) do Crea-PR destacou-se pela ampla participação, diálogo qualificado e construção coletiva de propostas voltadas ao fortalecimento das profissões de engenharia, agronomia e geociências, com ênfase em temas estratégicos como saneamento básico e qualidade ambiental. Sob a coordenação de Verginio Luiz Stangherlin, o evento consolidou-se como um marco no processo democrático que proporciona voz à base profissional do Sistema Confea/Crea, além de fomentar discussões técnicas essenciais para o desenvolvimento sustentável do Paraná.

"Este foi um congresso histórico, tanto pela qualidade das discussões quanto pelo comprometimento dos profissionais em todas as etapas do processo", destacou Stangherlin. Ao todo, foram apresentadas 337 propostas nas reuniões de inspetoria, das quais 120 foram aprovadas nas reuniões regionais. Desse total, 10 propostas prioritárias foram selecionadas para representar o Estado no Congresso Nacional de Profissionais (CNP), que ocorrerá de 09 a 11 de outubro, em Vitória (ES).

Destaques em Saneamento Básico (Eixo 2) e Qualidade Ambiental (Eixo 4)

Entre as propostas aprovadas, ganharam relevância aquelas relacionadas aos Eixos 2 (Saneamento Básico) e 4 (Qualidade Ambiental), temas fundamentais para a engenharia ambiental e áreas afins. Foram debatidos:

- Universalização do saneamento básico, com foco em soluções técnicas e sustentáveis para o tratamento de água e esgoto em municípios paranaenses;
- Tecnologias inovadoras para gestão de resíduos sólidos, incluindo reciclagem, logística reversa e redução de impactos ambientais;
- Fortalecimento de políticas públicas para monitoramento e recuperação de bacias hidrográficas;
- Regulamentação e fiscalização mais eficiente em licenciamento ambiental, garantindo segurança jurídica e sustentabilidade.

"O Paraná tem um papel de vanguarda na discussão de saneamento e qualidade ambiental, e as propostas aprovadas refletem a maturidade técnica dos nossos profissionais", afirmou Stangherlin.

Engenharia ambiental em destaque

A engenharia ambiental teve participação ativa no congresso, com propostas que visam:

- Ampliar a atuação de engenheiros ambientais em projetos de infraestrutura sustentável;
- Incentivar pesquisas aplicadas em tecnologias de baixo carbono e eficiência energética;
- Integrar critérios ambientais no planejamento urbano e rural, reduzindo passivos ecológicos.

Eleição de delegados e impacto nas políticas públicas

Outro destaque foi a eleição dos 24 delegados que representarão o Paraná no CNP, fortalecendo a presença paranaense na construção de diretrizes nacionais. Pela primeira vez, o congresso foi planejado com um olhar voltado para além do Sistema Profissional, focando na construção de políticas públicas que possam subsidiar uma agenda parlamentar técnica em todas as esferas de governo — União, Estados e Municípios. Essa abordagem amplia o impacto das deliberações, conectando o conhecimento técnico às demandas da sociedade.

"A forma como os delegados se envolveram nas discussões, analisaram os temas com seriedade e contribuíram para a escolha das propostas demonstra a força e o compromisso da nossa classe profissional", destacou Stangherlin.

Um evento que vai além do debate

Stangherlin ressaltou que o CEP transcende a ideia de um evento: "É uma oportunidade real para que os profissionais contribuam diretamente com os rumos da nossa atuação, propondo melhorias, apontando necessidades e pensando no futuro das nossas profissões, especialmente em áreas críticas como saneamento e meio ambiente."

O coordenador agradeceu ainda ao presidente do Crea-PR, Eng. Agr. Clodomir Ascari, e a toda a equipe da comissão organizadora pelo apoio incondicional. "Com uma organização exemplar e forte engajamento das regionais e lideranças profissionais, o 12º CEP reafirmou o papel estratégico do Crea-PR como incentivador da valorização profissional e defensor da ética e da responsabilidade técnica nas áreas de engenharia, agronomia e geociências." ■

ÉTICA PROFISSIONAL NA ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITARISTA E O PAPEL DA COMISSÃO DE ÉTICA DO CREA-PR

A ética vai além do simples cumprimento de normas legais ou técnicas, envolvendo o compromisso com o interesse público, a transparência nas decisões, o respeito à vida e à dignidade humana, bem como a responsabilidade com as gerações futuras

A atuação do engenheiro ambiental e sanitarista está diretamente relacionada ao bem-estar coletivo, à proteção dos recursos naturais e ao desenvolvimento sustentável. Por lidar com temas sensíveis como saneamento, resíduos, qualidade do ar, da água e do solo, sua conduta ética transcende o campo técnico, assumindo um papel essencial na construção de uma sociedade mais justa, segura e ambientalmente responsável.

A ética profissional na engenharia ambiental e sanitarista vai além do simples cumprimento de normas legais ou técnicas. Ela envolve o compromisso com o interesse público, a transparência nas decisões, o respeito à vida e à dignidade humana, bem como a responsabilidade com as gerações futuras. Nesse sentido, o Código de Ética Profissional do Sistema Confea/Crea estabelece princípios fundamentais que orientam os profissionais da área, como integridade, lealdade, diligência e competência, assegurando que o exercício da engenharia, agronomia e geociências seja pautado por esses princípios, com responsabilidade técnica e compromisso com o bem público e o meio ambiente. Essas diretrizes são aplicáveis tanto na atuação técnica quanto na relação com colegas, contratantes, órgãos públicos e a sociedade.

Em um contexto de constante pressão por resultados rápidos e baixos custos, os engenheiros ambientais e sanitaristas são frequentemente desafiados a manter sua conduta ética diante de situações complexas, como conflitos de interesse, omissão de informações relevantes ou pressão para emissão de laudos e pareceres tendenciosos. É nesse cenário que se torna imprescindível a existência de mecanismos institucionais que assegurem o cumprimento dos preceitos éticos da profissão.

No âmbito do CREA Paraná, a Comissão de Ética Profissional (CEP) exerce um papel fundamental na promoção, orientação e fiscalização da conduta ética dos profissionais registrados. A CEP é composta por conselheiros regionais de todos os segmentos das engenharias e das geociências, que atuam de forma autônoma, técnica e imparcial, sendo responsável por analisar denúncias, instruir processos ético-disciplinares e emitir pareceres que visam coibir condutas incompatíveis com o exercício profissional.

Adobe Stock

Ian Ribeiro
Engenheiro Ambiental

O funcionamento da Comissão segue os trâmites definidos pela Resolução nº 1.004/2003 do Confea, que regulamenta os processos éticos no Sistema Confea/Crea. A partir do recebimento de uma denúncia formalizada — que pode ser feita por qualquer cidadão ou entidade, a Comissão avalia se há indícios de infração ética. Caso positivo, instaura-se um processo, assegurando ao profissional o direito ao contraditório e à ampla defesa. O julgamento é feito em primeira instância pela Plenária do CREA-PR, podendo haver recurso ao Confea.

Vale mencionar que, durante o processo, tanto o denunciante quanto o profissional apresentam documentações para que a comissão tenha elementos para avaliar, além de convidá-los para oitiva, em que um colegiado de conselheiros sabatina as partes e apensam ao processo. Um conselheiro que compõe a comissão realiza o relato e sugestão de voto para o caso e apresenta em reunião da CEP, em que o processo é discutido por seus pares e votado. Caso haja discordância, um outro conselheiro pode pedir vistas e apresentar outro ponto de vista para que assim seja votado e a decisão encaminhada à Câmara Técnica Especializada.

O Código de Ética Profissional, amparado na Resolução nº 1.002/2002 do Confea, define as infrações como atos que contrariam os princípios éticos fundamentais do exercício das profissões regulamentadas. Entre as principais condutas passíveis de sanção, destacam-se:

- Omissão ou falsidade em documentos técnicos;
- Falta de zelo com a segurança, saúde ou meio ambiente;
- Práticas de corrupção ou suborno;
- Exercício ilegal da profissão ou acobertamento;
- Realização de serviços com imperícia, negligência ou imprudência;
- Desrespeito à legislação e aos contratos;
- Conflito de interesses e favorecimentos indevidos;
- Concorrência desleal.

Para as sanções aplicadas, é utilizada a dosimetria de penalidades, que segue critérios como a gravidade da infração, intenção do agente, consequências do ato e reincidência. As sanções previstas são graduadas conforme a natureza da infração e são classificadas em:

A conduta ética do engenheiro ambiental e sanitarista transcende o campo técnico, assumindo um papel essencial na construção de uma sociedade mais justa, segura e ambientalmente responsável.

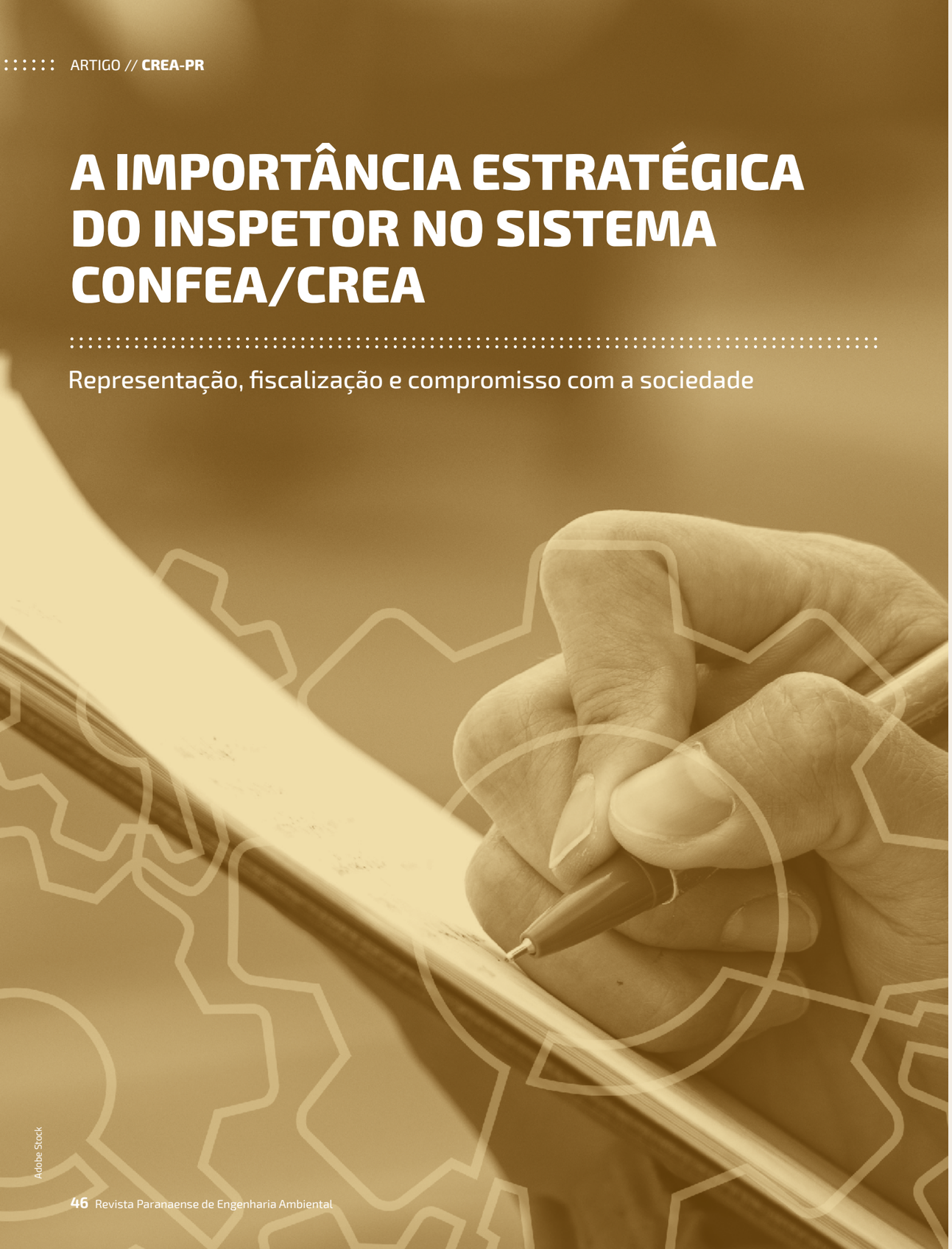
- Advertência reservada: Aplicada a infrações leves, quando não há prejuízo significativo à sociedade, ao meio ambiente ou à imagem da profissão;
- Censura pública: Divulgada oficialmente, aplicada a condutas com impacto mais expressivo ou reincidência de advertências;
- Suspensão temporária do exercício profissional: Impede o profissional de exercer atividades por período determinado, aplicada em infrações graves ou que coloquem em risco a vida humana e o meio ambiente;
- Cancelamento do registro profissional: Medida extrema, aplicada geralmente mediante decisão judicial.

Cada penalidade é devidamente fundamentada, com base em um processo legal e transparente, assegurando todos os direitos do acusado.

A prática da engenharia ambiental e sanitarista, por sua interface direta com a saúde pública, a justiça socioambiental e a conservação dos ecossistemas, exige uma conduta ética inegociável. Nesse cenário, a Comissão de Ética do CREA-PR cumpre papel estratégico não apenas na fiscalização, mas também na valorização da engenharia como instrumento de transformação social. Portanto, promover e respeitar a ética profissional é dever de todo engenheiro ambiental e sanitarista. É responsabilidade coletiva, também das instituições como o CREA-PR, garantir que esse compromisso não seja apenas um ideal, mas uma prática efetiva e contínua. Afinal, ética e engenharia ambiental caminham juntas na construção de um futuro sustentável.

A IMPORTÂNCIA ESTRATÉGICA DO INSPETOR NO SISTEMA CONFEA/CREA

Representação, fiscalização e compromisso com a sociedade



Adobe Stock

Gessuelyton Mendes de Lima
Engenheiro Ambiental e de Segurança do Trabalho, Inspetor do Crea-PR 2024/2026

O Inspetor é uma figura essencial dentro da estrutura descentralizada do Sistema Confea/Crea, atuando de maneira voluntária como elo entre o Conselho e a comunidade profissional. Muito além de um cargo honorífico, o Inspetor representa a presença ativa do Crea nos territórios de todo o estado, sendo que a sua atuação deve estar voltada ao fortalecimento e à defesa das profissões que compõem sua modalidade profissional dentro da região geográfica de sua Inspetoria. Seu papel é pautado por responsabilidade institucional, compromisso com a ética e dedicação à defesa do exercício legal e qualificado das profissões da engenharia, agronomia e geociências.

Designado formalmente pelo Crea, o Inspetor cumpre funções que vão desde a representação oficial da Presidência em eventos e reuniões locais, até a participação ativa nos planos de fiscalização e na articulação com as entidades de classe, instituições de ensino e sociedade civil. Age como um verdadeiro delegado corporativo, promovendo o cumprimento das normas legais, disseminando o Código de Ética e colaborando com as Câmaras Especializadas nas ações de aprimoramento do exercício profissional.

Sua atuação exige postura proativa, conduta irrepreensível e profundo senso de pertencimento ao sistema profissional. Espera-se do Inspetor uma conduta ética exemplar, capacidade de diálogo, respeito à diversidade de opiniões e isonomia no trato com colegas, profissionais e servidores do Conselho. Trata-se de uma função que demanda mais do que conhecimento técnico: exige empatia, compromisso social e engajamento com o desenvolvimento sustentável da profissão.

Também são vedadas condutas como a promoção pessoal, a ostentação do cargo como símbolo de status e o uso da estrutura do Conselho para interesses particulares. O Inspetor não deve se valer das prerrogativas do cargo para favorecer ou prejudicar terceiros, tampouco para interferir em processos administrativos ou técnicos que exijam isenção.

No exercício pleno de suas atribuições, o Inspetor articula ações do Conselho com os anseios da comunidade profissional e da sociedade local. Reporta-se ao Crea de forma permanente, participando das reuniões de governança cooperativa, apoiando as ações de fiscalização e promovendo a retroalimentação institucional — ou seja, levando as demandas locais à instância regional e estadual do Conselho e, ao mesmo tempo, devolvendo à comunidade as diretrizes e políticas do sistema.

Existem três formas de acesso à função: o Inspetor eleito, escolhido por meio de processo eleitoral com votação online entre os profissionais da jurisdição; o Inspetor indicado, nomeado por entidade de classe em caso de vacância; e o Inspetor que se auto-indica. Todos atuam de forma integrada, com mandato de até três anos, respeitando as competências e complementaridades de cada função. Há também o Inspetor-chefe, eleito anualmente entre os próprios Inspetores para coordenar as ações locais.

Em cada Inspetoria do Crea-PR, a previsão natural é de até sete Inspetores, representando as sete Câmaras Especializadas: Agronomia (CEA), Engenharia Civil (CEEC), Engenharia Elétrica (CEEE), Engenharia Florestal (CEEF), Engenharia Mecânica e Metalúrgica (CEEMM), Engenharia Química, Geologia e Minas (CEEQGEM) e Agrimensura e Engenharia de Segurança do Trabalho (CEAEST). Porém também há a possibilidade de indicação de Inspetor especial, aplicável nos casos em que o profissional interessado possui titulação distinta do Inspetor já empossado. Essa composição assegura que todas as modalidades técnicas tenham representação institucional e voz ativa no planejamento e execução das políticas públicas de fiscalização e valorização profissional.

A função de Inspetor, por não ser remunerada, reforça seu caráter vocacional e de serviço público. Ainda que haja reembolso de despesas conforme as características de cada reunião ou evento cuja participação ocorra mediante convocação oficial, o que prevalece é o espírito colaborativo e o compromisso voluntário com a construção de uma engenharia mais ética, segura e socialmente responsável.

Em tempos de grandes desafios para o desenvolvimento sustentável, a atuação dos Inspetores é decisiva para fortalecer a fiscalização, colaborar com a sociedade contra o exercício ilegal da profissão e manter viva a missão institucional do Sistema Confea/Crea: garantir que as atividades técnicas ocorram com segurança, responsabilidade e benefício coletivo. Ser Inspetor é, portanto, mais do que uma função — é um exercício de cidadania profissional em sua forma mais elevada. ■

Redação
Layse Barnabé de Moraes

POLÍCIA CIENTÍFICA DO PARANÁ

Crimes ambientais e a atuação de profissionais de engenharia ambiental na perícia

A análise de crimes ambientais realizada pela Polícia Científica do Paraná envolve um trabalho minucioso que combina ciência, tecnologia e atuação de profissionais especializados.

Para alcançar precisão nos resultados, profissionais de Engenharia Ambiental, ao lado de outras áreas do saber, desempenham papel fundamental, aplicando seus conhecimentos para compreender os impactos e oferecer subsídios técnicos indispensáveis para um bom trabalho pericial.

Nossa equipe conversou com Angela Andreassa, Engenheira Ambiental e Tecnóloga em Química Ambiental, que atua como Perita Oficial Criminal da Polícia Científica do Paraná, e com Amanda Cristina de Jesus Cunha, bacharela em Química e também Perita Oficial Criminal da instituição, atualmente chefe da Seção de Perícias Ambientais, responsável por gerenciar as atividades técnicas e administrativas da equipe.

A atuação da Polícia Científica em casos de crimes ambientais

Criada em 2019, a Seção de Perícias Ambientais da Polícia Científica do Paraná é a mais nova área do órgão e surgiu diante da crescente demanda por investigações técnicas relacionadas a crimes ambientais, como combate ao desmatamento ilegal, queimadas não autorizadas, descarte irregular de resíduos, danos a unidades de conservação, entre outros.

policiacientifica.pr.gov.br

Angela Andreassa
Engenheira Ambiental e Tecnóloga em Química Ambiental, Perita Oficial Criminal da Polícia Científica do Paraná

Amanda Cristina de Jesus Cunha
Bacharela em Química,Perita Oficial Criminal da Polícia Científica do Paraná

Bruno Tonel Otsuka
Engenheiro Ambiental e Perito Criminal da Polícia Científica do Paraná

Para a perita criminal Amanda Cristina, a criação representou um divisor de águas: "É um grande marco no reconhecimento da relevância que a área ambiental merece, especialmente em relação aos crimes contra o meio ambiente", destacou.

Segundo Angela, a estruturação trouxe avanços significativos na qualidade dos exames periciais. "A partir do momento em que essa seção foi criada, passou-se a ter pessoas especializadas com formação em engenharia ambiental, biologia, química, geologia e outras áreas. Assim, foi possível se aprofundar mais para realizar exames de maior qualidade, atendendo o Poder Judiciário de uma forma eficiente, eficaz e com qualidade técnica", completou.

A atuação da Polícia Científica em crimes ambientais começa a partir de uma requisição formal e é estritamente criminal, como ressalta Angela. "É acionada pelas delegacias, pelo Poder Judiciário e pelo Ministério Público. Isso é bem importante deixar claro, pois a Polícia Científica não atende nenhum tipo de denúncia. Primeiro é feito um boletim de ocorrência junto ao órgão competente e somente quando existe uma investigação criminal em andamento a Polícia Científica pode ser acionada para atuar em qualquer tipo de crime ambiental previsto na Lei de Crimes Ambientais."

Complementando, a perita Angela explica que o acionamento também pode ocorrer via plantão, em situações de flagrante, maus-tratos, poluição por despejo de efluentes, desmatamento, entre outros. De acordo com ela, a partir disso, é necessário um estudo prévio para determinar a logística necessária para realização da perícia, que pode envolver análise de imagens de satélite, vistorias em campo, coleta de vestígios, necropsias veterinárias, análises laboratoriais, entre outros. "Com base nos dados obtidos e utilizando-se sempre do rigor metodológico, são emitidos Laudos Periciais com a finalidade de esclarecer as circunstâncias do fato e embasar o processo criminal quando houver danos ambientais."

O objetivo da perícia é dar materialidade aos crimes, produzindo um Laudo Pericial claro e fundamentado e fornecendo o máximo de detalhes para que o Judiciário tenha elementos técnicos que permitam aplicar a pena correta. "Sem a perícia, em muitas situações, o autor do crime pode ficar impune ou o fato pode não ser comprovado", destaca Amanda.

Os tipos de crimes ambientais mais comuns

Segundo a perita Amanda, recentemente, os casos mais frequentes envolvem crimes contra a fauna, com destaque para as situações de maus-tratos a animais. Angela destaca que, ao longo do tempo, os crimes contra a flora são os mais comuns. Como detalhe Amanda, estes incluem "casos de desmatamento de vastas áreas, bem como poda irregular de espécies protegidas, como as araucárias.

Também se destacam os crimes de poluição, que podem ocorrer das formas mais diversas, como no solo e corpos hídricos".

O papel estratégico do engenheiro ambiental na perícia criminal

Dentro da equipe de perícia criminal, a presença do engenheiro ambiental tem se mostrado essencial para que os exames periciais fortaleçam a qualidade das investigações, especialmente em casos relacionados a crimes ambientais.

Angela Andreassa, que é engenheira ambiental, reforça a importância desse olhar amplo trazido pelos profissionais da área: "O curso de engenharia ambiental é muito amplo, fazendo com que o profissional tenha uma visão integrada de todos os tipos de crime ambiental. Ele consegue relacionar questões de flora, fauna e poluição, além de analisar impactos de forma mais completa. Esse conhecimento técnico faz muita diferença em casos de poluição atmosférica, hídrica e do solo, em deslizamentos de aterros sanitários, em acidentes de trabalho e até na avaliação de segurança em processos industriais". Além disso, a atuação do engenheiro ambiental também é determinante em análises documentais e processos de licenciamento: "Muitas vezes a perícia é acionada para verificar o processo de licenciamento e as condicionantes de uma licença. Nesses casos, é preciso interpretar relatórios de monitoramento, avaliar projetos e documentos técnicos apresentados pelas empresas ao órgão ambiental. O engenheiro ambiental tem a formação necessária para interpretar essa documentação e identificar eventuais falhas ou irregularidades", explica Angela.

Assim, o engenheiro ambiental se consolida como peça-chave dentro da equipe multidisciplinar da Polícia Científica, oferecendo não apenas conhecimento técnico aprofundado, mas também a capacidade de integrar diferentes visões para fortalecer a qualidade e a robustez dos laudos periciais. Amanda reforça que a complementaridade entre especialidades é decisiva: "No entanto, o engenheiro ambiental é fundamental para que os operadores do direito tenham maior compreensão dos danos, possibilitando a instrução do processo criminal de forma mais adequada".

Tecnologia como aliada na investigação de crimes ambientais

O avanço tecnológico tem se mostrado um grande aliado da Polícia Científica na elucidação de crimes ambientais. Para a perita criminal Amanda Cunha, o uso de ferramentas modernas amplia a eficiência do trabalho em campo e garante mais precisão aos laudos. "No dia a dia, são utilizados diversos equipamentos, como drones multiespectrais e sensores portáteis para análises em campo". Recentemente, foi adquirido o XRF portátil, um grande aliado para identificar elementos químicos de forma rápida, sem um preparo prévio de amostras. "Ele é especialmente útil na análise de solos, ajudando a direcionar de forma mais efetiva os pontos de coleta, tornando o trabalho em campo mais estratégico, especialmente nos casos de crimes que envolvem grandes áreas degradadas", explicou Amanda. Segundo ela, o equipamento também já demonstrou potencial em análises de matrizes biológicas obtidas em necropsias veterinárias, fornecendo resultados preliminares que orientam exames laboratoriais de forma mais eficiente.

A perita criminal Angela Andreassa lembra que, quando a Seção de Perícias Ambientais foi criada, em 2019, os recursos disponíveis eram limitados. "Começamos praticamente apenas com um GPS, uma câmera fotográfica e uma viatura. Ao longo desses cinco anos, a aquisição de novos equipamentos fez toda a diferença no nosso trabalho", destacou. Entre as inovações, ela cita os drones e as imagens de satélite como ferramentas decisivas. "Essas tecnologias otimizam os exames periciais, principalmente em casos de poluição e desmatamento. Permitem levantar informações precisas e representar o crime para as autoridades com clareza. Muitas vezes, a perícia chega quando os vestígios já desapareceram, como em uma área desmatada transformada em plantação. Com as imagens de satélite, conseguimos resgatar a situação anterior e apresentar provas robustas", explicou.

O espectrômetro portátil de fluorescência de raios X (XRF) também é apontado por Angela como uma conquista importante. "Ele auxilia na delimitação das áreas mais críticas de contaminação em grandes extensões, direcionando a coleta de amostras. Muitas vezes, a poluição não é visível a olho nu, e o XRF nos permite identificar pontos de maior interesse de forma rápida e precisa. Isso evita coletas desnecessárias e garante um exame mais focado", afirmou. Além desse equipamento, também é utilizado o multiparâmento, com o qual se consegue realizar análises preliminares em campo, inclusive em casos de poluição hídrica. "Isso nos dá uma visão inicial da qualidade da água e ajuda a identificar potenciais pontos de lançamento de efluentes. São recursos que tornam os laudos mais robustos, confiáveis, rápidos e eficientes", completou Angela.

Além de otimizar a rotina de campo, as novas tecnologias já se mostraram decisivas em casos concretos. Amanda destacou dois exemplos recentes. "Atuamos em um caso de armazenamento irregular de diversos produtos químicos. No local, além de identificarmos embalagens contendo uma ampla variedade de pesticidas, analisamos também materiais sólidos com características típicas de fertilizantes inorgânicos. Com o auxílio do equipamento, foi possível constatar, de forma rápida e precisa, que se tratava de fertilizantes, o que contribuiu diretamente para um direcionamento mais assertivo da perícia", contou.

Em outra ocorrência, o espectrômetro portátil de fluorescência de raios X ajudou a desvendar uma suspeita de envenenamento. "Conseguimos detectar a presença de um elemento químico tóxico que dificilmente seria identificado pelas técnicas laboratoriais convencionais. Esse resultado preliminar foi essencial para orientar a análise laboratorial e confirmar o emprego de veneno", completou Amanda.

A perita criminal Angela Andreassa citou outro caso emblemático. "No deslizamento de um aterro sanitário, realizamos voos com drones que permitiram gerar modelos digitais do terreno. Com isso, foi possível estimar com maior precisão a área atingida e o volume de resíduos que deslizou. Sem essa tecnologia, seria inviável alcançar o mesmo nível de detalhamento", ressaltou.

Avanços e perspectivas da perícia ambiental

Nos últimos anos, a perícia ambiental tem conquistado espaço e reconhecimento dentro da estrutura da Polícia Científica e do sistema de justiça. Para Amanda Cunha, a evolução é visível. "A criação de seções especializadas trouxe mais visibilidade ao tema, atraiu investimentos e vem permitindo o desenvolvimento de procedimentos operacionais próprios, direcionados às necessidades desses exames", avaliou.

Segundo Amanda, o fortalecimento também passa pela chegada de novos profissionais. "No concurso mais recente para Perito Oficial Criminal da Polícia Científica do Paraná, foram abertas duas áreas de especialidade voltadas especificamente à área ambiental, o que demonstra esse reconhecimento crescente. Temos uma expectativa positiva quanto à lotação de novos profissionais em breve, o que fortalecerá ainda mais o trabalho já realizado. De todo modo, o investimento em recursos humanos e em tecnologia é essencial para o funcionamento pleno de seções especializadas, e acredito que estamos no caminho certo. Os desafios existem, claro, mas os avanços são concretos e muito animadores."

Já Angela Andreassa observa que a valorização da área é uma tendência nacional. "Nos congressos de criminalística, o tema tem ganhado cada vez mais espaço, com muitos trabalhos apresentados. Isso mostra que o crime ambiental precisa ser combatido com seriedade e que a perícia é fundamental nesse processo, tanto na responsabilização dos culpados quanto na prevenção de novos crimes", disse.

Amanda destacou ainda a importância da presença de engenheiros ambientais nas equipes periciais, o que, em sua visão, amplia a qualidade da análise técnica e fortalece a credibilidade das conclusões. "A responsabilização criminal tem um papel importante ao desestimular a reincidência, funcionando também como ferramenta de preservação. O trabalho pericial contribui tanto para a punição dos responsáveis quanto para a prevenção de novas infrações, promovendo uma cultura de respeito e proteção aos nossos recursos naturais", afirmou.

Angela também enfatizou o caráter pedagógico da atuação pericial. "Quando alguém percebe que vai responder a um processo criminal, pagar multa e compensar os danos, pensa duas vezes antes de cometer novamente o crime. E até a comunidade em volta passa a refletir, ao ver que uma pessoa foi punida. Nesse sentido, o trabalho do perito é fundamental tanto para responsabilizar infratores quanto para preservar o meio ambiente", concluiu. ■

AVANÇOS E DESAFIOS DA ENGENHARIA AMBIENTAL NO SERVIÇO PÚBLICO DO ESTADO DO PARANÁ

Com atuação estratégica da APEAM, Engenheiros Ambientais passaram a integrar o quadro técnico do Estado. Agora, o desafio é consolidar a presença nos órgãos públicos para atender às demandas ambientais do Paraná

A Engenharia Ambiental possui mais de três décadas de existência acadêmica no Brasil. A primeira universidade a ter efetivamente aberto uma turma de Engenharia Ambiental no país foi a Universidade Estadual do Tocantins (Unitins), em Palmas, em 1992. A partir da Unitins, surgiu o curso de Engenharia Ambiental da Universidade Federal do Tocantins – UFT, criado naquele ano e existente até os dias de hoje. Portanto, já são 33 anos da Engenharia Ambiental no Brasil, que foi regulamentada no ano de 2000 pela Resolução CONFEA n.º 447/2000. Entretanto, sua atuação prática antecede a criação formal do curso. Desde a década de 1970, profissionais que já desenvolviam atividades de gestão e planejamento ambiental abriram caminho para uma categoria que, hoje, se mostra indispensável para a sustentabilidade e o desenvolvimento da sociedade.

No Paraná, os primeiros cursos de Engenharia Ambiental foram criados no início dos anos 2000. A Universidade Federal do Paraná (UFPR) foi pioneira no estado, implantando o curso em 2000, seguida pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), que iniciou sua primeira turma em 2001. Essas instituições formaram as bases da formação acadêmica na área e contribuíram significativamente para o desenvolvimento da categoria no estado.

Atualmente, a Engenharia Ambiental constitui a terceira maior categoria do CREA-PR, com 3.546 profissionais registrados. Embora apresente ampla inserção no setor privado, a trajetória da categoria no serviço público ainda enfrenta desafios, notadamente relacionados ao reconhecimento institucional, à valorização profissional e à inserção nos quadros efetivos da administração pública.

Adobe Stock

Luiza Scarpim
Engenheira Ambiental,
Especialista em Direito Ambiental

Mirelly Lacerda Pinheiro
Engenheira Ambiental e Técnica
em Segurança do Trabalho

Luiz Vieira reflete que essa é uma luta para a categoria, mas que também tem importância - e ganhos - para o Estado: "No caso da inclusão dos engenheiros ambientais no concurso do Estado do Paraná, a APEAM foi protagonista ao mobilizar a base, dialogar com lideranças técnicas e políticas e apresentar argumentos técnicos e jurídicos fundamentados para garantir o fortalecimento da categoria, que é o principal objetivo de uma associação profissional. Ganha o Estado com técnicos qualificados para lidar com resíduos, licenciamento, saneamento, mudanças climáticas, ou seja, melhora a gestão ambiental pública e traz mais eficiência nas ações do governo, abrindo novas oportunidades, valorizando a categoria e garantindo igualdade com outras engenharias nos concursos."

Agendas em 2019 com as seguintes autoridades à época: Dep. Federal Reinhold Stephanes Junior, Diretor Geral da SEAP Bráulio Cesco Fleury, Diretor do Dep. de Recursos Humanos Luiz Gustavo Sulek Castilho, Superintendente Executivo e ex-presidente do CREA/PR Eng. Álvaro José Cabrini Junior (2019)

Em recente levantamento realizado pelas entidades regionais de Engenharia Ambiental do Paraná (APEAM, AOPEA, ANPEA, ACSPEA e ASPEA), foi possível identificar pelo menos 49 engenheiros ambientais atuando em prefeituras de 42 municípios do estado, dos quais 30 ocupam cargos estatutários.

No âmbito estadual, embora engenheiros ambientais já ocupassem cargos comissionados e programas de Residência Técnica, o reconhecimento oficial da profissão no Quadro Próprio de Profissionais do Poder Executivo (QPPE) se deu a partir da sanção da Lei Estadual n.º 20.080/2019.

A mobilização da APEAM para a inclusão da profissão no QPPE começou formalmente no início de 2019, com a publicação de manifesto que apresentava suas justificativas técnicas, legais e sociais. A associação organizou uma reunião estadual com representantes de todas as suas entidades regionais — ACSPEA, ANPEA, AOPEA e ASPEA — e transmitiu o encontro simultaneamente para diversas cidades do estado. O documento final foi aprovado por unanimidade e passou a ser apresentado a deputados estaduais, federais e autoridades do Executivo.

Entre os parlamentares que receberam o manifesto e declararam apoio à causa estão os deputados Goura, Tercílio Turini, Alexandre Amaro, Delegado Jacovós, Coronel Lee e Do Carmo. A APEAM também articulou reuniões estratégicas com a SEAP e a SEDEST para reforçar a necessidade prática de engenheiros ambientais investidos em cargos públicos no Estado, especialmente no Instituto Água e Terra (IAT).

O presidente da APEAM, Engenheiro Ambiental Luiz Guilherme Grein Vieira, afirma que a conquista da inclusão da função de Engenheiro Ambiental no Quadro

Helder Rafael Nocko, ex-presidente da APEAM e Diretor do Crea-PR, relembra que a solicitação de vagas para engenheiros ambientais sempre estava entre as sugestões e demandas enviadas à presidência do órgão ambiental e à SEDEST. “Quando tivemos a notícia de que haveria um concurso público, fizemos a solicitação para que grande parte das vagas fosse para a categoria, porque entendemos que seria o profissional mais capacitado, que tem muita flexibilidade para atuar em diversas áreas dentro dos órgãos ambientais do estado. E aí fomos surpreendidos pelo fato de que o engenheiro ambiental não constava dentro de uma lei para fazer parte do QPPE, e só pode abrir concursos públicos para profissionais que fazem parte desse quadro. Foi um grande balde de água fria em toda a categoria, mas foi também o momento em que entendemos a necessidade de nos unirmos para que houvesse a aprovação de uma nova lei que previsse a profissão de engenheiros ambientais dentro do QPPE. Tivemos o apoio da SEDEST e do Crea-PR, que nos ajudou a mobilizar deputados estaduais, secretários estaduais. Ajudamos a construir a minuta dos anexos da lei, mostrando que o engenheiro ambiental desempenha funções típicas do estado, como a fiscalização ambiental, e tivemos a grande vitória de ter essa lei aprovada, infelizmente um pouco depois dos trâmites iniciais do primeiro concurso do órgão ambiental do estado. Na sequência, tivemos um novo concurso e hoje já vemos como realidade engenheiros ambientais sendo convocados para fazer parte da SEDEST e de vários outros órgãos no governo do estado. É uma história que nos deixa muito felizes, com resultados muito importantes, não apenas para os engenheiros ambientais do estado, mas também de pessoas que vieram de outros lugares do Brasil, tiveram novas oportunidades e suas vidas mudadas. Além disso, passamos a ter um órgão ambiental muito mais capacitado, com muito mais corpo técnico e capacidade para desenvolver suas funções”.

Próprio de Profissionais do Poder Executivo (QPPE) do Estado do Paraná é resultado direto da articulação liderada pela Associação. Segundo ele, a mobilização contou com a participação ativa da entidade e de sua base em diversas frentes institucionais e políticas. “Em 2019, a APEAM mobilizou sua base, promoveu reuniões com a Secretaria da Administração e Previdência (SEAP), com a Secretaria do Desenvolvimento Sustentável e do Turismo (SEDEST) e com o Instituto Água e Terra (IAT), além de articular com deputados estaduais a apresentação do projeto de lei que deu origem à Lei Estadual n.º 20.080/2019. A norma alterou os anexos das Leis nºn.º 13.666/2002 e n.º 19.131/2017, inserindo formalmente a função de Engenheiro Ambiental entre os cargos técnicos do Estado”, destacou Vieira.

Apesar do avanço normativo, materializado pela sanção da Lei Estadual n.º 20.080/2019, o concurso público do IAT, regido pelo edital n.º 29/2020, não contemplou vagas para Engenheiros Ambientais.

O episódio gerou forte comoção entre os profissionais engenheiros ambientais, uma vez que, desde sua criação em 1992, o IAT – órgão que possui maior afinidade institucional com as atribuições dos Engenheiros Ambientais – jamais havia realizado concurso público para recomposição nem ampliação do seu quadro técnico efetivo.

Diante desta situação, a APEAM organizou a Assembleia Extraordinária, com pauta exclusiva para discussão do Edital n.º 29/2020 do Instituto Água e Terra, que teve transmissão ao vivo e a participação de lideranças do CREA-PR, da SEDEST e de diversas entidades regionais. Após amplo debate, a entidade optou por adotar uma postura colaborativa, priorizando o diálogo institucional. Durante a reunião, um representante da SEDEST esclareceu que a lei que criou o cargo de Engenheiro Ambiental do QPPE foi sancionada após a contratação da banca organizadora, o que inviabilizou sua inclusão no certame. O mesmo representante também assegurou que os Engenheiros Ambientais seriam contemplados em uma segunda etapa do concurso ou em novo processo seletivo, circunstância que motivou a decisão da APEAM de recuar da medida judicial para impugnação do edital.

Nos anos seguintes, a APEAM intensificou sua mobilização pela inclusão da categoria em concursos públicos estaduais. Além do trabalho institucional, a Associação buscou apoio da sociedade civil, dialogou com

APEAM apresenta Manifesto ao Dep. Estadual Goura (2019)

ANPEA se reúne com Dep. Estadual do Carmo para apresentar Manifesto da APEAM (2019)

APEAM apresenta Manifesto ao Dep. Estadual Alexandre Amaro (2019)

profissionais, estudantes e recém-formados, e fortaleceu sua representatividade estadual — contando, na época, com cerca de mil engenheiros ambientais associados direta ou indiretamente. Em articulação com o CREA-PR, destacou-se a importância do engenheiro ambiental para atividades como licenciamento, fiscalização, monitoramento ambiental, outorga de recursos hídricos e análise de impacto ambiental, reforçando a necessidade de concursos públicos que contemplem essa categoria profissional, essencial para o desenvolvimento sustentável do Paraná.

Todo o esforço institucional empreendido pela APEAM contribuiu para a inclusão da categoria no concurso público estadual de 2024, regido pelo edital n.º 002/2024 – SEAP, que, pela primeira vez, ofertou uma vaga de provimento imediato para o cargo de Engenheiro Ambiental.

Em novembro de 2024, com a chamada dos aprovados, foi registrada a primeira nomeação oficial de um Engenheiro Ambiental no serviço público estadual. A partir de ampliações de vagas posteriores, até o momento do fechamento desta matéria, 22 convocações foram efetivadas , contemplando profissionais alocados em diferentes órgãos e autarquias vinculadas do Poder Executivo, como a AMEP, SEDEST, SECID e SESP.

Apesar dos avanços recentes, a APEAM considera que o número de vagas ofertadas para Engenheiros Ambientais ainda é insuficiente frente à complexidade e à crescente demanda ambiental do Estado. O aumento expressivo de atividade como licenciamento, fiscalização, monitoramento e outorga de recursos hídricos exige profissionais com formação técnica especializada, capazes de atuar com responsabilidade e eficiência em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável.

A Associação também tem acompanhado de perto a convocação de Engenheiros Ambientais para o Instituto Água e Terra (IAT), autarquia ligada à Secretaria de Desenvolvimento Sustentável (SEDEST), que é considerada uma etapa fundamental para o fortalecimento institucional do órgão. Com sede em Curitiba e 21 escritórios regionais que atendem aos 399 municípios, o IAT é responsável por atividades essenciais como o licenciamento ambiental de empreendimentos de diversos portes, a fiscalização de empresas públicas e privadas e a gestão de recursos naturais e áreas de preservação ambiental do Estado.

Renan Zakaluk de Souza, um dos primeiros engenheiros ambientais a serem nomeados após a inclusão da função no Quadro Próprio do Poder Executivo, alocado na Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável - SEDEST, enxerga esse fato não só como uma conquista pessoal, mas também como um avanço para a categoria. "Não tenho dúvidas de que a minha nomeação e de meus colegas recém-empossados não é apenas um reflexo da nossa dedicação aos estudos, mas também uma conquista oriunda de todos os esforços da categoria que precederam a inclusão da função de Engenheiro Ambiental no Quadro Próprio do Poder Executivo e também a criação das vagas necessárias. Primeiramente, eu vejo que os Engenheiros Ambientais comissionados que passaram pelo Estado foram os pioneiros em demonstrar nossa importância e necessidade no poder público, algo que foi fortalecido com a brilhante atuação da APEAM e das demais associações estaduais. Eu vejo que a função pública do engenheiro ambiental é um dos gatilhos que fazem muitos escolherem a graduação, poder concretizar esse objetivo e atuar nesse setor fomenta os sonhos e amplia as possibilidades profissionais para os atuais e futuros Engenheiros Ambientais. Vejo que o caminho que iniciamos não tem retorno, cada vez mais estaremos presentes e representados nos diferentes setores, impulsionando projetos e políticas que visam a melhoria da nossa qualidade de vida, além de demonstrar e reafirmar os motivos pelos quais fomos formados e integrados ao trabalho no serviço público", detalha ele.

ANPEA apresenta manifesto da APEAM ao Dep. Estadual Tercílio Turini (2019)

O desafio, agora, é ampliar o número de vagas e consolidar a presença da categoria em todo o serviço público paranaense. A atuação do engenheiro ambiental, portanto, vai muito além do IAT: inúmeras secretarias e autarquias estaduais desempenham funções diretamente relacionadas à gestão ambiental e à aplicação da legislação vigente.

Além disso, o compromisso do Paraná com a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) reforça a urgência de incorporar mais Engenheiros Ambientais no corpo técnico do estado. Os ODS foram incluídos no orçamento público estadual e têm orientado iniciativas como o Plano de Ação Climática do Paraná 2024-2050, que define estratégias para mitigação e adaptação frente às mudanças climáticas, incluindo a redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE).

Diante desse cenário, é inegável que a atuação do engenheiro ambiental é estratégica para que o Paraná avance no cumprimento de metas ambientais e climáticas e se consolide como referência em desenvolvimento sustentável no contexto nacional e internacional. ■

Redação
Layse Barnabé de Moraes

Ivonete Coelho da Silva Chaves
Engenheira Química, Diretora de Licenciamento e Outorga no Instituto Água e Terra (IAT)

Clésio Leonel Hossa
Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Coordenador do IMA-SC

Thayoná Souza
Engenheira Ambiental e Secretária Municipal de Agricultura, Meio Ambiente, Defesa Civil e Bem-Estar Animal de Quatro Barras–PR

Tatiana Pinheiro
Engenheira Ambiental, Mestra e Presidente da FNEAS

AS NOVAS NORMATIVAS SOBRE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

Em meio às discussões da nova lei nacional de Licenciamento Ambiental, evento realizado pela APEAM debate normativas estaduais e municipais

Durante o V Encontro Sul-Brasileiro de Engenharia Ambiental e Sanitária, as novas normativas sobre Licenciamento Ambiental foram tema de uma mesa composta por três profissionais da área: Ivonete Coelho da Silva Chaves, Engenheira Química, Diretora de Licenciamento e Outorga no Instituto Água e Terra (IAT), Clésio Leonel Hossa, Engenheiro Ambiental e Coordenador-geral do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA-SC) e Thayoná Souza, Engenheira ambiental e Secretária Municipal de Agricultura, Meio Ambiente, Defesa Civil e Bem-Estar Animal de Quatro Barras–PR. Com conversa moderada por Tatiana Pinheiro, Presidente da Federação Nacional das Entidades de Engenharia, os três profissionais discutiram a nova lei federal de licenciamento ambiental, a Lei Estadual nº 22.252, de 12 de dezembro de 2024, as normativas do Estado de Santa Catarina e quais as mudanças previstas com as novas regulamentações.

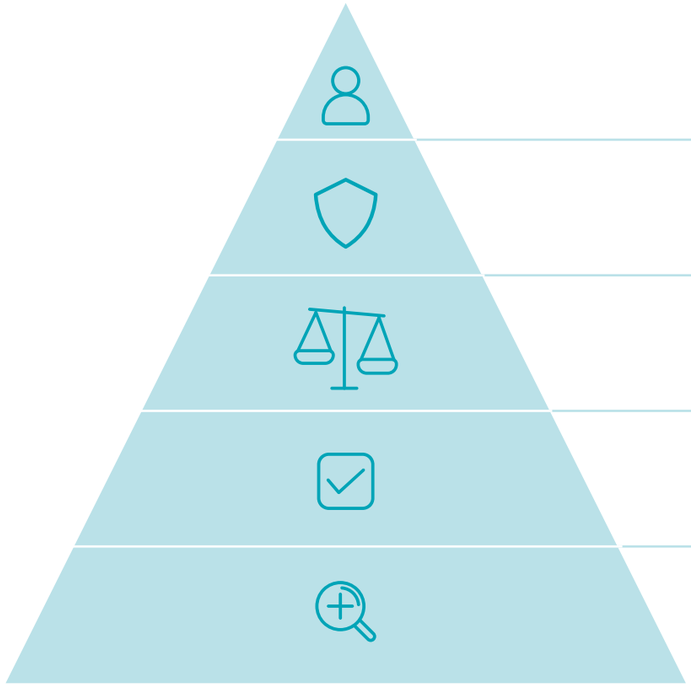
Quem abriu as falas da mesa foi Ivonete Chaves, explicando que a criação de uma lei específica para licenciamento ambiental dentro do Estado do Paraná se justifica pela quantidade de processos acumulados devido à morosidade e aos trâmites burocráticos que os envolvem — em 2023, por exemplo, foram em média 31 mil processos de licenciamento ambiental.

Acervo APEAM

Lei nº 22.252, de 12 de dezembro de 2024, que dispõe sobre normas gerais para o licenciamento ambiental no Estado do Paraná.

Art. 1° Este Decreto regulamenta a Lei nº 22.252, de 12 de dezembro de 2024, que estabelece o licenciamento ambiental no Estado do Paraná, dispondo sobre os procedimentos administrativos referentes ao licenciamento ambiental de empreendimentos e/ou atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ao meio ambiente.

Princípios do Licenciamento Ambiental



Participação Pública
Envolvimento da sociedade nas decisões

Precaução e Prevenção
Medidas preventivas contra riscos

Interesse Público
Prioridade para o bem coletivo

Celeridade Processual
Processos eficientes e ágeis

Análise Integrada
Avaliação holística dos impactos

Modalidades de Licenciamento

Fase Única
LAC ou LAS para atividades de baixo impacto ambiental. Processo simplificado e mais ágil para o empreendedor.

Bifásico
LP+LO ou LP+LI, conforme características específicas. Simplifica o processo quando uma das fases não se aplica.

Trifásico
LP, LI e LO concedidas em etapas sucessivas. Aplicado a empreendimentos de maior porte e potencial impacto ambiental.

Autorização
Ato administrativo discricionário para obras, atividades, pesquisas e serviços, de caráter temporário, ou obras emergenciais.

Ampliação
Ampliações e/ou alterações definitivas nos empreendimentos detentores de LO ou LAS que necessitam de licenciamento específico, trifásico ou bifásico, para a parte ampliada ou alterada.

Regularização
Para empreendimentos já implantados. Não exime o empreendedor da responsabilidade por danos causados.

"A legislação ambiental já é por si só complexa, e a agilidade dos processos deixava a desejar", aponta ela.

Segundo Ivonete, os objetivos da nova lei se centram em três pilares: proteção ambiental, desenvolvimento sustentável e procedimentos eficientes. "É preciso que os procedimentos sejam mais eficientes, mais claros para o empreendedor, para não haver dúvida na hora do licenciamento. Se você não tem um procedimento claro, vão ter muitos questionamentos, tanto por nossa parte, como por parte do empreendedor, e isso causa atrasos. Antes, nós tínhamos questões de licenciamento com resoluções do Conselho, resoluções da Secretaria, portarias do IAT, instruções normativas, e todas falavam de licenciamento. Hoje não. Tudo o que se refere a licenciamento ambiental, a lei definiu que tem que ser instrução normativa do Instituto Água e Terra", explica ela.

Ivonete também ressalta que as obras de interesse público, como rodovias e saneamento, terão prioridade na análise do licenciamento, o que esclarece o critério e reforça a celeridade do processo, uniformizando os procedimentos e mirando mais segurança técnica e jurídica.

O tempo de análise também está contemplado na nova lei, como esclarece Ivonete: "Tem análise técnica e jurídica até para a entrada do requerimento. Depois de feito, há um tempo para o protocolo avaliar se a documentação está correta. Nós estamos implantando agora a inteligência artificial para avaliar toda essa documentação e alcançar mais rapidez. Por fim, depois de toda a análise, passando por vários técnicos, temos os pareceres de apoio, pareceres conclusivos, para, enfim, chegar ao deferimento. Com base no parecer conclusivo, é deferido ou indeferido o licenciamento. Hoje, o próprio órgão ambiental faz a publicação da licença emitida no seu site e no Diário Oficial do Estado".

A experiência Paraná x Santa Catarina

Clésio Leonel atua desde 2019 como coordenador regional do IMA (Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina) na regional de Caçador, que abrange 20 municípios. O IMA é derivado da extinta Fundação Estadual do Meio Ambiente (FATMA) e atua em diversas frentes, como administração de unidades de conservação estadual, Programa de Atendimento a Acidentes com Cargas Perigosas, monitoramento de balneabilidade ao longo do litoral de Santa Catarina e também fiscalização ambiental.

Em sua fala, ele traçou um comparativo da proposta da nova lei federal de licenciamento ambiental com o que já vem acontecendo em Santa Catarina: "A lei cria essa nova tipologia de licença que alguns estados já vêm adotando, como Santa Catarina, que é a licença ambiental por adesão e compromisso. Ou seja, é uma licença, na prática, que é emitida quando o empreendimento contempla alguns pré-requisitos previamente estabelecidos pelo órgão ambiental. Uma coisa importante de observar: não é o fato de a lei isentar o licenciamento que faz com que o empreendimento possa fazer o que quiser. Um processo administrativo está sendo isentado, mas aquele empreendimento continua obrigado a atender à legislação vigente e os controles ambientais aplicáveis. O que muda é que, para algumas atividades, há essa facilitação — a dispensa no processo de licenciamento. Isso vai refletir no quê? No órgão ambiental, fortalecendo a parte de fiscalização".

Clésio trouxe também a questão do benefício para empresas que têm sistemas de gestão ambiental. Ele explica que a licença de operação pode ser prorrogada pelo dobro do prazo, caso a empresa comprove a implantação do sistema. "Ou seja, se a licença de operação era de quatro anos, pode-se ganhar mais quatro anos de validade, desde que tenha implantado e operado um sistema de gestão. Santa Catarina já adota isso, só que lá a licença de operação é de quatro anos. Se a empresa possui sistema de gestão ambiental vigente, implantado, ganha-se, sem custo, um adicional de dois anos na validade da licença".

Outro ponto de destaque da nova lei é a abertura para o caráter autodeclaratório, quando o empreendedor busca a regularização de modo espontâneo e fica isento do auto de infração pelo fato de estar operando sem licença. Atualmente, em Santa Catarina, isso não acontece: "Mesmo sendo espontâneo esse pedido de regularização, autua-se. Acredito que esse seja um grande avanço da nova lei". Ao fim, Clésio pondera que a nova lei do licenciamento ambiental reforça a necessidade de fiscalização e auditoria nos processos licenciados, gerando maior responsabilidade aos consultores ambientais, afinal eles é que são os responsáveis

por subscrever, afirmando que tal empreendimento atende à legislação. “O objetivo geral da lei é buscar, de certo modo, essa celeridade no processo”, conclui Clésio.

A realidade da não descentralização

Thayoná Souza destaca em sua fala que o município de Quatro Barras ainda não possui licenciamento descentralizado, portanto depende da emissão de licenças ambientais pelo órgão estadual. “Houve um processo de descentralização em 2015, mas, devido ao déficit no quadro de profissionais,não conseguimos assumir essa descentralização e continuar o licenciamento”.

Segundo ela, o que foi percebido nessa volta ao IAT é que, por ser um órgão estadual, é necessário ter um olhar mais amplo. Por outro lado, é o município quem consegue enxergar as particularidades. “O município é quem realmente está do lado do empreendedor, do lado do empresário, conhecendo as realidades da cidade. A função do órgão ambiental municipal é essa, estar próxima da realidade, entender. Para isso, precisamos de mais estrutura, mais técnicos... O IAT quer que os municípios se responsabilizem, mas não adianta simplesmente darem a descentralização se o município está desestruturado, sem técnicos para realizar as análises. Isso acaba resvalando em empreendimentos cada vez mais desestruturados, com impactos ambientais muito significativos, que comprometem o meio ambiente”, pondera ela.

Apesar de não licenciar no momento, a secretaria ainda realiza a fiscalização. Thayoná então destaca que a importância de fiscalizar é fundamental, mas também aponta os desafios de conseguir atender toda a cidade, mesmo se tratando de um município pequeno: “Como um município de aproximadamente 25 mil habitantes, já é difícil uma fiscalização ambiental, pois temos somente dois profissionais fiscais do meio ambiente. É preciso contratar mais, abrir o concurso e chamar comissionados para atender essas necessidades”.

O impacto do novo decreto estadual na realidade de Quatro Barras é que toda a área urbana do município está inserida em uma unidade de conservação, que é a APA. “A APA não permite mais, no novo decreto, a dispensa de licença. E qual é o problema que temos? Muitos empreendimentos tinham a dispensa, e agora não podem mais ter dispensa. Então precisamos notificar esses empreendimentos e estamos fazendo isso para que eles se regularizem. Temos que estar sempre atentos, como técnicos e profissionais da área. Por isso precisamos de encontros assim, para discutir, porque há muitas questões.”

Discutir para avançar

Tatiana Pinheiro encerrou a moderação discutindo o Projeto de Lei 2159/2021, definido por ela como uma "pauta-bomba" e que, após 21 anos, ainda tramita no Congresso Nacional. Ela enfatizou a coragem necessária para abordar e aprovar um tema de tamanha relevância nacional de forma responsável: “Embora o Brasil já possua mecanismos de licenciamento mais simplificados, como as Licenças por Adesão e Compromisso (LACs), estes são aplicáveis e devem ser mantidos exclusivamente para empreendimentos de baixo impacto ambiental. Nesse contexto, a análise dos vetos presidenciais ao PL 2159/2021 revela um aspecto fundamental e positivo: eles foram cruciais para assegurar que a autodeclaração ambiental não fosse generalizada para projetos de médio e alto impacto. Com isso, manteve-se a exigência de análises técnicas aprofundadas, preservando a proteção ambiental e mitigando riscos significativos. Os vetos, portanto, atuaram como uma salvaguarda essencial para a integridade da legislação ambiental brasileira”.

A Engenheira também reforçou a urgência de fortalecer os quadros técnicos nos órgãos ambientais, destacando a contribuição inestimável de profissionais engenheiros ambientais e sanitaristas, que oferecem a perspectiva prática do dia a dia.

Tatiana também defendeu que consultas sobre projetos de lei complexos como este deveriam ser mais transparentes e inclusivas, incentivando a responsabilidade técnica de engenheiros, arquitetos, advogados e outros especialistas. "Nós estamos lá na ponta, nós sabemos do dia a dia, dos empreendimentos, da situação do Brasil", ressalta, sublinhando que o conhecimento prático desses profissionais é indispensável para edificar uma legislação ambiental robusta e condizente com a realidade do país. “Do meu ponto de vista, o aspecto mais crucial dessa discussão, especialmente em relação aos vetos, é a preservação de um modelo de licenciamento ambiental que diferencia o risco e o impacto dos empreendimentos. Ao garantir que as modalidades simplificadas sejam restritas a projetos de baixo potencial poluidor, e que empreendimentos de maior impacto continuem a passar por rigorosa análise técnica, os vetos reforçam a importância da ciência e da expertise profissional no processo de desenvolvimento. Isso assegura que o crescimento econômico e a infraestrutura sejam construídos sobre bases sustentáveis, protegendo os recursos naturais e a qualidade de vida da população”. ■

Redação
Básica Comunicações

Luiz Guilherme Grein Vieira
Engenheiro Ambiental, Mestre e Presidente da APEAM

Renato Roland
Engenheiro Ambiental, Especialista e Presidente da AEAESP

Clésio Leonel Hossa
Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Coordenador do IMA-SC

Tatiana Pinheiro
Engenheira Ambiental, Mestra e Presidente da FNEAS

Joice Kuritza
Engenheira Ambiental, Doutora e Professora da UFPR

Thiago Edwiges
Engenheiro Ambiental, Doutor e Professor da UTFPR

EDIÇÃO HISTÓRICA DO ESBEA REÚNIU ESPECIALISTAS NO SUL DO BRASIL PARA DEBATER DESAFIOS AMBIENTAIS E SANITÁRIOS

Em três dias de debates e palestras, o evento se firmou como um dos principais espaços de valorização e fortalecimento da engenharia ambiental e sanitária no Brasil

Acervo APEAM

Acervo APEAM

Curitiba foi o palco, no final de junho, da 5ª edição do Encontro Sul Brasileiro de Engenharia Ambiental e Sanitária – ESBEA, realizada no auditório do Setor de Educação Profissional e Tecnológica da Universidade Federal do Paraná (SEPT/UFPR). O evento, considerado o principal da área no Sul do país, foi uma iniciativa da APEAM – Associação Paranaense dos Engenheiros Ambientais, em parceria com o CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, e reuniu profissionais, pesquisadores, estudantes e representantes de órgãos públicos em três dias de intensa programação técnica.

"O ESBEA já se tornou um marco em nossa agenda e é fruto de um trabalho colaborativo e da crença na força da união para o avanço da nossa profissão", afirma o Presidente da APEAM, Luiz Guilherme Vieira. "Nesta edição, o encontro foi um espaço fértil para a construção de novas ideias, o aprimoramento de conhecimentos e o fortalecimento das redes de contato entre os profissionais da Engenharia Ambiental e Sanitária", completa.

Parceiros na cerimônia de abertura

"Não tem associativismo, não tem profissional, não tem nada sem a ciência, sem a universidade. Sempre que a gente volta para a universidade, a gente se sente acolhido. É um momento de reencontro, de troca e de valorização do conhecimento", disse Tatiana Pinheiro, presidente da FNEAS – Federação Nacional das Associações de Engenharia Ambiental e Sanitária, em sua fala na cerimônia de abertura.

Renato Roland Corrêa da Silva, representante do CONFEA e também engenheiro ambiental, reforçou o compromisso do Conselho com a valorização da categoria: "Ser engenheiro ambiental no Brasil é uma luta. É uma formação que ainda está conquistando seu espaço nas universidades e no mercado. Abrir e manter esse espaço não é fácil. Parabéns a todos os envolvidos pela realização deste evento tão necessário", declarou.

"Nossa missão é apoiar os engenheiros a trilharem seus caminhos com mais estrutura e segurança", comentou Edson Luiz Dalla Vecchia, diretor-geral da Mútua Paraná, reforçando o apoio da instituição aos profissionais registrados.

"O curso de engenharia ambiental da UFPR é um dos mais antigos do Brasil, e é essencial que esteja presente em eventos como este", lembrou a professora Joice Kuritza, do Departamento de Engenharia Ambiental, representando a UFPR.

"A área ambiental sempre foi conflituosa e está, cada vez mais, no centro dos debates. O órgão ambiental precisa fazer a gestão desses conflitos de forma técnica e equilibrada. Que este evento nos traga novos aprendizados e reflexões importantes", resumiu Clésio Leonel, do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA/SC).

Conteúdo diversificado

Com uma programação diversificada, o 5º ESBEA contou com mesas-redondas, apresentação de trabalhos científicos e palestras técnicas, consolidando ainda mais sua posição como um polo estratégico de discussão e fortalecimento da engenharia ambiental e sanitária no Brasil. Entre os temas centrais desta edição, a abordagem do novo cenário do licenciamento ambiental, a revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Curitiba, além de pautas estratégicas, como mobilidade urbana sustentável e transição energética, com foco na preparação para a COP30.

Destaque para a palestra magna do engenheiro ambiental Thiago Edwiges, que abordou "O papel do Engenheiro Ambiental e Sanitarista no contexto da transição energética e da bioeconomia circular". "O engenheiro ambiental não é mais apenas o profissional do controle da poluição ou do saneamento. Hoje, assume o papel de articulador de soluções sustentáveis, capaz de integrar processos produtivos à lógica da economia circular e das energias renováveis", afirmou.

A cobertura completa do evento pode ser acompanhada em https://apeam.com.br/artigos. ■

apeam 18 anos

Associação Paranaense dos Engenheiros Ambientais

APEAM 2025 EM NÚMEROS

3.546 profissionais cadastrados no Crea-PR*

148 profissionais pagantes

344 ingressos disponibilizados gratuitamente

8 eventos acadêmicos

13 cursos e palestras realizadas

28 representações com voz e voto

*Dados do SIG-CREA-PR de junho de 2025.

(41) 99889-0100
apeampr@gmail.com
contato@apeam.com.br
apeam.com.br
@apeam_pr
apeam
@APEAMPR