

REVISTA PARANAENSE DE ENGENHARIA AMBIENTAL

..... ANO 5 | Nº 5 | NOVEMBRO 2024

ESTA PUBLICAÇÃO É UMA PARCERIA ENTRE:



EVENTOS EXTREMOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Pag. 26

.....

PONTE DE GUARATUBA

Pag. 22

.....

A INICIAÇÃO CIENTÍFICA COMO UMA OPORTUNIDADE DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

Pag. 30

.....

A ENGENHARIA AMBIENTAL PARA ALÉM DOS NÚMEROS

Pag. 38





**Novas
oportunidades
para profissionais
e empresas.
É só se conectar.**



- **Vagas**
- **Cursos**
- **Eventos**

Encontre as melhores oportunidades profissionais, participe de eventos com os grandes nomes da sua área e amplie conhecimentos. Seu futuro merece essa conexão.



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná

Conecte-se
às melhores
oportunidades



conecta.crea-pr.org.br

ÍNDICE

6

A ADAPTAÇÃO DO ENGENHEIRO AMBIENTAL AOS EXTREMOS CLIMÁTICOS

9

CAMINHABILIDADE E CIDADES SUSTENTÁVEIS

12

DRENAGEM: A CHAVE PARA PREVENIR TRAGÉDIAS E INUNDAÇÕES NO BRASIL

15

ECONOMIA CIRCULAR NA CONSTRUÇÃO CIVIL

18

NOVOS PADRÕES NACIONAIS DA QUALIDADE DO AR: RESOLUÇÃO CONAMA Nº 506/2024

22

PONTE DE GUARATUBA

26

EVENTOS EXTREMOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

30

A INICIAÇÃO CIENTÍFICA COMO UMA OPORTUNIDADE DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

34

INOVAÇÃO VERDE

36

FISCALIZAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS

38

A ENGENHARIA AMBIENTAL PARA ALÉM DOS NÚMEROS

40

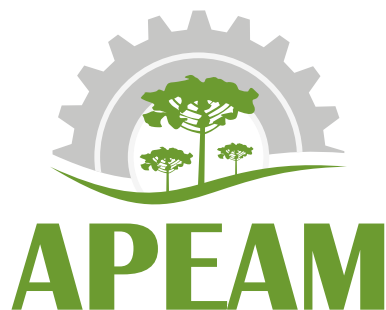
RESUMOS DE TCC'S DE DISCENTES DA GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

45

ABNT PR 2030

48

PREVISÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO



**Associação Paranaense
dos Engenheiros Ambientais**



Equipe de Trabalho da Revista

Ana Maria de Souza Brum Donikian Gouveia
Annelise Nairne Schamne
André Vinícius Roque Cavalcante
Fernando Henrique Ribeiro Antunes
Luiz Guilherme Vieira

Jornalista Responsável

Layse Barnabé de Moraes
MTB 0013284/PR

Diretor de Arte

Érico Belem

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

Diretoria Executiva da APEAM (Gestão 2023-2025)

Luiz Guilherme Grein Vieira - Presidente
Mariana Barbosa Druszc - Vice Presidente
André Vinícius Roque Cavalcante - 1º Secretário
Annelise Nairne Schamne - 2ª Secretária
Luiza Scarpim - 1ª Tesoureira
Rafhael Cesar Mazzini - 2º Tesoureiro

Estagiários

Ana Maria de Souza Brum Donikian Gouveia
Fernando Henrique Ribeiro Antunes

Produção

BLM Comunicação

Imagens

Adobe Stock, divulgação e arquivos dos autores

Impressão

Optagraf Editora e Gráfica Ltda

Tiragem

1000 unidades

Os artigos assinados são de inteira responsabilidade de seus subscritores.

PALAVRA DO PRESIDENTE



Clodomir Ascari
Engenheiro Agrônomo

Presidente Crea-PR

É com grande satisfação que o Crea-PR apoia a Associação Paranaense dos Engenheiros Ambientais (APEAM) e sua revista, que promove conhecimento e discussões importantes para o desenvolvimento sustentável e a atuação dos engenheiros ambientais no Paraná.

Estamos em um momento em que temas como mudanças climáticas, eventos extremos e poluição atmosférica são fundamentais para a preservação de nosso meio ambiente e a segurança da nossa sociedade. O Crea-PR valoriza e incentiva a pesquisa e desenvolvimento na engenharia ambiental, especialmente em projetos de iniciação científica, que geram soluções inovadoras e práticas.

Destacamos nessa edição o debate sobre o avanço em obras de contenção de cheias, na fiscalização dos aterros sanitários e na economia circular, inclusive na construção civil, reconhecendo a importância desses temas para o bem-estar ambiental e a sustentabilidade. Assuntos como as ciências atmosféricas, mobilidade e inovação por meio de startups demonstram a amplitude da engenharia ambiental, com uma atuação essencial para o futuro das cidades.

Nosso compromisso com a valorização das entidades de classe como a APEAM é um reflexo do papel que o Crea-PR assume, promovendo a excelência técnica e a responsabilidade ambiental. É com esse objetivo que seguimos apoiando a engenharia ambiental e fortalecendo a atuação dos profissionais que fazem a diferença em nossa sociedade.

Boa leitura!

Na 5ª edição da nossa Revista Paranaense de Engenharia Ambiental, reforçamos a importância da Engenharia Ambiental, especialmente no contexto das mudanças climáticas que desafiam, cada vez mais, a nossa capacidade técnica e adaptativa. Em um cenário de eventos climáticos extremos, a atuação preventiva e mitigatória dos engenheiros ambientais emerge como uma das principais linhas de defesa para a proteção dos ecossistemas, da biodiversidade e das comunidades.

Em 2024, seguimos fortalecendo nossa categoria, garantindo a plena atuação dos engenheiros ambientais em áreas de interesse público, e reforçando nosso posicionamento pela importância dos assuntos ambientais nas diversas esferas da sociedade. Ampliamos nossa presença em Conselhos Municipais, no Conselho Estadual de Meio Ambiente e em Comitês de Bacias Hidrográficas, colaborando para políticas e normativas ambientais mais modernas.

Continuamos a promover eventos e cursos para capacitar nossos associados, assegurando uma atuação técnica e responsável. Sabemos dos desafios climáticos futuros, mas, juntos, seguimos comprometidos em construir soluções sustentáveis para o Paraná e o Brasil.

Sabemos que o caminho a percorrer ainda é longo e que novos desafios climáticos e ambientais surgirão. Contudo, estamos convictos de que a atuação conjunta e a valorização da nossa profissão nos levarão a alcançar soluções cada vez mais eficazes e sustentáveis para o Paraná e para o Brasil. Agradeço a cada um dos colegas e parceiros que, com dedicação e profissionalismo, tornam a Engenharia Ambiental uma ferramenta essencial na construção de um futuro mais equilibrado e seguro para todos.

Tenha uma excelente leitura!



Luiz Guilherme Grein Vieira
Engenheiro Ambiental

Presidente APEAM
Gestão 2023-2025

A ADAPTAÇÃO DO ENGENHEIRO AMBIENTAL AOS EXTREMOS CLIMÁTICOS

Meteorologia e mudanças climáticas e sua relação com Engenharia Ambiental

Como pensar em sustentabilidade envolve todo o ecossistema, é inevitável que a Engenharia Ambiental tenha relação profunda com a Meteorologia. Tal relação é evidente quando se refere ao tempo de recorrência de enchentes e secas até o planejamento e mitigação de desastres. Além disso, em tempos atuais, a Meteorologia deixou de ser preocupação relacionada apenas a eventos diários e programação semanal. As recentes secas e devastadoras enchentes têm despertado no cidadão comum as preocupações de climatologistas desde o século XX. Quão frequentes serão os eventos extremos? Quão próximos nós estamos de atingir um ambiente não propício para a vida humana? Perguntas e mais perguntas que, sem aprofundamento técnico, podem gerar preocupação e, nos termos mais recentes, ecoansiedade. Como abordá-las profissionalmente? Neste artigo, gostaríamos de trazer esse debate.

Não é de hoje que chuvas extremas, assim como secas intensas, são devastadoras, porém tais eventos têm se tornado mais frequentes. Em 1983, modulações da atmosfera relacionadas a um dos fenômenos El Niño mais intensos e consequentes chuvas extremas levaram a enchentes severas no interior do Estado de Santa Catarina. Em 2004, tivemos a passagem do Catarina, o primeiro furacão na América do Sul. Em 2011, chuvas extremas no Rio de Janeiro levaram ao deslizamento de morros e perdas financeiras e humanas. Em 2014, o sudeste brasileiro sofreu uma de suas secas mais severas historicamente. Em 2020 e 2022, ocorreu a passagem de ciclones bombas pelo Sul do Brasil. Já em 2024, chuvas ainda mais extremas registradas no Rio Grande do Sul levaram

mais de 200 cidades gaúchas a estado de emergência. Ainda nesse ano, a seca no Cerrado, que teve início mais cedo e provavelmente será uma das mais graves e prolongadas, tem contribuído para o risco de incêndios de grandes proporções.

No Paraná, a preocupação é evidente, visto que o estado possui rico potencial hidrelétrico e agroindustrial que demanda algo que não tem sido garantido: água. A umidade registrada na climatologia, devido a características geográficas de nosso estado, pode sofrer redução. A função dos rios voadores de transporte de água por ventos nas camadas mais baixas da atmosfera é essencial para o equilíbrio e determinação da estação chuvosa do inverno ao verão paranaense. Seu enfraquecimento resulta em invernos secos e quentes.

Recentemente, redes de notícias reportaram o alerta de que o Brasil poderia vir a estar inabitável em 50 anos. Apesar de uma previsão tão precisa e pontual ser questionável, cientistas da NASA, em 2020, contribuíram com resultados científicos para tal indagação. Já em 1912, surgiram os primeiros anúncios em jornais sobre os riscos de gases de efeito estufa (vide imagem). Nos anos 1970, com os primeiros satélites, a evidência da degradação da camada de ozônio chamava atenção para a questão. Temos observado o aquecimento global e o risco da emissão exacerbada de aerossóis na atmosfera. O uso da terminologia “mudanças climáticas” tem sido mais adequado, já que se refere tanto a alterações na temperatura e emissões como aos eventos hidrometeorológicos que ocorrem em conjunto com a modulação natural do clima.

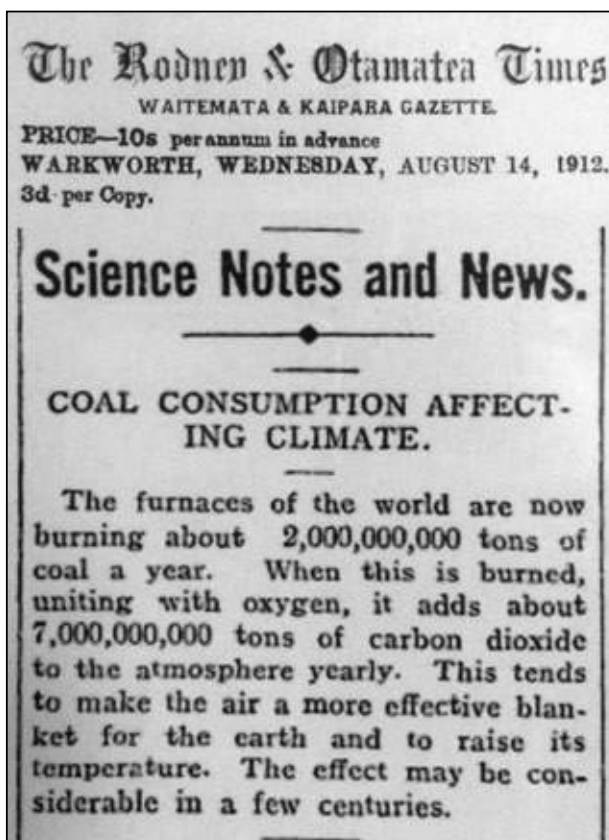


A evolução da tecnologia, crescimento populacional e desenvolvimento financeiro desde a revolução industrial tornaram a existência da civilização mais próspera e confortável para uma parte da população. Porém, foram acompanhados da progressão da temperatura com uma tendência nunca antes observada, possibilitando que toda climatologia global venha a ser afetada. Tais observações nos alertam sobre as grandes questões atuais da Meteorologia como pontos de não retorno.

Os pontos de não retorno se referem a situações nas quais características já em decaimento no sistema terrestre podem atingir esgotamento, seja de sua atividade ou de suas propriedades fenomenológicas. Segundo o cientista Dr. Carlos Nobre, referência internacional em assuntos relacionados ao aquecimento global, a desertificação da floresta Amazônica e Cerrado são as situações mais preocupantes para nosso continente. Na literatura, se juntam a esse outros *"tipping points"*: derretimento de geleiras na

Groenlândia e do chamado *permafrost* no Ártico, na Antártica e na Sibéria, modificação da circulação oceânica meridional do Atlântico e das chuvas de monção e a extinção de recifes de corais e florestas de latitudes médias. Além do alerta, o que cientistas estão providenciando é a observação de suas características naturais e simulações que avançam séculos para buscar as respostas que todos ansiamos: o que acontecerá depois que chegarmos ao ponto sem retorno de esgotamento de recursos?

Temos então uma grande demanda dentro da Meteorologia, que também tem repercussão na Engenharia Ambiental. Evidentemente, a deterioração da qualidade do ar e das águas, além da poluição urbana, também faz crescer a demanda por profissionais sérios da Engenharia Ambiental. Nessa parte, o engenheiro ambiental tem grande e importante atuação. Muitas empresas têm contribuído para a manutenção da sustentabilidade em regiões populosas do estado e do país.



Artigo com data de 14 de agosto de 1912 no jornal americano "The Rodney and Otamatea Times" anunciando na seção de Notas e Notícias Científicas os "Efeitos do consumo de carvão mineral sobre o clima". O artigo alerta principalmente sobre a quantidade de gás carbônico gerado pela queima do material e o efeito de aumento de temperaturas que seria consideravelmente preocupante em poucos séculos.



Adobe Stock

A ação tempestiva do poder público também é necessária. Por exemplo, a constatação do risco de deslizamentos de terra recorrentes em áreas nas quais populações menos favorecidas do Rio de Janeiro estavam alocadas estimulou a criação, em 2011, do órgão estadual Instituto Estadual do Ambiente (INEA-RJ). Assim, a resposta ao desastre natural de 2011 foi uma ação conjunta do estado com a população, por meio do órgão que atua na prevenção, mitigação e remediação de desastres. Atualmente, o estado conta com mapeamento geológico avançado para prevenção de desastres, sistema de alertas e monitoramento contínuo feito por um grupo de meteorologistas.

Na Meteorologia, previsões de tempo, com antecedência de até duas semanas, têm apresentado boa precisão. Além disso, embora previsões climáticas com antecedência de um a vários meses tenham precisão menor, ainda são úteis. Quanto às chamadas projeções climáticas para períodos de várias décadas adiante, sua utilidade é grande para estabelecer características gerais das mudanças climáticas. Havendo escolha criteriosa dos modelos adotados, pode-se obter informações acionáveis, que podem ser adotadas para estudos da engenharia em planejamento de longo prazo. Nessas projeções, cenários diversos são criados, com diferentes graus de emissão de poluentes, desertificação e outros processos para teste da resiliência climática. Muitas informações e dados já

.....

Recentemente, redes de notícias reportaram o alerta de que o Brasil poderia vir a estar inabitável em 50 anos. Apesar de uma previsão tão precisa e pontual ser questionável, cientistas da NASA, em 2020, contribuíram com resultados científicos para tal indagação.

.....

estão disponíveis em institutos ao redor do globo, por exemplo, no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A contribuição de profissionais da Engenharia Ambiental e Sanitária é fundamental em tempos como este, estendendo-se desde o planejamento de reservatórios, barragens e construção de grandes empreendimentos até aulas de educação ambiental e agroecologia, para expansão do conhecimento e desenvolvimento sustentável. Tais profissionais devem ser agentes de mudanças, seja pela sua bagagem de conhecimentos, seja pela sua ação cívica, política, empresarial ou social. ■



CAMINHABILIDADE E CIDADES SUSTENTÁVEIS

Pesquisa e extensão universitária na promoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

Cotidianamente, as cidades enfrentam desafios cada vez mais complexos para promover uma vida urbana de qualidade. Entre os principais desafios estão a desigualdade social, a demanda por moradia, os elevados níveis de poluição, o combate aos efeitos das mudanças climáticas, a sobrecarga dos sistemas de transporte público e o aumento indiscriminado de veículos nas ruas, que causa, além de congestionamentos, poluição sonora e do ar.

Abordar a resolução dos desafios enfrentados pelas grandes cidades exige uma combinação de estratégias integradas, inovação tecnológica, políticas públicas eficazes e a colaboração entre diferentes setores da sociedade. Um conceito que tem ganhado destaque como uma solução para as cidades é a

caminhabilidade, ou a capacidade de uma área urbana em proporcionar condições adequadas e seguras para a circulação de pedestres. A caminhabilidade não é apenas uma questão de mobilidade urbana, ela está intrinsecamente ligada à criação de cidades mais inclusivas, resilientes e sustentáveis.

Uma cidade caminhável promove a inclusão ao garantir que todos, independentemente de sua condição socioeconômica, idade ou capacidade física, possam se deslocar com segurança e conforto. Isso é especialmente importante em áreas urbanas densamente povoadas, onde a dependência de veículos motorizados pode exacerbar as desigualdades sociais, criando barreiras ao acesso a serviços essenciais e espaços públicos.

.....

Ao reduzir a dependência de veículos motorizados, as cidades caminháveis contribuem para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e da poluição do ar.

.....

Além disso, cidades com aptidão à mobilidade ativa contribuem significativamente para a promoção da saúde e do bem-estar. Estudos mostram que ambientes urbanos favoráveis à caminhada incentivam a prática de atividades físicas, combatendo o sedentarismo e reduzindo o risco de doenças crônicas, como obesidade, diabetes e doenças cardiovasculares. A caminhada também tem um impacto positivo na saúde mental, ajudando a reduzir o estresse, a ansiedade e a depressão, ao mesmo tempo em que melhora o bem-estar geral.

Outro aspecto crucial da importância da promoção da caminhabilidade é seu papel no combate às mudanças climáticas. Ao reduzir a dependência de veículos motorizados, as cidades caminháveis contribuem para a diminuição das emissões de gases de efeito estufa e da poluição do ar. A Organização Mundial da Saúde (OMS) alerta que a poluição do ar está associada a milhões de mortes prematuras a cada ano, com uma parcela significativa dessas emissões provenientes do transporte rodoviário. Portanto, promover a caminhabilidade é uma estratégia eficaz para mitigar os impactos ambientais negativos e contribuir para um futuro mais sustentável.

Considerando esse contexto, o projeto de extensão “Caminhos de Curitiba: Promovendo a Caminhabilidade e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável” está sendo desenvolvido por docentes e acadêmicos do curso de Engenharia Ambiental da UFPR. Alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3 (Saúde e Bem-estar), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 12 (Consumo e Produção Responsá-

veis) e 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), o projeto busca avaliar e melhorar os índices de Caminhabilidade em Curitiba, contribuindo com a redução da poluição ambiental, além de incentivar a mobilidade ativa e promover a melhoria na qualidade de vida urbana.

A determinação dos índices de Caminhabilidade é realizada por meio da ferramenta iCAM, desenvolvida pelo Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), que avalia a caminhabilidade com base em 15 indicadores, que incluem segurança, acessibilidade, conforto, atratividade, conectividade, entre outros. Além disso, o aplicativo HUSH CITY é utilizado para mapear e identificar regiões com menor poluição sonora. Os dados são processados com o auxílio de softwares de geoprocessamento, resultando na criação de mapas temáticos e relatórios que destacam as forças e fraquezas das áreas avaliadas.

Dentre os efeitos esperados estão a melhoria da caminhabilidade em Curitiba e, principalmente, o aumento da conscientização ambiental da população, já que os resultados do projeto serão divulgados em exposições em parques e praças da cidade, juntamente com campanhas em mídias digitais.

A implementação bem-sucedida do “Caminhos de Curitiba” tem potencial de se tornar um modelo replicável em outras cidades, mostrando como a combinação de pesquisa acadêmica, extensão universitária e engajamento comunitário pode resultar em soluções práticas e sustentáveis para os desafios urbanos contemporâneos. ■



mutua
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea

Resultado surge do investimento.

E para isso você pode
contar com a Mútua.

Mútua-PR, sua parceria
de todas as horas.

CONHEÇA MAIS
SOBRE A MÚTUA EM
mutua.com.br

✉ pr@mutua.com.br

☎ (41) 3253-5446

📷 [mutuaparana](#)

CONFEA
Conselho Federal de Engenharia
e Agronomia



CREA
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia



mutua
Caixa de Assistência dos Profissionais do Crea

DRENAGEM: A CHAVE PARA PREVENIR TRAGÉDIAS E INUNDAÇÕES NO BRASIL

Planejamento urbano adequado, implantação de áreas verdes e políticas eficientes de uso do solo podem contribuir para a contenção do problema

Um problema crônico, que atinge diversas regiões brasileiras na atualidade, decorre principalmente da falta de planejamento e execução de projetos de drenagem.

A drenagem, que nada mais é do que o processo de escoamento e destinação da água fluvial para rios e mares, quando mal administrada, pode vir a causar danos imensuráveis, como a tragédia que atingiu o Rio Grande do Sul em 2024.

Essa e outras inundações frequentemente vistas em noticiários, que ocorrem em diferentes locais do território brasileiro, são resultantes, dentre outros motivos, de projetos, infraestruturas e fiscalizações ineficientes que, somados com a falta de informação e educação populacional, acarretam em incidentes como esse do ano de 2024.

Além disso, outro fator preponderante que contribui para tais acontecimentos também deve-se às corriqueiras ocupações desordenadas. Da ocupação de locais de maneira indiscriminada, decorrem problemas como gestão ineficiente ou até mesmo ausente de resíduos, permeabilidade do solo desrespeitada, ocupação em áreas de APP, bem como a falta de escoamento livre.

Não apenas as consequências ambientais devem ser apontadas, mas também os prejuízos sociais e econômicos. Junto de eventos de inundações e enchentes, acontecem, além dos impactos ambientais e sociais, perdas de moradia e comércio, e com isso grande abalo no setor de empregos, saúde pública, dentre outros.

É de fundamental necessidade que haja inves-

timentos públicos tanto em sistemas existentes quanto em novos sistemas. Planejamento urbano adequado, implantação de áreas verdes e políticas eficientes de uso do solo que levem em conta as questões hidrológicas podem contribuir para uma melhora e até mesmo para a solução do problema em diversas áreas.

Um bom exemplo de projeto de drenagem que podemos citar é o que foi executado na cidade de Francisco Beltrão, no Sudoeste do Paraná. O município sofria há décadas com problemas de inundações por conta da ausência de planejamento urbano adequado, unido à ocupação desordenada de determinadas regiões.

Por meio de um trabalho multidisciplinar, e após inúmeros estudos e o devido mapeamento das áreas afetadas, foi possível desenhar uma solução que tem se mostrado eficaz até o momento.

Em 2019, iniciaram-se as obras da chamada “Contenção de Cheias”. O projeto teve como objetivo destinar parte da vazão do Rio Marrecas diretamente à jusante do município, evitando assim prejuízos decorrentes de inundações e alagamentos no perímetro urbano mais afetado.

A obra foi dividida basicamente em duas etapas: limpeza e rebaixamento do Rio Urutago em uma profundidade de 8 metros. A segunda fase, de rebaixamento, contou com três etapas: escavação do leito, execução de contenção lateral das margens para conter possível erosão e escavação do canal de aproximação que faz a ligação entre o trecho do córrego escavado e o emboque do Túnel de desvio.

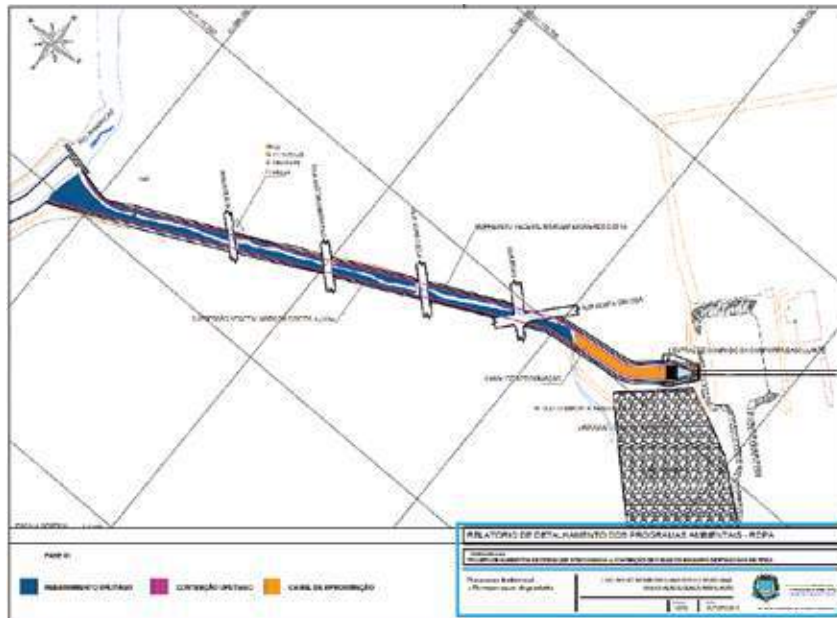


Figura 1 - Imagem retirada do RDPA. Prefeitura de Francisco Beltrão.



Figura 2 - Córrego Urutago. Imagem Schneider Engenharia.



Figura 3 - Comporta instalada no emboque. Imagem: Schneider Engenharia.



Figura 4 - Equipamentos de perfuração do túnel. Imagem: Schneider Engenharia.

A intervenção no Rio Urutago ocorreu em uma extensão de 745 metros, apresentando expressiva função no sistema de drenagem do Rio Marrecas, com a condução das águas para o canal de aproximação, que, por sua vez, conduz para o emboque do túnel. A execução do aprofundamento do Córrego causou a inversão de seu fluxo d'água no local de intervenção.

Após a realização da intervenção, o canal do Rio Urutago apresenta hoje uma seção transversal de 12 metros com profundidade de 8 metros.

Próximo ao local de emboque, foi instalada uma comporta basculante, que possui a função de regularizar o nível das águas advindas do Rio Marrecas e controlar a divisão da vazão entre este e o túnel adutor, conforme imagem.

Outra etapa da obra foi a escavação do túnel de desvio, que foi executada concomitantemente pelas duas frentes, sendo, montante e jusante.

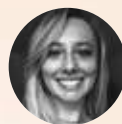
Equipamentos como Jumbo e perfuratriz foram utilizados, bem como a realização de detonações assistidas realizadas com supervisão técnica para execução de forma segura e com controle de abalo sísmico, a fim de evitar o comprometimento de edificações existentes nos entornos da obra.

O processo de licenciamento para a execução da obra ocorreu nas três fases e, como condicionante, foram solicitados programas de acompanhamento, o que deu origem ao RDPA – Relatório de Detalhamento de Programas Ambientais.

Visando integrar todos os programas apresentados no momento do licenciamento ambiental referentes à obra, estes foram divididos conforme o meio de interação (físico, biótico e socioeconômico) em relação aos impactos ambientais evidenciados no Relatório Ambiental Simplificado.

Com quase 30 programas de acompanhamento, os relatórios foram sendo entregues aos órgãos competentes conforme cronograma do programa correspondente. Não houve acidentes significativos durante a execução da obra.

O desenvolvimento e sucesso na execução da obra realizada no município de Francisco Beltrão deve servir de exemplo para que outras regiões busquem identificar áreas potencialmente inundáveis, ou até mesmo aquelas que já enfrentam problemas com eventos extremos, a fim de evitar tragédias como a que ocorreu no Rio Grande do Sul. ■



ECONOMIA CIRCULAR NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O futuro sustentável e o papel estratégico dos Engenheiros Ambientais

A economia circular surge como uma abordagem essencial para reduzir o impacto ambiental da construção civil, um dos setores mais representativos da economia. Diferente do modelo econômico tradicional linear, que segue o fluxo “extrair-produzir-descartar”, a economia circular possui uma nova abordagem e busca manter em uso produtos, materiais e recursos pelo maior tempo possível, promovendo a regeneração dos sistemas naturais e minimizando o desperdício.

A economia circular se baseia em três princípios:

- **Eliminar** o lixo e a poluição;
- **Circular** produtos e materiais;
- **Regenerar** a natureza.

No contexto global atual, em que a escassez de recursos e as mudanças climáticas são desafios iminentes, a economia circular torna-se ainda mais relevante, especialmente em setores de grande impacto, como a construção civil. Estima-se que a construção civil seja uma das indústrias mais impactantes em termos ambientais, sendo responsável por cerca de 40% das emissões globais de carbono, além de consumir grandes volumes de recursos naturais, como água e energia, gerando enormes quantidades de resíduos. Dados indicam que o setor é responsável por aproximadamente 50% de todos os resíduos sólidos urbanos gerados globalmente, destacando a necessidade urgente por práticas mais sustentáveis.

Na construção civil, a economia circular pode ser aplicada de várias maneiras. Pensando no princípio da circularidade de produtos e materiais, por exemplo, o uso de materiais reciclados é uma das estra-

tégias principais, em que resíduos de construção, como concreto e metais, são reutilizados em novos projetos. Além disso, projetos modulares, que permitem a desmontagem e reutilização de componentes, e técnicas de demolição seletiva, que separam os materiais para reciclagem, são exemplos práticos da economia circular em ação. Tecnologias emergentes, como a impressão 3D com materiais reciclados e biocompatíveis, também estão começando a ganhar espaço, oferecendo soluções inovadoras para a sustentabilidade no setor.

Para acompanhar essa transição para um futuro mais sustentável, o conhecimento e experiência do profissional de Engenharia Ambiental é de grande valia, pois em muitas etapas da economia circular se faz necessário um olhar mais apurado dos processos envolvidos, principalmente no gerenciamento dos resíduos.

Entre atividades relacionadas à economia circular na construção civil, em que o profissional de Engenharia Ambiental pode auxiliar estão:

Projetos sustentáveis

Os engenheiros ambientais desempenham um papel crucial na integração de práticas de economia circular desde a fase de planejamento dos projetos. Trabalhando em conjunto com arquitetos e engenheiros civis, eles garantem que os princípios de sustentabilidade sejam incorporados em todas as etapas, desde a seleção de materiais até o design de sistemas de construção que minimizem o impacto ambiental. Essa colaboração interdisciplinar é essencial para o sucesso de projetos verdadeiramente sustentáveis.

No geral, práticas de economia circular podem ser agregadas em todas as etapas do ciclo de vida da construção, conforme detalhado na figura:



Gestão de resíduos e materiais

Um dos principais desafios na construção civil é o gerenciamento eficiente de resíduos. Os engenheiros ambientais são responsáveis por desenvolver e implementar planos de gerenciamento de resíduos sólidos (PGRS), que incluem a redução, segregação, e destinação correta dos resíduos gerados. Além disso, promovem o uso de materiais sustentáveis, como aqueles provenientes de fontes recicladas ou com menor impacto ambiental, contribuindo para a economia circular.

Monitoramento e conformidade ambiental

A conformidade com normas e regulamentos ambientais é fundamental para a sustentabilidade dos projetos de construção. Os engenheiros ambientais são responsáveis por garantir que todos os aspectos dos projetos estejam em conformidade com as legislações vigentes, além de monitorar continuamente os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida do projeto. Essa abordagem proativa não só assegura a conformidade, mas também promove a melhoria contínua dos processos e práticas utilizadas.

Educação e Capacitação

Dada a constante evolução das tecnologias e práticas sustentáveis, a educação e capacitação contínua dos

engenheiros ambientais são essenciais. Programas de formação continuada e certificações especializadas ajudam esses profissionais a se manterem atualizados sobre as melhores práticas e novas tecnologias, garantindo que estejam sempre preparados para liderar projetos de construção que seguem os princípios da economia circular.

A adoção da economia circular na construção civil traz uma série de benefícios econômicos e ambientais. Do ponto de vista econômico, a reutilização de materiais pode reduzir significativamente os custos de construção, além de abrir novas oportunidades de mercado em áreas como reciclagem e fabricação de materiais sustentáveis. Ambientalmente, a economia circular contribui para a redução de resíduos, conservação de recursos naturais e diminuição das emissões de carbono, criando um impacto positivo de longo prazo.

Quanto à aplicabilidade, estudos de caso de diferentes regiões do mundo ilustram como a economia circular pode ser aplicada com sucesso na construção civil. Por exemplo, um projeto na Holanda utilizou técnicas de demolição seletiva para reutilizar 90% dos materiais de um edifício demolido na construção de novas estruturas. Outro exemplo, no Brasil, mostrou como o uso de concreto reciclado em obras de infraestrutura urbana pode reduzir significativamente o consumo de recursos naturais e os custos de produção.

1- Projeto de adaptabilidade e flexibilidade

- Projeto para padronização
- Projeto de resíduos
- Projeto em modularidade
- Especificar materiais recuperados
- Especificar materiais reciclados

2- Princípios do design ecológico

- Otimizar o uso do material
- Usar materiais menos impactantes
- Aumentar a vida útil
- Projeto para desmontagem
- Projeto para padronização
- Usar materiais secundários
- Logística reversa

3- Minimizar resíduos

- Usar materiais reutilizados
- Usar materiais reciclados
- Construção fora do local

4- Minimizar resíduos

- Manutenção mínima
- Fácil reparo e melhoria
- Adaptabilidade
- Flexibilidade

5- Desconstrução

- Demolição seletiva
- Reutilização de produtos e componentes
- Reciclagem

Os estudos de caso analisados mostram resultados positivos tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental. Em projetos nos quais a economia circular foi aplicada, houve uma redução significativa na geração de resíduos e nos custos de construção, além de melhorias na eficiência do uso de recursos. Essas iniciativas também contribuíram para a diminuição das emissões de carbono, alinhando-se com as metas globais de sustentabilidade.

Apesar dos benefícios claros, a implementação da economia circular na construção civil enfrenta vários desafios. Barreiras regulatórias, como a falta de incentivos para o uso de materiais reciclados, e custos iniciais elevados podem dificultar a adoção dessas práticas. Além disso, a resistência à mudança dentro da indústria, que tradicionalmente segue métodos e materiais convencionais, é um obstáculo a ser superado.

No entanto, avanços orientativos e regulatórios na temática da economia circular vem sendo observados como um todo no Brasil, como o lançamento da norma regulamentadora ABNT 17.100-1 de Gerenciamento de Resíduos, em 2023, que abrange conceitos de economia circular e também de gestão de resíduos da construção civil. Além disso, o recente lançamento da Estratégia Nacional de Economia Circular, instituído pelo Decreto 12.082/2024, e também a tramitação do projeto de lei 1874/2022 para Política Nacional da Economia Circular têm a finali-

dade de colaborar para promoção da transição do modelo de produção linear para uma economia circular no Brasil, de modo a incentivar o uso eficiente dos recursos naturais e das práticas sustentáveis ao longo da cadeia produtiva.

Nesse cenário, as oportunidades de atuação para os engenheiros ambientais são vastas. À medida que as políticas públicas e as tendências de mercado se alinham cada vez mais com os princípios da economia circular, os engenheiros ambientais têm a chance de liderar essa transformação. O desenvolvimento de novas tecnologias e métodos de construção sustentáveis também oferecem oportunidades para inovação e crescimento no setor.

A economia circular oferece uma abordagem promissora para reduzir o impacto ambiental da construção civil, trazendo benefícios econômicos e ambientais significativos. Os engenheiros ambientais têm um papel essencial nesse processo, desde o planejamento de projetos sustentáveis até o gerenciamento de resíduos e conformidade ambiental.

Por fim, para que a economia circular avance no setor da construção civil, é necessário que os profissionais da área, especialmente os engenheiros ambientais, se tornem agentes ativos dessa transformação, visto que a adoção de práticas de economia circular na construção civil não só é possível, como é crucial para garantir um futuro mais sustentável para as próximas gerações. ■

NOVOS PADRÕES NACIONAIS DA QUALIDADE DO AR: RESOLUÇÃO CONAMA Nº 506/2024

Saiba quais são as principais mudanças trazidas por essa importante Resolução e o que isso impacta no exercício da nossa profissão

Após longo debate, em 5 de julho de 2024, foi publicada a Resolução CONAMA nº 506/2024, que estabelece novos padrões nacionais de qualidade do ar, complementando a recém-publicada Lei nº 14.850/2024, que instituiu a Política Nacional da Qualidade do Ar.

Mas o que é padrão de qualidade do ar? Segundo a própria Resolução, é um dos instrumentos de gestão da qualidade do ar, determinado como valor de concentração de um poluente específico na atmosfera, associado a um intervalo de tempo de exposição, que deve ser atendido para que o meio ambiente e a saúde da população sejam preservados dos riscos de danos causados pela poluição atmosférica.

Segundo a Organização Mundial da Saúde - OMS, a poluição do ar é um risco para a mortalidade em geral e para doenças específicas, principalmente cardíacas e respiratórias. Os efeitos à saúde podem ocorrer tanto devido à exposição aguda (curto prazo), como à exposição crônica (longo prazo). Os níveis e duração da exposição que podem ser considerados seguros variam para cada poluente (OMS, 2024). É por esse motivo que os padrões de qualidade do ar em geral abordam esses dois tipos de exposição.

A Resolução CONAMA nº 491/2018, que estabelecia os padrões de qualidade do ar nacionais, ainda se baseava nos valores-guia (guidelines) de poluentes publicados pela OMS em 2005. Devido ao avanço dos

estudos epidemiológicos a respeito da poluição do ar, em 2021, a OMS publicou novos valores-guia, mais restritivos. Portanto, desde então houve intensa reivindicação para atualização dos padrões nacionais, o que finalmente foi atendido com a publicação dessa nova Resolução.

Os padrões serão adotados em cinco etapas: quatro padrões intermediários (PI), iguais aos já vigentes pela anterior Resolução CONAMA nº 491/2018, além da inclusão do novo Padrão Final (PF), alinhado aos valores-guia da OMS de 2021, conforme tabela 3.

Outra novidade são os prazos para o avanço das etapas e dos padrões intermediários, que era a principal exigência do Supremo Tribunal Federal (STF). O órgão havia determinado a edição de nova resolução Conama até setembro deste ano (MMA, 2024).

Até o final deste ano (31/12/2024), ainda permanecem válidos os padrões PI-1, mas, a partir do próximo ano, entrarão em vigor os padrões intermediários PI-2, mais restritivos, seguindo o cronograma:

- PI-2: De 01/01/2025 até 31/12/2032;
- PI-3: De 01/01/2033 até 31/12/2043;
- PI-4: De 01/01/2044 (podendo ser antecipado ou prorrogado);
- PF: Data a ser definida.



Tabela 3: Padrões de qualidade do ar da Resolução CONAMA nº 506/2024

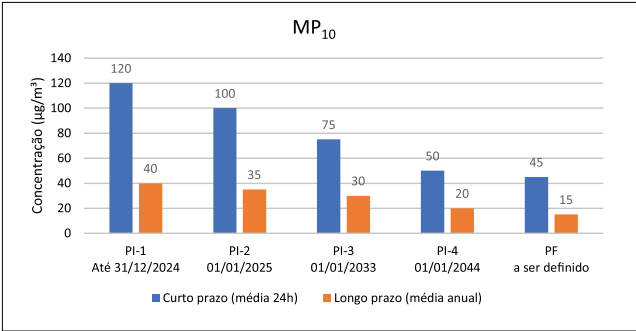
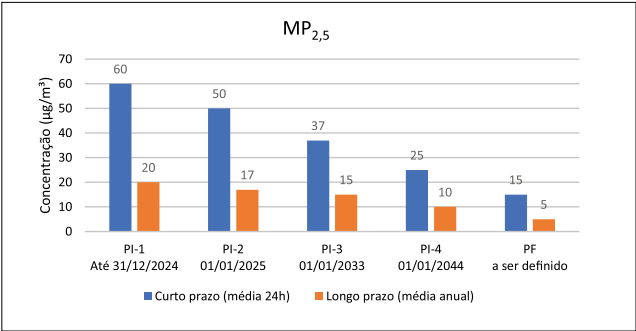
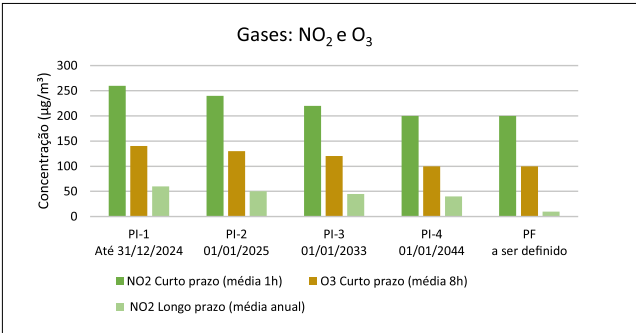
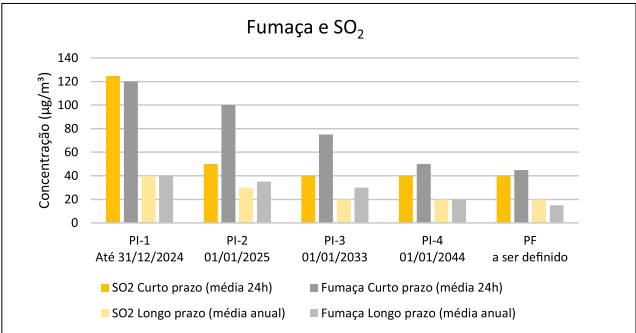
Prazos para entrar em vigor

Poluentes	Período de Referência	PI-1 Até 31/12/2024 (µg/m³)	PI-2 01/01/2025 (µg/m³)	PI-3 01/01/2033 (µg/m³)	PI-4 01/01/2044 (µg/m³)	PF a ser definido (µg/m³)
Material Particulado MP ₁₀	Curto prazo (média 24h)	120	100	75	50	45
	Longo prazo (média anual)	40	35	30	20	15
Material Particulado MP _{2,5}	Curto prazo (média 24h)	60	50	37	25	15
	Longo prazo (média anual)	20	17	15	10	5
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	SO ₂ Curto prazo (média 24h)	125	50	40	40	40
	SO ₂ Longo prazo (média anual)	40	30	20	20	20
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	NO ₂ Curto prazo (média 1h)	260	240	220	200	200
	NO ₂ Longo prazo (média anual)	60	50	45	40	10
Ozônio (O ₃)	O ₃ Curto prazo (média 8h)	140	130	120	100	100
Fumaça	Fumaça Curto prazo (média 24h)	120	100	75	50	45
	Fumaça Longo prazo (média anual)	40	35	30	20	15
Monóxido de Carbono (CO)	Curto prazo (média 8h)	-	-	-	-	9 ppm
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Curto prazo (média 24h)	-	-	-	-	240
	Longo prazo (média anual)	-	-	-	-	80
Chumbo ⁽⁵⁾ (Pb)	Longo prazo (média anual)	-	-	-	0,5	
REDUÇÃO (%)			-0,6			

CONAMA 491/2018

Notas: (1) Média aritmética anual; (2) Média horária; (3) Máxima média móvel obtida no dia; (4) Média geométrica anual; (5) Medido nas partículas totais em suspensão. Fonte: Adaptado de CONAMA (2024).

Veja a seguir como fica a evolução temporal dos padrões de qualidade do ar. No caso dos poluentes CO, PTS e chumbo, já estão vigentes os padrões finais, iguais aos da Resolução anterior.



.....

É muito positivo ver que o Brasil está avançando na gestão da qualidade do ar, tornando os padrões mais restritivos e incentivando a busca por tecnologias mais limpas, o que culmina na melhor qualidade de vida da população.

.....

Observa-se que a redução esperada já para o início do ano que vem é relevante. Merece destaque o poluente SO_2 , que deve ser reduzido em 60%, de 125 para 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ no PI-2 (média de 24h). A partir do PI-3, o padrão desse poluente fica constante em 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (curto prazo – 24h) e 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (longo prazo – média anual). Para todos os demais poluentes, está prevista uma redução progressiva a cada novo passo.

O Índice de Qualidade do Ar – IQAr, o valor utilizado para informação à população, que relaciona as concentrações dos poluentes monitorados aos possíveis efeitos adversos à saúde, também foi atualizado, utilizando para a categoria BOA os valores-guia da OMS de 2021 (iguais ao PF). A forma de cálculo do IQAR para as demais categorias (Moderada, Ruim, Muito Ruim e Péssima) será atualizada até 31/12/2024.

A nova Resolução também abordou os Relatórios de Avaliação e Planos de Gestão da Qualidade do Ar, assim como o Guia Técnico para Monitoramento e Avaliação da Qualidade do Ar, que será atualizado em até 18 meses.

Cabe destacar ainda que, segundo o parágrafo 5º do artigo 3º, para os poluentes não abordados, há a possibilidade de se usar valores de referência de legislações nacionais ou internacionais, mediante justificativa técnica, assegurando a proteção da saúde da população. Os limites mais restritivos a nível nacional refletem a tendência internacional de países como EUA e os integrantes da União Europeia.

Até mesmo no Brasil, diversos estados já haviam aprovado padrões mais restritivos do que os nacionais, como São Paulo, pioneiro ao publicar o Decreto Estadual nº 59.113 em 23 de abril 2013, e o Espírito Santo, que aprovou o Decreto Nº 3463-R/2013 em 16 de dezembro de 2013. Mais recentemente, outros estados atualizaram sua legislação estipulando padrões de qualidade do ar mais rigorosos, como Minas Gerais (Deliberação Normativa COPAM nº 248/2023) e Rio de Janeiro (Decreto nº 48.668/2023). Já no Paraná, os padrões vigentes são os da Resolução SEMA nº 016/2014, a qual está em processo de revisão há anos, e espera-se que incorpore os mesmos padrões vigentes a nível nacional.

Mas qual o impacto dessa nova Resolução na nossa atuação profissional como engenheiros ambientais? O

avanço da regulação da qualidade do ar está promovendo maior interesse dos diferentes atores envolvidos, com aumento da busca das empresas responsáveis por fontes poluidoras por apoio técnico para estudos especializados, abrangendo monitoramento da qualidade do ar, dimensionamento de redes de monitoramento ar, modelagem de dispersão atmosférica, projetos de controle de emissões atmosféricas dos diferentes tipos de fontes (pontuais e fugitivas) e diversos outros estudos nesse tema.

A fim de atender a esses padrões mais restritivos, certamente haverá aumento da fiscalização dos órgãos ambientais sobre a questão da qualidade do ar, seja na maior exigência de monitoramento da qualidade do ar e das fontes de emissão atmosférica, ou na imposição de condicionantes de licenciamento mais restritivas no que tange à poluição atmosférica, já que o artigo 4º, parágrafo 7º, determina que “caberá ao órgão ambiental competente o estabelecimento de critérios aplicáveis ao licenciamento ambiental, observando o atendimento do padrão de qualidade do ar em vigor”. Essa fiscalização também exigirá profissionais qualificados, dentre os quais os engenheiros ambientais se destacam.

Outra consequência esperada é, em breve, a atualização da legislação referente às fontes de emissão atmosférica, tanto industriais como móveis, como a revisão da Resolução Conama nº 05/1989, que dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar – Pronar, que deve ocorrer em até 180 dias.

Outro resultado que se espera da implantação de padrões mais restritivos é o aumento da demanda por divulgação de dados do monitoramento da qualidade do ar, tanto por meio de boletins da qualidade do ar diários ou horários, como pelos Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar. Isso implica na necessidade de uso de métodos de medição da qualidade do ar de referência ou equivalentes, visando à produção de dados confiáveis e comparáveis entre si.

É muito positivo ver que o Brasil está avançando na gestão da qualidade do ar, tornando os padrões mais restritivos e incentivando a busca por tecnologias mais limpas, o que culmina na melhor qualidade de vida da população. ■



QUALIDADE DO AR

No dia 5 de julho de 2024 foi publicada a Resolução CONAMA nº 506/2024, que estabelece novos padrões nacionais de qualidade do ar, complementando a recém-publicada Lei nº 14.850/2024, que instituiu a Política Nacional da Qualidade do Ar. Eles serão adotados em 5 etapas: 4 padrões intermediários (PI), iguais aos já vigentes pela Resolução CONAMA 491/2018, além da inclusão do novo Padrão Final (PF), que está alinhado aos valores-guia da OMS de 2021.

A EnvEx Engenharia está à sua disposição para ajudar com o monitoramento da qualidade do ar, para verificar se seu empreendimento está atendendo aos padrões estabelecidos, bem como realizar estudos de dispersão atmosférica, dimensionamento de redes de monitoramento da qualidade do ar e diversos outros estudos neste tema.

Possuímos o certificado de acreditação na norma ISO17025, emitido pela Coordenação Geral de Acreditação do INMETRO (CGCRE), sob o número CRL1866.

Os serviços acreditados contemplam amostragem e ensaio de qualidade do ar (parâmetros PTS – Partículas Totais em Suspensão, MP10- Material Particulado menor que 10 μm , e MP2,5 - Material Particulado menor que 2,5 μm), além dos ensaios de ruído e vibração ambiental. O escopo também pode ser consultado no site do INMETRO.

Entre em contato!



NOSSAS ÁREAS DE ATUAÇÃO:



Licenciamento Ambiental



Monitoramento Ambiental



Modelagem Matemática



Engenharia de Planejamento



Engenharia de Infraestrutura



Geoprocessamento



@envexengenharia



www.envexengenharia.com.br



EnvEx Engenharia



envex@envexengenharia.com.br

PONTE DE GUARATUBA

Transformando o acesso e mitigando impactos ambientais em um espaço de desenvolvimento regional e turístico

A cidade de Guaratuba está situada no litoral paranaense, com grande movimentação de turistas em épocas de temporada, sendo o segundo destino mais visitado do litoral do estado (31,7%), segundo dados do Paraná Turismo (2022).

Atualmente, a conexão com o centro da cidade e principalmente suas praias é feita pelo sistema de travessia *ferry boat*, com mais de 50 anos de funcionamento. Implantado em 1960, foi definido na época como a solução para facilitar o transporte de moradores. Porém, com a crescente procura pelas belas praias da cidade, resultou em problemas operacionais significativos, como longas filas, tempos de espera elevados e restrições no transporte de cargas perigosas.

Esses fatores motivaram o projeto da Ponte de Guaratuba, uma infraestrutura considerada vital para o desenvolvimento regional, aliviando o trânsito e promovendo o crescimento econômico e turístico. Em função da necessidade de implantação do projeto, o Departamento de Estrada e Rodagem (DER) elaborou o Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Ambiental e Jurídica (EVTEA), com o objetivo de verificar a possibilidade de instruir o processo de forma legítima, validando a consolidação da implantação, manutenção e operação do empreendimento em todas as esferas, incluindo a ambiental.

Por meio da concepção do EVTEA, foi possível submeter ao órgão ambiental estadual, Instituto Água e Terra (IAT), para que fosse possível aprovar a localização e concepção do projeto, atestando a viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes

a serem atendidos para poder requerer a Licença Prévia.

Entre as condicionantes, destacam-se a elaboração do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), o qual tem como objetivo principal avaliar os potenciais impactos ambientais da implantação da Ponte de Guaratuba e seus acessos, propondo medidas para minimizá-los.

De forma prática, o EIA/RIMA trouxe diagnóstico ambiental das áreas de influência do projeto, com identificação, previsão e avaliação dos impactos ambientais. No estudo, foram apresentadas propostas de medidas mitigadoras, com objetivo de evitar, minimizar ou compensar impactos negativos. De forma breve, apresentou-se o plano de monitoramento, propondo procedimentos para acompanhar os efeitos do projeto durante e após a execução. Portanto, o EVTEA trouxe a aprovação locacional do projeto, ou seja, possibilitou o licenciamento, desde que atendesse às condicionantes. Após a submissão do EIA/RIMA, além das condicionantes, com requisitos legais e ambientais, a avaliação do impacto proporcionou a emissão da Licença Prévia.

A emissão da Licença Prévia gerou 55 condicionantes, com destaque para condicionante que solicita a apresentação do Plano Básico Ambiental (PBA). Esse documento contempla, de forma detalhada, todas as medidas de controle e os programas ambientais propostos na etapa de construção da Ponte de Guaratuba e seus acessos.

A seguir são apresentados os 26 programas ambientais e seus respectivos subprogramas elaborados para controlar os impactos do empreendimento:



Projeção da ponte pós finalização.

1. Programa de Apoio às Comunidades Tradicionais: Focado em mitigar os impactos nas comunidades tradicionais através de:

1.1. Subprograma de Comunicação para as Comunidades Tradicionais: Estabelece canais de comunicação efetivos.

1.2. Subprograma de Capacitação e Desenvolvimento Econômico: Oferece treinamentos e desenvolvimento econômico para as comunidades.

1.3. Subprograma de Monitoramento Socioeconômico e Compensação da Atividade Produtiva Impactada: Monitora impactos econômicos e oferece compensações.

1.4. Subprograma de Fomento ao Desenvolvimento Sustentável e Infraestrutura Comunitária: Apoia o desenvolvimento sustentável nas comunidades afetadas.

2. Programa de Diversificação das Atividades Econômicas Produtivas: Incentiva a diversificação das atividades econômicas para reduzir a dependência das comunidades locais de atividades impactadas pelo empreendimento.

3. Programa de Segurança Viária e Mitigação das Interferências no Sistema Viário: Foca na segurança do tráfego durante a construção e operação da ponte.

4. Programa de Monitoramento de Indicadores Sociais, Econômicos e Ambientais da População Afetada: Monitora o impacto social, econômico e ambiental do projeto nas comunidades.

5. Programa de Capacitação da Mão de Obra Local e Trabalhadores das Obras: Capacita a mão de obra local para maximizar o benefício econômico nas comunidades.

6. Programa de Acompanhamento e Fiscalização do Sistema de Ferry Boat: Garante o monitoramento e fiscalização do sistema de *ferry boat* durante as obras.

7. Programa de Monitoramento das Atividades Náuticas: Monitora as atividades náuticas para minimizar impactos ambientais.

8. Programa de Avaliação Integrada da Baía de Guaratuba e Monitoramento dos Impactos Cumulativos e Sinérgicos: Avalia impactos cumulativos de vários empreendimentos na baía.

9. Programa de Controle e Fiscalização de Tráfego: Gerencia e monitora o tráfego durante as fases de pré-obra, instalação e operação.

10. Programa de Monitoramento da Qualidade do Ar, Nível de Pressão Sonora e Vibrações: Monitora poluição do ar, ruídos e vibrações resultantes das atividades de construção.

11. Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e de Sedimentos: Avalia a qualidade da água e sedimentos no entorno do projeto.

12. Programa de Negociação, Desapropriação de Terras e

Benfeitorias e Reassentamento de População Desapropriada: Gerencia os processos de desapropriação e reassentamento de populações afetadas.

13. Programa de Monitoramento da Supressão da Cobertura Vegetal: Monitora e controla a remoção de vegetação na área do projeto.

14. Programa de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC): Define estratégias para gestão de resíduos gerados durante a construção.

15. Programa de Gestão do Patrimônio Cultural:

15.1. Subprograma de Gestão dos Bens Imateriais: Protege o patrimônio cultural imaterial.

15.2. Subprograma de Resgate do Patrimônio Arqueológico Pré-Histórico e Histórico/Cultural: Protege e resgata bens arqueológicos.

16. Programa de Acompanhamento Arqueológico e do Patrimônio Histórico e Cultural e de Educação Patrimonial: Monitora e educa sobre o patrimônio histórico e cultural durante o projeto.

17. Programa de Proteção e Conservação da Fauna:

17.1. Subprograma de Monitoramento da Biota Aquática e da Fauna Terrestre: Monitora a fauna aquática e terrestre.

17.2. Subprograma de Monitoramento de Mitigação de Atropelamentos da Fauna Silvestre: Monitora os pontos de atropelamentos de animais silvestres, como também propõe medidas de mitigação.

17.3. Subprograma de Acompanhamento, Afugentamento, Salvamento, Resgate e Destinação da Fauna Silvestre: Protege e realoca fauna silvestre.

18. Programa de Resgate e Transplante de Germoplasma Vegetal: Preserva espécies vegetais através de resgate e transplante do material genético da região.

19. Programa de Monitoramento de Flora:

19.1. Subprograma de Monitoramento da Flora: Monitora a flora na área de influência do projeto.

19.2. Subprograma de Controle e Monitoramento de Espécies Invasoras de Flora: Controla espécies invasoras que podem prejudicar o ecossistema local.

20. Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD): Propõe a recuperação de áreas degradadas pelas obras.

21. Programa de Conectividade de Habitats Fragmentados: Propõe medidas para manter a conectividade ecológica entre habitats separados pelo empreendimento.

22. Programa de Segurança e Saúde dos Trabalhadores: Define medidas para garantir a segurança e saúde dos trabalhadores durante o projeto.

23. Programa de Educação Ambiental e Comunicação Social:

23.1. Componente I – Programa de Educação Ambiental no Contexto das Medidas Mitigadoras e Compensatórias (PEA): Promove a educação ambiental entre os trabalhadores e comunidades afetadas.

23.2. Componente II – Programa de Comunicação Social (PCS): Garante a comunicação clara e eficaz entre o empreendimento e o seu entorno.

24. Programa Ambiental da Construção (PAC):

24.1. Subprograma Ambiental da Construção – PAC: Implementa medidas para minimizar impactos ambientais durante a construção.

24.2. Subprograma de Monitoramento e Controle de Processos Erosivos e Eficiência de Drenagem: Monitora e controla erosão e drenagem no local das obras.

25. Programa de Gerenciamento de Riscos e Plano de Ação de Emergência: Define procedimentos para gerenciar riscos e responder a emergências.

26. Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS): Gerencia resíduos gerados pelos serviços de saúde proveniente do ambulatório.

Os Programas ambientais já estão sendo implementados desde a emissão da Licença de Instalação, que foi emitida em abril/2024. Mensalmente é veiculado um boletim de andamento dos programas e da obra no site do próprio empreendimento.

Importante destacar que é uma obra que acontece em dois ambientes distintos, com impactos diferentes, ou seja, no ambiente terrestre são monitorados os impactos principalmente dos acessos para Obra de Arte Especial (OAE), já no ambiente aquático são monitorados, principalmente a construção da ponte, como a cravação das estacas, estruturas de apoio, lajes, entre outras peças e obras que fazem parte da composição da ponte.

Nos monitoramentos ambientais, já foi possível perceber o impacto que causa o sistema atual de travessia, pois prejudica a diversificação das espécies da fauna marinha por conta do ruído emitido pelas embarcações do *ferry boat*. Portanto, além de ser um projeto que visa proporcionar uma conexão mais rápida para os veranistas, turistas e munícipes, pode proporcionar um impacto positivo para a fauna marinha. Além disso, os apoios da ponte poderão servir para incrustações de espécies que ajudam na cadeia alimentar do ecossistema marinho.



Gerenciamento da obra em Guaratuba.

Outro ponto relevante sobre o ganho ambiental da Ponte de Guaratuba e seus acessos é a possível desativação do *ferry boat*, que além de reduzir o impacto supracitado, minimizaria o risco de contaminação por derramamento de óleo na baía e geração de resíduos perigosos e contaminados da operação.

Na operação, está previsto um sistema de contenção de derramamentos, o qual será instalado com objetivo de controlar, em caso de acidentes, o escoamento de produtos oleosos na baía de Guaratuba, trazendo mais um elemento da engenharia para minimizar impactos.

Sobre a mobilidade urbana, o projeto contempla passeio e ciclovias em todo trecho, proporcionando a interação entre o modal utilizado no litoral, como também a promoção de atividades de cicloturismo.

A execução da obra está em fase de andamento, com finalização prevista para o ano de 2026. Ela apresenta um ganho significativo para o meio ambiente e para o desenvolvimento econômico da região, uma melhoria esperada há mais de 50 anos. ■



EVENTOS EXTREMOS E MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Encontro promovido pela APEAM reuniu engenheiros especialistas em Hidrologia para dialogar sobre eventos climáticos extremos, seus impactos e a contribuição dos profissionais da área para a melhor compreensão desse tema

Profissionais da Engenharia que se destacam pela sua atuação em Hidrologia se reuniram online para discutir, com embasamento técnico e profundidade, os impactos das mudanças climáticas na live "Eventos Extremos e Mudanças Climáticas – Diálogo Entre Hidrólogos". A ação foi promovida pela APEAM (Associação Paranaense dos Engenheiros Ambientais) e as associações regionais ANPEA (Associação Norte Paranaense dos Engenheiros Ambientais), ACSPEA (Associação Centro Sul Paranaense dos Engenheiros Ambientais), AOPEA (Associação Oeste Paranaense de

Engenharia Ambiental) e ASPEA (Associação Sudoeste Paranaense dos Engenheiros Ambientais) com o apoio da FNEAS (Federação Nacional das Associações de Engenharia Ambiental e Sanitária) e do Crea-PR.

O diálogo, que teve mediação do Engenheiro Sanitarista e Ambiental Arlan Scortegagna, contou com Rodrigo Paiva, professor do Instituto de Pesquisas Hidráulicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS); João Paulo Saboia, Engenheiro Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), mestre em Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos pela

Alguns números das inundações
no Rio Grande do Sul em 2024

5,35 metros
nível recorde do Guaíba

600 mil
pessoas foram obrigadas a
deixarem suas casas

183 mortos

Fonte: C1



Rodrigo Cauduro Dias de Paiva
Professor do Instituto de Pesquisas
Hidráulicas (IPH/UFRGS)



João Paulo Saboia
Engenheiro Ambiental, Mestre em
Engenharia Ambiental e Recursos Hídricos



.....

Daniel Detzel
Engenheiro Civil, Mestre e Doutor em
Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental



Arlan Scortegagna
Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Mestre
em Engenharia Hidráulica e Saneamento

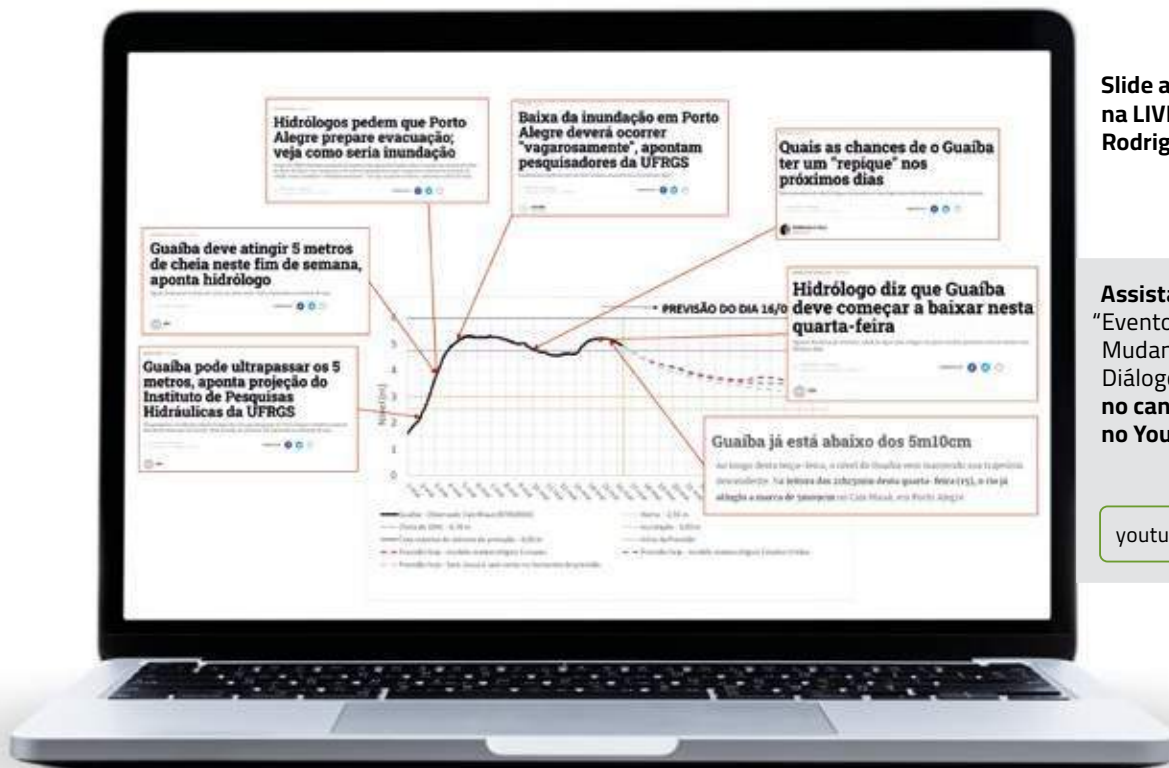


mesma instituição e pesquisador atual do LACTEC; Daniel Detzel, Engenheiro Civil, Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (UFPR) e professor adjunto na UFPR, no Departamento de Hidráulica e Saneamento, no programa de pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (PPGERHA/UFPR). Além disso, o bate-papo contou com a presença de Luiz Guilherme Grein Vieira, presidente da APEAM, que destacou a importância das instituições, como o Crea-PR, na disseminação de informações de hidrólogos, que muitas vezes ficam restritas à academia e não chegam adequadamente aos tomadores de decisão.

O mote para a discussão foi o volume extremo de chuva que provocou inundações catastróficas no Rio Grande do Sul neste ano de 2024, fazendo com que o Guaíba atingisse 5,35m (o recorde anterior era de 4,78m, em 8 de maio de 1941). 83 anos depois, o cenário se intensifica no mesmo mês de maio, indicando que o sistema de proteção contra cheias, construído na

década de 1970 exatamente pela enchente traumática de 1941, se mostrou insuficiente. No total, segundo informações do G1, foram 183 mortos e mais de 600 mil pessoas que foram obrigadas a deixarem suas casas, somados a uma destruição massiva de infraestrutura e interrupção do abastecimento de serviços básicos, como água, energia elétrica, transportes, entre outros.

Apesar de os números de enchentes terem diminuído a partir dos anos 1970, segundo Rodrigo, elas começaram a ganhar mais intensidade a partir de 2015, colocando em questão as mudanças climáticas como responsáveis por esse impacto. "Existem vários outros estudos com observações que mostram essas tendências em rios da Região Sul do Brasil, então essa evidência é forte", explica ele. "Recentemente, a gente terminou um projeto de pesquisa para Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico que tinha como um dos objetivos avaliar o impacto da mudança climática sobre os extremos - cheias e estiagens - para todo o



**Slide apresentado
na LIVE por
Rodrigo Paiva**

Assista a LIVE
"Eventos Extremos e
Mudanças Climáticas -
Diálogo Entre Hidrólogos"
no canal da APEAM
no Youtube



youtube.com/@APEAMPR

O QUE DEVEMOS FAZER AGORA?



Figura apresentada na LIVE do dia 26/06/2024

Brasil. Um dos resultados desse projeto mostrou que é justamente na Região Sul do Brasil que as projeções do impacto da mudança climática apontam para o aumento da magnitude das vazões máximas das cheias nos rios. Por outro lado, as cheias podem até diminuir em outras regiões do Brasil. Tem regiões que vão ficar mais secas, como a Região Amazônica. Esses eventos extremos podem ficar três, quatro, cinco vezes mais frequentes”, completa Rodrigo.

Segundo ele, é preciso se adaptar a essa nova realidade e incorporá-la o quanto antes, reconstruindo melhor a infraestrutura urbana que foi atingida e se planejando para novos desafios, como considerar vazões 20% maiores, fazer revisão do sistema de proteção contra cheia, como diques, e revisar também os dimensionamentos de toda a drenagem urbana. “Estamos numa etapa de reconstrução. Devemos reconstruir melhor e buscar sermos melhores através de uma melhor cultura, como sociedade, de prevenção contra desastres. Devemos nos adaptar logo à mudança climática. Não tem porque esperar. Os preocupantes eventos extremos da última década já demonstraram isso. Nós deveríamos estar preparados pelo menos para o que aconteceu recentemente. Existem diversos tipos de medidas que podem ser feitas - medidas estruturais, que tratam de a gente modificar esse sistema através de obras (reservatórios, diques, melhoria de dragagem etc.), escolher melhor as áreas que nós vamos ocupar, melhorar esses sistemas de previsão, monitoramento e alerta. Por exemplo, planos de contingência para próximas cheias, plano de ação emergencial... Ter instituições mais fortes, investir nas instituições que trabalham com isso. Toda a população vai ter que se preocupar com esse assunto da prevenção e buscar ser mais resiliente aos desastres naturais”, conclui ele.

E como a Hidrologia enxerga essas transformações no contexto das mudanças climáticas? Arlan chama atenção para o fato de que, segundo análise de dados, a enchente do Rio Grande do Sul tinha baixíssima recorrência e probabilidade de ocorrência, mas aconteceu. “É justamente aí que entra a Hidrologia, para que a gente possa, com a nossa ciência, antecipar o que pode ou não acontecer, por meio de estudo, de monitoramento e do ajuste dessas distribuições estatísticas”. Ele também ressalta uma mudança não só na quantidade de chuva, mas também no perfil das chuvas de 2024 no Rio Grande do Sul. “No caso dessas chuvas, a gente vê um acumulado impressionante, chegando acima dos 800 mm. Só que não é apenas a quantidade maior de chuva que nós temos nesse evento, mas também o perfil dessa chuva. A gente vê inclinações maiores, indicando que essa chuva está acontecendo

com maior intensidade, ou seja, acontecendo em impulsos de menor duração, e, quando isso acontece, naturalmente nós dificultamos a infiltração, aumentamos o escoamento superficial e produzimos eventos de cheia”, explica Arlan.

Para João Paulo, o grande desafio da área é o problema da não estacionariedade das séries, então é preciso considerar esse contexto somado a extremos cada vez mais recorrentes: “Os cenários futuros indicam um número muito grande de eventos extremos”. Ao que tudo indica, completa Arlan, “o futuro vai precisar cada vez mais de Hidrologia. Hidrologia séria e com cada vez mais ciência e mais estatística”.

“A probabilidade de um evento extremo ser superado por um evento ainda mais extremo é igual a um”, Daniel cita o hidrólogo Nicholas Matalas, destacando que ainda vamos observar eventos mais extremos do que os que já aconteceram. Para Daniel, o grande problema é o que fazer com as obras que já estão construídas, para que elas consigam passar por isso. “Será que vai ser preciso construir mais vertedores? Novos Diques? Construir outras estruturas ou aumentar as estruturas

A HIDROLOGIA EM POUCAS PALAVRAS:

.....

“Não estacionariedade”

João Paulo Saboia

“Complexidade”

Daniel Detzel

“Contribuição para a sociedade”

Rodrigo Paiva

.....

existentes? Esses questionamentos importantes ainda estão em aberto. Quando falamos em ‘novo normal climático’ é preciso lembrar que não há nada de estável em Hidrologia, então é tudo muito complexo e instável”, Detzel ressalta.

Estamos mais preparados hoje do que antes para eventos climáticos extremos?

No que diz respeito ao avanço tecnológico, não há como negar. Rodrigo avalia, pesando prós e contras: temos mais tecnologia, softwares, formas de monitorar, mas, por outro lado, ficamos mais vulneráveis por ocupar mais áreas de risco em um cenário de aumento de eventos extremos. “Tem uma lista muito grande de ações que a gente tem que investir fortemente para ser melhor em todas essas coisas”, conclui ele.

Já João Paulo acredita que, apesar do aumento das pessoas em regiões vulneráveis, estamos, sim, mais preparados, mas levar informação à população de forma efetiva ainda é um desafio: “A previsão de hoje com certeza é melhor do que a gente tinha no passado

e a informação corre muito mais rápido do que anteriormente. O fato de a gente ter celular e ter a internet, que leva informação de uma forma muito mais rápida, já indica que a gente tem mais ferramentas hoje do que tinha no passado. Por outro lado, a gente tem muito mais pessoas vivendo em regiões vulneráveis... Vale lembrar que não é só a cheia que é um problema, mas as secas também. O maior desafio é conseguir fazer essa informação chegar da melhor forma possível nas pessoas que vão ser mais afetadas”.

Daniel concorda com Rodrigo e João Paulo, e ressalta também a importância de incluir a sociedade e as instituições responsáveis nessas discussões, para que os eventos extremos não virem pauta apenas enquanto estão acontecendo: “a gente tem acesso a muita técnica nova e se usa hoje em dia muito do que era antigamente bem difícil de fazer. A gente, com poucas linhas de código, tem acesso a banco de dados, por exemplo. Então nesse lado a gente está, sim, muito mais preparado. Mas eu vejo falha numa questão... Quando a gente fala em desastres dessa natureza, tem um componente que é extremamente importante, que é a parte da sociedade e a parte das instituições. O professor Carlos Tucci tem, no livro clássico dele de Hidrologia, um dado de que, quando a cheia passa de dois anos de recorrência, as pessoas esquecem e costumam ocupar novamente aqueles locais, então nesse tipo de coisa não sei se houve muita evolução”.

A Hidrologia nas discussões sobre ordenamento territorial

Se por um lado temos a melhoria das tecnologias, técnicas e conhecimento, há ainda muitos outros pontos a trabalhar, “como o fortalecimento de alguns instrumentos e políticas, como planos diretores apoiados no mapeamento de áreas de risco”, destaca Rodrigo. Segundo ele, a questão do fortalecimento das instituições que atuam nessa área, assim como o fortalecimento da Defesa Civil, é fundamental. “Temos no Brasil um país muito grande e Hidrologia é uma ciência muito territorialista, então o impacto de uma chuva é muito diferente numa região ou na outra”, reforça ele. Daniel também ressalta que a primeira e a última regra que se aprende ao lidar com medidas contra as cheias é não ocupar lugares suscetíveis a isso: “Se há ocupação, é preciso desenvolver outras técnicas com base na Hidrologia”. Ou seja, é fundamental trazer a Hidrologia para o centro da discussão não só nos eventos climáticos extremos, mas também no ordenamento territorial. ■

A INICIAÇÃO CIENTÍFICA COMO UMA OPORTUNIDADE DE DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL

Projetos de Iniciação Científica são o passo inicial para o mundo da pesquisa acadêmica, mas também têm olhos voltados para a inovação e o mercado, contribuindo para a evolução profissional dos estudantes de Engenharia Ambiental

A Iniciação Científica, como o próprio nome diz, é o primeiro contato dos alunos e alunas de graduação com a pesquisa acadêmica. Por meio de projetos conduzidos por professores orientadores, os alunos entram em contato com o universo da ciência, seus métodos, estruturas e questões, também tendo a oportunidade de conhecer diversos temas e abordagens, investigando qual área se identificam mais.

O Professor Julio Cesar Rodrigues de Azevedo, professor titular da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) e orientador no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental (PPGERHA/UFPR), ressalta que o contato com a pesquisa científica é de extrema importância para a formação acadêmica. “A IC complementa os conhecimentos teóricos repassados nas aulas, mostra diferentes pontos de vista para um mesmo assunto, amplia a visão do aluno em questionar os dados adquiridos. Quando estudamos alguns assuntos em sala de aula,

os mesmos muitas vezes são compactados em blocos, e quando o estudante de Engenharia Ambiental faz IC, ele percebe que na área ambiental não existem blocos, mas sim tudo interligado, não somente os conteúdos ministrados, mas também a interdisciplinaridade quando pensamos no meio ambiente”, explica ele.

Para Ramiro Etchepare, professor adjunto e chefe do Departamento de Hidráulica e Saneamento (DHS) da Universidade Federal do Paraná (UFPR), os projetos de iniciação oferecem aos alunos a oportunidade de uma imersão no ambiente de pesquisa acadêmica desde cedo, estimulando o pensamento crítico e a capacidade de resolver problemas complexos, além de proporcionar uma visão prática do que foi estudado teoricamente. Além disso, ele ressalta o aprendizado prático: “Em muitos casos, os projetos também enriquecem a formação ao abordar temas e práticas que não são contemplados no currículo regular do curso. Eles também incentivam o desenvolvimento de habilidades im-

Julio Cesar Rodrigues de Azevedo
Químico, Professor na Universidade
Tecnológica Federal do Paraná



Ramiro Etchepare
Engenheiro Ambiental, Professor Adjunto e Chefe
do Departamento de Hidráulica e Saneamento
(DHS) da Universidade Federal do Paraná



.....

Mirelly Lacerda Pinheiro
Estudante do 10º período
de Engenharia Ambiental
da UTFPR



Ludmila Da Cruz Souza
Estudante do 7º período de
Engenharia Ambiental e
Sanitária da UTFPR



Samanta Teixeira Medeiros
Estudante do 7º período de
Engenharia Ambiental e
Sanitária da UTFPR



portantes, como a revisão bibliográfica e a capacidade de investigação técnica e científica, a análise de dados, a escrita técnica, a comunicação científica e o trabalho em equipe, fundamentais para a formação de um profissional completo”, detalha Ramiro.

Desse modo, os projetos de IC impactam na aplicação prática de conceitos acadêmicos, o que resulta na preparação desses alunos para o mercado de trabalho, aprimorando suas habilidades não só para a pesquisa, mas também para o mercado. Julio, que trabalha com poluição de recursos hídricos, relata que muitos alunos que ele orientou na IC hoje realizam auditorias e trabalham em empresas na área de resíduos. Somado a isso, ele destaca que também é importante que a IC prepare o discente para seguir na pós-graduação (mestrado, doutorado, pós-doutorado). “Muitos projetos de pesquisa, principalmente os de IC, não visam um impacto significativo no momento, mas sim aprimorar o que o discente está aprendendo na graduação, complementando seus conhecimentos e, às vezes, direcionando o discente para área acadêmica em universidades. Eu realizo diferentes pesquisas na área de poluição dos ambientes aquáticos, e as pesquisas que realizamos foram apresentadas, por exemplo, no Globo Repórter (Rio Iguaçu), no Meu Paraná (RPC) e no jornal da noite da RPC. Parte das pesquisas são realizadas por diferentes pós-graduandos, mas meus alunos de IC sempre trabalham juntos, participam e convivem com mestrandos, doutorandos e pós-doutorandos”, explica ele.

Nessa mesma direção, Ramiro afirma que os projetos de IC permitem aos alunos a aplicação de conceitos

aprendidos na sala de aula em cenários reais, enriquecendo a compreensão teórica e trazendo uma perspectiva prática essencial. “Os projetos ajudam a desenvolver competências técnicas e de inovação, preparando os alunos para os desafios do mercado de trabalho, no qual a capacidade de aplicar soluções sustentáveis e criativas é cada vez mais valorizada. A iniciação científica é muitas vezes o primeiro contato dos alunos com problemas reais, o que os ajuda a se adaptarem mais rapidamente às demandas profissionais. Um exemplo marcante disso foi um projeto de pesquisa sobre o reúso de água em processos industriais, realizado por um aluno que orientamos. O projeto investigou tecnologias de tratamento que poderiam ser aplicadas em uma indústria local. Os resultados não só foram bem-sucedidos na academia, com a publicação de artigos, como também influenciaram diretamente a implementação de práticas de reúso de água na indústria, gerando economia de recursos hídricos, redução de custos e reduzindo o impacto ambiental. Esse tipo de integração entre a pesquisa e a prática é um exemplo claro do impacto positivo que a iniciação científica pode ter na sociedade”, conta Ramiro.

Inovação e tecnologia

Sobre a responsabilidade de professores orientadores em trazer a inovação tecnológica ao escopo dos projetos de Iniciação Científica, Julio chama atenção para o fato de que muitas vezes nem percebemos que estamos inovando ao desenvolver novos materiais,

novos métodos analíticos e assim por diante, e a IC é importante aliada para essa finalidade. “Muitos projetos estão diretamente relacionados a problemas existentes em determinadas empresas, que necessitam de novas tecnologias, novos processos. As pesquisas que realizamos estão diretamente relacionadas à pesquisa/ inovação”, complementa ele.

O papel dos professores orientadores, de acordo com Ramiro, é fundamental nesse processo, já que esses profissionais são facilitadores da conexão entre o conhecimento acadêmico e sua aplicação prática: “Os docentes não só orientam os alunos em suas pesquisas, mas também promovem a busca por soluções inovadoras que atendam às demandas tecnológicas e ambientais da sociedade. Além disso, os professores são responsáveis por fomentar a cultura da inovação e da pesquisa aplicada dentro das universidades, estabelecendo parcerias com empresas privadas e órgãos públicos para que os projetos tenham impacto além do ambiente acadêmico. Procuro estimular meus alunos a sempre pensar além das abordagens tradicionais, incentivando-os a investigar novas tecnologias e processos que possam oferecer soluções mais eficientes, oferecendo liberdade e flexibilidade de trabalho para que os alunos desenvolvam autonomia e proponham soluções inovadoras”, explica ele.

Aos alunos de graduação que desejam participar de um projeto de Iniciação Científica, Julio indica que avaliem a disciplina ou tema que mais chama a atenção, procurem um professor orientador que esteja relacionado a isso e conversem também com colegas que já participam de IC. “Foi a IC que eu realizei na minha graduação (sem bolsa) que me fez gostar da área ambiental, da química analítica ambiental, de tentar obter algumas respostas do meio ambiente. Então procurem fazer IC na área que desejam, pois isso irá abrir portas, sejam na academia (mestrado, doutorado, pesquisa) ou na indústria”. Já Ramiro chama atenção para a importância de os alunos manterem sempre a curiosidade e a disposição para trabalhar e aprender: “A iniciação científica oferece uma oportunidade única de experimentar a pesquisa de forma prática, então é importante aproveitar essa experiência ao máximo. Além disso, recomendo que se dediquem a entender o problema que estão pesquisando em profundidade e busquem orientação com professores que possam ajudá-los a expandir suas ideias. A paciência e a resiliência são fundamentais, pois a pesquisa científica envolve desafios, mas os resultados obtidos podem ser extremamente gratificantes e abrir portas para oportunidades no mercado de trabalho e/ou na carreira acadêmica”. ■

A INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO PONTO DE VISTA DE QUEM FAZ



Ludmila Da Cruz Souza, bolsista do CNPq no projeto “Avaliação de contaminantes em ambientes aquáticos”, orientado pelo professor Julio Cesar Rodrigues de Azevedo

“Como o meu curso é integral, eu gostaria de aproveitar melhor o tempo que fico na faculdade, até que surgiu a oportunidade de trabalhar em um laboratório. No momento, estamos trabalhando com o monitoramento do rio Guaraguaçu em Paranaguá, mas em breve vamos começar uma pesquisa para detectar anfetaminas em rios de Curitiba.

O meu projeto tem o objetivo de obter dados comprovando a contaminação dos rios, dessa forma fazemos um alerta para população sobre a saúde dos rios, que são muito importantes para nossa saúde e bem-estar. Um exemplo seria o Rio Guaraguaçu - seu curso passa próximo a regiões com acesso limitado a saneamento básico e, com os dados que obtivemos, é possível relacionar a contaminação do rio com a necessidade que essas pessoas têm de uma qualidade melhor de vida.

O monitoramento da qualidade dos rios indica como está sendo o lançamento de efluentes domésticos e domiciliares, os contaminantes emergentes que encontramos são preocupações crescentes. Já estão surgindo tecnologias capazes de retirar este tipo de contaminantes como etapa de tratamento de água, então acredito que o mercado precisa, e vai precisar cada vez mais, de profissionais capazes de realizar esse tipo de análise.

Participar desse projeto está sendo muito importante para a minha formação. É possível ter uma visão mais ampla sobre o trabalho de pesquisa e como ela é necessária para o mercado e para a população em geral. Também é um passo importante para começar uma carreira, já que ter essa experiência prévia com certeza agrega muito nos primeiros passos de um engenheiro.”



Samanta Teixeira Medeiros, bolsista CNPq no projeto “Avaliando múltiplos estressores em ambientes aquáticos costeiros”, orientado pelo professor Julio Cesar Rodrigues Azevedo

“Quando era criança, meu sonho era ser cientista. Quando descobri que existia esse tipo de projeto, que inicia estudantes no mundo da pesquisa, soube que esse era o caminho que eu deveria seguir. Nesse projeto, coletamos amostras de água do rio Guaraçu, em Paranaguá, e seus afluentes. Analisamos a presença de nutrientes e contaminantes emergentes nas amostras. Contaminantes emergentes são compostos que usamos no dia a dia, como fármacos, cosméticos, hormônios, cafeína, microplásticos, pesticidas, entre outros, que não são tabelados pela legislação, ou seja, não existe um valor máximo permitido para descarte de efluentes domésticos ou industriais que tenham esses compostos. Detectar e quantificar essas substâncias gera dados que podem ser utilizados na elaboração de leis e resoluções para que seu descarte seja controlado e monitorado. Essas substâncias também são de difícil degradação e remoção pelas estações de tratamento de água e esgoto. Assim, esses dados podem auxiliar no aperfeiçoamento das técnicas de tratamento de água e principalmente de tratamento de esgoto sanitário e industrial. Sempre tive vontade de trabalhar com pesquisa, então a Iniciação Científica abriu a porta de um caminho que eu nem fazia ideia de por onde começar. Tenho interesse em seguir carreira acadêmica, então, quando chegar no mestrado, já terei uma certa bagagem de experiência.”



Mirelly Lacerda Pinheiro, ex-bolsista PIBIC no projeto “Remoção de Poluentes e Avaliação de Riscos de Matrizes Aquosas em Sistemas de Saneamento e de Reúso de Água”, orientado pelo professor Ramiro Etchepare

“No final do curso de Engenharia Ambiental na UFPR, percebi que havia áreas, como saneamento, que não explorei em profundidade durante a graduação. Quando surgiu a oportunidade de participar de um projeto de pesquisa nessa área, me interessei de imediato e decidi me candidatar para ampliar meus conhecimentos e explorar novos campos.

A pesquisa tem como objetivo principal desenvolver uma solução eficaz para o tratamento de efluentes provenientes da lavagem de veículos, utilizando uma combinação de processos físico-químicos e oxidativos, utilizando ozônio. Estamos focados em criar uma rota de tratamento que remova os poluentes dos efluentes para que atendam aos padrões ambientais de lançamento ou reúso, com base em experimentos laboratoriais.

A pesquisa contribui diretamente ao buscar uma metodologia mais eficiente e simplificada para o tratamento de efluentes de lavagem de veículos, com foco na remoção de surfactantes, que são poluentes comuns nesse tipo de efluente. A proposta de tratamento pode ser aplicada tanto em estações de tratamento de efluentes existentes quanto em novas instalações, ajudando empresas a atenderem regulamentações ambientais mais rigorosas. Além disso, o projeto fomenta a inovação tecnológica no setor de saneamento, promovendo o reúso de água e/ou emissão ambientalmente adequada, o que consequentemente faz com que haja a proteção dos recursos hídricos.

A escassez de soluções simples e eficazes fez com que a iniciativa privada, interessada nos resultados da pesquisa, financiasse o projeto. Essa parceria com o setor privado reforça a relevância e aplicabilidade do trabalho, que visa atender às necessidades de empresas que buscam soluções sustentáveis e de baixo custo.

A participação em um projeto de Iniciação Científica é fundamental, pois permite uma imersão mais profunda em temas que, muitas vezes, são abordados de maneira superficial na graduação. O aluno tem a oportunidade de escolher em qual área deseja se especializar, além de aprimorar habilidades como leitura crítica, escrita acadêmica, comunicação oral, trabalho em equipe e responsabilidade. Essas competências são cruciais para a formação profissional e ajudam a construir uma base sólida para a carreira.”

INOVAÇÃO VERDE

Startups que estão transformando a Engenharia Ambiental

Nos últimos anos, o Brasil testemunhou um aumento significativo no número de *startups* que atendem às demandas ambientais. Essas empresas emergentes têm desempenhado um papel crucial na busca por soluções inovadoras para enfrentar os desafios ambientais globais, como as mudanças climáticas, a poluição e a escassez de recursos naturais. Nesse contexto, a inovação tecnológica se tornou uma ferramenta essencial para transformar a forma como lidamos com o meio ambiente e construir um futuro mais sustentável.

Oportunidades de inovação na Engenharia Ambiental

A coleta e análise de dados ambientais têm se mostrado fundamentais para monitorar o estado do meio ambiente em tempo real e antecipar problemas potenciais. Diversas *startups* estão desenvolvendo soluções tecnológicas, com uso de inteligência artificial e *machine learning*, para analisar grandes volumes de dados e prever impactos ambientais futuros. Tais soluções podem ser aplicadas em diversos setores,

como agricultura, indústria, planejamento urbano e construção civil.

Outro campo de grande inovação é a gestão de resíduos. Novas *startups* estão criando soluções para melhorar os processos de reciclagem e reutilização de materiais, buscando, com tecnologia e novos processos, aumentar os indicadores de gestão de resíduos no Brasil, que ainda carece de grandes investimentos. A economia circular e a logística reversa são exemplos de setores com soluções inovadoras, que trazem benefícios ambientais e sociais.

O ESG (*Environmental Social and Governance*) é um dos temas de maior preocupação das empresas atualmente, e para isso diversas *startups* estão desenvolvendo serviços de consultoria e ferramentas digitais para implantação e monitoramento das práticas voltadas a essa área.

O monitoramento ambiental é outro campo de atuação que necessita de inovação, para desenvolvimento, por exemplo, de sensores e aplicativos que permitam a medição precisa de parâmetros como a qualidade do ar e da água. No entanto, o uso de drones e tecnologias de teledetecção já está revolucio-

Luiz Guilherme Grein Vieira
Engenheiro Ambiental,
Mestre em Meio Ambiente
Urbano e Industrial



Julio Werner Y. Bernardo
Engenheiro Ambiental, Doutor
em Engenharia de Recursos
Hídricos e Ambientais



André Vinícius R. Cavalcante
Engenheiro Ambiental, Mestre,
Especialista ESG da Ororo e
Diretor da APEAM



.....

nando a fiscalização de áreas protegidas e a gestão de recursos naturais.

Principais desafios para empreender na área de Engenharia Ambiental

Empreender na área de Engenharia Ambiental exige capital considerável para pesquisa, desenvolvimento e implementação de tecnologias inovadoras. O acesso a financiamento é um dos maiores desafios para *startups* no setor, especialmente em estágios iniciais. Além disso, muitas empresas dependem de subsídios e incentivos governamentais, que podem ser uma opção para o desenvolvimento inicial de uma ideia.

A complexidade das regulamentações ambientais também deve ser levada em consideração para o desenvolvimento de *startups*. Muitos processos atuais de monitoramento, desenvolvimento de projetos, e acompanhamento ambiental devem seguir regras normatizadas, e as novas soluções propostas devem se atentar ao cumprimento para evitar problemas futuros com os órgãos ambientais.

Outro desafio comum é a integração de novas tecnologias em setores tradicionais. Muitas vezes, há resistência à mudança por parte de consumidores e indústrias estabelecidas, o que dificulta a adoção de soluções inovadoras. Além disso, *startups* precisam enfrentar a complexidade de adaptar suas tecnologias para funcionarem com infraestruturas já existentes, o que pode requerer customizações e ajustes adicionais.

Casos de sucesso

Diversas *startups* estão se destacando no cenário da Engenharia Ambiental. A **Resitrack** é um software que facilita a gestão de resíduos sólidos de empresas, que, através de um aplicativo no celular, podem emitir seus Manifestos de Transporte de Resíduos (MTR), integrado com os sistemas governamentais. A ideia é reduzir o tempo para a emissão dos documentos comprobatórios, além de gerar indicadores para a definição de políticas de gestão de resíduos. Atualmente, a empresa atua em áreas como construção civil, varejo e indústrias, desenvolvendo soluções para transportadores e destinadores de resíduos.

Já olhando a crescente pressão para que empresas adotem práticas mais sustentáveis, a *startup* **Ororo** desenvolveu uma plataforma para facilitar o moni-

toramento, gestão e reporte de diversas métricas de sustentabilidade. Suas ferramentas permitem a coleta automatizada e o cruzamento de informações de diferentes sistemas, proporcionando análises detalhadas e personalizadas. Os *frameworks* do Programa Brasileiro do GHG Protocol e do GRI (*Global Reporting Initiative*) foram integrados à plataforma, garantindo a rastreabilidade e a confiabilidade das informações reportadas, solucionando um desafio das empresas em demonstrar com segurança suas iniciativas de sustentabilidade, otimizar suas operações para reduzir emissões de gases de efeito estufa e outros impactos negativos. Outro gap solucionado foi atender aos setores industrial, agrícola e logístico, nos quais a gestão de recursos e o impacto ambiental são cruciais.

Outra *startup* curitibana é a **NVX Tech**, uma *spin-off* do grupo EnvEx. Foi fundada em 2022 e é formada por engenheiros ambientais, civis e programadores. Considerando que hoje quase todo tipo de empreendimento enfrenta desafios crescentes na gestão ambiental, como a complexidade dos dados e a necessidade de cumprir normas cada vez mais rigorosas, a NVX Tech simplifica essa jornada usando sua experiência em Engenharia Ambiental para transformar dados ambientais em *insights* estratégicos, automatizando processos e oferecendo análises avançadas de forma intuitiva. Com o NVX Air, software de gestão da qualidade do ar, a Autoridade Portuária do Porto de Santos, por exemplo, prevê e evita problemas ambientais, garantindo a continuidade das operações e a reputação da empresa. Assim, a empresa encontrou na NVX Tech uma solução que se adapta e atende a todos os anseios de visualização de dados, conhecimento técnico, integração de diversas bases de dados e modelagem matemática ambiental, se mostrando como uma tecnologia brasileira de grande valor agregado.

O futuro das *startups* na área de Engenharia Ambiental é promissor, mas desafiador. A inovação contínua é fundamental para desenvolver soluções que atendam às necessidades globais por sustentabilidade e resiliência ambiental. Entretanto, o crescimento desse setor dependerá de um apoio robusto, tanto do governo quanto do setor privado, para superar os desafios financeiros, regulatórios e culturais. Para quem deseja empreender neste campo, as recompensas podem ser significativas, mas a jornada requer preparação e perseverança. ■

FISCALIZAÇÃO DE ATERROS SANITÁRIOS

CONFEA estabelece meta nacional de
fiscalização nos aterros sanitários





O Conselho Federal de Engenharia e Agronomia – CONFEA definiu que, em 2024, todos os estados devem fiscalizar seus aterros sanitários. Tal definição foi tomada considerando o impacto que esses locais possuem relacionados à saúde, segurança e meio ambiente.

Foi publicada a nota técnica nº 1/2024 pelo CONFEA, definindo critérios e procedimentos para a fiscalização a ser realizada pelos Conselhos Regionais, que são responsáveis pela execução em si. Essa nota demonstra a quantidade de atividades técnicas que podem existir quando falamos em destinação de resíduos. E qual é o maior objetivo das fiscalizações? Buscar que todas estas atividades técnicas possuam profissionais habilitados e que haja responsáveis especialmente pela operação do aterro.

A partir dessa demanda, o Crea-PR se organizou para averiguar as atividades de destinação de resíduos urbanos em todo o Paraná. Todos os municípios serão averiguados.

Quando identificado que o município ainda possui o chamado “Lixão”, será verificada a existência de estudos ambientais e quais as ações devem ser tomadas para o seu fechamento. O Conselho também realizará uma fiscalização orientativa, reforçando, nesses locais, a importância da destinação correta dos resíduos, que é um requisito essencial para o cumprimento das normas ambientais e do novo marco legal do saneamento básico.

Ainda no que se refere à fiscalização orientativa, os municípios são alertados que a implantação e operação do aterro sanitário devem ser realizadas por profissionais ou empresas registradas no Crea-PR. O registro é uma confirmação da competência legal dos profissionais e das empresas, visando ao cumprimento das normativas técnicas e ambientais vigentes.

O Papel do Engenheiro no Aterro Sanitário

O engenheiro desempenha um papel crucial na gestão e operação dos aterros sanitários. Esse profissional é responsável por garantir que todas as atividades técnicas sejam realizadas de acordo com as normas ambientais e de segurança. A presença de um engenheiro habilitado assegura que o aterro sanitário opere de maneira eficiente, minimizando os riscos à saúde pública e ao meio ambiente.

A importância de um profissional responsável nos procedimentos de um aterro sanitário não pode ser subestimada. Esse profissional é essencial para a elaboração de projetos, execução de obras, monitoramento e manutenção das operações do aterro. A ausência de um responsável técnico pode levar a irregularidades e riscos significativos, tanto para a sociedade quanto para o meio ambiente.

Durante a fiscalização do aterro, é verificado o indício de irregularidades com base na legislação que envolve o Sistema CONFEA/CREA, mais especificamente as Leis Federais 5.194/66 e 6.496/77. Ou seja, buscamos situações, por exemplo, em que não haja um responsável técnico, um registro de profissional ou empresa, uma falta de ART, e até mesmo um acobertamento.

A partir da identificação da irregularidade, o fiscalizado é orientado a regularizar a situação. Isso porque o objetivo maior do Crea-PR é que todas as atividades técnicas possuam profissional habilitado, com o seu devido registro de ART. Porém, caso não haja regularização, o fiscalizado está sujeito à autuação e refiscalização.

Essas ações estão baseadas nos princípios de fiscalização dispostos na Resolução 1134/2021 do CONFEA, especialmente o primeiro princípio: risco social e proteção à vida, segundo o qual as situações ou os empreendimentos que possam gerar riscos à sociedade e ao meio ambiente devem ser fiscalizados de forma prioritária mediante ações preventivas voltadas a minimizar a ocorrência de sinistros ou desastres.

Participação da Apeam e Outros Órgãos de Fiscalização

A participação da Associação Paranaense de Engenheiros Ambientais - Apeam e de outros órgãos de fiscalização é fundamental para garantir a conformidade dos aterros sanitários com as normas vigentes. Esses órgãos colaboram na fiscalização, orientação e, quando necessário, na aplicação de sanções para assegurar que os aterros operem de maneira segura e eficiente. A colaboração entre o CONFEA, Crea-PR, APEAM e outros órgãos de fiscalização fortalece a rede de controle e promove a sustentabilidade ambiental e a proteção da saúde pública. ■

A ENGENHARIA AMBIENTAL PARA ALÉM DOS NÚMEROS

A Importância da representatividade do profissional de Engenharia Ambiental junto ao CONFEA/CREA e suas contribuições para o desenvolvimento da área e para a sociedade



O Engenheiro Ambiental e Conselheiro
Felipe Marcel Dalmas Kotwiski



Os acadêmicos membros do CREA JR – da
esquerda para a direita: Mirelly Lacerda Pinheiro,
Raquel Michels Luppi e Kalleno Padilha



O Engenheiro Ambiental e Inspetor Tiago Santos (à esquerda) com os agentes de fiscalização do Crea-PR Cristian e Marisa



Engenheira Ambiental Mariana Maranhão, gerente de fiscalização do Crea-PR

Quando se fala em Engenheiros Ambientais dentro do Crea-PR, embora ainda seja uma profissão considerada nova em relação às demais que compõem o Sistema CONFEA/CREA, todos os profissionais nos reconhecem.

Esse reconhecimento acontece devido à quantidade de profissionais que hoje estão registrados no Conselho - atualmente, somos 3.415, formados em Engenharia Ambiental, Sanitária ou em ambas, quantidade que por si só já nos traz representatividade.

Desse total, temos aproximadamente 40% que se declaram do sexo feminino, sendo que, se compararmos esse valor ao total de profissionais do Conselho, esse número é 16,3%. Assim, um dos diferenciais da nossa categoria está justamente na diversidade de gênero, pois, além do registro, as mulheres têm participação ativa dentro do sistema.

Atualmente, temos nove engenheiros e engenheiras ambientais que atuam como inspetores nas mais diversas inspetorias do estado do Paraná, contudo, somando aos mandatos anteriores, já tivemos no total 34 profissionais atuando como inspetores desde 2020. Para melhorar o entendimento, o inspetor é o profissional que atua de forma voluntária, designado pelo Crea, para, junto à sua comunidade, melhorar a eficiência da ação fiscal. Dessa forma, o profissional está contribuindo em defesa do exercício profissional e da sociedade.

Nesse quesito, é importante destacar que a atual gerente de fiscalização do Crea, Mariana Maranhão (que é agente profissional do Conselho), é formada em Engenharia Ambiental.

Hoje também podemos dizer que estamos muito bem representados nas Plenárias do Crea, pois nossa profissão possui 8 conselheiros vindos de diferentes entidades, que trabalham incansavelmente para o reconhecimento das nossas atribuições e também zelam para que a classe profissional e a sociedade sejam protegidas da atuação de profissionais e empresas mal intencionadas.

Um ponto importante e que merece ser mencionado é a de que profissionais que atuam como representantes do Crea em conselhos, comissões, comitês e demais grupos de trabalho. Estão com os mandatos ativos 20 Engenheiros Ambientais, dentre 231 profissionais de todas as modalidades.

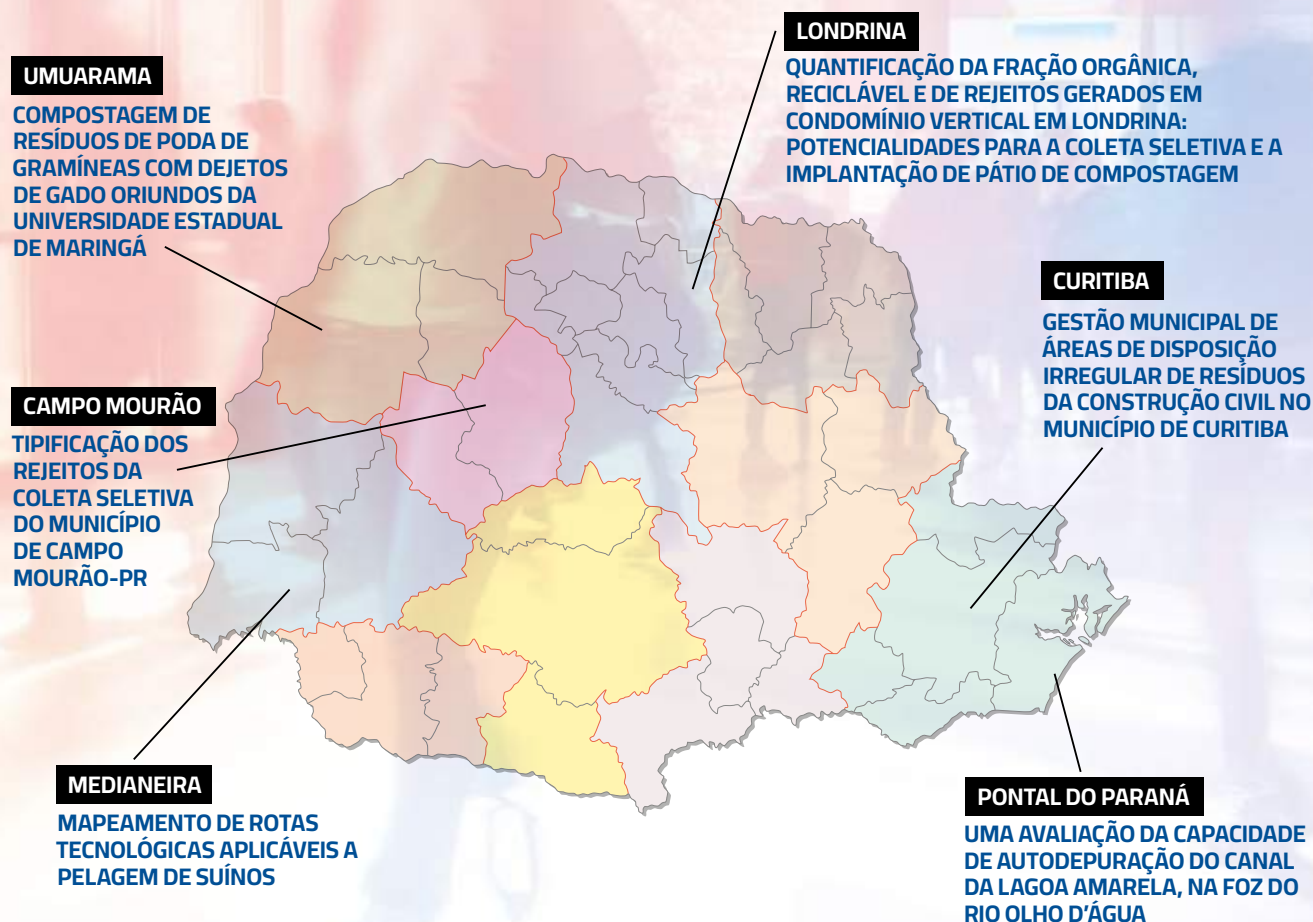
Além disso, cuidamos com carinho da nossa base, pois temos cadastrados, junto ao Crea JR, 647 membros corporativos (entre estudantes de Engenharia Ambiental e Engenharia Ambiental e Sanitária), sendo que 17 são membros dirigentes.

Mais do que números, nossa profissão é composta por pessoas atuantes, que acreditam em um trabalho sério, desenvolvido dentro da ética profissional, e que contribui para o desenvolvimento e progresso de toda a sociedade.

Além de termos nossos registros ativos no Crea, o que possibilita o exercício legal da nossa profissão, construímos o sistema junto com as outras profissões, enxergamos dificuldades, propomos soluções, vemos e somos vistos, e dessa forma chegamos no patamar que estamos, como uma profissão reconhecida, admirada e principalmente respeitada por todos os nossos colegas e parceiros do Sistema CONFEA/CREA. ■

RESUMOS DE TCC'S DE DISCENTES DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL E ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

A fim de divulgar trabalhos científicos desenvolvidos por estudantes de graduação em Engenharia Ambiental e Engenharia Ambiental e Sanitária, destacamos nesta seção alguns resumos de trabalhos de conclusão de curso indicados para concorrer ao Prêmio Melhores TCC's do Crea-PR 2024



Para ler os textos na íntegra, acesse o link abaixo e busque por trabalhos dos cursos de Engenharia Ambiental e Engenharia Ambiental e Sanitária defendidos em 2023:

bibliotecavirtual.crea-pr.org.br/melhores-tccs-do-parana.php

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DE PODA DE GRAMÍNEAS COM DEJETOS DE GADO ORIUNDOS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

RESUMO: Resíduos sólidos representam um grave problema ambiental da atualidade, visto que a sua geração tem ocorrido de forma crescente. Dentre os diversos tipos de resíduos sólidos gerados pelas atividades humanas, os resíduos orgânicos chamam atenção devido a sua elevada geração, portanto, este trabalho propõe uma alternativa para o tratamento de resíduos orgânicos, que consiste na compostagem de restos de poda de gramíneas com dejeções de animais. O objetivo deste trabalho foi analisar o processo de compostagem e a qualidade do produto. Para isso, foi confeccionada uma leira de compostagem com resíduos sólidos orgânicos (poda de gramínea e dejetos bovinos) oriundos da Universidade Estadual de Maringá. Durante o experimento foi feita o monitoramento que envolve a medição de temperatura, revolvimento, correção de umidade e coleta de amostra do composto. Posteriormente foi feita a discussão dos resultados obtidos, que incluem a caracterização dos resíduos usados nas pilhas, o comportamento térmico e o tempo de compostagem das pilhas, as perdas de massa e matéria orgânica durante o processo de compostagem e a qualidade do composto final. Por fim, os resultados indicaram que o processo de compostagem foi eficiente, com diminuição significativa de massa e matéria orgânica ao longo do processo. A qualidade do composto final também foi satisfatória, com elevado teor de matéria orgânica e adequada relação carbono/nitrogênio.

PALAVRAS-CHAVE:

Valorização de resíduos, Tratamento de resíduos sólidos, Sustentabilidade

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ

CIDADE: UMUARAMA

AUTOR(ES) DO TRABALHO:

KAMILU SANTINO MATZANKE DO NASCIMENTO

ORIENTADOR(ES) DO TRABALHO:

**FELIPPE MARTINS DAMACENO
TARCIO ROCHA LOPES**

E-MAIL:

kamilu.eng.amb@gmail.com

UMA AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE AUTODEPURAÇÃO DO CANAL DA LAGOA AMARELA, NA FOZ DO RIO OLHO D'ÁGUA

RESUMO: O monitoramento da qualidade da água atrelado à modelagem matemática pode ser uma ferramenta de auxílio na tomada de decisões de políticas públicas de saneamento básico. Neste contexto, este trabalho tem o objetivo de analisar, através do modelo matemático Qual2K, a autodepuração da água do canal de macrodrenagem de Pontal do Paraná - PR, em um trecho localizado próximo à Foz do Rio Olho D'água. O trecho em questão preocupa autoridades locais devido ao estado de balneabilidade da água do mar, que hoje encontra-se imprópria para banho. O modelo Qual2K foi utilizado com dados de medição in loco realizada por Armani et al. (2018) para as variáveis de oxigênio dissolvido (OD) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a partir das quais foi possível simular um cenário para adequar o canal à Classe 3 da Resolução CONAMA N° 357/2005, classe de enquadramento do canal no Plano da Bacia Hidrográfica Litorânea. O resultado simulado indicou que o valor de oxigênio dissolvido mínimo neste canal não foi atingido em toda a sua extensão, sendo necessário aumentar a concentração de OD à montante do trecho em 3,80 mg/L. Para isso, sugerem-se neste trabalho algumas metodologias para se melhorar a qualidade da água do canal, visando tanto o incremento de OD quanto a redução de matéria orgânica.

PALAVRAS-CHAVE:

Qualidade da água, Modelagem matemática, Qual2K, Pontal do Paraná, Tratamento de água

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CIDADE: PONTAL DO PARANÁ

AUTOR(ES) DO TRABALHO:

PAULA CRISTINE BLANCO

ORIENTADOR(ES) DO TRABALHO:

FERNANDO AUGUSTO SILVEIRA ARMANI

E-MAIL:

paulacristineblanco@gmail.com

QUANTIFICAÇÃO DA FRAÇÃO ORGÂNICA, RECICLÁVEL E DE REJEITOS GERADOS EM CONDOMÍNIO VERTICAL EM LONDRINA: POTENCIALIDADES PARA A COLETA SELETIVA E A IMPLANTAÇÃO DE PÁTIO DE COMPOSTAGEM

RESUMO: O aumento da geração dos resíduos sólidos urbanos se tornou uma preocupação social e ambiental, e seu mau gerenciamento pode acarretar diversos impactos ambientais, afetando a saúde pública, poluindo o solo, o ar e a água. A Política Nacional dos Resíduos Sólidos prevê a destinação final ambientalmente adequada por meio da compostagem e da reciclagem e a disposição final deve ser praticada somente para rejeitos. No entanto, a não segregação dos resíduos sólidos em três frações (orgânicos, rejeitos e recicláveis), faz com que resíduos orgânicos e rejeitos sejam dispostos em aterros. Diante disso, neste trabalho, visou-se caracterizar e quantificar os resíduos sólidos em três frações (orgânicos, rejeitos e recicláveis) gerados em um condomínio vertical domiciliar com 317 moradores e dimensionar um pátio de compostagem para o condomínio e para a cidade de Londrina-PR. Os resíduos recicláveis foram amostrados pelo método do quartamento, quantificados e caracterizados por meio da gravimetria. Já os resíduos orgânicos e rejeitos foram quantificados diariamente. Foram utilizados informativos, como estratégia de Educação Ambiental, com a finalidade de orientar e sensibilizar os moradores na segregação dos resíduos em três frações e a taxa de adesão ao estudo variou de 6,5% a 50%. A geração per capita média do condomínio foi de $0,383 \text{ kg.hab}^{-1}.\text{dia}$ e o peso específico dos resíduos orgânicos foi de $99,94 \text{ kg.m}^{-3}$, enquanto que o de rejeitos foi de $33,34 \text{ kg.m}^{-3}$. A composição gravimétrica média obtida foi de 53,8% orgânicos, 38% rejeitos e 8,2% recicláveis. A partir dos dados de caracterização física obtidos e com o intuito de demonstrar a importância da segregação dos resíduos na fonte, em três frações, dimensionou-se um pátio de compostagem para os resíduos orgânicos gerados no condomínio, com diferentes valores de geração per capita e peso específico (valores máximo, médio e mínimo). Também foram elaborados três cenários para o dimensionamento do pátio de compostagem municipal, utilizando dados do censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e considerando a implementação gradativa da coleta em três frações no município: no cenário 1, utilizou-se a população urbana do município; no cenário 2, a população do bairro central; e no cenário 3, a população dos três bairros mais populosos de Londrina. Esses cenários e hipóteses podem representar valores reais para um pátio de compostagem no condomínio estudado e no município, sendo que a área total para implantação do pátio de compostagem do condomínio variou de $605,4 \text{ m}^2$ a $4.829,04 \text{ m}^2$ e do pátio de compostagem municipal variou de $85.858,75 \text{ m}^2$ a $1.299.745,71 \text{ m}^2$.

PALAVRAS-CHAVE:

Composição Gravimétrica, Geração Per Capita, Resíduos Sólidos, Gerenciamento de Resíduos

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CIDADE: LONDRINA**

AUTOR(ES) DO TRABALHO:

DENISE MAKI OTA

ORIENTADOR(ES) DO TRABALHO:

KÁTIA VALÉRIA MARQUES CARDOSO PRATES

TATIANE CRISTINA DAL BOSCO

E-MAIL:

denisemaki28@gmail.com

MAPEAMENTO DE ROTAS TECNOLÓGICAS APLICÁVEIS A PELAGEM DE SUÍNOS

RESUMO: A questão relacionada à pelagem de suínos tem despertado preocupação no âmbito industrial devido à significativa produção impulsionada pelo aumento do consumo de carne suína, o que resulta em uma elevada geração de resíduos como pelos. Esses resíduos são atualmente destinados aos aterros sanitários, ocasionando impactos ambientais. Com o propósito de identificar e analisar as rotas tecnológicas aplicáveis à reciclagem, reaproveitamento, tratamento e valorização da pelagem de suínos, o presente estudo foi conduzido. Para tanto, foram realizados levantamentos bibliográficos, por meio de buscas nas bases Scopus (Elsevier) e Web of Science (Clarivate), e também em bancos de patentes como o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) e World Intellectual Property Organization (WIPO-PATENTSCOPE). Com base nessas informações, foram elaborados portfólios científicos, análises bibliométricas e o estado da arte, seguidos da construção de portfólio tecnológico, patentometria e estado da técnica. Estas prospecções permitiram a confecção da análise estratégica das rotas tecnológicas e, por fim, a elaboração sistemática das rotas aplicáveis à pelagem. A bibliometria permitiu identificar o destaque de duas universidades: a Delta State University Abraka da Nigéria e Hunan Microbiology Institute Changsha, da China que tiveram maior geração de conhecimento sobre o tema da pesquisa. A participação de duas universidades brasileiras foi identificada, a saber: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS). O mapeamento das rotas tecnológicas identificou as principais tecnologias que estão sendo aplicadas no processamento de resíduos da pelagem, que são: os processos biotecnológicos, hidrólise, pirólise, biofiltro e equipamentos para limpeza de resíduos da pelagem suína. Os trabalhos analisados apresentaram

os seguintes produtos que são gerados através da pelagem: aminoácidos, protease, proteína, queratina, oligopeptídeo, material de construção civil, mercaptopropiônico, bio-óleo e absorvente. Quanto a publicação de trabalhos científicos foi evidenciada a falta de geração de conhecimento sobre a utilização do pelo em âmbito nacional o que aponta para a necessidade do aprofundamento sobre o tema. Quanto as rotas tecnológicas investigadas a mais evidenciada foi o reaproveitamento.

PALAVRAS-CHAVE:

Estratégia, Inovação, Suíno, Tecnologia

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CIDADE: MEDIANEIRA

AUTOR(ES) DO TRABALHO:

JARDEL LOPES FERNANDES

ORIENTADOR(ES) DO TRABALHO:

ELIAS LIRA SANTOS JUNIOR

EVANDRO ANDRÉ KONOPATZKI

E-MAIL:

jardellopesfernandes50@gmail.com

TIPIFICAÇÃO DOS REJEITOS DA COLETA SELETIVA DO MUNICÍPIO DE CAMPO MOURÃO-PR

RESUMO: Uma vez que a coleta seletiva é estabelecida no âmbito municipal, os gerados têm como responsabilidade acondicionar e disponibilizar adequadamente os resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis à coleta seletiva. Ao realizar o monitoramento dos resíduos que chegam à Cooperativa Resíduo Solidário (Cooperesíduos) foi possível compreender a dinâmica da coleta seletiva no município e, identificar e quantificar os rejeitos que são destinados erroneamente à coleta seletiva, além de avaliar os custos para o município e as perdas de receitas da cooperativa e associação. No município de Campo Mourão funciona uma coleta seletiva “porta a porta” realizada por uma empresa terceirizada que transporta os resíduos recicláveis para a cooperativa de catadores. Porém é perceptível os altos volumes de rejeitos que são segregados pelos catadores, tornando necessário a identificação e quantificação desses rejeitos, então, foi utilizado o método de amostragem por quarteamento que permitiu separar os rejeitos em 3 (três) diferentes tipos: aqueles que não são recicláveis (Tipo 1); aqueles que são recicláveis, mas apresentam má qualidade para a reciclagem (Tipo 2) e, aqueles que não apresentam comercialização e/ou são passíveis de logística reversa (Tipo 3). Para os rejeitos Tipo 1, foi encontrado cerca de 35,03%, enquanto o do Tipo 2 foi de 31,50% e o



do Tipo 3 foi de 33,20%. Os rejeitos do Tipo 2 causaram uma perda de receitas à Cooperesíduos de cerca de R\$ 1.967,64 para o período analisado, e um custo ao município de R\$ 11.961,97. Após ser estimado para os anos de 2021 e 2022, observou-se o custo do município de R\$ 130.571,62 e R\$ 148.077,70 e as perdas de receitas da cooperativa de R\$ 39.170,63 e R\$ 33.360,11, respectivamente. E para o ano de 2023, a estimativa é que haja um custo para o município de R\$ 143.543,66 e uma perda de receita para a cooperativa de R\$ 23.611,78. É necessário que haja a sensibilização de todos os envolvidos e incentivo à segregação correta dos resíduos em sua fonte geradora, promovendo assim a efetividade da coleta seletiva e ao desenvolvimento sustentável.

PALAVRAS-CHAVE:

Cooperativa, Quarteamento, Ticket Médio

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CIDADE: CAMPO MOURÃO

AUTOR(ES) DO TRABALHO:

ALESSANDRA ARISSA NUMAI

ORIENTADOR(ES) DO TRABALHO:

THIAGO MORAIS DE CASTRO



Adobe Stock

GESTÃO MUNICIPAL DE ÁREAS DE DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO MUNICÍPIO DE CURITIBA

RESUMO: O setor que engloba a atividade da construção civil possui uma grande parcela de contribuição para o crescimento econômico e social de um país, pois fornece a estrutura necessária para seu desenvolvimento. Tendo como meios a geração de empregos diretos e indiretos e significativa influência em outros setores, como os produtores de matéria-prima, equipamentos e serviços que são necessários no processo produtivo. Em contrapartida, é o setor responsável pela maior quantidade de resíduos sólidos gerados no Brasil e um dos maiores consumidores de recursos naturais, iniciando assim uma cadeia de consumo no processo produtivo. Os resíduos da

construção civil (RCC) dão origem a um grande problema nas áreas urbanas, por serem gerados em volumes significativos e, por vezes, serem descartados incorretamente. O objetivo geral do trabalho é avaliar a gestão municipal em relação às áreas de disposição irregular dos resíduos da construção civil no município de Curitiba - PR, por meio de pesquisa bibliográfica e entrevista presencial com um funcionário da Secretária Municipal do Meio Ambiente (SMMA), do departamento de Limpeza Pública. Foi possível adquirir uma listagem dos principais locais de disposição irregular de RCC de Curitiba e foi realizado um mapeamento dessas áreas. Após a análise de 57 ruas de disposição irregular de RCC em Curitiba, foi identificado que muitas delas compartilham características socioeconômicas similares, como renda, densidade demográfica, presença de ocupações irregulares e proximidade com rios e córregos. Verificou-se que os bairros estudados estão localizados em áreas afastadas do centro da cidade e, frequentemente, fazem divisa com a região metropolitana. A implementação de áreas de transbordo e triagem (ATT) tem sido um avanço significativo na gestão de RCC em Curitiba. Porém ainda é observado o despejo irregular de RCC nos arredores desses locais de entrega voluntária de resíduos. A SMMA possui uma equipe destinada apenas à coleta dos resíduos dispostos irregularmente, entretanto, após a limpeza essas áreas voltam a ser utilizadas para o descarte irregular de resíduos. Algumas ações para evitar essa prática foram aplicadas, como o plantio de árvores nos locais de disposição irregular, instalação de placas informativas e campanhas de conscientização. Porém, essas iniciativas não foram eficazes para prevenção do descarte irregular. Logo, a gestão municipal se mostrou ineficiente na gestão preventiva em relação aos pequenos geradores. Se faz fundamental o contínuo investimento em estratégias de gestão, como a expansão das ATT, a promoção de educação ambiental nas comunidades por meio de campanhas de conscientização veiculadas nos meios de comunicação, maior fiscalização e punição aos infratores para desincentivar essa prática.

PALAVRAS-CHAVE:

Resíduos da Construção Civil, Disposição Irregular, Ecopontos Gestão Municipal

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CIDADE: CURITIBA

AUTOR(ES) DO TRABALHO:

GABRIELLA PAINI MASCENO

ORIENTADOR(ES) DO TRABALHO:

ANDRÉ NAGALLI



ABNT PR 2030

Diretrizes para a integração de práticas ESG e a mitigação dos impactos climáticos nas organizações

A crescente preocupação com questões ambientais, sociais e de governança (ESG) tem levado as organizações a buscarem diretrizes que as ajudem a integrar esses princípios em suas operações. Nesse contexto, a ABNT PR 2030, Prática Recomendada desenvolvida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas, surge como uma ferramenta valiosa, oferecendo um conjunto de diretrizes voluntárias para a implementação de práticas ESG.

O que é a ABNT PR 2030 e sua importância

A ABNT PR 2030, publicada em 2022, é um documento que orienta as organizações na incorporação de práticas ambientais, sociais e de governança em suas atividades. Ele se destaca por alinhar conceitos ESG às melhores práticas internacionais, especialmente em um momento em que a compreensão sobre o tema ainda era incipiente, principalmente para pequenas e médias empresas.

Importância da ABNT PR 2030:

1. Alinhamento de conceitos: O documento traz clareza e consistência aos conceitos ESG, oferecendo uma lista de 14 temas e 42 critérios relevantes para muitas empresas, o que facilita a adoção dessas práticas.

2. Guiar as empresas na jornada ESG: A ABNT PR 2030 fornece um roteiro estruturado em oito passos, desde a compreensão dos principais temas até a medição e relato de resultados. Essa abordagem prática ajuda as organizações a se orientarem no processo de integração do ESG em suas estratégias.

3. Modelo de avaliação e direcionamento: O documento disponibiliza um modelo de avaliação que permite à organização entender o estágio de maturidade de suas práticas.

4. Apoio à sustentabilidade corporativa: A "norma" incentiva a adoção de práticas que gerem impactos positivos, contribuindo para a construção de modelos de negócios mais resilientes e éticos.

O processo de estruturação da ABNT PR 2030

Como todo processo de normalização, a construção da ABNT PR 2030 foi colaborativa. Mais de 120 profissionais, representando diversos setores, participaram do desenvolvimento do documento. Sob a coordenação de Nelson Al Assal, Diretor de Normalização da ABNT, foram realizadas 29 reuniões plenárias e cerca de 160 reuniões técnicas ao longo de nove meses em 2022.

Patrícia Bittencourt liderou o Grupo de Trabalho (GT) Conceito, que foi responsável pela estruturação do documento e pela produção dos conteúdos sobre Contexto, Jornada ESG e Modelo de Avaliação. Além disso, outros GTs foram formados para tratar de eixos ambiental, social e governança, em que os especialistas foram responsáveis por detalhar os temas e critérios apresentados no documento.

A ABNT PR 2030 foi submetida ao processo de Consulta Nacional, garantindo a participação da sociedade, e foi publicada em 14 de dezembro de 2022.



A comissão de estudo especial – CEE-256

A CEE-256 foi criada pela ABNT para abordar a temática ESG, sendo a ABNT PR 2030:2022 o primeiro documento resultante desse esforço. A comissão continua a trabalhar em novos GTs, com destaque para o GT-1 Comunicação, que promove a disseminação da ABNT PR 2030, o GT-3 Assuntos Internacionais, que acompanha as discussões sobre ESG no âmbito da ISO, e o GT-4 Novos documentos da família ESG.

Novos documentos e atualizações

Uma das frentes de trabalho recentes da CEE-256 é o desenvolvimento da ABNT PR 2030 Parte 2 – Determinação da Materialidade, que estrutura e detalha o processo de identificação e priorização dos temas materiais. Essa abordagem permite que as decisões estratégicas estejam alinhadas com as expectativas das partes interessadas e com a sustentabilidade a longo prazo.

O documento original, ABNT PR 2030:2022, está sendo revisado para receber a designação de Parte 1. Essa atualização permite alinhar novos conceitos introduzidos na Parte 2 e revisar outros pontos que evoluíram nos últimos dois anos. Uma das novidades é a inclusão de um novo critério sobre Uso e Conservação dos Oceanos, que faz parte do Tema Biodiversidade no eixo ambiental.

A publicação das Partes 1 e 2 está prevista para dezembro de 2024. Aqueles que já adquiriram a ABNT PR 2030:2022 poderão baixar gratuitamente a emenda da Parte 1.

Mudanças climáticas e a ABNT PR 2030

As mudanças climáticas representam um dos desafios mais urgentes e complexos do nosso tempo, exigindo uma resposta coordenada e proativa das organizações. A ABNT PR 2030 reconhece as mudanças climáticas como um dos riscos globais que as empresas devem monitorar continuamente. O documento inclui o tema específico “Mudanças Climáticas” e apresenta critérios fundamentais, como Mitigação, Adaptação e Eficiência Energética, fornecendo diretrizes claras para que as organizações identifiquem os riscos e tomem medidas para mitigar seus impactos. Essas orientações não apenas ajudam as empresas a reduzirem suas emissões de GEE, mas também promovem a adaptação de suas operações, tornando-as mais resilientes frente a eventos climáticos extremos, além de incentivar o uso eficiente de recursos energéticos.

Caminhos percorridos: experiência E aprendizados em ESG

A trajetória de Patrícia Bittencourt com temas da Pauta ESG começou há mais de 20 anos, trabalhando na implantação de Sistemas de Gestão da Qualidade, Meio Ambiente e Saúde e Segurança e Compliance. Em 2020, quando o termo ESG começou a ganhar destaque, inicialmente surgiu a impressão de que se tratava apenas de uma nova terminologia para um Sistema de Gestão Integrado. No entanto, ao aprofundar-se no conceito, foi possível perceber sua amplitude e o ESG pode ser integrado na gestão estratégica das empresas, gerando valor a longo prazo.

Segundo Patrícia, sua formação em Gestão Estratégica da Sustentabilidade e ESG pela FIA Business School foi um divisor de águas, permitindo contribuir ativamente na construção da ABNT PR 2030. Atualmente, no Secovi-SP, lidera iniciativas voltadas ao engajamento em Sustentabilidade e ESG, com destaque para o Guia ESG: Melhores Práticas para o Setor Imobiliário e projetos como a Aliança pela Redução de GEE na Construção e Incorporação Imobiliária e o Grupo de Trabalho (GT) de Descarbonização do Ambiente Construído.

Especificamente sobre a ABNT PR 2030, a especialista se mantém ativa junto a liderança da CEE-256 e tem disseminado o conteúdo normativo através de Palestras, Webinars e Podcasts, além disso, é autora e docente do curso ESG: a PRática na PRática, que já alcançou mais de 1300 alunos, disseminando os fundamentos ESG para profissionais e organizações que desejem ser parte da solução dos desafios globais.

André Cavalcante tem representado a APEAM e Ororo em reuniões da CEE-256 para o desenvolvimento da parte 2 da ABNT PR 2030 e atualização da parte 1, junto com outras centenas de profissionais e especialistas que contribuíram através de leituras, comentários e discussões do texto.

Em nome da APEAM, André ministrou palestras sobre ESG com foco em Governança na Connect Week, UniBrasil e no Encontro de Fiscalização do Crea-PR em 2023, defendendo a intenção estratégica e a transparência na comunicação e nas ações ESG. Sua base inclui o estudo do Ranking de Sustentabilidade dos Estados e Municípios, a ABNT PR 2030:2022, publicações do Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (IBGC) e o MBA em Projetos Sustentáveis e Inovação Ambiental do PECCA-UFPR, destacando a importância das certificações e dos relatórios de sustentabilidade para o avanço da pauta ESG.

A fundamentação técnica da ABNT PR 2030:2022, o curso “ESG a PRática na prática - ABNT PR 2030” da

ABNT, e participação das reuniões da CEE-256 tem permitido estar melhor preparado para o diagnosticar a maturidade e materialidade em organizações. Alguns pontos chave são o diagnóstico de maturidade das instituições, intenção estratégica da alta gestão na pauta ESG, ouvir o que é material para as partes interessadas, validar com benchmark externo e alta gestão e estabelecer metas e prazos.

Conclusão

A ABNT PR 2030 representa um marco na integração de práticas ESG no Brasil, fornecendo diretrizes claras e suporte valioso para organizações de todos os portes. A disseminação desse documento normativo ressalta sua importância e a necessidade urgente de que as organizações se comprometam a adotar práticas sustentáveis, essenciais para um futuro mais responsável e ético. Entre os temas críticos abordados, as mudanças climáticas se destacam como uma das questões globais mais urgentes. A ABNT PR 2030 oferece diretrizes para que as organizações não ape-

nas mitiguem seus impactos climáticos, mas também se adaptem de maneira eficaz aos desafios impostos por um mundo em transformação, promovendo uma operação mais resiliente e eficiente.

A experiência acumulada na CEE-256, especialmente na construção da ABNT PR 2030, demonstra que cada voz conta, evidenciando a relevância do aprendizado tanto individual quanto coletivo, em que a diversidade de perspectivas enriquece o processo e fortalece os resultados.

Para aqueles que desejam participar do processo de normalização, a ABNT oferece diversas oportunidades de envolvimento. O engajamento de todos é fundamental para avançarmos em direção a um mundo mais sustentável e ético. As normas técnicas não apenas orientam práticas de gestão e operação, mas também promovem a colaboração entre diferentes áreas, setores e comunidades. Ao nos unirmos em torno desse esforço coletivo, contribuímos para um futuro em que a sustentabilidade e a responsabilidade sejam valores centrais, beneficiando toda a sociedade. ■

OPORTUNIDADES DE PARTICIPAÇÃO NO PROCESSO DE NORMALIZAÇÃO DA ABNT

Ingressar nos Comitês Técnicos: Os Comitês Técnicos são responsáveis pela elaboração de novos documentos normativos e pela revisão de normas existentes. Para saber mais e se inscrever, visite o site ABNT - Normalização: abntonline.com.br/normalizacao

Contribuir na Consulta Nacional: Este processo permite que indivíduos e organizações analisem os textos propostos, oferecendo comentários, sugestões e críticas antes que os documentos normativos sejam finalizados e publicados. Participe acessando, Consulta Nacional - ABNT:

abntonline.com.br/consultanacional

CONVÊNIO ABNT / CONFEA

No âmbito do convênio estabelecido entre o sistema CONFEA/CREA/Mútua e a ABNT, os profissionais de engenharia, agronomia, geociências e meteorologia têm acesso ilimitado à pré-visualização das normas técnicas através do site: abntcatalogo.com.br/confea. Além disso, esses profissionais podem adquirir normas técnicas e cursos com descontos significativos: 66% para normas e 50% para cursos, desde que estejam regularmente inscritos no sistema CONFEA/CREA e na Mútua. Para mais informações sobre os serviços oferecidos pelo convênio no estado do Paraná, acesse o site do Crea-PR: crea-pr.org.br/portaldeservicos/convenio-abnt



PREVISÃO DE MANCHAS DE INUNDAÇÃO

Os desafios de integração da modelagem hidrológica e hidrodinâmica em bacias hidrográficas



As enchentes são fenômenos comuns que geram significativos prejuízos sociais, ambientais e econômicos. Um exemplo recente ocorreu no estado do Rio Grande do Sul, onde mais de 2 milhões de habitantes sofreram com os efeitos de chuvas intensas. Esses eventos extremos, muitas vezes, são agravados por fatores como a sobrecarga dos sistemas de drenagem e as condições de uso e ocupação do solo.

No Paraná, a cidade de União da Vitória exemplifica um dos municípios que enfrentam o problema, passando por cheias recorrentes, como nos eventos de 1983, 1992, 2014 e 2023. A cidade se desenvolveu nas proximidades do Rio Iguaçu, numa área de transição entre planaltos, onde o extravasamento da calha principal ocorre quando as vazões são ampliadas por eventos extremos de chuva.

No entanto, os impactos de enchentes como essas

podem ser atenuados através de uma abordagem de gestão de riscos. O uso de ferramentas de modelagem de inundações permite prever com maior precisão a ocorrência desses eventos e planejar respostas mais eficazes. Tipicamente, um sistema de previsão de inundações envolve três componentes principais: (1) a simulação meteorológica numérica, que oferece estimativas de precipitação para o período analisado; (2) o modelo hidrológico, responsável por simular como a água da chuva se transforma em escoamento superficial; e (3) o modelo hidrodinâmico, que reproduz o comportamento da água ao longo dos rios e suas planícies de inundação. A combinação desses modelos proporciona a antecipação dos efeitos de enchentes e, com isso, a implementação de medidas mitigadoras. A Figura 1 ilustra a integração desses módulos e as principais informações requeridas.

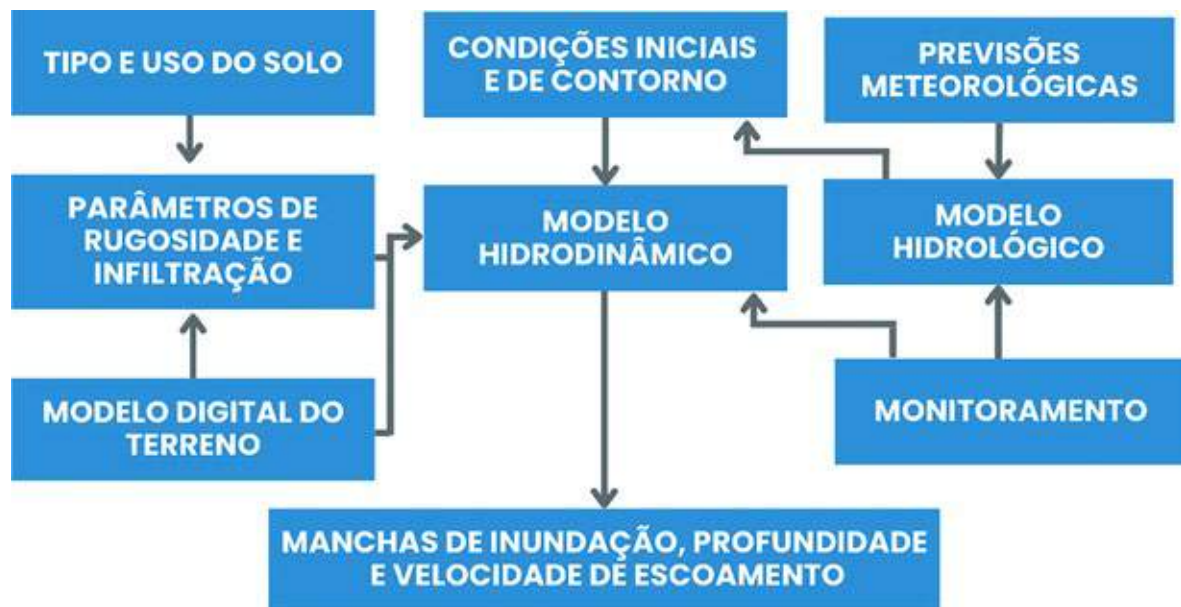


Figura 1 – Esquema de integração dos modelos hidrodinâmico e hidrológico para previsão de manchas de inundação



B09 União da Vitória - Vazão (m³/s)

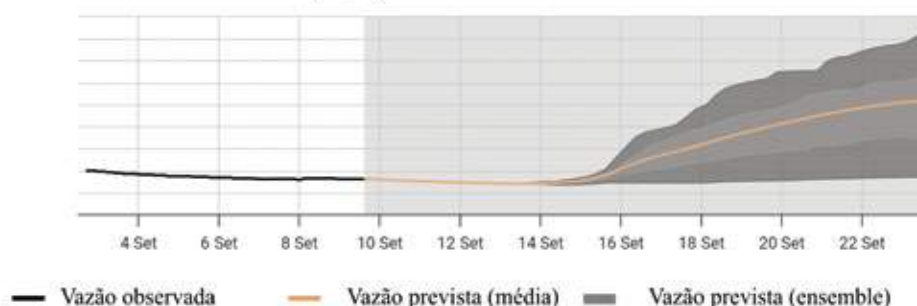


Figura 2 - Mancha de inundação obtida com o modelo hidrodinâmico integrado às previsões hidrológicas

Um exemplo prático dessa abordagem é o uso combinado dos modelos Sacramento *Soil Moisture Accounting* (SAC-SMA) e HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center-River Analysis System*). O modelo SAC-SMA é aplicado para prever hidrogramas em pontos críticos da bacia hidrográfica, simulando os principais processos hidrológicos, como evapotranspiração, percolação, e fluxo subsuperficial e superficial. Por outro lado, o HEC-RAS é utilizado para analisar e prever a extensão das inundações em escala bidimensional, através de cálculos de conservação de massa e quantidade de movimento. Ambos os modelos podem ser calibrados e validados de forma independente usando dados de monitoramento, permitindo identificar zonas de risco e infraestruturas críticas ameaçadas por inundações.

A Figura 2 ilustra uma aplicação na cidade de União da Vitória, onde o modelo hidrológico Sacramento fornece vazões correspondentes a diversas previsões de chuva (ensemble) do Centro Europeu de Previsões Meteorológicas em Médio Prazo (ECMWF). São apresentados os hidrogramas do Rio Iguaçu ao passar pelo município com até quinze dias de antecedência. A partir dessas

previsões, o modelo hidrodinâmico propaga a vazão pelo terreno, determinando a extensão que a água pode atingir. Os resultados indicam como a previsão de vazão no Rio Iguaçu em União da Vitória ajuda a antecipar áreas de inundação, contabilizando ruas e edificações potencialmente afetadas durante a cheia. Esses resultados destacam que as principais áreas vulneráveis correspondem à ocupação nas regiões de planícies de inundação da hidrografia natural.

A qualidade das previsões depende de fatores como a precisão das informações de terreno e da calha do rio, além da rede de estações pluviométricas e fluviométricas, que possibilitam a validação contínua das previsões e recalibrações dos modelos. Outros desafios incluem a correta identificação e representação dos processos físicos relevantes durante eventos críticos, afetados por alterações nos regimes de escoamento e por limitações de dados observacionais. No entanto, esses esforços são essenciais para a gestão de riscos de desastres, que abrange prevenção, preparação e mitigação, fornecendo subsídios cruciais para a tomada de decisões e estratégias de adaptação às mudanças climáticas. ■

Portal da Revista CREA-PR.

Conteúdo de
qualidade
para profissionais
qualificados.

Encontre conteúdos
inspiradores sobre as
Engenharias, Agronomia
e Geociências.



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná

Aponte sua câmera
e leia agora



revista.crea-pr.org.br



APEAM

Associação Paranaense
dos Engenheiros Ambientais



APEAM 2024 EM NÚMEROS

1.059 profissionais cadastrados
no Crea-PR

7 eventos acadêmicos

109 profissionais pagantes

16 cursos e palestras realizadas

142 ingressos disponibilizados
gratuitamente

20 representações com voz e voto

 (41) 99889-0100

 apeampr@gmail.com
contato@apeam.com.br

 apeam.com.br

 @apeam_pr

 apeam

 @APEAMPR