

REVISTA **Realizar** ENGENHARIA

EDIÇÃO 14 | ANO 2025 | LONDRINA | DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

ESTA PUBLICAÇÃO É UMA PARCERIA ENTRE:

**Wi-Fi 7: o futuro da
conectividade nas empresas
e no campo**

Pág. 12

**A nova Lei de Licenciamento
Ambiental no Paraná: o
decreto regulamentador e
suas normativas específicas**

Pág. 16

**Proposta de implantação de
Bus Rapid Transit (BRT) para
a Região Metropolitana de
Londrina-PR**

Pág. 34



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná



Clube de Engenharia e
Arquitetura de Londrina



PALAVRA DO PRESIDENTE DO CREA-PR

É com grande satisfação que me dirijo aos leitores da Revista Realizar Engenharia, celebrando o compromisso contínuo do Crea-PR (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná) com a qualidade, a inovação e a sustentabilidade nas diversas frentes da engenharia e nas entidades de classe.

Nos últimos anos, demos passos importantes ao apresentar programas voltados à engenharia pública, reforçando nossa atuação em prol do desenvolvimento municipal. Assim, em julho deste ano, o Crea-PR lançou, oficialmente, o Portal do Conhecimento e o Selo de Conformidade, instrumentos que reforçam a transparência e a melhoria contínua dos serviços prestados pela instituição.

Temas como as novas leis de licenciamento ambiental e o orçamento de obras são centrais à transformação que buscamos. A recente atualização normativa no Paraná exige atenção técnica conjunta entre engenheiros, órgãos públicos e instituições de ensino, diálogo no qual o Crea-PR está à frente, promovendo cursos e orientações para o setor.

A inovação também é pauta permanente em nossa gestão. Por isso, vemos que assuntos como Wi-Fi 7, que promete revolucionar a conectividade em empresas e zonas rurais, e as lajes mistas de bambu-concreto, tecnologia que reduz o uso do aço e potencializa a sustentabilidade, são relevantes e tratados nesta edição da Revista. O Conselho permanece incentivando os profissionais a explorar essas tendências, com foco em eficiência e impacto socioambiental positivo.

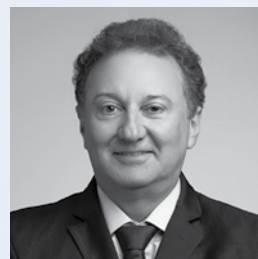
Não posso deixar de mencionar o recente esforço do Crea-PR em fortalecer o apoio técnico e institucional às prefeituras, por meio de programas específicos que levam engenharia de excelência aos municípios, como o Programa Mais Engenharia. Essa atuação, por sua vez, ajuda a prevenir um “apagão de engenheiros”, transformando riscos em oportunidades de qualificação e inserção profissional.

Aproveito para destacar, nesta edição, o debate sobre os honorários para profissionais auxiliares da justiça e a discussão sobre o uso de resíduos de plástico reforçado com fibras de vidro, que alimentam estudos sobre inovação circular no setor da construção civil.

Temos a convicção de que simplificar - sem perder a profundidade técnica - é o caminho para avanços concretos. O Crea-PR seguirá apoiando políticas públicas e tecnologias inovadoras que promovam o progresso da engenharia paranaense e brasileira.

Desejo a todos uma leitura enriquecedora, e que possamos seguir juntos na construção de um futuro mais sustentável e inovador.

Boa leitura!



Clodomir Ascari
Engenheiro Agrônomo

Presidente do Crea-PR

PALAVRA DO PRESIDENTE DO CEAL

É uma honra estar aqui com vocês nesta edição da Revista Realizar Engenharia, na qual podemos refletir sobre o presente e o futuro da engenharia no Brasil. Para começar, gostaria de destacar alguns artigos que nos trazem insights importantes sobre o nosso setor.

O texto do engenheiro civil e mestre em Engenharia de Edificações Julio Cesar Filla, "Um apagão de engenheiros? Riscos e oportunidades", nos alerta para o risco da falta de profissionais no País, causada pela diminuição do interesse pelas engenharias, especialmente entre as novas gerações. Essa reflexão nos desafia a repensar a comunicação e a valorização da nossa área, evidenciando o papel fundamental da engenharia na construção de um Brasil mais sustentável e inovador.

Outro tema relevante é a mobilidade urbana, abordada na proposta de implantação do Bus Rapid Transit (BRT) na Região Metropolitana de Londrina. Investir em políticas públicas de transporte eficiente e sustentável é essencial para melhorar a qualidade de vida nas nossas cidades e, também, impulsionar o desenvolvimento regional, bem como pontua o artigo do arquiteto e engenheiro civil Paulo Adeildo Lopes.

Por fim, o artigo do engenheiro civil Murillo Braghin nos convida a refletir sobre a importância da inovação na engenharia. A inovação, nesse contexto, não se limita às tecnologias avançadas, mas também à nossa postura diária de buscar soluções mais simples, eficientes e humanas. Essa mentalidade, por sua vez, é o que impulsiona o avanço e a transformação do nosso setor.

Diante dessas reflexões, quero destacar algumas das realizações do nosso CEAL neste ano, que reforçam nosso compromisso com o desenvolvimento da engenharia e da nossa comunidade.

Primeiramente, evidencio a criação do CEAL Jovem, uma iniciativa que visa fomentar novas lideranças e facilitar a conexão entre estudantes de engenharia e de arquitetura e profissionais recém-formados. Esse programa, então, tem sido fundamental para promover a troca de experiências, o aprendizado e o fortalecimento do setor desde a sua base.

Também avançamos na implementação das Câmaras Técnicas, que proporcionam estudos aprofundados e o desenvolvimento profissional nas diversas especialidades da engenharia e que têm sido essenciais para promover debates, inovações e soluções que atendem às demandas do mercado e da sociedade.

Outro marco importante foi a criação do Instituto de Tecnologia em Engenharia e Arquitetura, uma iniciativa que promete transformar o cenário local e regional. Com a instalação de laboratórios de alta tecnologia, incluindo recursos como BIM, realidade aumentada e outras inovações, a instituição irá promover projetos de pesquisa de ponta, fortalecer a conexão entre a academia e o mercado, e impulsionar o desenvolvimento de novas tecnologias que vão beneficiar toda a sociedade.

Que possamos, juntos, continuar promovendo uma engenharia mais atrativa, sustentável e inovadora, contribuindo para o desenvolvimento do nosso País e para um futuro mais promissor.

Muito obrigado a todos pelo empenho, pela dedicação e por fazerem do CEAL uma entidade cada vez mais atuante e conectada às necessidades de Londrina e do Brasil.

Boa leitura!



Marcos Dantas de Oliveira
Engenheiro Eletricista

Presidente do CEAL
Biênio 2025/2026



Clube de Engenharia e
Arquitetura de Londrina

Avenida Maringá, 2400, Londrina-PR
Tel.: (43) 3348.3100
E-mail: ceal@ceal.londrina.br
Site: ceal.londrina.br

CONSELHO EDITORIAL

Brazil Alvim Versoza
Carlos José M. da C. Branco
Carolina Alves do Nascimento Alvim
Diego Arrebola
Edgar Matsuo Tsuzuki
Helton Genare da Silva
Maria Clarice de Oliveira Rabelo
Natalia dos Santos Stasiak

EXPEDIENTE

Coordenação:

Érico Belem
Fabiana Nassar
ceal.revistarealizar@gmail.com

Jornalista responsável:

Caroline Knup Tonzar
MTB: 0013413/PR

Revisão de texto e reportagem:

Caroline Knup Tonzar
caroline.tonzar@gmail.com

Projeto gráfico:

Érico Belem
ericobelem@gmail.com
@ericobelem.design

Diagramação:

BLM Comunicação

Fotos:

Divulgação e Adobe Stock

Impressão:

Idealiza Gráfica e Editora Offset

Tiragem:

1.000 unidades

DIRETORIA 2025/2026

Presidente: **Marcos Dantas de Oliveira**
Vice-Presidente: **Helton Genare da Silva**
1º Secretário: **Emmanuel Garcia Cardoso**
2º Secretário: **Wesley de Brito**
1º Tesoureiro: **Caio Kerst Niero**
2º Tesoureiro: **Ney Humberto Secco**

CONSELHO FISCAL

Titulares

Roberto Gonçalves Gameiro
Natalia dos Santos Stasiak
Henrique Alves Pereira Neto

Suplente

Naziel Salustiano

CONSELHO CONSULTIVO

Titulares

Brazil Alvim Versoza
Carlos José M. da C. Branco
Decarlos Manfrin

Suplente

Claudio Dantas de Oliveira

COMISSÃO DE ÉTICA

Titulares

Elisangela Theodoro Vieira da Silva
Carolina Alves do Nascimento Alvim
Rangel Cardoso Giovani
Olavo Roberto de Arruda Campos
André Luiz Sell



Foto da capa: **Wilson Grandinetti**
Título da foto: **Jovem Senhora 2**

*Foto premiada com o 3º lugar no
Concurso CEAL de Fotografia 2024*

ÍNDICE

O FENÔMENO TÉRMICO DO CONCRETO: COMPORTAMENTO DO MATERIAL EM ESTRUTURAS DE GRANDES DIMENSÕES E ESTUDO DE CASO	06
WI-FI 7: O FUTURO DA CONECTIVIDADE NAS EMPRESAS E NO CAMPO	12
A NOVA LEI DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO PARANÁ: O DECRETO REGULAMENTADOR E SUAS NORMATIVAS ESPECÍFICAS	16
HONORÁRIOS PARA PROFISSIONAIS AUXILIARES DA JUSTIÇA	20
LAJES MISTAS DE BAMBU-CONCRETO, SEM AÇO	22
INOVAÇÃO NA ENGENHARIA: SIMPLIFICAR PARA AVANÇAR	26
ORÇAMENTO DE OBRAS E SEUS DESAFIOS	28
UM APAGÃO DE ENGENHEIROS? RISCOS E OPORTUNIDADES	31
PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE BUS RAPID TRANSIT (BRT) PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE LONDRINA-PR	34
INVESTIGAÇÃO DA ADERÊNCIA ENTRE O RESÍDUO DE PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRAS DE VIDRO PROCESSADO EM TIRAS AO CONCRETO: UMA POSSIBILIDADE DE DESTINAÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL	39
O PROGRAMA MAIS ENGENHARIA E A TRANSFORMAÇÃO DA ENGENHARIA PÚBLICA NO PARANÁ	44
CIDADES INTELIGENTES: CREA-PR ESTRUTURA MAIOR PROGRAMA ESTADUAL DE APOIO À IMPLANTAÇÃO DE CIDADES INTELIGENTES DESENVOLVIDO PELAS ENGENHARIAS, AGRONOMIA E GEOCIÊNCIAS, COM PARTICIPAÇÃO ATIVA JUNTO AOS MUNICÍPIOS	49

O FENÔMENO TÉRMICO DO CONCRETO: COMPORTAMENTO DO MATERIAL EM ESTRUTURAS DE GRANDES DIMENSÕES E ESTUDO DE CASO

Entenda como o calor de hidratação influencia o desempenho, os riscos de fissuração e a durabilidade das estruturas de grande porte



Wilson Carlos Ubiali

Engenheiro Civil

Engenheiro civil graduado pela UEL (Universidade Estadual de Londrina) em 1986. Foi sócio da Londrisolos Consultoria e Projetos de Fundações entre 1986 e 1988 e consultor entre 1992 e 1993. Desde 1989, atua como fundador e diretor da Tecnicon Controle Tecnológico LTDA.

PARTE I - DESCRIÇÃO DO FENÔMENO

O fenômeno térmico do concreto massa se refere aos efeitos de temperatura que ocorrem durante o processo de hidratação do cimento em estruturas de grandes dimensões, como barragens, fundações, blocos de ancoragem ou grandes vigas, pilares e paredes.

Segundo o ACI (American Concrete Institute, na sigla em inglês) Committee 116, concreto massa é o concreto aplicado em uma estrutura maciça, como, por exemplo, vigas, pilares, estacas, comportas ou barragens onde o volume é de tal magnitude que requer meios especiais para combater a geração de calor e a decorrente mudança de volume.

Como o fenômeno ocorre

O concreto, como todo material, se dilata com o aumento da temperatura e se contrai com a diminuição.

O processo de hidratação do cimento no concreto, por sua vez, é de natureza exotérmica, liberando calor e, portanto, elevando a temperatura da estrutura.

O problema térmico se inicia nas primeiras horas pós-concretagem, com o calor da hidratação do cimento, e pode se estender a idades mais avançadas devido às oscilações térmicas externas.

Fases do fenômeno térmico

- Fase de expansão: decorre do aquecimento da estrutura, gerando tensões de compressão devido às restrições à deformação;
- Fase de retração: ocorre devido ao resfriamento, gerando tensões de tração decorrentes das restrições à deformação.

Fontes de variação térmica

As fontes térmicas podem ser intrínsecas (internas) ou extrínsecas (do entorno):



- Fontes internas: se referem, principalmente, à hidratação do cimento. Em grandes volumes, o calor não se dissipa facilmente, o que eleva a temperatura interna;
- Fontes externas: estão relacionadas ao contato com outros materiais ou com o ambiente.

Tensões e fissuração

O risco de fissuração não surge da deformação em si, mas da restrição à deformação. O nível de restrição à deformação é um dos principais fatores que contribuem para a fissuração térmica, seja por aderência com o entorno, materiais embutidos (armaduras) ou gradientes térmicos não lineares.

Em elementos estruturais de grande volume, o núcleo aquecido se expande, enquanto as superfícies resfriam mais rapidamente e tendem a contrair, gerando tensões de tração nas camadas externas. Se essas tensões excederem a resistência à tração do concreto, ocorrem fissuras. Tais fissuras comprometem a durabilidade e a estabilidade da estrutura, o que permite a entrada de agentes agressivos e a corrosão da armadura.

Fatores que influenciam o problema térmico

Principais fatores intrínsecos:

- Dosagem do concreto: consumo de aglomerante. Com o alto consumo, há o aumento da resistência mecânica. Porém, é a principal fonte geradora de calor;
- Tipo de aglomerante: cimentos mais reativos, como o CP V-ARI (Alta Resistência Inicial), produzem mais calor nas primeiras idades. Por outro lado, há cimentos com baixo calor de hidratação, como o CP III, com escória de alto-forno, e o CP IV (pozolânico);
- Temperatura de lançamento: temperatura em que o concreto foi lançado na obra. Normalmente, acompanham a temperatura ambiente ou a superam, como quando os agregados e o caminhão betoneira ficam expostos à insolação. As temperaturas elevadas, então, aumentam o risco de fissuração.

Principais fatores extrínsecos:

- Volume e geometria: quando o volume e a menor dimensão da peça forem relevantes, os riscos de fissuração aumentam;

- Condições climáticas: a temperatura ambiente e a velocidade do vento. Em dias quentes, a concretagem, especialmente no período vespertino, aumenta o risco térmico;
- Interferências do entorno: objetos em contato, como fundações e outras peças estruturais, que restringem as deformações. Quanto maior a restrição, maiores serão as tensões. O isolamento térmico, as formas e os escoramentos também estão incluídos nesse fator.

Estimativa das propriedades térmicas

As propriedades térmicas, estimadas por meio de equações preditivas que não serão abordadas neste artigo, são as seguintes:

- Coeficiente de expansão térmica: variação de comprimento por variação de temperaturas;
- Calor específico: quantidade de calor necessário para elevar em 1°C a temperatura de uma unidade de massa;
- Condutividade térmica: fluxo de calor transmitido por unidade de área sob gradiente de temperatura unitário;

- Elevação adiabática da temperatura: aumento da temperatura do concreto em função somente da hidratação do cimento, não considerando as perdas para o entorno. Aumenta mais nas primeiras idades (poucos dias) e continua evoluindo de forma mais suave em idades posteriores.

Outras propriedades consideradas são: módulo de elasticidade, resistência à tração na flexão, fluência, coeficiente de Poisson e massa específica.

DEF (Etringita Tardia)

A etringita tardia é uma patologia que ocorre no concreto endurecido devido à formação retardada da etringita. Se a temperatura de hidratação ultrapassa 65°C a 70°C, a etringita primária pode ser inibida e, posteriormente, recristalizar durante o resfriamento, gerando tensões internas e fissuras.

Medidas para a prevenção e o controle do fenômeno térmico

Para mitigar os riscos no concreto massa, existe uma série de estratégias que podem ser adotadas, tais como:

- Quanto à dosagem do concreto: uso de cimentos de baixo calor de hidratação, como tipos CP III ou CP IV; redução do consumo do cimento; substituição parcial do cimento por adições mineiras, como pozolanas, sílica ativa e metacaulim, e uso de aditivos plastificantes e/ou superplastificantes;
- Quanto ao controle da temperatura de lançamento: concretagem em períodos com temperaturas ambientais mais baixas, como no início da manhã ou à noite; resfriamento dos agregados com aspersão de água (gelada, se possível) e utilização

de gelo em escamas no lugar de parte da água de amassamento;

- Quanto ao plano de execução: divisão da concretagem em etapas ou camadas, com intervalo adequado entre elas, desde que o cronograma permita, e isolamento térmico das superfícies para um resfriamento mais lento, de modo a reduzir o gradiente térmico;
- Quanto ao entorno: tornar a superfície de contato da estrutura menos rugosa; evitar o engastamento em outras estruturas e utilizar materiais de contato com o entorno com menos rigidez, como a madeira, por exemplo;
- Quanto ao monitoramento: instalação de termopares para monitorar a evolução das temperaturas internas e superficiais, permitindo ajustar o isolamento e controlar o diferencial de temperatura.

Considerações

É recomendável que, na fase anterior ao início da obra, projetistas e responsáveis, além de tecnólogo e da fornecedora de concreto, tenham conhecimento e identifiquem quais as possíveis situações em que o problema térmico possa ocorrer e, assim, programem eventuais medidas necessárias.

A partir dos parâmetros indicados por Botassi (2022), devem ser motivo de preocupação e de análises prévias, não somente os elementos estruturais de grande porte, mas peças de dimensões relativamente comuns. Como para os casos de concretos de classes C20 a C40 e de consumo de 230 a 400 kg/m³, em peças com menor dimensão maior que 100 cm e volume maior que 10 m³. Já para classes C45 ou superiores e consumo maior que 400 kg/m³, menor dimensão a partir de 40 cm e volumes a partir de 3 m³.

PARTE II - O CASO DO EDIFÍCIO SÃO PAULO

Local: Rua São Paulo - Sertãoópolis/PR

Construção: Rabelo & Secco Engenharia

Projeto de fundações: Mecsolos - Engenharia de Solo

Projeto estrutural: Zocco Projetos Estruturais

Central de concreto: Avenida Mix

Controle térmico e tecnológico: Tecnicon Controle Tecnológico

Este estudo detalha o controle térmico da concretagem do bloco central - o poço do elevador - do Edifício São Paulo.

Características do concreto e do projeto

O bloco possui dimensões de 11,80 metros de comprimento, 8,92 metros de largura e 2,80 metros de altura. Os requisitos de projeto incluíam concreto classe C30, relação água/cimento $\leq 0,60$, areia com módulo de finura $> 2,60$, abatimento de 100 a 150 milímetros e uso de cimento CP III e CP IV.

O concreto, segundo a carta-traço fornecida pela usina, indicava a utilização do cimento CP IV-32 RS, com consumo de 307 kg/m³, massa específica aparente de 2.401 kg/m³, relação água/cimento de 0,586 e porcentagem de argamassa de 52,8%.

Ensaio e predições antes da concretagem

Testes prévios em blocos de dimensões médias foram feitos para comparar temperaturas previstas e reais.

Em um deles, de volume 27,7 metros cúbicos e altura de 1,90 metros, foi concretado em duas camadas, com intervalo de dois dias. Inseridas as temperaturas de lançamento do concreto, as previstas pela retroanálise seriam de 56,5°C a 61,6°C, respectivamente. De forma comparativa, as temperaturas reais medidas ficaram em 55,9°C na primeira ca-

mada e 58,4°C na segunda. Portanto, a temperatura real ficou de 0,6°C a 3,2°C mais baixa que as previstas.

No outro bloco, de volume 20,25 metros cúbicos e altura de 1,50 metros, concretado em etapa única, a temperatura medida foi 7,6°C inferior à prevista, de 55,6°C para 63,2°C. Isso, por sua vez, indica que as previsões tendem a superestimar as temperaturas, o que é favorável à segurança, e nenhuma fissuração foi observada.

No bloco do elevador, as previsões indicavam uma temperatura máxima de 81,7°C, para o caso de concretagem em camada única e para uma temperatura de lançamento de 30°C, ou seja, extremamente elevada. Assim, seria necessária a adoção de várias medidas mitigatórias em conjunto.

No caso da solução adotada, com três camadas, as previsões indicavam temperaturas de 61,1°C na primeira camada e até 67,3°C na terceira, partindo de 30°C de temperatura de lançamento, com cinco dias de intervalo.

Concretagem e controle

A construtora optou por fazer a concretagem em três etapas, para não encarecer o produto com a utilização de gelo e, também, porque o cronograma permitia. Mesmo que as previsões indicassem um intervalo de cinco dias entre as concretagens, na prática, esse número foi maior:

- 1ª etapa (23/01/2025): 112 metros cúbicos, temperatura ambiente entre 30,8°C e 36,5°C, e temperatura do concreto entre 30°C e 33°C;
- 2ª etapa (29/01/2025): 96 metros cúbicos, temperatura ambiente entre 27°C e 33,9°C, e temperatura do concreto entre 34°C e 37°C;
- 3ª etapa (13/02/2025): 112,5 metros cúbicos, temperatura ambiente entre 31,2°C e 35,7°C, e temperatura do concreto entre 34°C e 37°C.

O volume total aplicado foi de 320,5 metros cúbicos. Foram medi-

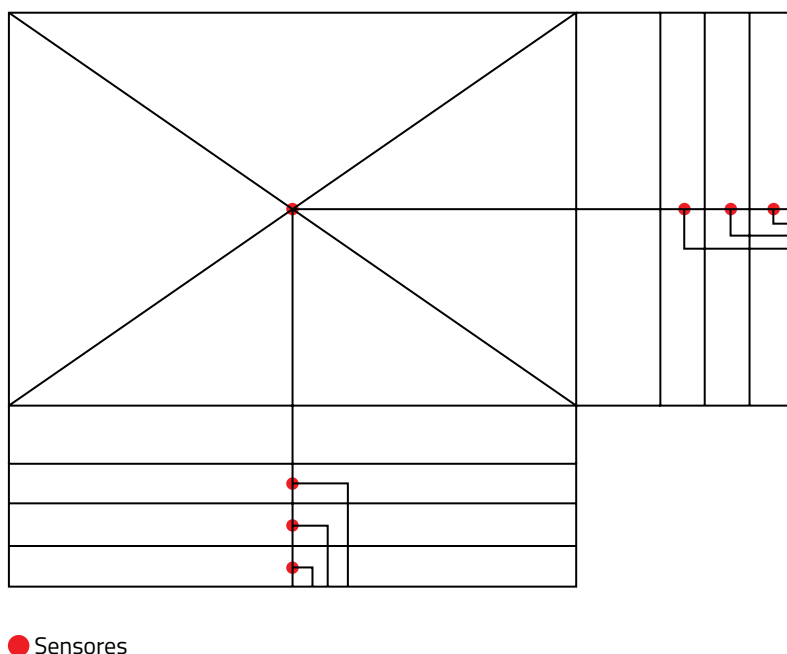


Figura 1 - Dimensões do bloco e termopares centrais

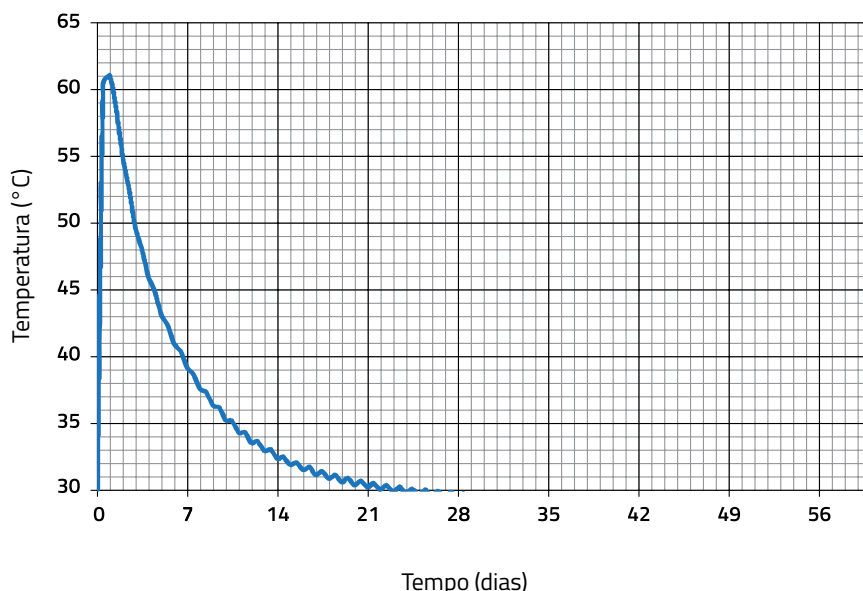


Figura 2 - Curva prevista para a primeira etapa, que difere da real devido a esta ser seguida de camadas posteriores, havendo elevação da temperatura após cada lançamento, já que impediu a perda de calor

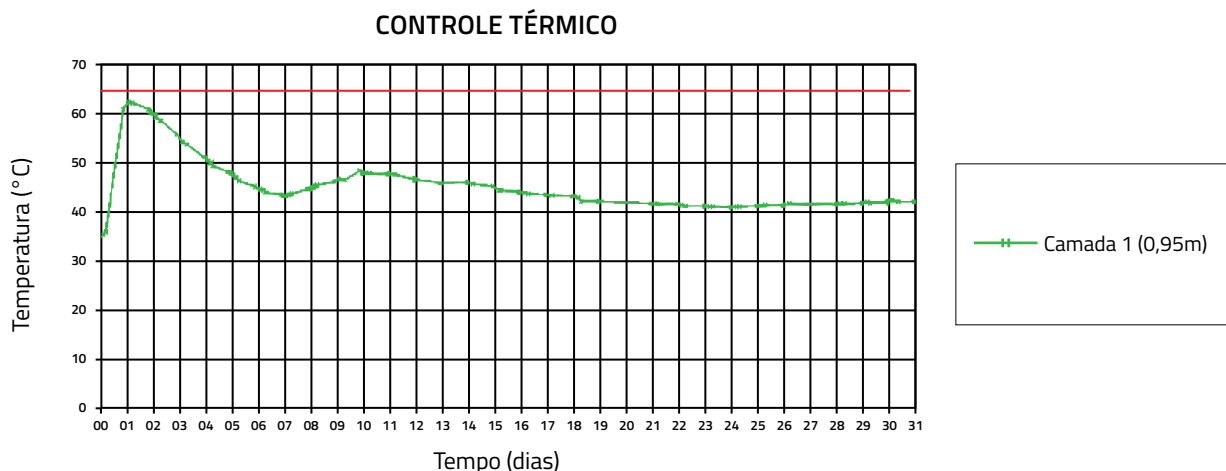


Figura 3 - Temperaturas medidas no sensor central na primeira camada do bloco. Na imagem, observa-se, após o pico e posterior declínio, uma nova elevação depois do lançamento da segunda camada, seguida por outro declínio e suave aumento após o lançamento da terceira camada

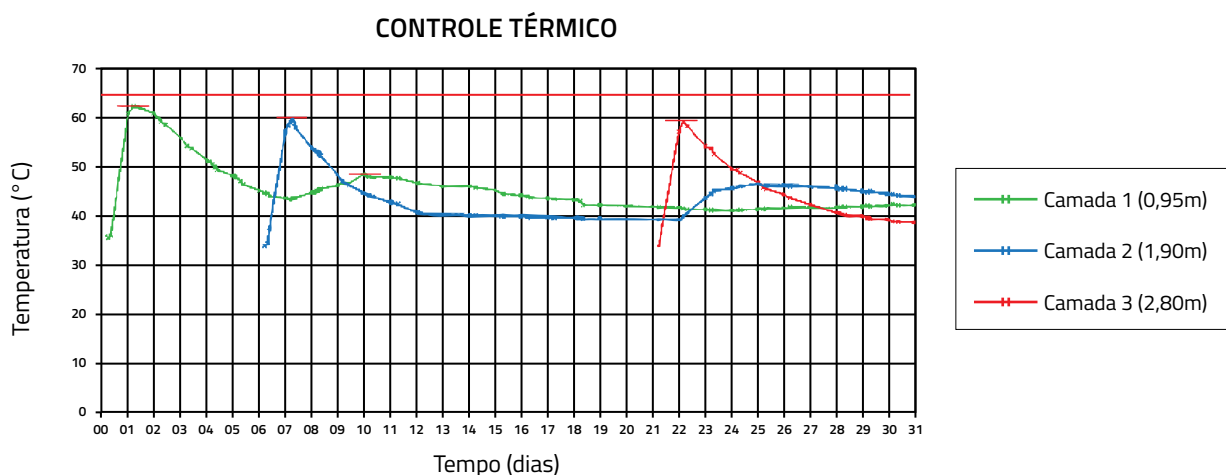


Figura 4 - Temperaturas dos sensores centrais das três camadas

das as temperaturas ambiente e do concreto no caminhão. Posteriormente, foram tomadas as temperaturas através dos termopares instalados no centro de cada etapa, em um período de cerca de 30 dias após a primeira e de cerca de 10 dias após a terceira. Depois de cada concretagem, a superfície foi coberta com manta de bidim saturada.

As temperaturas máximas apuradas foram de 62,3°C, 59,9°C e 59,3°C, respectivamente. A primeira superou um pouco a previsão, provavelmente devido à temperatura de lançamento mais elevada. Já as demais camadas ficaram aquém, possivelmente pelo intervalo entre as etapas ter sido

maior que o indicado, com diminuição da temperatura da superfície da camada inferior além do esperado.

CONCLUSÃO

Os resultados do controle tecnológico confirmaram que todos os resultados superaram o fck (resistência característica à compressão do concreto) estabelecido. O controle térmico indicou que as temperaturas permaneceram abaixo do limite recomendado de 65°C, sugerindo que a ocorrência de patologias relacionadas ao fenômeno térmico é improvável.

Este estudo de caso, portanto, reforça a importância do planejamento

e da implementação de medidas de controle térmico no projeto e na execução de concretos de volume importante, para garantir a integridade e a durabilidade das estruturas. ■

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 6118:2023 - **Projeto de Estruturas de Concreto**.
Mehta, P. Kumar, Monteiro, Paulo J.M., Concreto - **Microestrutura, Propriedades e Materiais**, Ibracon, 2014.
Neville A.M., Brooks, J.J., Tecnologia do Concreto, Bookman, 2013.
Santos, Sergio Botassi, **Fenômeno Térmico do Concreto - Análise Técnica e Simulações de Concretagem**, Interciência, 2022.

CAPTAÇÃO DE RECURSOS PARA ENTIDADES DE CLASSE.

O APOIO QUE
A ENTIDADE PRECISA,
EM BENEFÍCIO DOS
PROFISSIONAIS
E DA SOCIEDADE.



**EDITAL
DE CHAMAMENTO
PÚBLICO**



**EDITAL
DE PATROCÍNIOS**



**POLÍTICA
DE ESTANDES**

São milhões de reais em investimentos, disponíveis em três modalidades, para projetos focados em capacitação, tecnologia e métodos inovadores.

Acesse o QR Code
e saiba mais
como viabilizar
seu recurso.



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná

Quem fiscaliza cuida.

WI-FI 7: O FUTURO DA CONECTIVIDADE NAS EMPRESAS E NO CAMPO

Do escritório ao campo, o Wi-Fi 7 redefine a velocidade, a segurança e a inteligência das redes sem fio para uma nova era digital



Valter C. Pontello

Engenheiro Eletricista e de Telecomunicações

Engenheiro eletricitista e de telecomunicações graduado pela Universidade Metropolitana IESB e especialista em Redes de Computadores pela mesma instituição. É responsável pela área comercial e projetos e atua na área de soluções em nuvem, fazendas digitais, segurança avançada com uso de IA (Inteligência Artificial) e analíticos com aplicação em grandes projetos do agronegócio no Mato Grosso. É tecnólogo em Processamento de Dados pela UniFil e participa da Câmara de Elétrica no CEAL, além de ter sido coordenador da Câmara Técnica de Engenharia Elétrica do Clube em 2023/2024. Atualmente, é conselheiro suplente do Crea-PR (2023-2025) e cursa especialização em Projetos Elétricos em BIM.

Vivemos na era da conectividade, onde tudo depende de acesso às redes de comunicação, redes sociais, sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), redes industriais, Internet das Coisas e, no agro, fazendas inteligentes. Da mesma forma que as mais diversas tecnologias evoluem, o padrão de redes sem fio tem acompanhado as demandas cada vez mais crescentes de velocidade, segurança e estabilidade. Com esse contexto, surgiram os padrões Wi-Fi 6 (IEEE802.11ax) e Wi-Fi 7 (IEEE802.11be), sendo este último o mais falado no momento, como a promessa mais recente e poderosa da conectividade sem fio.

Este artigo tem como objetivo apresentar, de forma clara e acessível, as diferenças mais marcantes entre o Wi-Fi 6 e o novo Wi-Fi 7, destacando as vantagens práticas para empresas que utilizam sistemas ERP e bancos de dados robustos,

além de tentarmos visualizar como o Wi-Fi vai impactar o futuro da automação industrial e do agronegócio com as mais recentes evoluções de IIoT (Industrial Internet of Things) e FarmIoT (Internet of Things no agronegócio).

O QUE É WI-FI E SUA EVOLUÇÃO

A designação “Wi-Fi” define um conjunto de padrões para redes locais sem fio, definido pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Com o passar dos anos, esses padrões foram sendo atualizados para comportar maiores velocidades, menos interferências e mais dispositivos conectados simultaneamente. Essas melhorias “evolutivas”, por sua vez, foram impulsionadas pelo crescente aumento de consumo de dados e pela necessidade cada vez maior de eficiência, ou seja, performance.

Mais que uma evolução, o Wi-Fi 7 será a base da nova era digital, conectando empresas, indústrias e o agro com inteligência, velocidade e precisão.



RESUMO DOS TRÊS ÚLTIMOS PADRÕES DE REDE SEM FIO

Versão	Nome técnico	Lançamento	Velocidade teórica máxima	Bandas utilizadas
Wi-Fi 5	802.11ac	2014	Até 3,5 Gbps	5,8 GHz
Wi-Fi 6	802.11ax	2019	Até 9,6 Gbps	2,4 e 5,8 GHz
Wi-Fi 7	802.11be	2024	Até 46 Gbps	2,4, 5,8 e 6 GHz

Observação: note que o Wi-Fi 5 (IEEE802.11ac) não opera na banda 2,4GHz, ao contrário do Wi-Fi 4 (IEEE802.11n), que opera em 2.4GHz e 5,8GHz

A linha do tempo de desenvolvimento do Wi-Fi 7 pode ser dividida em quatro períodos:

I - 2020: início do desenvolvimento da norma IEEE802.11be;

II - 2022-2023: lançamentos comerciais iniciais de dispositivos “pré-Wi-Fi 7” por grandes e conceituados fabricantes, como Qualcomm, MediaTek e Broadcom;

III - 2024: produtos certificados pela Wi-Fi Alliance começam a ser comercializados sob o selo Wi-Fi 7 Certified™;

IV - Previsto para 2025: término e ratificação oficial da norma IEEE802.11be.

Dessa forma, o Wi-Fi 7 foi idealizado tecnicamente em 2020, con-

seguiu ser adotado comercialmente em 2023 e 2024 e sua oficialização está prevista para 2025.

Agora, comparando Wi-Fi 6 e Wi-Fi 7, tem-se:

1. Velocidade e desempenho: o Wi-Fi 6 trouxe ganhos consideráveis em relação ao Wi-Fi 5, especialmente na capacidade de manter múltiplas conexões simultâneas sem degradação do sinal. Por outro lado, o Wi-Fi 7 vai muito além, oferecendo velocidades até cinco vezes maiores, com latência extremamente baixa, sendo este último um grande trunfo em comparação com os padrões anteriores. Veja:

- **Wi-Fi 6:** até 9,6 Gbps, com grandes melhorias em ambientes con-

gestionados, como escritórios, escolas e grandes ambientes populados, por exemplo;

- **Wi-Fi 7:** até 46 Gbps, graças a canais com largura de banda de 320MHz (o dobro do Wi-Fi 6), modulação 4K-QAM e operação Multi-Link simultânea.

2. Latência: reduzir a latência é fundamental para aplicações em tempo real (real time), videoconferências, automação e controle remoto. O Wi-Fi 7 introduziu o MLO (Multi-Link Operation), que torna possível múltiplas conexões simultâneas em diferentes bandas, reduzindo drasticamente o tempo de resposta.

3. Eficiência e capacidade: ambos os padrões utilizam tecnologias como

RESUMO DOS TRÊS ÚLTIMOS PADRÕES DE REDE SEM FIO

Padrão Wi-Fi	Norma IEEE	Ano do Lançamento	Bandas de Frequência [GHz]	Largura de Canal [MHz]	Modulação Máxima	Velocidade Máxima Teórica [Mbps]
Wi-Fi 1	802.11b	1999	2,4	22	DSSS	11
Wi-Fi 2	802.11a	1999	5,8	20	OFDM	54
Wi-Fi 3	802.11g	2003	2,4	20	OFDM	54
Wi-Fi 4	802.11n	2009	2,4 e 5,8	20 / 40	64-QAM	600 (4x4 MIMO)
Wi-Fi 5	802.11ac	2013	5,8	20 / 40 / 80 / 160	256-QAM	3,5 Gbps (8x8 UM-MIMO)
Wi-Fi 6	802.11ax	2019	2,4 e 5,8	20 / 40 / 80 / 160	1024-QAM	9,6 Gbps (8x8 UM-MIMO + OFDMA)
Wi-Fi 6E	802.11ax (ext.)	2021	2,4 5,8 e 6,0	Até 160	1024-QAM	Idêntico ao Wi-Fi 6
Wi-Fi 7	802.11be	2024 (em finalização)	2,4 5,8 e 6,0	20 até 320	4096-QAM (4K-QAM)	46 Gbps (Multi-Link + MIMO)

Observações: 1. Wi-Fi 6E é uma extensão do Wi-Fi 6, com suporte à banda de 6 GHz, mas sem melhorias adicionais de modulação ou largura de canal; 2. Wi-Fi 7 adiciona tecnologias como MLO (Multi-Link Operation) e suporte a mais fluxos MIMO, que aumentam significativamente o desempenho e, por consequência, a estabilidade do sinal; 3. as velocidades máximas são teóricas e dependem de condições pré-estabelecidas ideais e suporte do hardware para cada tecnologia específica

OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) e UM-MIMO (Multiple User - Multiple Input Multiple Output), mas o Wi-Fi 7 expande o número de fluxos simultâneos, tornando possível que muitos dispositivos trafeguem dados em alta velocidade simultaneamente, o que é ideal para ambientes com dezenas ou centenas de dispositivos, como estádios e grandes ambientes corporativos, não deixando de lado grandes ambientes industriais conectados (IIoT) e alguns casos de FarmIIoT.

4. Segurança: os dois padrões utilizam o protocolo WPA3. Entretanto, o Wi-Fi 7, por ser mais recente, foi desenvolvido com um ecossistema mais preparado para lidar com ameaças modernas e, inclusive, suporta melhor segmentação de tráfego e integração com redes privadas virtuais.

Benefícios práticos do Wi-Fi 7 para empresas com ERP e banco de dados

Empresas que utilizam ERP e acessos constantes a banco de dados requerem redes com as seguintes características:

- **Alta disponibilidade:** quedas de conexão impactam diretamente a operação;
- **Baixa latência:** atrasos afetam o tempo de resposta em consultas e integrações;
- **Alta taxa de transferência:** especialmente útil em operações que trabalham com grandes volumes de dados, como análise de BI e geração de relatórios complexos.

A fim de exemplificar, seguem dois cenários para facilitar o entendimento:

- **Cenário 1:** ERP em nuvem com dezenas de usuários simultâneos. Com o Wi-Fi 7, cada estação de trabalho poderá manter uma conexão rápida e estável, mesmo em horários de pico de demanda, sem atrasos ou lentidão. O suporte a múltiplos canais de dados otimiza o desempenho em ambientes com grande número de dispositivos;

- **Cenário 2:** acesso remoto ao banco de dados. Operações remotas ganham desempenho extra com latência extremamente reduzida, gerando maior confiabilidade, o que torna o trabalho híbrido mais produtivo e seguro.

Impacto do Wi-Fi 7 no IIoT e FarmIIoT

À medida que as indústrias e o agronegócio avançam cada vez mais rápido rumo à digitalização, os dispositivos IIoT se multiplicam exponencialmente. Sensores, atuadores, drones e câmeras exigem redes capazes de suportar milhares de conexões simultâneas com segurança e alta estabilidade.

IIoT (Industrial Internet of Things)

Na indústria, o Wi-Fi 7 será a base para aplicações importantes, como:

- **Manutenção preventiva:** sensores se comunicam em tempo real e repassam o status de máquinas;



A designação "Wi-Fi" define um conjunto de padrões para redes locais sem fio, definido pelo IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

- Controle de robôs autônomos: resposta imediata e com alta confiabilidade nas operações fabris. É possível estender esse caso para o agronegócio, incluindo tratores e máquinas autônomas no campo;
- Integração com sistemas fabris SCADA e MES: neste caso, os dados precisam trafegar com mínima latência.

FarmIoT (IoT no Agronegócio)

Para as aplicações no campo, as vantagens incluem:

- Monitoramento de parâmetros ambientais em tempo real: sensores de solo, clima e irrigação, por exemplo;
- Controle de drones e tratores autônomos: exigem redes com tempo de resposta ágil e preciso;
- Conectividade em áreas remotas: onde a aplicação de bandas de 6GHz melhora o alcance e reduz a interferência em relação às bandas anteriormente e amplamente utilizadas, estando com o espectro eletromagnético "sujo".

Assim, o Wi-Fi vai possibilitar a criação de redes mesh avançadas,

Com o uso do Wi-Fi 7, a IIoT e a FarmIoT avançam para uma nova era de conectividade com ultrabaixa latência, maior densidade de dispositivos e transferência de dados em tempo real, transformando a automação industrial e a agricultura de precisão.

tornando possível cobrir grandes extensões com estabilidade, ideal para aplicações em grandes áreas de fazendas inteligentes e centros agroindustriais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Wi-Fi 7 não pode ser considerado somente uma evolução incremental, pois trata-se de uma significativa transformação na forma operacional das redes sem fio. Para as empresas que já utilizam intensamente ERPs, BIs e grandes bancos de dados, investir em infraestrutura compatível com Wi-Fi 7 significará garantia de extremo desempenho, aumento significativo de segurança e garantia certa de escalabilidade para os próximos anos.

Além disso, esse novo padrão tem se apresentado muito promissor para ambientes de alta densidade de dispositivos conectados, como indústrias, ambientes industriais do

agronegócio e grandes propriedades agrícolas, onde a conectividade deixou de ser luxo e passou a ser um ativo estratégico. Adotar o Wi-Fi 7 é preparar o seu negócio para o presente e, principalmente, para o futuro.

Para que o Wi-Fi 7 seja implementado, de nada adianta serem instalados access points extremamente tecnológicos, sem paralelamente termos equipamentos com interfaces de redes sem fio compatíveis, ou seja, os notebooks devem ser adquiridos com interfaces Wi-Fi 7, por exemplo, ou, ainda, que seja feito um plano de atualização dessas interfaces. No momento, os grandes fabricantes de notebooks ainda não apresentam equipamentos com a opção Wi-Fi 7 nativo. Ou seja, o cliente final deve fazer esse upgrade procurando um profissional qualificado para planejar a alteração, tornando possível a utilização dessa tecnologia. ■

A NOVA LEI DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL NO PARANÁ: O DECRETO REGULAMENTADOR E SUAS NORMATIVAS ESPECÍFICAS

A lei ambiental no Brasil teve seu início com a lei 6.938, que estabelece a Política Nacional de Meio Ambiente, em 1981



Lella Regina Curt Bettega

Engenheira Florestal

Engenheira florestal formada pela UFPR (Universidade Federal do Paraná) e advogada pela PUCPR (Pontifícia Universidade Católica do Paraná). Atua na área ambiental desde os anos 1990 e é fundadora da LCB Consultoria e Projetos, empresa que lidera desde 2002, com foco em licenciamento, auditoria e gestão ambiental. Atuou anteriormente na L.Pessoa e foi sócia da CEL Projetos Ambientais. Possui formação complementar como auditora ambiental e é filiada ao Ibape-PR (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Paraná), ANPEF (Associação Norte Pioneira de Engenheiros Florestais do Paraná) e IEP. Na representatividade da categoria, foi vice-presidente (2021–2023) e atualmente é presidente (2024–2026) da APEF (Associação Paranaense dos Engenheiros Florestais).

De lá para cá, nesses quase 45 anos, tivemos alguns avanços com publicações de leis específicas que tratam da matéria ambiental. Vejam, por exemplo, a Lei de Crimes Ambientais 9.605 de 1998, bem como o seu decreto regulamentador 6.514, muito embora tenha sido publicado apenas 10 anos depois, em 2008.

Outras legislações que também discorrem sobre a matéria ambiental vieram na sequência, como a Lei nº 11.428 de 2006, a Lei da Mata Atlântica, e o nosso Código Florestal, a Lei nº 12.651 de 2012. Porém, essas são Leis que tratam de assuntos e temas específicos, sem abranger a integralidade das atividades sujeitas ao licenciamento.

Todo esse arcabouço legal, entretanto, carece de uma legislação específica que trate do licenciamento ambiental.

De um modo geral e amplo, o licenciamento ambiental seguia as normas infralegais por meio de Resoluções, Portarias e Instruções Normativas, o que trazia, e ainda traz, bastante insegurança jurídica e

divergências, quando ocorre judicialização de causas ambientais.

O Embasamento do Licenciamento Ambiental utilizado era a Resolução Conama nº 237/1997. Lá, tínhamos as definições, competências, atos administrativos e modalidades de licenças.

E, depois de quase 30 anos, ainda não temos uma Lei Ambiental no Brasil. Está em trâmite, no Congresso Nacional, o Projeto de Lei nº 2.159 de 2021, que trata sobre a Lei de Licenciamento Ambiental (mas isso é conversa para outra matéria).

Voltando ao Paraná, o Estado, carente de uma lei nacional sobre o licenciamento ambiental, através do seu Poder Executivo, encaminhou o Projeto de Lei com as diretrizes e as regras a serem obedecidas no âmbito estadual para empreendimentos considerados potencialmente poluidores.

A Assembleia Estadual aprovou o projeto, e o governador sancionou a Lei nº 22.252, que foi publicada em 12 de dezembro de 2024 e passou a vigorar após 120 dias da publicação, ou seja, no dia 10 de abril de 2025.



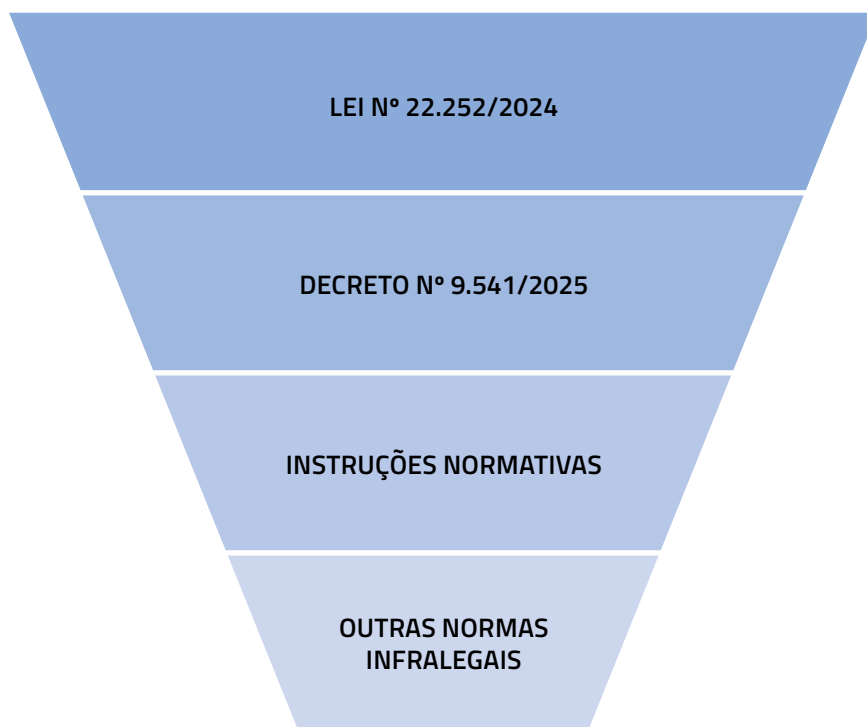
QUAIS AS NOVIDADES DA NOVA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL PARANAENSE?

1) Em primeiro lugar, cabe destacar que o objetivo da lei, do decreto e das instruções normativas é o regramento legal. As normativas de licenciamento ambiental estavam dispersas em Resoluções (Conjuntas IAT/Ibama, Sema, Cema, Sedest, etc.), Portarias, Instruções Normativas, Orientações Técnicas e assim por diante;

2) Em segundo lugar, a Lei 22.252/2024, composta por 53 artigos, tem seu fundamento principal na Lei Complementar nº 140/2011, em que apenas um ente federativo deve ser responsável pelo licenciamento. Uma das principais causas de divergência nas questões envolvendo processos judiciais era a definição sobre a quem cabia a competência para licenciar;

3) Outro avanço, no meu entendimento, é o estabelecimento de prazo aos órgãos intervenientes (Ibama, Incra, Funai, Iphan, Amep, entre outros) de um mês para apresentar manifestação ou posicionamento, com possibilidade de uma prorrogação, o que está previsto no artigo 30, §1º.

COM A NOVA LEGISLAÇÃO AMBIENTAL, PORÉM, ISSO FICOU CONSOLIDADO DA SEGUINTE FORMA:



As Instruções Normativas possuem um caráter mais dinâmico e, por isso, podem ser corrigidas e atualizadas por meio de ato do presidente do órgão ambiental

AS INSTRUÇÕES NORMATIVAS, POR SUA VEZ, ESPECIFICAM OS REQUISITOS PARA CADA ATIVIDADE, CONFORME A FIGURA ABAIXO:



As Instruções Normativas detalham os requisitos específicos para cada atividade sujeita ao licenciamento ambiental no Paraná, garantindo maior clareza e previsibilidade aos processos

Pela lei, o órgão ambiental licenciador poderá acatar ou recusar a manifestação, e sua ausência não implicará em prejuízo ao andamento do processo ambiental.

A Lei 22.252/2024, com seus 53 artigos, portanto, está composta pelos requisitos:

- Definições;
- Atos administrativos;
- Modalidades (tipos de licenças);
- Enquadramento (pequeno, médio, grande, excepcional);
- Órgãos intervenientes;
- Custos/cobranças de taxas/publi-cações;
- Estudos ambientais;
- Fiscalização;
- Sanções.

Além da Lei Estadual do Licenciamento Ambiental, seria necessária sua regulamentação, que ocorreu com a publicação do Decreto 9.541 de 14 de abril de 2025, com seus 175 artigos que, além das Definições e Competências, discorre, no artigo

8º, sobre o Licenciamento Ambiental com a seguinte estrutura:

- Noções gerais;
- Procedimentos gerais (requerimento; análise (com reanálise); deliberação (deferimento ou indeferimento); e recursos);
- Procedimentos específicos (modalidades de licenças e dispensa de licença).

No que se refere ao nível federal, ainda não temos um disciplinamento e ordenamento legal para o licenciamento ambiental. Assim, o Paraná consegue trabalhar essas questões de modo a trazer maior responsabilidade aos requisitos ambientais, bem como segurança jurídica, tanto em projetos públicos quanto empreendimentos privados.

Como exemplo, podemos citar algumas INs:

Instrução Normativa nº 21/2025: estabelece definições, critérios, di-

retrizes e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos imobiliários urbanos no território paranaense;

Instrução Normativa nº 33/2025: estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos para o licenciamento ambiental de aterros sanitários no Estado do Paraná;

Instrução Normativa nº 36/2025: estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de avicultura no Estado do Paraná;

Instrução Normativa nº 43/2025: estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos minerários;

Instrução Normativa nº 45/2025: estabelece definições, critérios, diretrizes e procedimentos para o



Com a IN nº 43/2025, o setor de mineração passa a contar com um regramento mais claro e técnico, alinhado às peculiaridades da atividade e aos impactos ambientais que pode gerar



A IN direciona o licenciamento ambiental para a realidade do setor industrial, considerando desde o porte da atividade até os potenciais impactos sobre o meio ambiente



A IN busca equilibrar o uso dos recursos naturais com a preservação ambiental, ao definir regras mais precisas para a autorização da supressão de vegetação no Paraná

Adobe Stock

licenciamento ambiental de empreendimentos industriais;

Instrução Normativa nº 48/2025: estabelece critérios e procedimentos para a autorização de supressão de vegetação nativa no Estado do Paraná, nos termos que especifica.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em termos gerais, a Lei Estadual (22.252/2024), seu Decreto Regulamentador (9.541/2025) e as Instruções Normativas seguiram todos os princípios e prerrogativas das normas infralegais que já existiam e faziam parte do arcabouço legal ambiental, mas, agora, estão consolidados em uma legislação estadual.

O Paraná segue o exemplo de outros estados que já possuem legislação específica para o licenciamento, organizando o procedimento administrativo de forma a orientar os interessados e empreendedores do Estado.

Alguns ajustes e acomodações das Instruções Normativas ainda serão necessários, pois estão previstas as publicações de mais de 70 Instruções Normativas e, até a entrega desta matéria, havia sido publicado o montante de 50 INs.

No geral, elas regem os procedimentos de licenciamento das diversas atividades/empreendimentos, como, por exemplo: imobiliário, industrial, mineração, florestal, flora e fauna, suinocultura, elétrico, aterro sanitário, entre outros.

Ainda precisaríamos de algum tempo para estudar e entender as alterações que ocorreram, mas o importante em todo esse processo

da nova Lei de Licenciamento Ambiental, bem como de suas regulamentações, é que os estudos, projetos, relatórios e empreendimentos necessitam sempre de um responsável técnico. ■

Essa é uma ótima oportunidade para os profissionais qualificados comprovarem o seu valor.

FONTES

Lei Estadual 22.252/2024: legisweb.com.br/legislacao/?id=470395

Decreto 9.541/2025: legisweb.com.br/legislacao/?id=476606

Instruções normativas: iat.pr.gov.br/Pagina/Instrucoes-Normativas-Orientacoes-Tecnicas

Conama 237/1997: conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=237

HONORÁRIOS PARA PROFISSIONAIS AUXILIARES DA JUSTIÇA

Um tema de relevância na comunidade profissional de engenheiros e arquitetos atuantes em perícias judiciais foi o assunto principal entre representantes da classe em um evento que ocorreu em Londrina, no Norte do Paraná, no primeiro semestre de 2025



José Luiz Oldemberg Rísoli

Engenheiro Civil especialista em Engenharia Legal

O engenheiro civil José Luiz Oldemberg Rísoli destaca a importância de valorizar os profissionais que prestam apoio técnico à Justiça e defende critérios mais justos para os honorários

No mês de abril, a diretoria do Ibape PR (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Paraná), juntamente com alguns profissionais que atuam nas diversas comarcas do nosso Estado, se reuniu para debater o tema que chama a atenção de vários engenheiros e arquitetos atuantes, bem como de magistrados e da sociedade em geral.

A presença do presidente do Ibape PR, o engenheiro mecânico Edson Haluch, da vice-presidente do desenvolvimento do Ibape PR, a engenheira civil Maria Clarice Rabelo, do segundo diretor administrativo do Crea-PR (Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná), o engenheiro civil Rafael Pussoli, e de outros profissionais atuantes em perícias e avaliações ratificou a preocupação dos órgãos (Ibape PR e Crea-PR) com o assunto e, na reunião, os representantes ouviram atentamente as considerações dos que estavam presentes.

Entendo que todo profissional deve ser remunerado dignamente por seu trabalho.

O profissional que atua como perito judicial deve ter a preocupação de receber pelo seu trabalho, ao mesmo tempo em que atende às partes acerca de valores compensatórios que deverão custear os honorários dos trabalhos a serem realizados pelo perito, nomeado no caso.

Por outro lado, há ocorrência de manifestos injustos por parte de procuradores judiciais que se utilizam de valores ínfimos praticados por profissionais atuantes que não têm experiência e não sabem como confeccionar uma proposta de honorários justa para o caso em que estaria atuando e apresentam esses valores baixos para balizar as propostas de honorários em processos judiciais.

Além dessa dualidade enfrentada por profissionais que atuam como auxiliares da justiça, há a preocupação por parte dos peritos mais experientes de atender aos magistrados ao se deparar com casos de Gratuidade Judiciária.

A Gratuidade Judiciária em processos judiciais, muito embora se



trate de uma situação que traz uma alta resistência por parte de profissionais peritos, pois deverão apresentar um trabalho com o mesmo afinho e responsabilidade de outros trabalhos em que recebem de prontidão, ao entregá-los e recebê-los com valores justos, esses profissionais vão receber somente ao final dos processos, após transitado e julgado, no caso de o sucumbente ser agraciado pela Gratuidade Judiciária.

Torna-se incabível impor óbice ao perito para pretender receber do ente público estadual a integralidade da quantia correspondente aos honorários para fins de produção de prova pericial, na hipótese de o sucumbente ser beneficiário da assistência judiciária gratuita, pois o perito dificilmente receberá pelo seu trabalho, uma situação injusta imposta a esses profissionais que trabalham e dependem desses valores para o sustento de suas famílias.

Apesar do esforço dos magistrados em promover os pagamentos de valores compensatórios de tra-

balhos periciais em casos de Justiça Gratuita de forma justa, atualmente, estes ficam restritos à Tabela do Conselho Nacional de Justiça - Art. 2º-A à Resolução CNJ nº 232/2016.

Se não bastasse, tem-se um segundo imbróglio. O valor estabelecido pela tabela do CNJ é ínfimo e não atende o mínimo razoável para um profissional que coloca os seus préstimos à disposição da justiça. Em vários casos, magistrados se utilizam da regra que contemplam a resolução do CNJ e a aplicam (de cinco vezes o valor mínimo da tabela, de R\$ 370 por laudo pericial) na tentativa de compensar, em parte, o valor a ser pago pelo Estado, determinando que sejam depositados antecipadamente em conta judicial.

Lamentavelmente, a situação deve ser considerada pelos peritos, pois é a parte integrante do trabalho desses profissionais que têm a confiança do Juízo para realizar o mister, sendo que muitos magistrados precisam de profissionais que atendem essa parte não agradável da profissão.

O perito deve ter a preocupação de atender ao magistrado que o nomeou ao mesmo tempo em que tem a necessidade de receber pelo trabalho, posto em que, muitas vezes, o magistrado se encontra de mãos atadas quando se trata de pagamento por parte do Estado, ou seja, deve seguir a Resolução 232/2016.

Resta a união dos profissionais em conjunto com os representantes dos Ibapes estaduais e Confea (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) para pleitear, diante do CNJ, a mudança dessa visão míope acerca dos valores a serem estabelecidos na tabela com esclarecimento sobre a situação injusta imposta aos peritos e, como consequência, a dificuldade dos magistrados em encontrar profissionais que se submetam a tal situação.

Certo de que essa foi a direção apontada de forma unânime pelos participantes dessa reunião que ocorreu em Londrina, em abril de 2025, que o nosso bom Deus abençoe a todos. ■

LAJES MISTAS DE BAMBU-CONCRETO, SEM AÇO

Em 17/12/2024, o Inpi (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) concedeu a patente de invenção “Vigotas pré-fabricadas de bambu-concreto (zero aço) para lajes”, sob o número BR 102018015711-6



Gilberto Carbonari

Engenheiro Civil

Engenheiro civil formado pela Unisinos (Universidade do Vale do Rio dos Sinos), mestre pela UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul), doutor e pós-doutor pela UPC (Universidad Politècnica de Catalunya-Barcelona-Espanha). É professor aposentado da UEL (Universidade Estadual de Londrina), tendo lecionado entre 1987 e 2024.



Lucas A. M. Lopes

Engenheiro Civil

É engenheiro civil pela UEL, mestre pela UEM (Universidade Estadual de Maringá) e doutorando pela EESC (Escola de Engenharia de São Carlos). Atua como professor do curso de pós-graduação em Engenharia de Estruturas na UEL e como engenheiro projetista na Estrutura Engenharia de Estruturas.

O bambu é visto como um material vantajoso em vários quesitos, como resistência mecânica, leveza e crescimento rápido. Este trabalho, portanto, tem como finalidade avaliar a viabilidade técnica e executiva de lajes mistas de bambu-concreto. Este inovador sistema consiste em “vigotas” de bambu, da espécie *Dendrocalamus giganteus*, cortadas a meia-cana e com placas de EPS que funcionam como elementos de enchimento. O sistema é solidarizado através de concretagem efetuada in loco, de forma análoga ao capeamento de lajes convencionais. A aderência entre o bambu e o concreto é potencializada através do uso de conectores de cisalhamento, também em bambu.

Com o aumento populacional acelerado que a humanidade tem tido, chegando a mais de 7,5 bilhões de pessoas habitando o planeta, associado ao acúmulo da população nas áreas urbanas, criam-se demandas que comprimem o sistema produtivo mundial e, consequentemente, o meio ambiente.

Além disso, o bambu armazena cerca de 45% de carbono em sua biomassa, o que o torna um armazenador de carbono muito eficiente. Essa porcentagem se assemelha à de espécies também de rápido crescimento e consideradas sequestradoras de carbono, como o Pinus e o Eucalipto.

Quando se faz a relação entre as resistências (tanto à tração quanto à compressão) com a massa específica dos materiais, o bambu apresenta índices melhores que o aço e o concreto, demonstrando a sua destacada eficiência mecânica.

As lajes em estudo são mistas, com vigotas unidirecionais utilizando bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus*, concreto, placas de EPS e conectores de bambu. Foram ensaiadas um total de seis lajes, todas com 310 centímetros de comprimento, 75 centímetros de largura e uma altura de 20 centímetros, três com conectores de bambu espaçados a cada cinco centímetros, e outras três com espaçamentos a cada 10 centímetros. Foi utilizado concreto usinado com $f_{ck} = 30\text{MPa}$



Imagens Ilustrativas

e slump test com mínimo de 120 milímetros. As lajes foram concretadas todas no mesmo dia, mostrando que a logística adotada na posição das lajes foi eficaz, visando rapidez e facilidade. Os detalhes da seção transversal das lajes e de seus componentes estão indicados na Figura 1.

O ensaio de flexão consiste na aplicação de uma carga crescente nas lajes por meio de uma célula de carga, onde são registrados os valores da carga aplicada e os deslocamentos, até a sua ruptura. O método de ensaio de quatro pontos utilizado neste trabalho consiste em duas cargas concentradas aplicadas com distâncias iguais dos apoios, de um metro, como ilustrado na Figura 2.

Para a medição dos deslocamentos durante a aplicação da carga, foram utilizados três transdutores de deslocamento, chamados de LVDT. Além destes, foram posicionados dois relógios comparadores, ou RC, para comparação em vídeo da sincronia de deslocamentos na laje. Os três LVDTs eram da marca

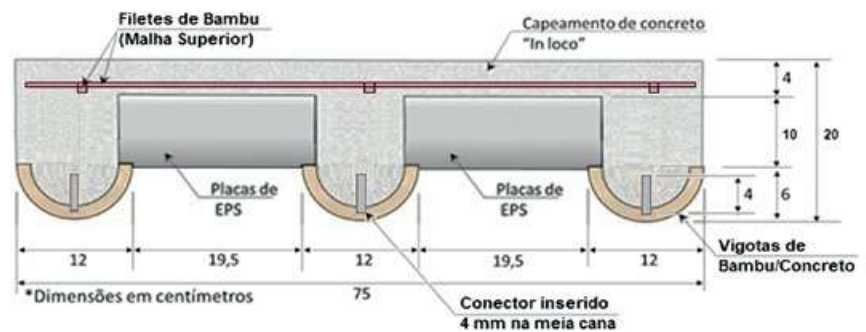


Figura 1 - Seção transversal com todos os componentes
Fonte: os autores

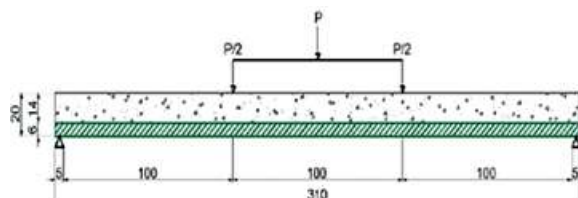


Figura 2 - Modelo de ensaio de flexão em quatro pontos
Fonte: os autores

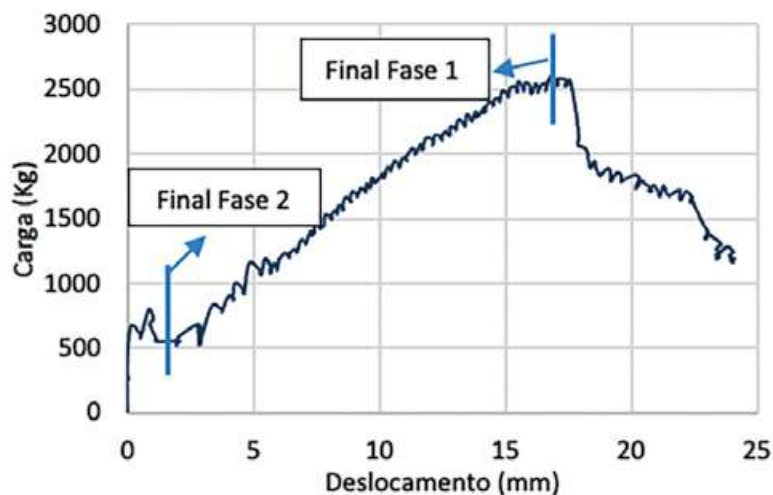


Figura 3 - Fases da curva Carga X Deslocamento típicas das lajes
Fonte: os autores

KYOWA, sendo dois deles do modelo DT-50A, caracterizado por possuir amplitude máxima de medição igual a 50 milímetros. Os referidos RCs foram posicionados um em cada extremidade da laje. Já o terceiro LVDT, este do modelo DT-100A, caracterizado por possuir capacidade máxima de medição igual a 100 milímetros, foi posicionado no centro da laje, pois este é o ponto da estrutura em que ocorreria o maior deslocamento, garantindo a medição caso o deslocamento ultrapasse o valor de cinco centímetros.

As curvas obtidas para cada uma das lajes podem ser interpretadas e analisadas em três etapas. No gráfico da Figura 3 são apresentadas cada uma das três fases do gráfico típico medido da carga pelo deslocamento das lajes ensaiadas.

Na primeira parte da curva, tem-se a chamada Fase 1, conforme a Lei de

Hooke. Na segunda parte, tem-se a chamada Fase 2, que também é linear e é iniciada após os conectores de bambu se deslocarem dentro da estrutura. Tais conectores se deslocam, porém ainda continuam mantendo sua função. Na terceira parte da curva, chamada Fase 3, ocorre, após, o rompimento da estrutura, podendo se observar que os conectores já não possuem mais contato com a parte de concreto da estrutura, perdendo totalmente sua função.

Todas as lajes tiveram rupturas semelhantes, obedecendo um padrão dos mesmos mecanismos, ou seja, ocorrendo a falha nos conectores que fazem ligações dos colmos de bambu com o concreto, deslocamento relativo entre a parede do bambu e o concreto e aparição de rachaduras verticais nas áreas próximas aos pontos de aplicação da carga.

As curvas Carga X Deslocamento apresentadas no gráfico da Figura 4 mostram os valores medidos nas seis lajes ensaiadas, onde, em uma análise mais detalhada, pode-se observar o comportamento das curvas passando pelas fases 1, 2 e 3 já citadas anteriormente.

O objetivo de dar aderência ao composto bambu e concreto através da utilização de conectores de bambu obteve resultados positivos, mesmo que as lajes com espaçamento de cinco centímetros entre os conectores tenham apresentado um comportamento mecânico melhor que as lajes com espaçamento de 10 centímetros entre conectores. Todas as seis lajes mistas de concreto e bambu, sem a presença de aço, tiveram carga de ruptura considerada alta, na qual a menor foi de 2.390 kgf.

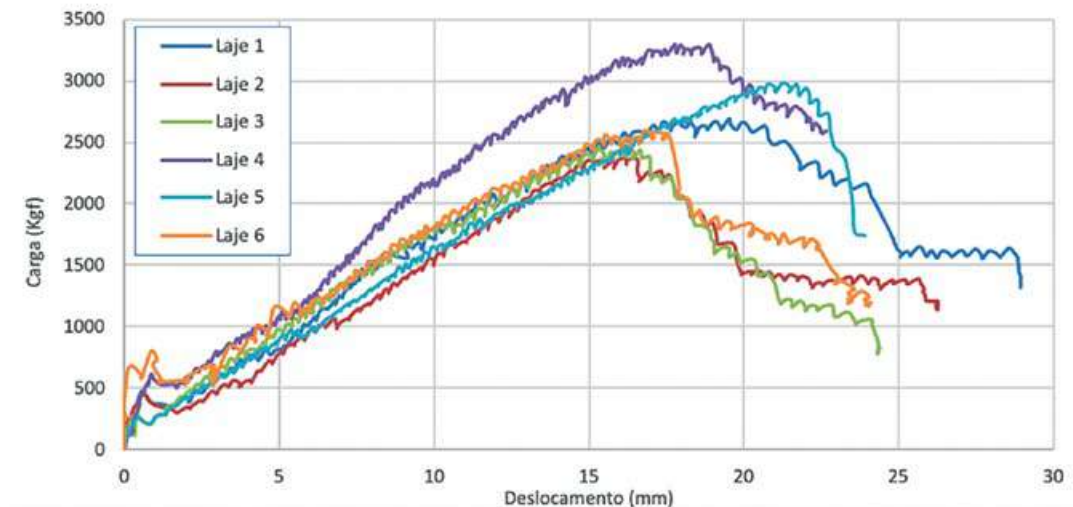


Figura 4 - Curvas Carga X Deslocamento de todas as lajes até a ruptura
Fonte: os autores

Observa-se que as lajes apresentam rigidezes muito similares entre si para a Fase 2, podendo-se concluir que os espaçamentos entre os conectores de cinco centímetros e de 10 centímetros não influenciaram significativamente os valores, tanto das cargas limites como das rigidezes.

Por outro lado, após atingirem as cargas máximas, as lajes apresentaram um comportamento mecânico dúctil até a ruptura.

Considerando o ELU (Estado Limite Último) das lajes, conforme se observa nas curvas Carga X Deslocamento da Figura 4, todas as lajes apresentaram um comportamento dúctil, ou seja, adequado para a aplicação estrutural. Já no ELS (Estado Limite de Serviço), é possível analisar o comportamento mecânico das lajes tanto para as cargas de

norma quanto para os limites de deslocamentos.

Ao considerar uma carga total (acidental + peso próprio) de 350 kgf/m² (peso próprio e sobrecarga) na laje de três metros de comprimento e 0,75 metro de largura, isso equivale a uma carga equivalente resultante de 788 kgf. Essa carga equivalente, por sua vez, está muito abaixo da menor carga de ruptura registrada das lajes, como pode ser observado na Figura 4, onde o valor mínimo da carga de ruptura foi de, aproximadamente, 2.400 kgf.

Pela proximidade das curvas Carga X Deslocamento das seis lajes ensaiadas, torna-se possível concluir que a metodologia e os materiais adotados neste trabalho foram adequados. As cargas últimas e as rigidezes medidas nos ensaios permitem considerar que as lajes podem ser utilizadas como ele-

mentos estruturais de edificações.

Além disso, observa-se, pelo longo trecho da Fase 2 das curvas Carga X Deslocamento, que os conectores de bambu conseguem atender à ligação entre as meias-canas de bambu e o concreto, independentemente do espaçamento adotado (cinco centímetros e 10 centímetros). As lajes com espaçamento de cinco centímetros entre conectores apresentaram um comportamento mecânico superior ao das lajes com espaçamento de 10 centímetros, como era de se esperar.

No entanto, ainda é necessária uma quantidade maior de ensaios e experimentos para comprovar a sua aplicação estrutural, para atender às condições de ELS e ELU, inclusive frente às deformações de longa duração (retração e fluência). ■

INOVAÇÃO NA ENGENHARIA: SIMPLIFICAR PARA AVANÇAR

Entre resistência, liderança e novas tecnologias, a inovação mostra o caminho para um futuro mais produtivo e sustentável



Murillo Braghin
Engenheiro Civil

Engenheiro civil formado pela UEL (Universidade Estadual de Londrina), com especialização em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pela Uninter e perito civil pela mesma instituição. É head de inovação no Sinduscon PR Norte (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Norte do Paraná) e coordenador do Construhub. Também atua na divulgação científica como autor do podcast Engenharia Científica.

Vivemos um tempo em que a palavra “inovação” parece estar em todo lugar. Mas, quando o assunto é engenharia, muitas vezes, ela ainda soa como algo distante, um campo reservado a grandes laboratórios, startups famosas ou empresas com orçamento milionário. Só que essa visão não poderia estar mais errada. A inovação na engenharia começa com algo muito mais simples: a vontade de resolver problemas reais de forma diferente.

Muita gente associa inovação à tecnologia de ponta: IA (Inteligência Artificial), impressoras 3D, robôs, drones. Isso tudo é incrível, claro. Porém, a inovação, de fato, acontece quando alguém olha para um problema do dia a dia e decide encará-lo de outra forma. Pode ser uma melhoria no canteiro de obras, uma nova forma de organizar um cronograma ou até uma maneira mais simples de se comunicar com o cliente.

Se a solução gera valor, economiza tempo, evita desperdício ou melhora a vida das pessoas envolvidas, então, isso é inovação. E ela está ao alcance de qualquer engenheiro ou engenheira, seja no campo, no escritório ou na prancheta.

Na prática, inovar não é sobre ferramentas. É sobre postura. É sair do “sempre foi assim” e se perguntar: “existe um jeito melhor de fazer isso?”. Essa mudança de mentalidade transforma profissionais comuns em agentes de mudança.

Engenheiros que buscam aprender constantemente, que escutam sua equipe, que observam o que acontece fora da sua bolha e que não têm medo de testar pequenas mudanças estão praticando a inovação todos os dias, mesmo que não percebam.

EXEMPLOS DO DIA A DIA

- Um engenheiro de obra que cria um checklist digital simples no celular para evitar retrabalho;
- Um time que propõe mudar a posição do almoxarifado no canteiro e economiza horas de deslocamento por mês;
- Um escritório que começa a usar reuniões curtas e objetivas no início do dia para alinhar prioridades.

Nenhuma dessas ideias exige investimento alto ou conhecimento técnico avançado. Porém, todas têm impacto real.

BARREIRAS INVISÍVEIS

Um dos maiores inimigos da inovação é o medo de errar. Em muitas empresas, ainda se vê o erro como algo inaceitável. Isso mata qualquer iniciativa criativa, pois inovar exige espaço para testar, aprender e ajustar.

Outro desafio é a resistência à mudança. Por isso, a comunicação clara e o envolvimento das equipes são tão importantes. Não adianta propor algo novo sem explicar o porquê. Inovar é um trabalho de construção coletiva.

Líderes na engenharia têm um papel crucial. São eles que dão o exemplo. Quando um gestor se mostra aberto a novas ideias, reconhece os acertos, mesmo que pequenos, e apoia quem tenta melhorar os processos. Assim, é o líder quem cria um ambiente fértil para a inovação florescer.

Mais do que cobrar resultados, o líder inovador estimula a curiosidade, valoriza a criatividade e ensina sua equipe a enxergar os problemas como oportunidades.

A engenharia brasileira enfrenta desafios enormes, como a produtividade estagnada, obras atrasadas, alto custo de materiais e falta de mão de obra qualificada. A resposta para tudo isso passa, necessariamente, por inovar.

Mas isso não significa reinventar a roda todos os dias. Significa olhar com atenção para o que está sendo feito e buscar formas mais inteligentes, sustentáveis e humanas de construir o futuro.

A boa notícia é que a inovação já

está entre nós. Ela vive nos pequenos ajustes, nas boas conversas, na troca entre colegas, na curiosidade do estagiário, no olhar atento do mestre de obras. Está nas mãos de quem escolhe não se acomodar.

Além das atitudes inovadoras no dia a dia, existem movimentos mais amplos que estão transformando o setor. A digitalização da engenharia, por exemplo, permite simulações mais precisas, acompanhamento remoto de obras e maior controle de custos. Softwares de modelagem, sensores inteligentes e plataformas colaborativas estão tornando o trabalho mais eficiente e conectado.

Outra tendência importante é a sustentabilidade. Soluções que reduzem o impacto ambiental das construções e priorizam o uso consciente de recursos não são mais diferenciais, mas exigências de mercado. O engenheiro inovador precisa, hoje, estar atento ao ciclo de vida dos materiais, à eficiência energética e à pegada de carbono dos seus projetos.

Além disso, cresce o número de empresas que buscam resolver desafios técnicos por meio de parcerias com startups e hubs de inovação. A contratação de empresas de base tecnológica permite acesso a soluções rápidas, testadas e escaláveis, uma nova maneira de fazer engenharia de forma mais ágil e eficiente.

A VERDADEIRA ESSÊNCIA DA INOVAÇÃO

Por fim, vale lembrar que inovar também passa por aprender. Cursos, eventos, mentorias e trocas com

outros profissionais ajudam a abrir a mente e a alimentar o repertório. A engenharia sempre foi uma profissão de atualização constante e, agora, mais do que nunca, o aprendizado contínuo é parte essencial do trabalho.

O futuro da engenharia é colaborativo, digital, sustentável e ousado. E começa com a escolha diária de fazer diferente.

Muitas vezes, há um equívoco em pensar que inovar é sinônimo de investir em tecnologias caras e complexas. Na verdade, a inovação está muito mais ligada ao pensamento crítico, à criatividade e à inteligência de quem lidera as organizações. É sobre encontrar maneiras mais eficientes, menos custosas e que entreguem melhores resultados no fim do dia.

Inovar é, antes de tudo, uma questão de mentalidade: é saber olhar para os desafios com outros olhos e buscar soluções que realmente façam a diferença, sem, necessariamente, depender de grandes estruturas. É sobre atitude.

Inovar na engenharia não é sobre complexidade, é sobre propósito. É entender que cada melhoria, por menor que pareça, tem o poder de transformar realidades. E que os profissionais da engenharia têm nas mãos uma responsabilidade enorme: ajudar a construir não só estruturas, mas também um novo jeito de pensar o mundo.

Então, que tal começar hoje?! Não precisa de verba, nem de permissão. Basta uma boa pergunta: "existe uma forma melhor de fazer isso?". A inovação começa aí. ■

ORÇAMENTO DE OBRAS E SEUS DESAFIOS

Mais que calcular custos, orçar uma obra significa negociar prazos, alinhar informações e construir relações de confiança com fornecedores



Wanessa Fazinga
Engenheira Civil

Engenheira civil graduada pela UEL (Universidade Estadual de Londrina), mestre em Engenharia Civil e doutora em Engenharia Civil/Gestão na Construção Civil pela mesma instituição. Atualmente, é docente na UEL e podcaster do Engenharia Científica.

A elaboração precisa e rápida do orçamento de uma obra é uma necessidade cada vez mais debatida, uma vez que impacta diretamente a viabilidade econômica do empreendimento. É preciso um orçamento fiel à realidade da construção e que seja feito de forma ágil para fornecer informações a tempo do processo de lançamento comercial do empreendimento, definição de tabela de vendas e imagens de divulgação do imóvel.

O profissional orçamentista tem consciência dessas necessidades e da responsabilidade de trazer números confiáveis. Porém, há algumas dificuldades a vencer nessa fase de orçamentação.

A primeira dessas dificuldades já é bem conhecida no setor: o fato de que os projetos ainda não possuem nível de detalhamento executivo nas fases iniciais de orçamentação. Especialmente, há ainda muitos itens que não foram especificados tecnicamente, como, por exemplo, tipo de impermeabilização, modelos dos itens de iluminação, definições de ar condicionado e até mesmo informa-

ções precisas sobre esquadrias, que são um item de alta importância financeira.

Sabe-se onde estão os pontos de ar condicionado no ambiente, mas falta definir o modelo, a capacidade e qual o caminhamento da instalação até as unidades externas do aparelho. Sabe-se que as esquadrias serão de alumínio e vidro, mas falta definir a espessura segura para os vidros e se as dimensões aceitam o tipo temperado ou laminado. Esses são todos fatores que afetam os custos e que precisam ser decididos no momento da cotação com os fornecedores.

Ao mencionar os fornecedores, abre-se um leque de questões que deixam o processo de orçamentação demorado e sujeito a erros. As duas partes, orçamentista e fornecedor, têm suas dúvidas e justificativas compreensíveis. Mas o fato é que é preciso um debate sobre as dificuldades para que o produto, ou seja, o custo confiável da obra, seja atingido.

Quando o fornecedor entende que a cotação é ainda para a fase



de orçamento e que não há data programada para a compra efetiva, reduz o interesse na resposta porque não há benefício imediato. Soma-se a isso o fato de que não basta o fornecedor emitir uma lista de preços, mas sim disponibilizar tempo para fazer um estudo do projeto e propor soluções. Voltando ao exemplo das instalações de ar condicionado, esse fornecedor precisa analisar o projeto arquitetônico, o tamanho dos ambientes, o tipo de uso dos ambientes, bem como definir a capacidade de cada aparelho e estudar o possível traçado das tubulações e o local adequado para as máquinas condensadoras. Depois disso, montar a proposta de preços. Porém, tudo isso sem perspectiva de venda, apenas para fins de cotação prévia.

Estenda esse mesmo raciocínio para dezenas de fornecedores de segmentos diferentes e está feita

a complexidade de obter resposta. São semanas de espera pelas devolutivas de soluções e cotações. Compreensível pelo ponto de vista do fornecedor, pois ele pode passar dias atendendo esse tipo de solicitação sem efetivar venda alguma. É, claramente, um ponto de dificuldade no processo de orçamentação.

Por outro lado, é nessa fase que tende a se estabelecer uma relação de confiança entre as partes envolvidas. O orçamentista registra qual fornecedor prestou um atendimento atencioso e coerente do ponto de vista técnico e, possivelmente, é com essas empresas que o contato de compra efetiva será retomado.

É comum que o orçamentista precise preparar o pedido de cotação detalhado e não apenas enviar as pranchas do projeto ao fornecedor. Esse procedimento ajuda a

evitar erros na cotação, que acontecem com bastante frequência.

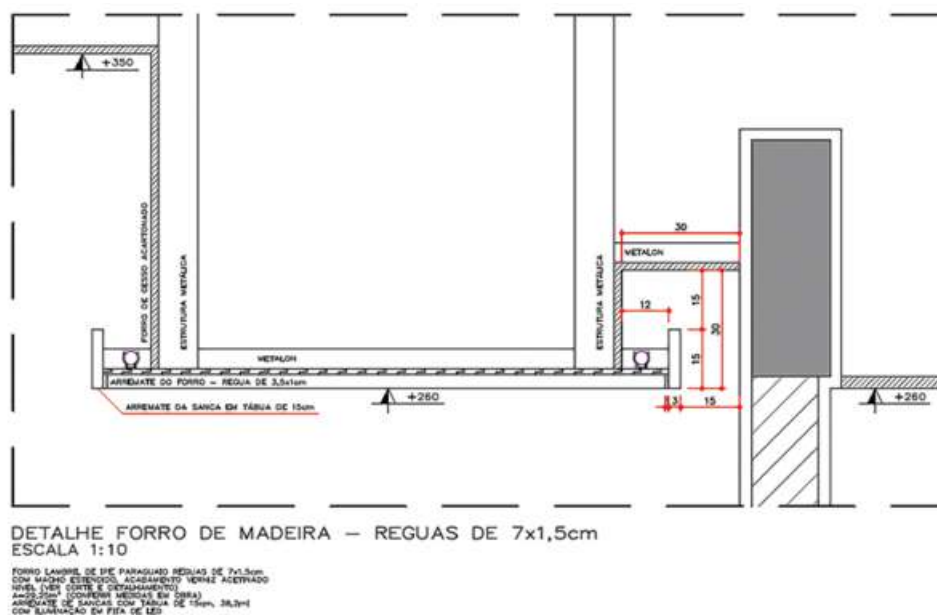
Um exemplo é a cotação de forros, conforme ilustra a Figura 1.

Embora a prancha do projeto de arquitetura contenha esse detalhe, é muito frequente que a cotação recebida tenha erros. Nesse caso, o fornecedor prestou atenção apenas na linha horizontal do forro, mas não se atentou aos trechos em que existe um fechamento vertical de gesso, entre os níveis +350 centímetros e +260 centímetros.

É comum, também, que a cotação não contemple:

- Comprimentos corretos de sanca para iluminação indireta;
- Reforços na estrutura do forro para regiões de luminárias;
- Regiões de isolamento térmico ou acústico no forro;
- Aberturas decorativas ou regiões de frisos, juntas ou "baixo relevo".

Figura 1 - Exemplo de cotação de forros



A cotação é parte essencial do processo orçamentário, exigindo alinhamento técnico entre orçamentista e fornecedores para garantir dados confiáveis, mesmo diante de definições ainda em aberto no projeto

O orçamentista precisa dedicar tempo a criar um documento que associe o projeto a imagens ilustrativas desses detalhes, chamando a atenção para o quantitativo desses itens. A partir desse arquivo, a chance de receber uma cotação correta é aumentada, mas isso demanda um tempo extra de trabalho. Sendo assim, a fase de cotações é bastante demorada.

Embora haja evolução na qualidade dos projetos e na representação visual com o uso de imagens renderizadas ou representação 3D, ainda é bastante comum que os fornecedores argumentem que não conseguem abrir arquivos de Autocad ou de outros softwares com Revit ou algum visualizador de IFC. Aqui, entra em ação o orçamentista no preparo de um arquivo PDF que demonstre as informações necessárias, mas isso é feito com uma sensação de possuir um carro de alto desempenho e não saber dirigir. É como dar um passo atrás na utilização dos recursos de projeto porque a comunicação não se estabelece de forma clara entre as partes.

Outra situação muito comum é a dificuldade em comparar a cotação recebida com a indicação de projeto no caso das instalações elétricas e hidrossanitárias. O projeto indica a lista de materiais hidráulicos, por exemplo, e, quando a cotação do fornecedor retorna, é preciso que o orçamentista faça uma comparação item a item para entender se a lista de preços está completa. Na maioria das vezes, não está. Quando o fornecedor não trabalha com determinados materiais, ele não inclui na cotação, mas também não sinaliza essa ausência. Apenas na checagem o orçamentista percebe que precisa adicionar aqueles itens ao orçamento, vindos de outros fornecedores ou fabricantes.

É bastante comum, também, a diferença de marcas entre produtos nessas cotações de hidráulica e elétrica. Um fornecedor tem custo bem abaixo do concorrente porque utilizou na cotação uma marca em específico, que nem sempre atende ao requisito do projeto. Um orçamentista desatento nessa checagem pode incorrer em um custo equivocado.

Os processos de geração de arquivos de cotação, destaque de detalhamentos do projeto e checagem comparativa de cotações são pontos que podem se tornar mais ágeis em alguns recursos de IA (Inteligência Artificial). Um campo promissor, mas ainda em desenvolvimento, testes e com vários debates entre os profissionais de orçamento.

O ponto mais importante para o setor é que essas interfaces e dificuldades sejam percebidas pelos envolvidos e até pelos empresários decisores dos empreendimentos, pois são eles que recebem o "produto orçamento" e depositam confiança na fidelidade desse documento.

Há bastante a conversar sobre o tema e é possível que o alvo seja o processo e a colaboração entre as partes envolvidas e a clareza na comunicação, bem mais do que, necessariamente, as questões técnicas envolvidas. Considerando que há sempre uma demanda de curto prazo para que orçamentos sejam finalizados, é bom que estejamos dispostos a procurar soluções também rápidas para tornar o processo mais fluido e confiável. ■

UM APAGÃO DE ENGENHEIROS? RISCOS E OPORTUNIDADES

Como o desinteresse pelas engenharias ameaça o futuro do Brasil - e por que este é, ao mesmo tempo, o melhor momento para mudar tudo



Julio Cesar Filla
Engenheiro Civil

Engenheiro civil mestre em Engenharia de Edificações. É professor na UniFil (Centro Universitário Filadélfia) e na Universidade Positivo, além de consultor em materiais cimentícios. Também atua produzindo conteúdo para redes sociais na área de engenharia.

Nos últimos anos, o Brasil tem enfrentado um paradoxo inquietante: enquanto a demanda por profissionais de engenharia cresce em diversas áreas estratégicas, o número de estudantes interessados em seguir essa carreira diminui de forma consistente. Esse desequilíbrio tem sido identificado por especialistas, conselhos profissionais e instituições de ensino, que alertam para um possível “apagão de engenheiros” no País já a partir da próxima década. Em particular, áreas como engenharia civil, elétrica e de produção têm sido diretamente impactadas.

AS GERAÇÕES Z E ALPHA E A TRANSFORMAÇÃO DO PERFIL DISCENTE

Relatórios recentes da CNI (Confederação Nacional da Indústria) e de instituições de pesquisa acadêmica indicam que o Brasil deve formar, pelo menos, 75 mil engenheiros a mais por ano para suprir suas demandas internas por infraestrutura, habitação, saneamento, energia, mobilidade urbana e inovação tecnológica. Contudo, os dados mostram que a taxa de evasão nos cursos de engenharia é elevada e os índices de matrícula têm caído ano após ano, mesmo em instituições tradicionais. A região Sul do Brasil, por exemplo, apresenta forte retração na formação de engenheiros.

Esse fenômeno não é isolado do contexto social, econômico e geracional que o País atravessa. Os jovens da geração Z (nascidos entre 1995 e 2010) e da geração Alpha (após 2010), que agora ingressam no Ensino Médio e no Ensino Superior, demonstram valores, comportamentos e expectativas bastante distintos das gerações anteriores. No geral, eles desejam propósito, impacto social, flexibilidade, inovação e reconhecimento em suas escolhas profissionais. Para essas gerações, um curso longo, denso e estruturado segundo modelos pedagógicos tradicionais parece pouco atrativo.

A engenharia, como campo de conhecimento e como profissão, não conseguiu ainda comunicar plenamente seu protagonismo na sociedade. Mesmo sendo essencial para o funcionamento de cidades, sistemas produtivos, redes de energia, obras públicas e inovações industriais, a área ainda é percebida como uma carreira difícil, cansativa, pouco recompensada financeiramente no início e que exige muitas privações pessoais. A isso soma-se o discurso recorrente de ex-alunos ou profissionais frustrados nas redes sociais, que reforçam estereótipos negativos.

Análises de comentários espontâneos nas mídias sociais, fóruns de vestibulandos e resultados de pesquisas qualitativas com alunos

do Ensino Médio apontam as principais causas do desinteresse: percepção de retorno financeiro baixo, modelo de ensino desconectado com o mundo real, pouca visibilidade do impacto social da engenharia e defasagem na comunicação institucional dos cursos. Além disso, muitos jovens relatam dúvidas quanto ao perfil ideal para o curso, insegurança em relação à matemática e dificuldades para visualizar o uso prático da teoria.

OPORTUNIDADE: UMA ENGENHARIA CONECTADA COM O FUTURO

Esse cenário desafiador, no entanto, traz consigo uma grande oportunidade. Em meio a uma crise de identidade e de atratividade, a engenharia pode - e deve - se reinventar. A resposta não está apenas em campanhas de marketing, mas na reestruturação profunda dos cursos, nos modelos pedagógicos mais flexíveis e no uso estratégico das tecnologias emergentes. Muitas instituições já estão caminhando nessa direção, com currículos modulares, trilhas de aprendizagem personalizáveis, projetos integradores e metodologias ativas.

Ferramentas como BIM (Modelagem da Informação da Construção), drones, sensores inteligentes, realidade aumentada, inteligência artificial e plataformas de simulação em nuvem já fazem parte do dia a dia de alguns dos grandes escritórios e canteiros de obra do Brasil. Incorporar essas tecnologias desde o início do curso, mostrando como conectam teoria à prática, é uma forma concreta de despertar o interesse de jovens que cresceram em um ambiente digital. E mais que isso: essas ferramentas oferecem um novo vocabulário técnico para uma nova geração de engenheiros.

Além disso, vale ressaltar que as novas gerações, em especial a geração Z e os primeiros representantes da Alpha, são nativas digitais e possuem uma familiaridade natural com tecnologias emergentes. Esse repertório tecnológico as posiciona como protagonistas naturais de uma transformação disruptiva nos métodos de construção, gestão e inovação na engenharia. Ao contrário de gerações anteriores, que precisam se adaptar a um novo cenário digital, os jovens de hoje já dominam ferramentas digitais de forma intuitiva e estão mais dispostos a experimentar, propor soluções inovadoras, integrar tecnologias de ponta ao dia a dia profissional e pensar a engenharia fora dos moldes tradicionais. Isso representa uma oportunidade concreta de regeneração do setor: permitir que essa nova geração lidere a adoção de práticas mais ágeis, sustentáveis, digitais e colaborativas desde a graduação.

REFORMULANDO A FORMAÇÃO: TECNOLOGIA, REGIONALISMO E SOFT SKILLS

Outro fator que deve ser valorizado no novo perfil do engenheiro é a dimensão das habilidades comportamentais, as chamadas soft skills. O profissional do futuro (e do presente) precisa saber trabalhar em equipe, liderar pessoas, resolver conflitos, apresentar ideias, gerenciar tempo, inovar sob pressão e colaborar com outras áreas. A engenharia moderna, então, não é mais feita por técnicos isolados em canteiros de obras ou laboratórios, mas por equipes multidisciplinares que pensam soluções complexas e sustentáveis para o mundo real.

A reformulação dos cursos de engenharia deve considerar, também, a vocação regional e as demandas do território onde estão inseridos.

Cidades de porte médio, como Londrina, por exemplo, abrigam polos de inovação e hubs tecnológicos que podem - e devem - ser integrados ao ecossistema acadêmico. Parcerias com empresas, projetos de extensão, estágios integrados, visitas técnicas, mentorias com egressos e programas de residência técnica são estratégias que aproximam o aluno do mercado desde o início e que reduzem a evasão.

Ademais, há um componente emocional e familiar que não pode ser desconsiderado. Muitos estudantes tomam suas decisões influenciados por pais e responsáveis, que, por sua vez, carregam percepções formadas em outras épocas ou baseadas em experiências frustradas. Isso significa que o reposicionamento da engenharia também deve incluir ações de comunicação voltadas às famílias, mostrando o novo perfil da carreira, seus ganhos de médio e longo prazo, suas possibilidades de especialização e sua relevância para a sociedade.

A ausência de engenheiros no mercado já afeta diretamente a competitividade do Brasil. Projetos não são implementados ou são interrompidos por falta de responsáveis técnicos, obras atrasam por ausência de quadros capacitados e setores como infraestrutura, saneamento e habitação deixam de executar planos estruturantes. Essa carência impacta, também, as políticas públicas e a própria capacidade de planejamento das cidades. O que hoje é um dado técnico pode, em pouco tempo, se tornar uma crise econômica e social mais ampla.

AÇÕES SISTÊMICAS: O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES E DOS CONSELHOS PROFISSIONAIS

Reverter esse quadro exige uma coalizão entre universidades, empresas, conselhos profissionais,

governo e a sociedade em geral. Investir na modernização dos cursos, reconhecer boas práticas, financiar a inovação acadêmica, promover a valorização profissional e incentivar a permanência estudantil são caminhos que precisam ser percorridos em conjunto. Mais do que formar engenheiros, é preciso inspirá-los e empoderá-los para que vejam sentido em suas escolhas.

Nesse contexto, há iniciativas que merecem destaque. Algumas universidades têm incorporado ao seu currículo o modelo de ensino por projetos, com foco em resolução de problemas reais, interdisciplinaridade e aprendizagem ativa. Outras adotaram ambientes de inovação interna, com laboratórios makers, aceleradoras de ideias e mentorias com ex-alunos empreendedores. Também há experiências de intercâmbio internacional voltado à engenharia aplicada, que ampliam a visão de mundo dos estudantes.

A comunicação também precisa mudar. Sites institucionais, folders de curso e até mesmo o conteúdo das redes sociais das universidades, associações de classe e conselhos como o Crea (Conselhos Regionais de Engenharia e Agronomia) devem ser reformulados com base nos hábitos de consumo de informação da nova geração. Vídeos curtos, linguagem acessível, depoimentos reais, presença em plataformas como YouTube, Instagram e TikTok fazem diferença. Para atrair os alunos certos e, futuramente, engajá-los efetivamente na profissão, é preciso saber como, onde e com que tom falar com eles.

O desafio é grande, mas o momento é oportuno. A engenharia pode ser ressignificada como uma profissão de transformação, criatividade, protagonismo e inovação. Porém, para isso, precisa ser apresentada e vivenciada com autenticidade. Cursos

engessados, currículos ultrapassados e ausência de diálogo com o mercado não vão convencer uma geração inquieta, conectada e disposta a fazer escolhas com base em valores, não apenas em promessas de estabilidade.

Cabe às universidades e aos docentes assumir o protagonismo dessa virada. Cada aula, cada projeto, cada contato com o aluno é uma chance de mostrar o quanto a engenharia é essencial. Mas também é preciso ouvir mais: entender o que move esses jovens, o que os assusta e o que os inspira. Só assim será possível construir um curso de engenharia que faça sentido não só para o mercado, mas para quem o escolhe como caminho de vida.

Além das instituições de ensino, os conselhos profissionais como o Crea e o Confea (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia) têm um papel estratégico na reconstrução da imagem da engenharia junto à sociedade. Como representantes legítimos da profissão, esses órgãos podem liderar ações coordenadas de valorização institucional, atualização de marcos regulatórios, promoção de eventos e campanhas públicas que mostrem o impacto positivo da engenharia no cotidiano das pessoas. Também podem atuar como ponte entre os profissionais experientes e os estudantes, promovendo mentorias, feiras, premiações e o reconhecimento de jovens talentos, o que contribui para uma maior identificação da nova geração com a profissão.

Mais do que fiscalizar o exercício da engenharia, os conselhos têm o dever contemporâneo de inspirar vocações, reposicionar a engenharia como carreira de transformação e inovação e contribuir com propostas que aproximem o ensino da prática profissional real. A promoção de programas de residência técnica, estágios qualificados e aproximação com

hubs de tecnologia, por sua vez, são caminhos concretos para criar experiências significativas para os futuros engenheiros. Para reverter o cenário atual de desinteresse, é essencial que o Crea e o Confea deixem de atuar apenas como órgãos de regulação e assumam, também, o papel de articuladores do futuro da engenharia no Brasil.

ENGENHARIA: UMA PLATAFORMA DE POSSIBILIDADES

É hora de pensar a engenharia como uma plataforma de possibilidades, e não como uma caixinha de disciplinas. Os engenheiros do futuro, e, torno a dizer, do presente, serão também gestores, empreendedores, comunicadores, planejadores, desenvolvedores e até artistas. Essa transversalidade precisa ser celebrada e estimulada desde a graduação. Não se trata de diluir o conhecimento técnico, mas de colocá-lo em diálogo com o mundo real.

O apagão de engenheiros não é apenas um problema educacional, é um problema estratégico. E como todo desafio complexo, guarda dentro de si oportunidades únicas. Redesenhar o curso de engenharia significa, também, redesenhar parte do futuro do País. Há uma janela aberta para isso, e ela não ficará aberta para sempre.

Formar mais engenheiros - e formar engenheiros melhores - é uma missão para agora. A nova geração está pronta para construir um novo Brasil, mas ela precisa ser convencida de que a engenharia é o lugar certo para começar.

Esse é o tempo de reconstruir o valor da engenharia, não como passado glorioso, mas como futuro necessário. Com tecnologia, criatividade e coragem, a engenharia pode - e vai - reconquistar seu lugar no coração da juventude brasileira. ■

PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DE BUS RAPID TRANSIT (BRT) PARA A REGIÃO METROPOLITANA DE LONDRINA-PR

Um olhar estratégico para conectar cidades, reduzir impactos ambientais e melhorar a qualidade de vida



Paulo Adeildo Lopes

Engenheiro Civil, Arquiteto e Urbanista

Técnico em Projetos de Arquitetura, é graduado em Arquitetura e Urbanismo e em Engenharia Civil. Possui especialização em Teoria e em Ensino de Arquitetura e Urbanismo, mestrado em Arquitetura e Urbanismo com ênfase em Estruturas Ambientais Urbanas pela FAUUSP (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo) e doutorado na área, com foco em Tecnologia da Arquitetura pela mesma instituição. Foi docente da UniFil (Centro Universitário Filadélfia) de 1994 a 2017 e, atualmente, é professor associado e membro do colegiado do curso de Engenharia Civil da UEL (Universidade Estadual de Londrina), vinculado ao Departamento de Geologia e Geomática. Tem ampla experiência em projeto, execução e fiscalização de obras públicas e privadas.

O Projeto de Extensão nº 2.836, cujo título é “Proposta de Bus Rapid Transit (BRT) para a Região Metropolitana de Londrina - PR”, foi desenvolvido ao longo de um ano e meio na UEL e tem como coordenador o professor doutor Paulo Adeildo Lopes, além do professor doutor Guilherme Alves de Oliveira e do professor mestre Cleuber Moraes Brito, todos do Departamento de Geologia e Geomática da Universidade. A equipe de pesquisadores também é composta pela professora doutora Ana Luiza Favarão Leão, que é colaboradora externa e orientadora da UniFil. Além disso, compõem este grupo de pesquisa dois discentes do curso de graduação em Engenharia Civil da UEL, Nelson dos Santos Pio Junior e Rafaela Lemos Zanon, bem como Klissia Siena Zanon, que é mestrande do Programa Associado de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo entre a UEL e a UEM (Universidade Estadual de Maringá).

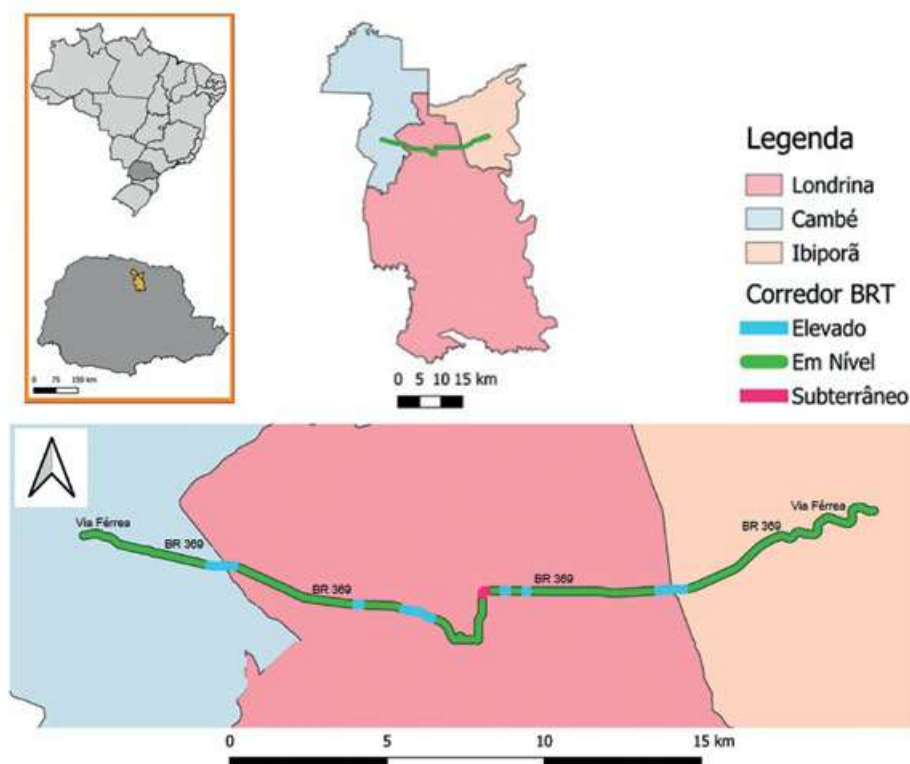
TEMA

É evidente a necessidade de investimento por parte do poder pú-

blico, dada a relevância do tema da mobilidade urbana para o funcionamento das cidades. Entretanto, como esse investimento será feito? E a quais modalidades de mobilidade se refere? Entre esses questionamentos, é primordial compreender que a mobilidade urbana é uma realidade intrínseca à cidade, independentemente de sua qualidade. A resposta sobre onde e como investir reside, portanto, em políticas públicas que enalteçam uma mobilidade urbana que promova o bem-estar da população e que privilegie meios de transporte não lesivos ao meio ambiente. A análise da literatura ratifica que a concepção dos transportes não pode se desvincular do planejamento urbano, sob pena de se defrontar com condições de acessibilidade precárias e com um modelo de mobilidade adverso à sustentabilidade em seus diversos âmbitos - econômico, social e ambiental -, clamando pela reversão desse cenário.

A RML (Região Metropolitana de Londrina) é composta por 25 municípios, incluindo a cidade-sede, Londrina. Assim, abrange uma área de significativa atividade agrícola, industrial e comercial, desempe-

Figura 1 - Mapa de Localização do Corredor Intermunicipal do BRT



O Projeto de Extensão desenvolvido na UEL propõe promover integração regional e mobilidade urbana sustentável entre Cambé, Ibiporã e Londrina (Fonte: IBGE (2024) - Organizado pelos autores)

nhando um papel vital na economia do Estado do Paraná. Com uma população crescente e uma infraestrutura em evolução, a região enfrenta desafios relacionados à mobilidade urbana, ordenamento territorial, preservação ambiental e qualidade de vida. O PDUI (Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado) aponta que Cambé, Ibiporã e Londrina compõem o NUC (Núcleo Urbano Central). Corroborando, o PDUI destaca que o pertencimento à área delimitada pode ser um critério importante para o estreitamento do planejamento da RML, convergindo para a provisão de serviços e de integração econômica na porção Norte do Paraná.

CONCEITO

O conceito do presente projeto de urbanismo é a integração regional sustentável, com foco no BRT, tendo como princípio central o planeja-

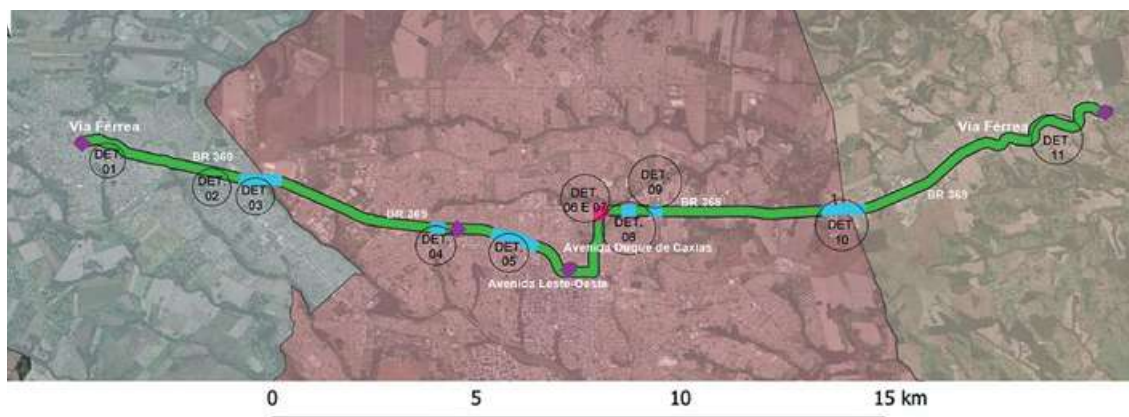
mento e a integração urbana. Nesse caso, o conceito envolve a visão de uma rede de mobilidade sustentável e eficiente, a melhoria da conectividade entre as três cidades (Cambé, Ibiporã e Londrina) e a promoção de um desenvolvimento urbano integrado e inclusivo. O projeto traz uma abordagem abrangente e estratégica que define os objetivos principais, como a redução do tempo de deslocamento, a redução da dependência do transporte individual, a diminuição da emissão de poluentes e a revitalização de áreas urbanas ao longo dos corredores de transporte.

PARTIDO

O partido neste projeto de urbanismo é a tradução prática do conceito em um plano especial e operacional. No contexto de um projeto de BRT, o partido envolve a definição de elementos específicos como a localização das estações, a estruturação

dos corredores de BRT, a integração com outros modos de transporte e o planejamento das áreas ao redor das estações para incentivar o uso do transporte público. A manifestação do partido está presente nas decisões de layout urbano, na circulação viária e no modo como o sistema de BRT se conecta com a infraestrutura existente e futura entre as três cidades. Com base no conceito de "integração regional sustentável", o partido inclui a escolha de corredores estratégicos que conectam pontos-chave das três cidades, sinaliza para a criação de estações multimodais que facilitem a transição entre diferentes tipos de transporte e o uso de espaços ao longo dos corredores para incentivar atividades comerciais e de lazer. Fazem parte da estratégia do partido a utilização das marginais da rodovia BR-369, que interliga os municípios envolvidos, e as marginais da Via Férrea, no perímetro urbano de Ibi-

Figura 2 - Localização dos Entroncamentos das Vias com o Corredor BRT



A proposta do projeto contempla soluções para os principais cruzamentos urbanos, priorizando a segregação do BRT em relação ao tráfego comum (Fonte: IBGE (2024) - Organizado pelos autores)

porã e de Cambé, buscando a redução dos custos de desapropriações para a implantação do projeto e a revitalização dessas marginais ao longo do trajeto.

METODOLOGIA

Destaca-se que o desenvolvimento (recorte) deste projeto urbanístico convergindo apenas para esses três municípios está baseado nos dados do PDUI da Região Metropolitana de Londrina, no Plano de Mobilidade Urbana Sustentável de Londrina, no Manual do BRT - Guia de Planejamento, no Manual de Recomendação para Elaboração de Projeto de Terminal Rodoviário e Metropolitano, no Estatuto da Metrópole e no Estatuto da Cidade.

Assim, utilizou-se obras correlatas para a elaboração de análises por meio de constatações de estudos de casos similares à proposta de projeto deste Trabalho de Pesquisa, o que possibilitou a confrontação de dados e a compreensão das metodologias e das soluções projetuais em Arquitetura e Urbanismo. Entre as obras selecionadas, encontram-se duas nacionais e uma internacional, sendo o BRT de Curitiba/PR, o BRT do Rio de Janeiro/RJ e o

BRT de Bogotá, na Colômbia, respectivamente. Com o intuito de se obter uma visão mais aprofundada sobre o BRT, o coordenador do projeto realizou uma visita de caráter técnico agendada à URBS, na cidade de Curitiba/PR, em abril de 2024. Na visita in loco, foi possível utilizar e percorrer os diversos corredores, itinerários, estações e terminais do BRT curitibano, bem como visitar tecnicamente a sede da URBS e todos os seus setores, como administração, centro de controle de operação, planejamento, controle de manutenção dos veículos, entre outros.

Destaca-se que foram feitos os levantamentos in loco em todo o trajeto que perfaz uma distância de 34 quilômetros, com medições e registros fotográficos a cada 100 metros, envolvendo os municípios de Cambé, Ibiporã e Londrina. Ato contínuo, a metodologia conduziu o trabalho para as diretrizes de projeto urbano, envolvendo o planejamento para a concretização de um sistema BRT, a preparação do projeto (operacional, físico e integração), o plano de negócios e avaliação e a implementação.

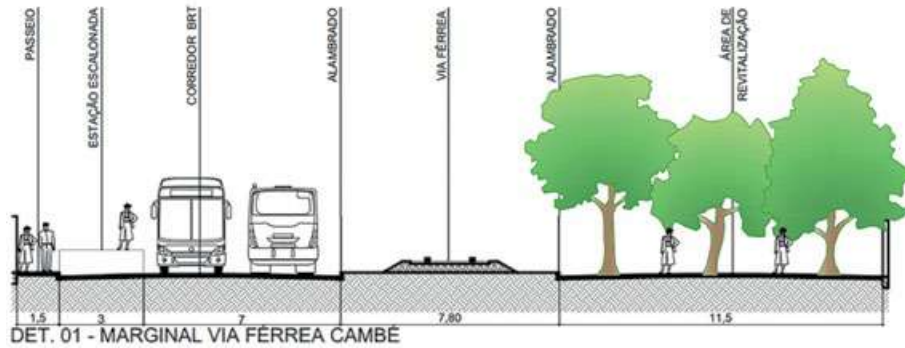
Na sequência, a metodologia convergiu para a proposta de implanta-

ção do projeto urbanístico do BRT, destacando a escolha do tipo de BRT, os critérios de seleção dos corredores ou das calhas, a análise das opções de corredores, a resolução de pontos críticos, o detalhamento dos corredores (estações e cruzamentos), a comunicação, o marketing e o desenvolvimento da logomarca e, por fim, a apresentação do anteprojeto ou estudo preliminar.

PROPOSTA

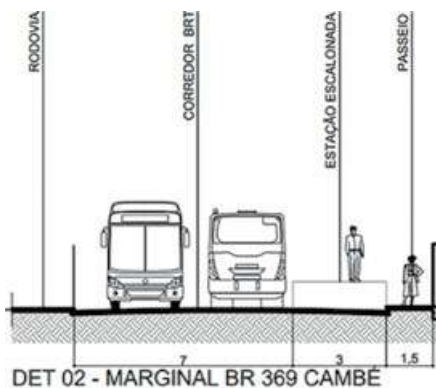
Envolto neste arcabouço teórico (das referências) e prático (considerando o PDUI da RML), a presente pesquisa propõe uma solução de integração para o transporte público entre os três municípios citados, conforme imagens. A solução indicada nesta pesquisa, por sua vez, contempla a segurança dos usuários, a requalificação urbana, os veículos com baixa emissão ou emissão "zero", o transporte de grande quantidade de passageiros, o custo de implantação relativamente baixo e o curto prazo de execução. Neste momento, vem a pergunta: qual sistema de transporte a nossa região metropolitana deve adotar? Naturalmente, essa resposta depende de alguns fatores. Nes-

Figura 3 - Detalhe 1 - Marginal Via Férrea Cambé



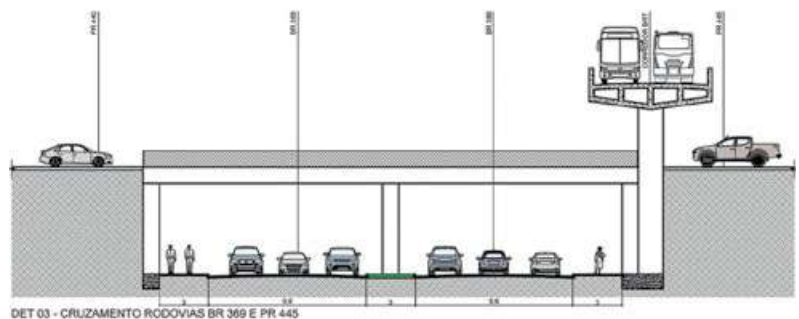
O projeto aproveita as marginais da via férrea em Cambé para reduzir custos com desapropriações e promover a revitalização urbana ao longo do corredor BRT (Fonte: elaborado pelos autores)

Figura 4 - Detalhe 2 - Marginal BR-369 Cambé



A utilização da marginal da rodovia BR-369 em Cambé visa otimizar o traçado do corredor BRT, reduzindo custos e facilitando a integração urbana (Fonte: elaborado pelos autores)

Figura 5 - Detalhe 3 - Cruzamento das Rodovias BR-369 e PR-445



A proposta prevê soluções para o cruzamento das rodovias BR-369 e PR-445, garantindo a segregação do BRT e evitando congestionamentos para manter a eficiência do sistema (Fonte: elaborado pelos autores)

se caso, os municípios envolvidos preferem, por exemplo, um projeto com maior integração urbanística e, por isso, o VLT (Veículo Leve sobre Trilhos) se “encaixa” melhor. Porém, se a cidade precisa de um projeto capaz de atender a um grande número de usuários, mas não possui demanda, nem condições físicas e financeiras para implantar um sistema de metrô - e ainda enfrenta urgência na execução - o BRT é o mais indicado.

O BRT, portanto, aparece como um dos sistemas mais eficientes para as cidades desenvolverem rapidamente um sistema de transporte público abrangente, capaz de se expandir por uma rede completa e oferecer um serviço veloz e de alta qualidade. Mesmo em seus

estágios iniciais de implementação, o conceito de BRT apresenta o potencial de revolucionar o panorama do transporte urbano. Assim, destaca-se que estão contidas na pesquisa as soluções urbanísticas ao longo dos 34 quilômetros do Corredor BRT, envolvendo os principais entroncamentos urbanos por meio de passagens em níveis, viadutos, trincheiras e túneis.

Cabe destacar que, neste trabalho de pesquisa, foi discutido que um dos custos mais significativos da Obra BRT está relacionado às desapropriações. Por isso, grande parte do traçado do Corredor BRT utiliza faixas laterais da BR-369 e da Ferrovia existentes, ou seja, áreas já desapropriadas e com necessidades de melhorias urbanas

para o uso coletivo. Logo, um traçado racional, inclusive em termos de largura, reduz custos, prazos de obras e impactos na vida da população, o que melhora a aceitação da comunidade e dos políticos e, com isso, propicia viabilidade financeira.

São apresentadas, nas figuras, de 2 a 8, que foram desenvolvidas pelos autores, algumas das soluções de pontos críticos do Sistema BRT, que envolvem os principais cruzamentos de vias urbanas, pois é preciso reiterar que este só será eficiente se não sofrer congestionamentos. Assim, o Corredor BRT deverá ser totalmente segregado do trânsito comum de automóveis e pedestres, evitando, com isso, a lentidão e a redução da possibilidade de acidentes graves.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta do BRT Expresso - título atribuído ao futuro Sistema BRT no caso de implantação e execução das obras - e o marketing desempenham um papel crucial na promoção do BRT como uma alternativa viável de transporte. Nomes de sistemas cativantes e estratégias de mídias eficazes são essenciais para atrair o público e superar o estigma associado aos sistemas convencionais de ônibus existentes. Logo, foi criada pela equipe uma logomarca própria que conecta o BRT à história da RML.

O BRT impulsionará o desenvolvimento econômico ao facilitar o acesso das populações periféricas aos centros urbanos, promovendo a inclusão social e a dinamização econômica. A integração eficiente entre os municípios de Londrina, Ibiporã e Cambé reduziria o tempo de deslocamento e os custos associados, aumentando a produtividade e atraindo investimentos. A melhoria na infraestrutura de transporte, assim, será um catalisador para o desenvolvimento regional, potencializando a atratividade da RML para novos negócios e indústrias. ■

Referência: TV UEL

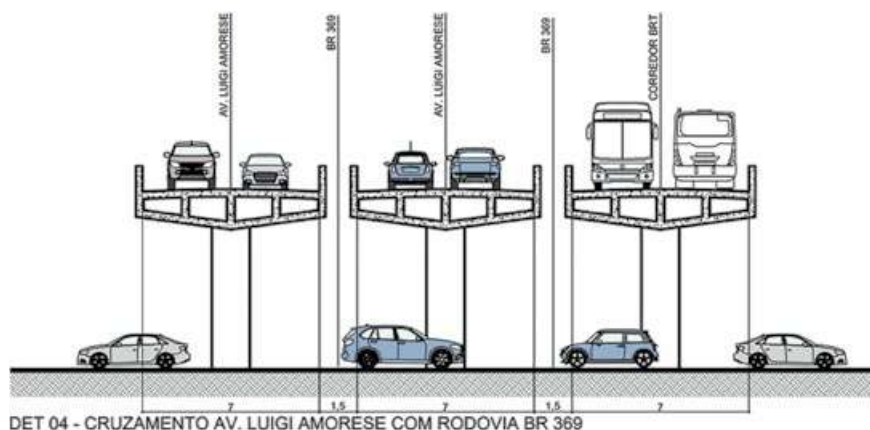
Link: bit.ly/44WMH9X

Figura 9 - Logomarca proposta para o BRT Expresso



A identidade visual do BRT Expresso foi desenvolvida para reforçar o vínculo com a história da RML e apoiar estratégias de marketing voltadas à aceitação do sistema (Fonte: elaborado pelos autores)

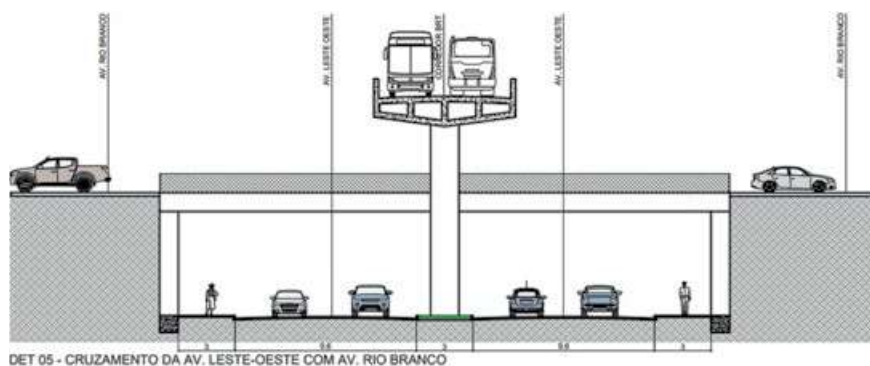
Figura 6 - Detalhe 4 - Cruzamento da avenida Luigi Amorese com a Rodovia BR-369



DET 04 - CRUZAMENTO AV. LUIGI AMORESE COM RODOVIA BR 369

As intervenções urbanísticas no cruzamento da avenida Luigi Amorese com a BR-369 visam integrar o BRT ao entorno, promovendo a revitalização e melhorando a acessibilidade (Fonte: elaborado pelos autores)

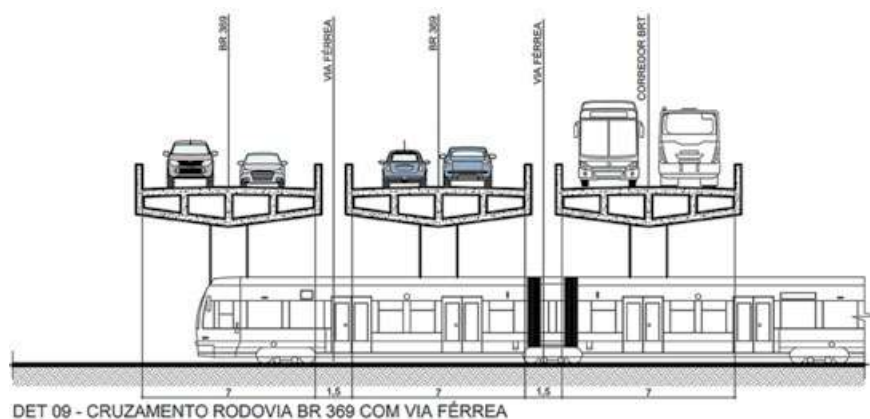
Figura 7 - Detalhe 5 - Cruzamento da avenida Leste-Oeste com a avenida Rio Branco



DET 05 - CRUZAMENTO DA AV. LESTE-OESTE COM AV. RIO BRANCO

O planejamento do cruzamento busca otimizar a conexão entre vias principais, facilitando o acesso ao corredor BRT e incentivando o desenvolvimento urbano ao seu redor (Fonte: elaborado pelos autores)

Figura 8 - Detalhe 9 - Cruzamento da Rodovia BR-369 com a Via Férrea



DET 09 - CRUZAMENTO RODOVIA BR 369 COM VIA FÉRREA

Neste ponto, o projeto busca garantir a continuidade do corredor BRT por meio de soluções que evitam congestionamentos e promovem a segurança no cruzamento (Fonte: elaborado pelos autores)

INVESTIGAÇÃO DA ADERÊNCIA ENTRE O RESÍDUO DE PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRAS DE VIDRO PROCESSADO EM TIRAS AO CONCRETO: UMA POSSIBILIDADE DE DESTINAÇÃO MAIS SUSTENTÁVEL

PRFV e os desafios de uma produção mais sustentável



Juliana Prestes Ribeiro de Faria

Engenheira Civil

É engenheira civil, mestre e doutora em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável pela UFMG (Universidade Federal de Minas Gerais). Atualmente, é professora nos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura da UEL e da UniFil (Centro Universitário Filadélfia), além de membro da APTI-Lacc (The Association for Preservation Technology International).



Carlos Bartholomeu

Engenheiro Civil

Graduado em Engenharia Civil pela UEL (Universidade Estadual de Londrina).

Materiais compósitos, como o PRFV (Plástico Reforçado com Fibras de Vidro), são formados por uma combinação de uma matriz e um reforço. Devido ao seu baixo custo e às propriedades desejáveis para a indústria, o uso desses compósitos tem se expandido desde o século XX.

Utilizado na fabricação de telhas de PRFV, que empregam fibras de vidro tipo E e resina de polímero termofixo, esse material enfrenta um desafio: a geração de resíduos durante o processo de produção, incluindo aparas, rebarbas e peças defeituosas.

O resíduo de PRFV apresenta baixa degradabilidade, uma vez que é constituído de plástico e vidro, podendo permanecer centenas de anos na natureza. Por se tratar de um polímero termofixo, o reprocessamento do material também é dificultado, pois há a decomposição de seu material por carbonização, impedindo o derretimento e a nova conformação (polímero termoplástico).

De modo geral, há três fases básicas nos processos de fabricação dos compósitos poliméricos, sendo as etapas a impregnação do reforço (fibra de vidro) à matriz polimérica (resina), a conformação do material à forma final da peça (molde) e a cura (endurecimento final do material), como no esquema mostrado pela figura 1 (ORTH, 2012). Nas imagens 2 e 3, por sua vez, têm-se fotos do processo de fabricação das telhas de PRFV.

Os resíduos advindos da produção de telhas de PRFV, por sua vez, são gerados durante a etapa de acabamento das peças, no corte de rebarbas e seções das telhas rejeitadas por defeitos adversos, conforme mostra a figura 4.

Em visita realizada a uma fábrica da região de Londrina para acompanhamento do processo produtivo das telhas de PRFV, foi constatado que a perda é da ordem de 5% da produção, ou seja, 37,5 a 45 quilos diariamente, o que demanda a locação de cerca de duas caçambas por mês.

A destinação adequada do resíduo é feita em aterros industriais, o que acarreta prejuízos energéticos, materiais e financeiros relacionados à produção, à logística e à realocação dos resíduos. Além disso, essa prática contribui para o esgotamento dos próprios aterros, aumentando a demanda por novos espaços, que, por sua vez, possuem altos custos de implantação e manutenção, além de causar impactos ambientais significativos.

O objetivo do artigo, portanto, é avaliar a existência de aderência entre o resíduo de PRFV, processado em tiras, à matriz de concreto, para que se possa prosseguir no estudo de implementação deste resíduo na fabricação de elementos de concreto.

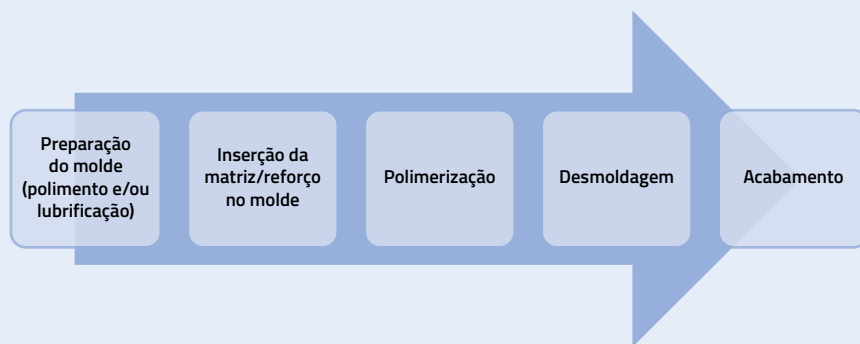
A ADERÊNCIA AO CONCRETO

Para mitigar os impactos ambientais e econômicos, buscou-se avaliar a possibilidade de se implementar esse material, antes rejeitado e destinado aos aterros, na cadeia produtiva de um novo material. Para isso, inicialmente foi necessário avaliar a adesão entre o resíduo de PRFV e o concreto, fazendo o uso de tiras macroscópicas de PRFV incorporadas às peças de concreto. A partir da avaliação, será possível aferir se essa aplicação possui viabilidade para a aplicação em elementos de concreto.

O processamento de materiais com o objetivo de prepará-los para retornar ao seu uso original ou para serem utilizados em outras aplicações é chamado de reciclagem. Essa prática surge como uma alternativa ao descarte, ajudando a evitar a perda de recursos naturais já utilizados na fabricação (PINTO, 2002).

Asokan et al. (2010) obtiveram resultados promissores na adição do resíduo de PRFV na proporção de 5% a 15% à massa cimentícia e estando essa com 2% de aditivos superplastificantes, obteve uma melhora na resistência à compressão do concreto, o que representa cerca de 11% de

Figura 1 - Etapas gerais de fabricação dos compósitos poliméricos



Etapas básicas do processo de fabricação dos compósitos poliméricos, que envolvem a combinação dos materiais, a moldagem da peça e o endurecimento final do produto (Fonte: adaptado de Felipe (2012))

Figura 3 - Telha de PRFV em linha de produção



A produção da telha de PRFV resulta em um material amplamente utilizado na construção civil, apesar dos desafios relacionados à gestão de seus resíduos (Fonte: os autores)

Figura 5 - Resíduos de PRFV da fabricação de telhas de fibra de vidro em caçamba



Na fabricação das telhas de PRFV, uma parte dos materiais é descartada como resíduo, o que representa cerca de 5% da produção diária e que demanda caçambas para a coleta (Fonte: os autores)

Figura 2 - Linha de produção da telha de PRFV



Linha de produção das telhas de PRFV, que usa fibras de vidro tipo E e resina termofixa. Durante o processo, são gerados resíduos cuja reciclagem é limitada (Fonte: os autores)

Figura 4 - Corte e coleta das rebarbas das telhas de fibra de vidro



As rebarbas geradas na produção das telhas de PRFV são resíduos de difícil degradação e reprocessamento e, por isso, são um dos desafios ambientais do processo (Fonte: os autores)

Figura 6 - Tira de PRFV tracionada na máquina universal para ensaio de tração



Tira de PRFV sendo submetida ao ensaio de tração, etapa essencial para caracterizar o comportamento estrutural do material e avaliar sua resistência após o processamento do resíduo (Fonte: os autores)

Figura 7 - Tira de PRFV (corpo de prova) rompida ao esforço de tração na máquina universal



A ruptura frágil, com pouca deformação, evidencia a influência das fibras de vidro na resistência do material, cujos resultados variaram entre 8,4 e 20,9 MPa (Fonte: os autores)

incremento em comparação ao concreto sem resíduos de PRFV. Além da resistência apresentada à compressão, notou-se aumento na resistência à ruptura por tração.

METODOLOGIA DE PESQUISA E RESULTADOS

Para a realização desta pesquisa, foram conduzidas as seguintes atividades: coleta, processamento, beneficiamento e caracterização do resíduo; fabricação de corpos de prova e avaliação das peças; tratamento estatístico e obtenção de resultados acerca da aderência e mudanças nas propriedades associadas à incorporação das tiras de PRFV.

O resíduo de PRFV foi processado em tiras de dimensão aproximada de 5 x 40 centímetros e espessura média de 1,1 milímetros. A caracterização do material foi realizada por meio de um ensaio de resistência à tração. As tiras foram fixadas à máquina universal (EMIC DL30000) para que fosse possível avaliar o comportamento estrutural apresentado pelas tiras ao esforço de tração.

Os resultados obtidos apresentaram uma dispersão ampla, de uma tensão máxima de 20,9 MPa (Mega Pascal) e uma tensão mínima de 8,4 MPa. A ruptura do material se tratou de uma ruptura frágil, ou seja, em outros termos, uma ruptura em que o material não apresenta muita deformação. Essa característica está presente nos vidros, o que permite inferir que a maior influência na resistência do compósito de PRFV é exercida pelas fibras de vidro presentes na matriz.

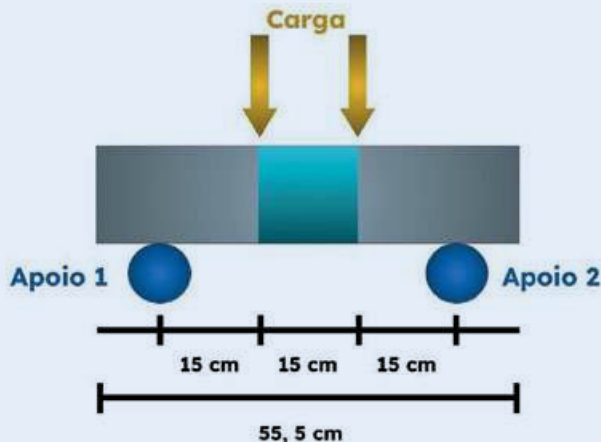
A possível explicação para a resistência observada na tira de PRFV ao esforço de tração apresentar ampla variação e valores menores ao esperado está nos feixes de fibra de vidro na matriz polimérica da resina se encontrarem dispersos em várias direções e não dispostos em uma única orientação, como foi possível verificar na figura 8. Assim, possível-

Figura 8 - Tira observada por microscópio com ênfase na disposição das fibras de vidro



A orientação desalinhada dos feixes pode explicar a variação nos resultados e a menor resistência observada no ensaio de tração (Fonte: os autores)

Figura 10 - Esquema de aplicação de carga em ensaio de flexão de corpo de prova de concreto em quatro pontos



Esquema do ensaio de flexão em quatro pontos, usado para avaliar a resistência à tração dos corpos de prova de concreto e a aderência entre o material cimentício e as tiras de PRFV (Fonte: os autores)

Figura 12 - Corpo de prova rompido sem a incorporação de tiras de PRFV



Corpo de prova sem tiras de PRFV, rompido na região de flexão pura. A ausência de reforço levou à separação completa das partes após a ruptura (Fonte: os autores)

Figura 9 - Corpos de prova prismáticos de concreto



Corpos de prova prismáticos de concreto, alguns com tiras de PRFV incorporadas. As peças foram utilizadas em ensaios para avaliar a resistência à tração por flexão (Fonte: os autores)

Figura 11 - Corpo de prova rompido, mas ainda unido em decorrência da não ruptura da fibra aderida ao concreto



Corpo de prova rompido na região de flexão pura, mas mantido unido pela tira de PRFV, indicando a aderência entre os materiais após a ruptura do concreto (Fonte: os autores)

Figura 13 - Corpo de prova rompido com ênfase à interface de aderência entre as tiras de PRFV e o concreto



Detalhe da interface entre o concreto e a tira de PRFV após a ruptura do corpo de prova, evidenciando a aderência entre os materiais na seção transversal (Fonte: os autores)

mente, a transmissão de tensões ao longo do material ocorre de maneira disforme, levando a uma reduzida resistência à ruptura por tração ao que se esperava.

Para a fabricação dos corpos de prova em concreto, foram utilizados os seguintes materiais: CP-V de alta resistência inicial, areia grossa quartzosa, brita 1 basáltica, água proveniente do sistema de abastecimento da Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná) e, por fim, o resíduo de PRFV. Utilizou-se tiras de resíduo de PRFV de dimensões de aproximadamente 2 centímetros por 50 centímetros, dispostas longitudinalmente nas peças, posicionadas em cerca de 0,5 centímetros de altura da extremidade inferior.

Moldaram-se seis prismas com dimensões de 15 X 15 X 55 centímetros, introduzindo as tiras em três deles. Após 19 dias (idade do concreto), iniciaram-se as avaliações relacionadas à qualidade e o ensaio de performance estrutural do prisma, o ensaio de resistência à tração por flexão de quatro pontos.

Em seguida, foi realizado o ensaio de resistência à tração por flexão de quatro pontos, conforme a ABNT NBR 12.142 (Concreto - Determinação da resistência à tração na flexão de corpos de prova prismáticos, 2010). O objetivo foi obter as resistências ao esforço de tração nos corpos de prova e coletar dados para avaliar se há aderência entre os materiais.

Para tal, apoiou-se o prisma de, aproximadamente, 55,5 centímetros de comprimento sobre dois apoios, distanciados, entre si, em 45 centímetros e realizou-se a aplicação de carga em dois pontos com distância de 15 centímetros entre si, na região central do vão do corpo de prova, pela máquina universal de ensaio, EMIC DL30000, como representado no esquema da figura 10.

A região entre apoios, representada pela coloração azul clara no esquema da figura 10, corresponde à

região de flexão pura, onde espera-se a ruptura do corpo de prova. Para que se possa atestar a qualidade do corpo de prova e utilizar os dados obtidos a partir dele, se faz necessário que a ruptura ocorra nessa região (terço médio).

Todos os seis corpos de prova, os três com incorporação das tiras e os três sem incorporação, apresentaram ruptura na região de flexão pura (terço médio) e, dessa forma, pode-se apreciar todos na apresentação de resultados. Caso algum corpo de prova tivesse apresentado uma ruptura em outra região ao longo do comprimento longitudinal, seria necessário desconsiderar o resultado deste.

Uma avaliação qualitativa dos resultados do ensaio forneceu aspectos mais relevantes para determinar se houve aderência entre os materiais. Nos corpos de prova com tiras de PRFV incorporadas, foi observado durante a ruptura que o corpo de prova permaneceu unido (conforme a figura 11), mesmo após a ruptura do concreto. Isso indica que as tiras atuaram se deformando após a perda da seção resistente do concreto, sem se romper, mantendo o corpo de prova estável sobre os apoios. Em comparação, o corpo de prova sem incorporação das tiras de PRFV, que se rompeu (conforme a figura 12), se dividiu em duas partes e se depositou sobre a região superficial da peça de apoio acoplada à máquina universal.

Aplicando mais carga para rompimento das tiras de PRFV, analisou-se visualmente a seção transversal do prisma de concreto, se fazendo possível observar a interface da matriz cimentícia do concreto aderida à tira de PRFV (figura 13).

A partir do ensaio de flexão, utilizando o tratamento de dados verificado na NBR 12.142:2010, calculou-se a resistência apresentada à tração na flexão. Entretanto, os resultados obtidos não apresentaram coerência para uso na avaliação de aderência entre o resíduo de PRFV e

o concreto, demandando maior pesquisa voltada ao aspecto quantitativo posteriormente.

Com base nos aspectos qualitativos observados no comportamento dos corpos de prova de concreto incorporado com tiras de PRFV, é possível afirmar que há, de fato, uma aderência entre esses materiais, ainda que não se possa, nesse primeiro momento, aferir aspectos mais profundos da natureza dessa adesão.

CONCLUSÃO

A verificação de adesão implica positivamente na viabilidade do processamento do resíduo de PRFV em tiras, o que favorece a reciclagem deste resíduo, por se tratar de um beneficiamento mais simplificado e acessível, reduzindo o esforço oneroso despendido quando processado por moagem.

A possibilidade futura de utilização do resíduo de PRFV incorporado ao concreto pode retornar lucro aos fabricantes de materiais de PRFV quando a adesão entre os materiais dispor de maior caracterização e dados que possam descrever o comportamento quando submetidos a tensões diversas, bem como à quantidade correta de tiras para cada circunstância de aplicação.

Dessa forma, existe a possibilidade de que um resíduo possa se complementar a uma nova cadeia produtiva, evitando prejuízos e, ainda, proporcionando retorno financeiro e se aproximando de uma otimização maior de matéria-prima e energia, o que reduz o impacto ambiental, econômico e energético.

Indica-se como continuidade prosseguir com estudos a respeito da interface entre concreto e tiras de resíduo PRFV, de maneira a avaliar quantitativamente essa interface e a relação entre quantidade e tamanho de tiras, influenciando a performance das propriedades mecânicas no concreto quando submetido a carregamentos e tensões diversas. ■

O PROGRAMA MAIS ENGENHARIA E A TRANSFORMAÇÃO DA ENGENHARIA PÚBLICA NO PARANÁ



Claudemir Marcos Prattes

Engenheiro de produção e gerente do Departamento de Relações Institucionais do Crea-PR



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

O fortalecimento da engenharia pública é um dos principais pilares para o desenvolvimento estruturado, equitativo e sustentável dos territórios. A ausência de projetos básicos e executivos de qualidade limita o acesso dos municípios aos recursos estaduais, federais e de agências internacionais, comprometendo o planejamento urbano e a execução de políticas públicas essenciais.

Diante desse cenário, o Crea-PR, em parceria com a Itaipu Binacional e a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), lança o Programa Mais Engenharia, uma iniciativa inovadora que visa transformar a realidade da engenharia municipal no Paraná.

A ORIGEM DO PROGRAMA MAIS ENGENHARIA

O Programa Mais Engenharia nasce de uma inquietação legítima e de um diagnóstico concreto sobre a realidade dos municípios paranaenses. Durante uma visita institucional do Crea-PR ao corpo técnico da Itaipu Binacional, ao final de 2023, surgiram debates profundos sobre o abismo existente entre a disponibilidade de recursos financeiros e a carência de projetos técnicos que permitissem a captação desses recursos por parte dos municípios. A constatação foi clara: sem projetos de engenharia, não há acesso ao orçamento disponível e, consequentemente, não há desenvolvimento.

O diálogo também evidenciou a grave limitação orçamentária dos municípios, a escassez de investimentos e a falta de equipes técnicas de engenharia bem estruturadas e devidamente remuneradas no setor público. A partir dessa preocupação compartilhada, o Crea-PR inseriu no seu Planejamento Estratégico 2024 a proposta de "Criar um programa inspirado nas residências técnicas que contribuisse com os gestores públicos municipais".

Com o objetivo de oferecer uma contribuição consistente, estruturada e impactante aos gestores e servidores públicos municipais, o Crea-PR deu início a um intenso trabalho de estudos, inicialmente resgatando um estudo realizado

por um comitê da sua Comissão de Educação e Atribuição Profissional. Esse grupo analisou os modelos de Residência Técnica já implantados no Paraná, especialmente aqueles em parceria com universidades estaduais, neste momento incluindo ao debate a participação fundamental da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG). A partir dessa base e com as parcerias definidas, uma competente equipe de planejamento concebeu uma proposta única, inovadora e inédita no País, ancorada na valorização da engenharia e na promoção do desenvolvimento sustentável.

Grças à sensibilidade institucional e ao comprometimento do Crea-PR, da UEPG e da Itaipu Binacional com a causa pública, foi possível construir coletivamente o Programa Mais Engenharia, uma resposta prática e estruturante aos desafios vividos pelos municípios paranaenses e um novo caminho para o fortalecimento da engenharia pública no estado.

O PROGRAMA MAIS ENGENHARIA: CONCEITO E ESTRUTURA

O Programa Mais Engenharia é o primeiro programa de residência técnica vinculado ao Sistema Confea/Crea e Mútua. Ele nasce com a missão de fortalecer a engenharia pública nos municípios paranaenses, articulando a atuação de três frentes essenciais: engenheiros civis recém-formados (com até três anos de graduação), estudantes de engenharia civil e os servidores técnicos das prefeituras. A proposta integra prática profissional, formação acadêmica e apoio institucional com foco na melhoria da infraestrutura urbana e na qualificação da gestão municipal.

A atuação dos engenheiros bolsistas ocorrerá diretamente nas prefeituras, onde desenvolverão e acompanharão projetos de engenharia civil. Esses profissionais contarão com o suporte de um estagiário e de um engenheiro municipal supervisor, promovendo um ciclo virtuoso de transferência de conhecimento e formação técnica aplicada à realidade dos territórios.

O PAPEL DAS INSTITUIÇÕES PARCEIRAS

A execução do Programa Mais Engenharia só é possível graças à cooperação institucional entre três grandes entidades:

CREA-PR

Responsável pela concepção e coordenação estratégica do programa, o Crea-PR atua como elo entre as prefeituras, os profissionais de engenharia e as demais entidades parceiras. Além disso, é o responsável pela execução do edital de seleção dos municípios e pela gestão técnica e institucional das ações em campo. O Crea-PR também terá o papel de integrar as instâncias estaduais e federais, como as Secretarias de Estado, Itaipu e Governo Federal, trazendo orientação e servindo como elo entre projetistas, gestores municipais e os órgãos responsáveis pelos programas de financiamento e recepção de projetos. Essa função visa garantir maior assertividade nos projetos elaborados e potencializar a captação e a boa utilização dos recursos públicos.

Itaipu Binacional - A participação da Itaipu Binacional, por meio do Governo Federal, representa o compromisso com o desenvolvimento territorial e a sustentabilidade. A instituição contribui com recursos financeiros e expertise em projetos socioambientais de larga escala, garantindo que a engenharia seja um vetor de inclusão, segurança hídrica, mobilidade e qualidade de vida.

Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) - A UEPG, por meio de seu Departamento de Engenharia Civil, é a responsável pela formação acadêmica e gestão dos engenheiros bolsistas e na coordenação dos estagiários. A instituição ofertará o curso de Especialização em Gestão Pública em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável aos bolsistas e supervisores, com duração de 24 meses e 480 horas de formação, com metodologia EAD e foco prático.

BENEFÍCIOS E IMPACTOS DO PROGRAMA

Para os **municípios**, o programa oferece:

- Apoio técnico na elaboração de projetos e fiscalização de obras;
- Fortalecimento da equipe técnica municipal;
- Criação de banco de projetos para captação de recursos;
- Planejamento estruturado e eficiente das obras e investimentos;
- Melhoria na gestão urbana e nos indicadores de infraestrutura.

Para os engenheiros civis recém-formados:

- Vivência real em projetos públicos de engenharia;
- Formação pós-graduada gratuita e certificada pela UEPG;
- Bolsa mensal e benefícios (vale-alimentação, transporte, seguro de vida);



- Licença de softwares BIM e computador para uso profissional;
- Ampliação da rede de contatos e reconhecimento profissional.

Para os estudantes de engenharia:

- Estágio supervisionado em obras e projetos municipais;
- Interação com equipes técnicas e gestores públicos;
- Licença de softwares BIM e computador para uso profissional;
- Apoio financeiro e desenvolvimento de habilidades aplicadas.

UMA MUDANÇA DE PATAMAR PARA O PARANÁ

O Programa Mais Engenharia não é apenas uma ação pontual. Seu potencial está em criar uma rede permanente de projetos, profissionais e soluções que elevarão o nível de planejamento e execução nos 399 municípios do Paraná. Com a meta inicial de selecionar 50 municípios e mobilizar 50 engenheiros civis e 50 estagiários, o programa é escalável e replicável.

Espera-se que centenas de projetos de infraestrutura, mobilidade, habitação, saneamento, drenagem e revitalização urbana sejam elaborados e estruturados, gerando condições reais de captação de recursos e execução de obras de alto impacto.

UMA FORMAÇÃO DIFERENCIADA PARA UMA CARREIRA TRANSFORMADORA

Os engenheiros civis partícipes do Programa Mais Engenharia terão acesso a uma jornada de formação profissional singular. Além de obterem o certificado de Especialista em Gestão Pública em Desenvolvimento Sustentável, esses profissionais vivenciarão, na prática, os desafios e as soluções da engenharia aplicada ao setor público. Essa vivência, aliada ao uso de tecnologias de ponta como o BIM (Building Information Modeling), conferirá a esses engenheiros uma qualificação técnica altamente valorizada pelo mercado, elevando-os a um patamar diferenciado dentro da engenharia nacional.

Ao integrar teoria e prática, inovação e responsabilidade social, o programa os posiciona como um seleto grupo de profissionais capazes de liderar projetos de impacto, com domínio sobre elaboração técnica, captação de recursos, sustentabilidade e aplicação de políticas públicas. Essa é uma oportunidade ímpar de crescimento, que marcará suas trajetórias profissionais com excelência, propósito e protagonismo.

Para os estagiários, a exigência de participação prévia no Programa CreaJR-PR garantirá uma base sólida de conhecimento e engajamento com a profissão. Durante o programa, esses estudantes terão a chance de atuar em projetos de engenharia pública de alto nível, sendo acompanhados por engenheiros experientes, e ainda terão acesso a cursos e treinamentos exclusivos promovidos pelo Crea-PR. Essa formação integrada oferece um diferencial competitivo inestimável para o início de suas carreiras, criando um ambiente de aprendizado contínuo, troca de experiências e valorização profissional desde a graduação.

PROCESSO DE SELEÇÃO DOS MUNICÍPIOS

A seleção dos municípios participantes do Programa Mais Engenharia foi conduzida pelo Crea-PR e realizada por uma **Comissão Tripartite**, composta por representantes do Crea-PR, UEPG e Itaipu Binacional. Para esta edição, foram **selecionados 50 municípios**. O processo buscou identificar as localidades com maior necessidade e potencial de impacto.

Os critérios de classificação utilizados para a seleção dos municípios incluíram:

- **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M):** Priorizou-se municípios com **menor IDH-M**. Isso demonstra um foco em localidades com maior necessidade de desenvolvimento social e que podem se beneficiar mais diretamente do programa.
- **Quantidade de Engenheiros Civis registrados no Crea-PR:** Municípios com **menor número de engenheiros civis** registrados receberam pontuações mais altas. Este critério reflete a estratégia de apoiar áreas com capacidade técnica mais limitada.
- **Índice de Engenheiros Civis por (mil) habitantes:** Similar ao critério anterior, **uma menor proporção de engenheiros por habitante** resultou em maior pontuação, reforçando a priorização de municípios com menor densidade de profissionais de engenharia.
- **Capacidade de endividamento preservada:** Municípios com **menor proporção de dívida consolidada líquida** em relação à receita corrente líquida foram mais bem pontuados. Isso indica uma saúde fiscal que permite maior capacidade para a captação e boa utilização de recursos públicos.

MUNICÍPIOS SELECIONADOS E IMPACTO ESPERADO

O objetivo foi de selecionar 50 municípios, mobilizando 50 engenheiros civis e 50 estagiários posteriormente. A distribuição das vagas foi proporcional entre as oito re-

gionais do Crea-PR: Apucarana (6), Cascavel (6), Curitiba (6), Guarapuava (6), Londrina (6), Maringá (10), Pato Branco (6) e Ponta Grossa (4).

Os **50 municípios classificados** para participar do Programa Mais Engenharia são:

- **Regional Apucarana (6):** Godoy Moreira, Arapuã, Cruzmaltina, Cafeara, Grandes Rios, Jardim Alegre.
- **Regional Cascavel (6):** São Pedro do Iguçu, Diamante D'Oeste, Francisco Alves, Guaraniaçu, Campo Bonito, Ibema.
- **Regional Curitiba (6):** Doutor Ulysses, Guaraqueçaba, Adrianópolis, Campo do Tenente, Agudos do Sul, Piraquara.
- **Regional Guarapuava (6):** Fernandes Pinheiro, Santa Maria do Oeste, Nova Tebas, Inácio Martins, Boa Ventura de São Roque, Rebouças.
- **Regional Londrina (6):** Jundiá do Sul, Figueira, Nova Santa Bárbara, Itambaracá, Japira, Santana do Itararé.
- **Regional Maringá (10):** Mato Rico, Amaporã, Santa Mônica, Planaltina do Paraná, Indianópolis, Corumbataí do Sul, Esperança Nova, Querência do Norte, Cafezal do Sul, Maria Helena.
- **Regional Pato Branco (6):** Coronel Domingos Soares, Manfrinópolis, Honório Serpa, Boa Esperança do Iguçu, Enéas Marques, Renascença.
- **Regional Ponta Grossa (4):** Sapopema, Ventania, São João do Triunfo, Reserva.

A localização desses 50 municípios, distribuídos por 8 regionais, pode ser visualizada no mapa a seguir, que ilustra o alcance geográfico e a intenção do programa de promover o desenvolvimento equitativo em todo o estado do Paraná.

PROCESSOS SELETIVOS DOS BOLSISTAS E ESTAGIÁRIOS

O programa se estrutura na atuação de **engenheiros civis recém-formados (bolsistas)** e **estudantes de engenharia civil (estagiários)**, que são selecionados por meio de processos rigorosos e transparentes.

SELEÇÃO DOS BOLSISTAS: ENGENHEIROS CIVIS RECÉM FORMADOS

Os engenheiros civis recém formados são selecionados para atuar como **bolsistas técnicos de nível superior** em prefeituras paranaenses, contribuindo para o desenvolvimento e acompanhamento de projetos de engenharia civil. A UEPG, por meio de sua Coordenadoria de Processos de Seleção (CPS/UEPG), é responsável por planejar, organizar e executar este processo seletivo.

Critérios de habilitação e inscrição:

- **Graduação:** Ter concluído o curso de graduação em Engenharia Civil há, **no máximo, 36 meses**.
- **Registro profissional:** Possuir **registro ou visto ativo no Crea-PR**.
- **Vínculo e acúmulo:** Não possuir vínculo de emprego na área da pós-graduação e **não acumular bolsa de qualquer natureza**.

MUNICÍPIOS SELECIONADOS - Edital de Chamamento Público nº 03/2025



Processo seletivo

- **Prova:** Consiste em uma **prova objetiva com 25 questões de igual peso**, utilizando um sistema somatório de alternativas, onde cada questão pode ter múltiplas respostas corretas.
- **Classificação:** Para ser considerado classificado, o candidato deve obter, no mínimo, **40% da nota total**. A prova é realizada em cidades polo das regionais do Crea-PR (Apucarana, Cascavel, Curitiba, Guarapuava, Londrina, Maringá, Pato Branco e Ponta Grossa).

Reserva de vagas (Política de Equidade):

- **Pessoas com deficiência (PCD):** São reservadas **5% do total de vagas (3 vagas)** para PCD. A seleção ocorre por classificação geral, independentemente da região escolhida.
- **Pessoas autodeclaradas negras:** São reservadas **10% do total de vagas (5 vagas)** para candidatos autodeclarados negros (pretos ou pardos com traços fenotípicos que os identifiquem). A seleção também ocorre por classificação geral.
- **Equidade de gênero:** O programa garante que **ao menos 50% das vagas sejam ocupadas por candidatas do gênero feminino**.

Os bolsistas selecionados receberão uma **bolsa-auxílio mensal de R\$ 6.500,00**, além de auxílio-transporte (R\$ 264,00), auxílio-alimentação (R\$ 932,00) e equipamentos com softwares licenciados por até 24 meses. Além disso, terão acesso gratuito a um **curso de Especialização em Gestão Pública em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável (480 horas, EAD)** oferecido pela UEPG.

SELEÇÃO DOS ESTAGIÁRIOS: ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL

Paralelamente à seleção dos bolsistas, é realizado um processo seletivo para **estudantes de engenharia civil** que atuarão como estagiários. Eles fornecerão apoio técnico e administrativo aos engenheiros bolsistas nas atividades desenvolvidas nas prefeituras.

Crítérios de habilitação e inscrição:

- **Status acadêmico:** Ser aluno regularmente matriculado em curso de graduação em engenharia civil, **cursando entre o segundo e o oitavo semestre letivo** ou equivalente em ano letivo.
- **Crea-Jr:** Estar **inscrito no Programa Crea-Jr Paraná** ou programa similar de outro estado, e possuir carteira digital.
- **Idade:** Ter **mais de 18 anos** até a data de encerramento das inscrições.
- **Vínculo e acúmulo:** Não ter vínculo de emprego e **não acumular outras bolsas** (exceto as de natureza assistencial).

Reserva de vagas (Política de Equidade para Estagiários):

- **PCD:** Reservado **5% do total de vagas (3 vagas)**.
- **Pessoas negras:** Reservado **10% do total de vagas (5 vagas)**.
- **Equidade de gênero:** Garantia de que **ao menos 50% das vagas, por região, sejam ocupadas por estagiárias do gênero feminino**.

Os estagiários selecionados trabalharão **20 horas semanais** com atividades presenciais, recebendo uma **bolsa-auxílio mensal de R\$ 1.008,07**, além de auxílio-transporte (R\$ 264,00), auxílio-alimentação (R\$ 932,00) e equipamentos com softwares licenciados por até 24 meses.

Ambos os processos seletivos visam garantir que os profissionais e estudantes que integrarão o Programa Mais Engenharia possuam a qualificação técnica necessária e o perfil adequado para impulsionar o desenvolvimento estruturado e equitativo dos municípios paranaenses

PROGRAMA MAIS ENGENHARIA INICIA ATIVIDADES EM OUTUBRO DE 2025 E O FOCO SERÁ A FORMAÇÃO E PRODUÇÃO DE PROJETOS PARA CAPTAÇÃO DE RECURSOS

O Programa Mais Engenharia inicia uma nova etapa em **outubro de 2025**, quando os **engenheiros bolsistas** e os **engenheiros supervisores indicados pelos municípios** começarão o curso de **Especialização em Gestão Pública em Engenharia e Desenvolvimento Sustentável**. Com duração de **24 meses**, a pós-graduação foi especialmente concebida para capacitar esses profissionais nas rotinas, exigências e metodologia de projetos públicos, preparando-os para atuar com excelência nos municípios participantes.

Em **novembro de 2025**, será a vez dos **estagiários de Engenharia Civil** iniciarem suas atividades práticas junto às equipes locais, também por um período de **24 meses**. Esses estagiários terão a oportunidade de vivenciar o dia a dia da engenharia pública municipal, aplicando conhecimentos técnicos em projetos de infraestrutura e recebendo formação complementar por meio de treinamentos exclusivos oferecidos pelo Crea-PR.

O foco central do programa está na **elaboração de projetos de engenharia com qualidade técnica** voltados à captação de recursos públicos, sejam eles estaduais, federais ou internacionais. A expectativa é que, ao longo da execução do programa, os bolsistas e estagiários produzam projetos executivos e básicos que subsidiem os municípios na obtenção de investimentos fundamentais para obras de infraestrutura urbana, saneamento, habitação, mobilidade, entre outras áreas estratégicas.

Todos os projetos elaborados no âmbito do Programa Mais Engenharia serão desenvolvidos a partir da **metodologia BIM (Building Information Modeling)**, que permite maior precisão, modernidade e reprodutibilidade das soluções propostas. Outro diferencial é que os **direitos autorais dos projetos serão cedidos** ao final da parceria, de forma que o conjunto completo produzido constituirá um **grande banco de projetos**, que será disponibilizado pelo Crea-PR, UEPG e Itaipu Binacional a todos os municípios paranaenses. Esse acervo representará um patrimônio técnico com potencial de multiplicar soluções, acelerar obras públicas e contribuir de forma decisiva para o desenvolvimento sustentável do Estado do Paraná.

O IMPORTANTE PAPEL DO CREA-PR DURANTE A EXECUÇÃO DO PROGRAMA

Durante os 24 meses de vigência do Programa Mais Engenharia, o Crea-PR atuará como facilitador técnico das equipes municipais, oferecendo capacitações complementares aos engenheiros bolsistas, estagiários e supervisores indicados pelos municípios. Entre os temas que serão ofertados, ganha destaque o aprofundamento no uso da metodologia BIM (Building Information Modeling), que permitirá ganhos de qualidade e reprodutibilidade nos projetos desenvolvidos.

Além da capacitação técnica, o Crea-PR será o elo entre os municípios e os órgãos estaduais e federais responsáveis por editais, programas e linhas de fomento, aproximando os gestores públicos das oportunidades de captação de recursos. Essa atuação garantirá maior assertividade na vinculação dos projetos produzidos no âmbito do Programa com as fontes de financiamento disponíveis, aumentando as chances de viabilização das obras públicas e fortalecendo o papel da engenharia na promoção do desenvolvimento municipal sustentável.

A ENGENHARIA TRANSFORMANDO O PARANÁ

Ao valorizar os engenheiros que já atuam nas prefeituras e ao oferecer formação, estrutura e experiência de mercado diferenciada para os bolsistas, o Programa Mais Engenharia constrói um novo patamar de excelência técnica e gestão municipal. Trata-se de uma iniciativa que gera impacto social concreto, promove a equidade regional e posiciona o Paraná como referência nacional em planejamento público com base na engenharia.

O futuro das cidades começa com bons projetos. E bons projetos exigem profissionais qualificados, comprometidos e valorizados. O Programa Mais Engenharia é, acima de tudo, uma celebração à engenharia como força motriz do desenvolvimento sustentável e da transformação social no Estado do Paraná. ■

Equipe técnica gestora:

Crea-PR: Eng. prod. Claudemir Marcos Prattes; geógrafo Omar Henrique Refondini Correia e eng. civ. Margolaine Giacchini

UEPG: Eng. civ. Carlos Emmanuel R. Lautenschläger; eng. civ. Eduardo Pereira e eng. civ. Gabriela Mazureki Campos Bahniuk

Itaipu Binacional: André Luiz Romero de Oliveira e Claudemir Batista de Souza

Mais informações no Portal Mais Engenharia disponível no link: crea-pr.org.br/ws/programa-mais-engenharia

CIDADES INTELIGENTES: CREA-PR ESTRUTURA MAIOR PROGRAMA ESTADUAL DE APOIO À IMPLANTAÇÃO DE CIDADES INTELIGENTES DESENVOLVIDO PELAS ENGENHARIAS, AGRONOMIA E GEOCIÊNCIAS, COM PARTICIPAÇÃO ATIVA JUNTO AOS MUNICÍPIOS



Claudemir Marcos Prattes

Engenheiro de produção e gerente do Departamento de Relações Institucionais do Crea-PR



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

A sociedade contemporânea enfrenta desafios cada vez mais complexos, como o crescimento desordenado das cidades, a sobrecarga de infraestruturas urbanas e a necessidade de modelos sustentáveis de desenvolvimento. Nesse contexto, a implementação do conceito de **cidades inteligentes** surge como uma resposta inovadora e multidisciplinar, e o **Crea-PR** está posicionado estrategicamente para liderar essa transformação no Paraná.

Como parte do seu **Planejamento Estratégico**, o Conselho deu início à construção do que promete ser o **maior programa de fomento ao conceito de cidades inteligentes do País**. A iniciativa está ancorada em duas frentes: (1) a elaboração de **roteiros técnicos e metodológicos** que orientem os municípios na adoção de práticas inteligentes, e (2) o desenvolvimento de programas inspirados em **Residências Técnicas em Cidades Inteligentes**, voltados à qualificação e à inserção de profissionais em gestões públicas municipais.

Cada uma dessas frentes conta com **equipes internas do Crea-PR** trabalhando de forma articulada na modelagem, no planejamento e na execução dos projetos. Em paralelo, foi instituído, por proposição do **CDER (Colégio de Entidades de Classe)**, um Comitê Temático composto por mais de **70 profissionais de todas as regiões do Estado**. Este grupo, por sua vez, atuará como corpo técnico de referência, sendo responsável por organizar o conteúdo, validar as metodologias e articular as estratégias de implementação em escala estadual.

O projeto teve seu ponto de partida em uma reunião realizada no dia 26 de junho, nas instalações do **DRI (Departamento de Relações Institucionais)** e da **Regional Curitiba do Crea-PR**, com a presença de lideranças técnicas e institucionais, entre elas o **Secretário Municipal de Ciência e Tecnologia de Assaí**, o engenheiro de produção Igor Oliveira, o presidente do **Ibape-PR (Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia do Paraná)**, o engenheiro mecânico Edson Luiz Haluch, o gerente de relações institucionais do Crea-PR, o engenheiro de produção Claudemir Marcos Prattes, o gerente regional de Curitiba do Crea-PR, o engenheiro agrônomo Eduardo Ramires e os assessores da presidência do Crea-PR, Dante Barleta Neto e Luiz Inácio Melo.

Assaí é, atualmente, **a única cidade da América Latina entre as sete comunidades mais inteligentes do mundo** pelo segundo ano consecutivo, segundo o ranking do **ICF (Intelligent Community Forum)**. O modelo adotado pela cidade é baseado na gestão integrada de dados, na formação de talentos locais e na valorização de soluções tecnológicas com foco em sustentabilidade. **“Assaí representa, para o Crea-PR, um modelo de futuro que já está em execução, e queremos transformar esse exemplo em um roteiro acessível para qualquer município paranaense”**, afirma o autor.

Durante a reunião, foi construído o esqueleto conceitual do programa, baseado em três pilares fundamentais:

- **Estímulo** aos gestores municipais e às organizações da sociedade civil;
- **Educação** como base de formação cidadã e profissional;
- **Estrutura**, com foco na engenharia como elemento operacional e de execução.

Segundo o **gerente da regional Curitiba, o engenheiro agrônomo Eduardo Ramires, “o Comitê Temático é o coração operacional do programa. Esses 70 profissionais levarão, na prática, a capacidade técnica do Crea-PR para dentro das administrações municipais”**. A atuação descentralizada do Comitê vai permitir adaptar as diretrizes gerais às realidades locais, respeitando as especificidades regionais sem perder o foco estratégico.

Para o presidente do Crea-PR, o engenheiro agrônomo Clodomir Luiz Ascari, o momento é de visão ampla e responsabilidade coletiva. **“O conceito de cidades inteligentes é global, mas a aplicação é local. Cabe a nós, como instituição técnica, sermos ponte entre essas duas dimensões, promovendo soluções que melhoram a vida das pessoas”**, afirma.

Com essa articulação técnica, política e institucional, o Crea-PR se posiciona como um dos principais atores nacionais na construção de uma nova geração de cidades, fundamentadas em planejamento, inclusão, sustentabilidade e engenharias aplicadas ao bem comum.

CADERNOS TÉCNICOS: A TRILHA DE CONHECIMENTO EM CIDADES INTELIGENTES

Como parte da estratégia de disseminação do conceito de cidades inteligentes, o Crea-PR lançou três publicações técnicas voltadas à orientação de gestores e servidores públicos municipais. Os cadernos constituem o ponto de partida de uma **trilha de conhecimento e capacitação contínua, conectando teoria, prática e aplicabilidade local**:

- 1. Caderno Técnico Cidades Inteligentes:** introduz os fundamentos, princípios e diretrizes para a construção de cidades mais humanas, conectadas e sustentáveis;
- 2. Caderno Técnico de Desenvolvimento Econômico e Social:** aborda estratégias de crescimento inclusivo, fomento à inovação e fortalecimento de arranjos produtivos locais;
- 3. Caderno Técnico de Sustentabilidade Urbana e Social:** apresenta soluções para mobilidade, meio ambiente, urbanismo e inclusão social com base em boas práticas nacionais e internacionais.

Esses materiais estão disponíveis no Portal do Servidor Público do Crea-PR e podem ser acessados no link:
crea-pr.org.br/ws/portal-do-servidor-publico/cidades-inteligentes

EBDM (ESTUDO BÁSICO DE DESENVOLVIMENTO MUNICIPAL): UM INSTRUMENTO DE APOIO À GESTÃO PÚBLICA INTELIGENTE

Entre os principais insumos que fundamentam a construção da estratégia do Crea-PR para cidades inteligentes está o EBDM (Estudo Básico de Desenvolvimento Municipal), uma publicação institucional elaborada para subsidiar gestores públicos com diagnóstico e recomendações técnicas.

O EBDM apresenta uma análise abrangente sobre a estrutura e os indicadores dos municípios paranaenses, permitindo a identificação de fragilidades e potencialidades locais. Com base em dados públicos, o estudo propõe diretrizes para o desenvolvimento urbano inteligente, abordando temas como infraestrutura, saneamento, mobilidade, habitação, meio ambiente e inclusão digital.

Além de seu conteúdo técnico, o EBDM serve como um suporte prático para vereadores, prefeitos, secretários e equipes técnicas municipais que desejam estruturar **projetos de lei, políticas públicas e planos municipais alinhados aos princípios das cidades inteligentes**. Com isso, o Crea-PR reforça seu papel de **instituição articuladora e provedora de conhecimento técnico** para a melhoria da gestão pública local.

CONCLUSÃO

Este é apenas o começo de um trabalho que pretende ser **referência nacional**. O próximo passo será a finalização dos roteiros metodológicos com a participação ativa do Comitê Temático Cidades Inteligentes, com o desenvolvimento das trilhas de capacitação, a orientação e a sensibilização visando a implementação das primeiras residências técnicas e a validação das ferramentas junto aos municípios-piloto. O futuro já está sendo construído, e a engenharia paranaense está na liderança desse processo.

Com essas iniciativas, o Conselho reafirma seu papel de agente disseminador de conhecimento, de promotor da valorização das engenharias, agronomia e geociências, fortalecendo as capacidades institucionais dos municípios para implementar políticas públicas inteligentes e eficazes. ■

NOVA CARTEIRA PROFISSIONAL DIGITAL.

**PERFEITA PARA VOCÊ
QUE SE IDENTIFICA
COM A TECNOLOGIA.**

Os profissionais do Crea-PR têm mais uma facilidade no dia a dia com a Carteira Profissional Digital acessível por aplicativo, um documento válido em todo o território nacional.

Saiba mais
e solicite a sua:



CREA-PR
Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná

Quem fiscaliza cuida.



CREA-PR

Conselho Regional de Engenharia
e Agronomia do Paraná

crea-pr.org.br



Clube de Engenharia e
Arquitetura de Londrina

ceal.londrina.br