



Ano LXIII - Março / Abril 2025 - Nº600

R\$ 100,00

www.revistaoe.com.br

OBRAS DE ENGENHARIA - CONCESSÕES
INFRAESTRUTURA - CONSTRUÇÃO INDUSTRIAL



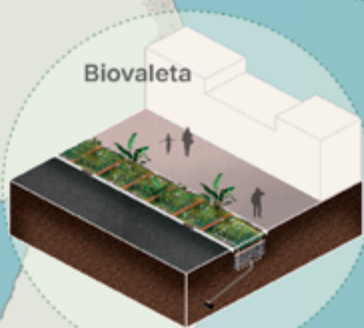
2025

Tecnologias buscam segurança e sustentabilidade nas obras

**Ponte Salvador-Itaparica:
Perfuratrizes sobre balsas
aceleram sondagens no mar**

**Conheça os 30 projetos selecionados
para o 6º Prêmio Inovainfra 2025**

RECONSTRUÇÃO: Porto Alegre já tem projetos com soluções sustentáveis para obras pós enchentes



0 250 500 m



PLATAFORMA P-78: Projetos digitais integram atividades de montagem, comissionamento e manutenção



FERROVIA DE MT:
Compactação de rápido impacto
quadruplica resistência do aterro



Rodovia RJ - 146



Parque Madureira

**EMPRESA QUATRO VEZES VENCEDORA
DO PRÊMIO INOVAINFRA**

**VAMOS INOVAR
JUNTOS?**



Correios - Niterói



Centro Integrado de Comando e Controle



Arena do futuro - Parque olímpico



Sala Cecília Meireles



Usina de Asfalto



Arena do Futuro - Parque Olímpico

- 1 Construindo as três primeiras residências unifamiliares com certificação ambiental do Rio de Janeiro (GBC Casa)
- 1 Finalista do Prêmio GRI AWARDS 2022 - Melhor Projeto ESG
- 1 Ganhadora do 1º lugar do Prêmio Construção Legal 2022 (Saúde, Segurança e Meio Ambiente)
- 1 Quatro vezes ganhadora do Prêmio Inova Infra (2020, 2021, 2022 e 2023)
- 1 Ganhadora do Prêmio Líderes do Rio de Janeiro 2022 - Categoria Inovação
- 1 Ganhadora do Prêmio Líderes do Brasil 2022 - Regional Rio de Janeiro
- 1 Finalista do Prêmio Produtividade do Mesmo Lado 2022 - ABRAIN
- 1 A primeira construtora CARBONO NEUTRO do Rio de Janeiro



 **DIMENSIONAL**
ENGENHARIA
'NOSSA QUALIDADE FAZ A DIFERENÇA'
EMPRESA
CARBONO NEUTRO

NOSSA
QUALIDADE
FAZ A DIFERENÇA





OBRAS DE ENGENHARIA,
INFRAESTRUTURA E
CONSTRUÇÃO INDUSTRIAL

Diretor Editorial:
Joseph Young

Editora Assistente:
Juliana Sampaio
juliana@m3editorial.com.br

Conteúdo Editorial:
Marcelo De Valecio
Evando Augusto

Publicidade:
Wanderlei Melo e Cristiano Correia
comercial@revistaoe.com.br

Coordenador de Operações:
Guilherme Young
guilherme@m3editorial.com.br

Diagramação:
Ergon Art
www.ergonart.com.br

Circulação:
Pamela Camara Mendes
pamela@m3editorial.com.br

Mídias Digitais:
marketing@m3editorial.com.br

Sede:
Avenida Comendador Alberto Bonfiglioli, 351
São Paulo/SP - Brasil - CEP: 05.593-000
Telefone: (11) 3895-8590
adm@m3editorial.com.br
www.revistaoe.com.br

A revista **O EMPREITEIRO** é uma publicação mensal, dirigida, em circulação controlada, a todos os segmentos da indústria de construção imobiliária e industrial, e aos setores público e privado de infraestrutura, obras de transporte, energia, saneamento, habitação social, telecomunicações etc. O público leitor é formado por profissionais que atuam nos setores de construção, infraestrutura e concessões: construtoras; empresas de projetos e consultoria; montagem mecânica e elétrica; instalações; empresas que prestam serviços especializados de engenharia; empreendedores privados; incorporadores; fundos de pensão; instituições financeiras; fabricantes e distribuidores de equipamentos e materiais; órgãos contratantes das administrações federal, estadual e municipal.

Preços das edições impressas: Números avulsos: R\$ 150,00; Edições atrasadas: R\$ 150,00; 500 Grandes: R\$ 110,00 (1 exemplar ano); Registro de Publicação está assentado no cadastro de Divisão de Censura de Diversões Públicas do D.P.F. sob nº 475/73.8190, no livro B - registro no 1º Ofício de Títulos e Documentos. Registrada no Serviço de Censura Federal sob nº 2; 269P209/73. Todos os direitos reservados. Nenhuma parte do conteúdo desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida, de qualquer forma e por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, inclusive fotocópias, gravações, ou qualquer sistema de armazenagem de informação, sem autorização, por escrito, dos editores.

Siga-nos no Instagram: @revistaoempreiteiro

e no LinkedIn: @revistaoempreiteiro

Nos adicione: revista O Empreiteiro

O EMPREITEIRO foi editado de 1962 a 1968 como jornal e desde 1968 em formato de revista.

Diretor Responsável: Joseph Young

SUMÁRIO

EDITORIAL

4 Por trás da Engenharia, as pessoas importam

6º PRÊMIO INOVAINFRA 2025

INFRAESTRUTURA

6 CERTARE CONSORCIADOS - RS: Soluções técnicas baseadas na natureza vão revitalizar centro de Porto Alegre após enchentes

TRANSPORTE METROPOLITANO

08 CONSÓRCIO BRT-SIT - Software que não necessita de instalação otimiza trabalhos na gestão da BRT-ABC

12 LINHA UNIVERSITÁRIA - Concessionária investe em formação profissional no entorno da Linha 6

14 ACCIONA - Gestão de riscos nas obras da Linha 6 do Metrô SP

16 CONSÓRCIO MNEPIE - Projeto BIM identifica mais de 16 mil interferências e otimiza planejamento da futura Linha 19

RODOVIAS

18 DER - PR - Estudo inédito no Brasil quantifica emissões de carbono na rodovia PRC-280 restaurada com Whitetopping

20 CCR - Estudo reaproveita 100% material fresado e reduz emissões

22 EIXO - Trecho piloto usa 6% de plástico reciclado, RAP e ligante na pavimentação

26 TRIUNFO CONCEBRA - Recuperação de cortina atirantada da trincheira na BR-153, em GO, permitiu retomada do tráfego Norte-Sul

AEROPORTOS

28 INSTITUTO FEDERAL - Manual de gestão ambiental reúne 30 indicadores alinhados a práticas globais

30 VINCI AIRPORTS - Salvador aplica impermeabilização de poliureia no estacionamento sem interromper seu uso

33 TEIXEIRA DUARTE - No retrofit do terminal em Salvador, piso elevado evita sobrecarga estrutural

GESTÃO DE PROJETOS

35 ALFA ENGENHARIA E MONTAGENS - Módulo de mobilização e gestão de treinamentos, uma revolução na gestão de RH na engenharia

36 ANDRADE GUTIERREZ - IA será aplicada no planejamento da obra da UTE de Portocem, em Barcarena, PA

38 ARCADIS - Ferrovia FIOL implementa Centro de Controle com dashboards sobre avanço físico e modelo 3D

TECNOLOGIAS

40 ARIA IMAGEM - Levantamento topográfico com drones cobre 3200 ha e gera ortofoto em 45 dias

41 BRK - Solução inovadora reduz custos e permite controle das perdas de água por vazamentos

42 RUMO - Compactação de rápido impacto quadruplicou a resistência do aterro na Ferrovia de MT

44 VALE - Tecnologias promovem segurança, preservação ambiental e economia em abertura de cava para rejeitos em Brucutu

GESTÃO DE FROTAS

46 BARBOSA MELLO - Operação remota amplia segurança e antecipa prazos na descaracterização de barragens

CONSTRUÇÃO CIVIL

48 BAUSER - Planta móvel de painéis LSF como alternativa à falta de mão de obra

PONTES

50 CONCREMAT - Perfuratrizes trazidas da China aceleram sondagem no mar para Ponte de Itaparica, que será a maior da A. Latina

52 DFL Eng - Reforço estrutural com fibra de carbono recupera ponte e garante mobilidade e integração na zona leste de São Paulo

PETRÓLEO

53 DBR Energies - Inovação digital para o projeto executivo de plataformas de petróleo offshore

GEOTECNIA

54 GEPRODE - Sistema de Inteligência Artificial analisa riscos - em tempo real - em túnel escavado com TBM

55 GMAIA - Pavimento aeroportuário é recuperado com tecnologia não destrutiva

MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

56 ULTRACARGO - Limpeza robotizada mantém tanque de combate a incêndio operacional no Porto de Itaquí

58 KAEFER TECKMA - Uso de técnicas de manufatura na atividade de montagem eletromecânica

SEGURANÇA NO TRABALHO

59 TIMENOW - Pulseiras inteligentes monitoram sinais vitais dos trabalhadores nas operações

60 OEC - Plataforma digitaliza e documenta as atividades sobre Segurança

TECNOLOGIAS

62 Plataforma digitaliza e documenta as atividades sobre Segurança

OAE'S

63 Ponte Estaiada em Jundiá-SP emprega sistema que se adapta a qualquer geometria

SUSTENTABILIDADE

64 Geocélulas: estruturas com material orgânico estabilizam taludes e controlam erosão em área degradada no MA

REVITALIZAÇÃO

65 Colégio em São Paulo passa por retrofit e ganha novo espaço com estruturas pré-moldadas

CONSTRUÇÃO INDUSTRIAL

66 Sabará Hospital Infantil já recebeu prêmios por inovação

Por trás da Engenharia, as pessoas importam

Na clássica foto de construção de Brasília, mostrando os que foram batizados de “candangos” escalando literalmente a cúpula do Congresso em construção—eles simbolizam quem de fato ergueram os edifícios considerados ícones da arquitetura autorial de Lúcio Costa e Oscar Niemeyer, colocando o País no mapa global. Poucos acreditavam que JK e sua equipe da Nova-cap iriam conseguir fundar a nova capital no Planalto Central, ainda mais naquele prazo exíguo—e contrariando os privilégios da velha guarda da política nacional representada por Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro.

Os candangos vieram de todas as regiões do País, “criando uma comunidade inédita que reforçou o sentido da diversidade na nacionalidade”, assinalou uma publicação do Senado Federal em abril de 2020, quando Brasília completou 60 anos.



Nos tempos recentes, os trabalhadores de construção continuam desempenhando papel essencial nos canteiros de obras, em especial os operadores de máquinas, carpinteiros, quem prepara armaduras de concreto, soldadores... e outros. Segundo pesquisas atuais, a idade média do trabalhador está aumentando e as dificuldades de recrutamento se agravam. Os jovens são atraídos hoje por empregos mais glamorosos e “leves”, sem precisar entrar as 7 h da manhã e sair as 17 h—e ainda sujeitos a sol e chuva.

Não chegou a nos surpreender o fato de o Juri Independente do 6º Prêmio InovaInfra 2025 ter eleito alguns trabalhos enfocados no treinamento e segurança do colaborador que atua nas obras de infraestrutura e construção industrial. A gerenciadora Timenow desenvolveu “pulseiras” inteligentes que monitoram os sinais vitais de quem trabalha nos ambientes industriais, com sensores que medem a frequência cardíaca e acelerômetros, dotadas ainda de conectividade LTE e



Wi-Fi que transmite os dados para a plataforma em nuvem. A análise dos dados permite identificar sinais de fadiga e a localização dos colaboradores, sendo as alertas enviadas aos gestores.

A Alfa Engenharia implementou um módulo digital para mobilização e treinamento de mão de obra, automatizando e centralizando toda a cadeia de admissão e gestão de equipes. A gestão integrada dos candidatos inclui os exames médicos preenchidos pelas clínicas especializadas; controle de treinamento e cer-

tificações obrigatórias; e assinatura digital dos documentos. Resultado — o tempo de admissão foi reduzido em 75% e a qualidade da admissão aprimorada em 85%.

A OEC colocou a segurança no trabalho num novo patamar através de uma plataforma para digitalizar processos voltados à prevenção de acidentes, incluindo o Diálogo Diário de Segurança eletrônico, além de gerir treinamentos de forma programada e padronizada. Após realizado o evento, a coleta de dados dos participantes é feita através de um App móvel, ficando documentado e rastreável. O App móvel também registra Desvios constatados em práticas de segurança e a correção efetuada.

A concessionária Linha Uni do Metrô de S.Paulo também dá importante contribuição neste campo através de programas de formação profissional, que está ampliando a transformação social nas comunidades da zona noroeste da capital paulista, ao treinar trabalhadores para as obras em curso da Linha 6, com apoio da Acciona, que poderão inclusive ser aproveitados na operação posterior do metrô e estações. Entre Outubro de 2021 a Dezembro de 2024, foram ministradas 135 mil e 840 horas de treinamento, e entregues 1699 certificados, de 131 tipos de cursos gratuitos, visando a funções como Sinaleiro Rigger, Construtor de Alvenaria, Assistente de RH e muitos outros.

Leiam nesta edição da revista OEmpreiteiro o resumo dos 30 projetos eleitos pelo Juri Independente do 6º Prêmio INOVAINFRA 2025, dedicado às inovações desenvolvidas pelas Concessionárias que operam os ativos de Infraestrutura, bem como as empresas de Engenharia que projetam, gerenciam e executam essas obras. Aos jurados que representam as entidades de Engenharia e aos que atuam como consultores, nossos agradecimentos pela dedicação e confiança!!!



Conheça as instituições e consultores do Júri Independente do InovaInfra



HENRIQUE DE ARAGÃO - Engenheiro Mecânico é formado na Escola Nacional de Engenharia da Universidade do Brasil, atual Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - 1966. Como atividade extraprofissional recebeu um mestrado em Linguistique Française pela Université de Strasbourg. É diretor do PMO Engenheiros Consultores até o momento e presidente do Conselho de Administração da Associação Brasileira de Consultores de Engenharia ABCE. Foi diretor da Federação Pan-Americana de Consultores FEPAC de 2009 a 2020 e presidente da FEPAC no biênio 2020-2022 e 2022-2024. Além de presidente do Conselho de Administração do Instituto Brasileiro da Qualidade Nuclear IBQN e membro do Comitê de Assistência Técnica e Perito do CBMA - Centro Brasileiro de Mediação e Arbitragem. Henrique de Aragão possui vasta experiência em gestão empresarial. Liderou atividades de construção de grandes unidades e prestou serviços de gerenciamento para a Petrobras - Serviços técnicos para Centros de Pesquisa Avançada, bem como grandes plataformas de exploração de petróleo, direcionando às atividades de gerenciamento de construção das unidades P51, P53 e P55, cada uma para extrair 150.000 barris/dia.

SERGIO A. PALAZZO - Engenheiro mecânico com especialização na aplicação e operação de máquinas de construção de infraestruturas, com pós-graduação em diversas especialidades, Administração de Negócios, Gestão da Produção, e Engenharia de Saneamento Básico e Ambiental além de vários cursos de extensão, especialização em Métodos Construtivos pelo sistema não Destrutivo, Tecnologia do Concreto, Execução de Pavimentos Rígidos de Concreto. Foi o representante do Brasil no Comitê Executivo da ISTT International Society for Trenchless Technology além de fundador e atual diretor da SAP Engenheiros Consultores e ABRATT Associação Brasileira de Tecnologia Não Destrutiva. Participou do júri como Consultor.



SERGEI FORTES - Engenheiro civil, pós-graduado em estratégia empresarial, com 35 anos de experiência em infraestrutura urbana e políticas públicas, ação social e recursos hídricos. Vasta experiência em preparação, gerenciamento e avaliação de programas de investimento financiados por organismos multilaterais de crédito (Banco Mundial, BID, JBIC, CAF, BNDES). Sólida atuação em Compliance e em fóruns de inovação e de melhoria do ambiente de negócios no Brasil. Vice-presidente de engenharia do Sinaenco e colaborador da revista OEmpreiteiro. Atuou na Serveng-Civilsan, Caesb e Cobrape, onde é diretor operacional há alguns anos. Consultor individual para o IICA, ANA, AESBE, BIRD, OEA, GEF, UNESCO e governos estaduais.

RICARDO FABEL BRAGA - Mestre em Direito Ambiental e Desenvolvimento; Sustentável pela Dom Helder Câmara - 2022; Especialização em Desenvolvimento Gerencial - PDG - em 2011 - FDC; Pós-Graduado em Administração Financeira em 1998 - FDC; Especialização em Algoritmos e Estruturas de Dados - UFMG - 1988; Bacharelado em Engenharia Elétrica em 1986 pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais; Membro do Comitê de Inteligência Estratégica da CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção; da Comissão de Obras Industriais do Sinduscon - MG; Coordenador da Câmara de Obras Industriais da FIEMG - COI; Membro do Conselho de Meio Ambiente da FIEMG - CEMA; da Associação Brasileira de Direito da Energia e Meio Ambiente - ABDEM; Associado do IBGC - Instituto Brasileiro de Governança Corporativa; Possui mais de 37 anos de experiência em empresas multinacionais e nacionais; Hoje, atua na área de Desenvolvimento de Negócios da Tractebel Engineering - Grupo Engie.



FRANCIS BOGOSSIAN - Presidente do Conselho de Administração da Geomecânica S/A por ele fundada em 1972. Foi Presidente da AEERJ - Associação de Empresas de Engenharia do Rio de Janeiro, da ABMS - Associação Brasileira de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica e da ISSMGE - Associação Internacional de Engenharia e Geotécnica, do Clube de Engenharia - Brasil e interino do CREA-RJ - Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Rio de Janeiro, Professor de Investigações Geotécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ

RS: Soluções técnicas baseadas na natureza vão revitalizar centro de Porto Alegre após enchentes



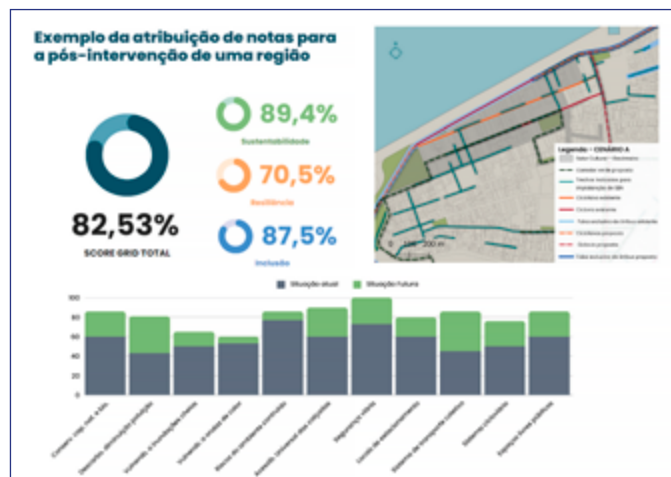
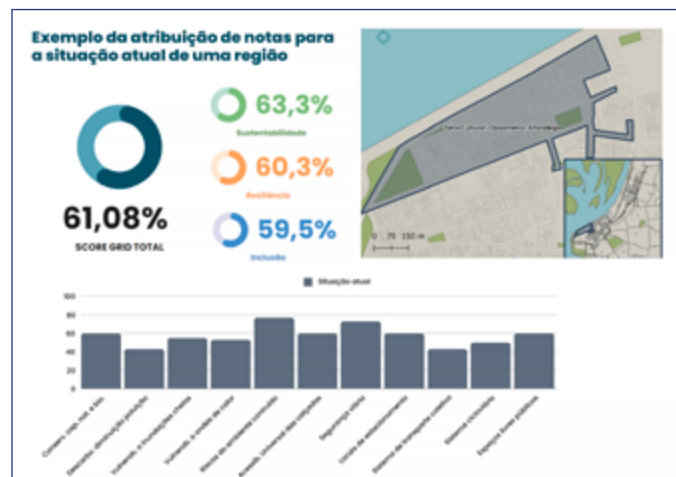
Desde o início de maio de 2024, chuvas torrenciais atingiram o estado do Rio Grande do Sul, provocando um dos maiores desastres naturais já registrados no Brasil. Os danos foram consideráveis, com repercussões econômicas que afetaram diversos setores. Diante desses desafios e com o aumento da necessidade de desenvolvimento de estratégias para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas nas cidades brasileiras, cresce também a demanda pelo uso de tecnologias no aprimoramento de soluções e metodologias que sejam aplicáveis a diferentes contextos climáticos e às especificidades locais. Essas inovações são fundamentais para apoiar os gestores públicos na tomada de decisões mais assertivas. Foi pensando nisso que nasceu o projeto intitulado como Soluções Técnicas GRID (Green, Resilient, Inclusive Development), inseridas no Plano de Investimentos do Programa “Regeneração Verde, Resiliente e Inclusiva da Área Central de Porto Alegre”, financiado pelo Banco Mundial e elaborado pela Certare Engenharia em consórcio com a Concremat e a TCC.

A área de atuação do estudo se concentrou no centro da cidade gaúcha e na região do Quarto Distrito, subdividida em quinze áreas de análise, de acordo com atributos físicos e funcionais. O principal objetivo foi promover uma cidade mais caminhável, inclusiva e comprometida com a mitigação das mudanças climáticas. O estudo foi dividido em três partes: diagnóstico, manual de soluções aplicáveis e plano de investimentos. O diagnóstico considerou 46 critérios de sustentabilidade, resiliência e inclusão, para os quais foram atribuídas notas iniciais para cada área, consideran-

do a situação atual e pós-intervenção proposta. Cada critério também teve uma metodologia específica para atribuição da nota, incluindo desde análises qualitativas até metodologias mais complexas.

Como exemplo de aplicação de metodologia complexa, merece destaque a identificação de áreas urbanas mais adequadas à implementação de elementos de Soluções Baseadas na Natureza (SBNs), como jardins de chuva, canteiros pluviais e biovaletas. Para encontrar as áreas urbanas mais adequadas à implementação de SBNs foi preciso, inicialmente, trabalhar com extração de dados primários, para isso foram utilizadas imagens de satélite para a obtenção do Modelo Digital de Elevação (MDE) da região. Em seguida, o MDE foi processado no software Hand Model, responsável por estimar os níveis de inundação para a região. Esses dados foram aplicados no software QGIS. As regiões identificadas com menor risco de inundação localizam-se nas cotas médias e altas. Esses locais são ideais para estratégias de SBNs e ajudam a reduzir os impactos da pluviosidade intensa, mitigando riscos de alagamentos. Para selecionar as melhores vias, foram definidos critérios, considerando o tamanho do espaço para instalar SBNs. O processo envolveu o uso de um algoritmo criado com bibliotecas de dados geoespaciais do Python, empregado para extrair as camadas classificadas como ideais.

Na etapa seguinte, foi criado um manual com soluções para mobilidade urbana, infraestrutura e sustentabilidade, com estratégias específicas para cada área, conforme as demandas do diagnóstico. Foram propostos dois cenários futuros: um conservador e outro mais ousado, com maiores intervenções e investimentos. Cada cenário foi avaliado com a mesma



Somos um Hub de Inovação e Tecnologia



Há mais de 40 anos inovando em tecnologia para o mercado da construção. Uma empresa que inspira e conecta ENGENHARIA DIGITAL estudando e entendendo os desafios dos nossos clientes. Criando fluxos que integram e sistematizam processos construtivos, além de conectar fabricantes, indústrias e empresas.

Conexão Digital é o elo, a força da PARS.

Conecte-se com a **PARS**, juntos vamos encontrar soluções para uma jornada **tecnológica** e **inovadora**.



metodologia do diagnóstico, permitindo comparações com a situação inicial. Com base nisso, foi desenvolvido um plano de investimentos, incluindo análises de custo-benefício e impacto nas melhorias da área. O resultado final foi uma plataforma interna para os gestores, reunindo todos os dados para facilitar a tomada de decisões.

É importante destacar também o caráter inovador do estudo em dois pontos. O primeiro diz respeito ao desenvolvimento de ferramentas que visam apoiar e subsidiar os gestores públicos na tomada de decisões mais assertivas. O segundo diz respeito ao uso integrado de tecnologias avançadas nas áreas de programação e geoprocessamento, em combinação com novas soluções ambientais, como as SBNs. Essa abordagem representa um avanço no uso de tecnologias para promover soluções sustentáveis e eficientes na gestão urbana.

CONHEÇA OS AUTORES

Thaís Moreno - Analista de Arquitetura e urbanismo | **Emerson Nogueira** - Assistente de Engenharia | **Indira Gurgel** - Coordenadora de Contratos | **Daniel Crispim** - Gestor de Unidade - SP | **Lara Barroso** - Gerente Operacional de Estudos | **Filipe Ribeiro** - Conselho Diretor | **Diego França** - Conselho Diretor | **Makey Nondas** - Conselho Diretor



Soluções Baseadas na Natureza (SBN)

As Soluções Baseadas na Natureza (SBN) são estratégias projetadas pelo homem que se inspiram em processos ecológicos para mitigar desafios ambientais, como a drenagem urbana e a gestão de recursos hídricos. Essas soluções integram infraestruturas verdes e abordagens sustentáveis para aumentar a resiliência dos ecossistemas, promovendo a retenção, infiltração e escoamento adequado das águas pluviais.

As dimensões e especificações das SBN são variáveis, sendo definidas com base em estudos técnicos e nas características ambientais de cada local.



TRANSPORTE METROPOLITANO

Software - que não necessita de instalação - otimiza trabalhos na gestão da BRT-ABC

Para enfrentar o desafio da acessibilidade e padronização de dados tão distintos no desenvolvimento dos trabalhos do BRT-ABC, que interliga o Terminal São Bernardo do Campo até Sacomã, a Sondotécnica Engenharia, do Consórcio BRT-SIT, criou um software exclusivo, acessado e executado por meio de navegadores da web, sem necessidade de instalação no dispositivo do usuário, combinando funcionalidades típicas de aplicativos tradicionais com a facilidade de estar hospedado na internet.

O banco de dados espacial padronizado para visualização através de um WebApp denominado Sondoview, foi desenvolvido para consulta de informações estratégicas de projetos de infraestrutura urbana, acessando diretamente as informações armazenadas no banco de dados espacial da Sondotécnica, estruturado em PostGRE SQL com a extensão PostGIS. Com isso, os gestores do projeto têm acesso a informações de localização por meio de um WebGIS, dados contratuais, acompanhamento de cronograma físico e financeiro, além de projetos e visualizações da obra através de fotos em 360° e vídeos de sobrevoos.

A ferramenta inovadora também é voltada para a visualização interativa de dados. O Sondoview permite que os usuários explorem informações espaciais e tabulares de forma dinâmica, utilizando recursos de mapeamento avançado e relatórios customizáveis, tornando a análise de dados mais acessível e compreensível para as equipes de planejamento e execução.

Para acessar o WebApp, o usuário pode navegar entre cinco telas principais: Home, Contrato, Avanço, Cenas e Anexos.

1. Home: Esta tela apresenta uma visão geral da localização do projeto, organizada de forma a mostrar informações gerais, podendo dar zoom a detalhes. O gestor pode verificar tanto o progresso da obra como um todo, quanto de uma terraplenagem em um trecho específico. O mapa





TOP 20
Entre as 20 maiores
construtoras do Brasil pela OE

50 ANOS
Presente na
construção civil

1 BI
de faturamento
em 2023

1.9GW
de potência energética
em construção

+5 MILHÕES
de M²
construídos

ÁREAS DE ATUAÇÃO

Energia Eólica

Energia Solar

Linhas de Transmissão

Hospitais

Centros de Distribuições

Sedes Administrativas

Shopping Centers

Edifícios Comerciais e corporativos

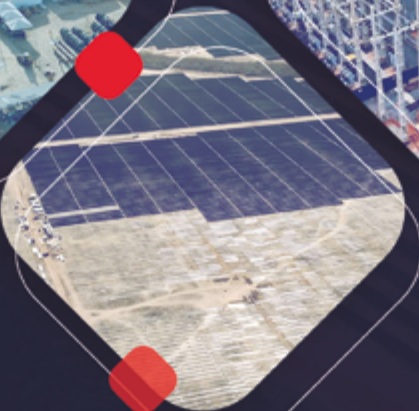
Edifícios residenciais

Aeroportos

Hotéis

Estações

Certificações



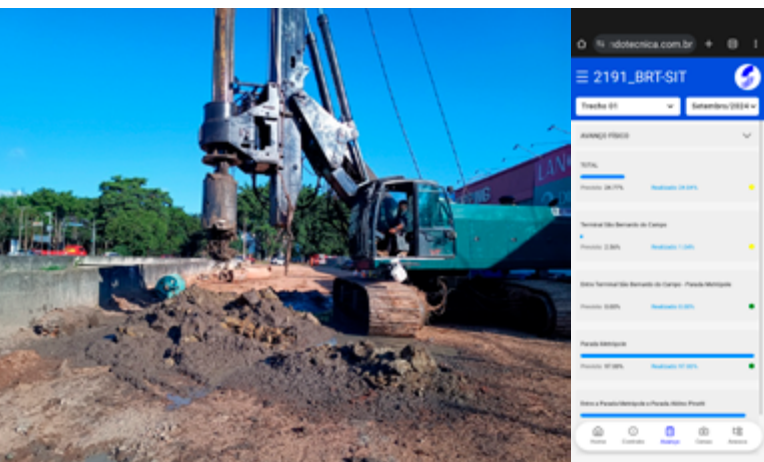
Acesse nosso site para mais informações:

www.bnengenharia.com.br

Entre em contato

(11) 4083-5100 - Ramal 5324

Av. Dr. Cardoso de Melo, 1340 - 14º Andar - Vila Olímpia



interativo pode ser ampliado ou clicado em pontos da obra para detalhes adicionais.

2. Contrato: Os usuários acessam imagens, vídeos e visualizações 360° que ilustram o estado atual da obra, além de dados do contrato, descrição do escopo, valores despendidos e previstos.

3. Avanço: Esta tela permite o acompanhamento do progresso físico e financeiro do projeto, comparando dados previstos e realizados, usando indicadores visuais (com cores semafóricas) para avaliar o cumprimento das metas.

4. Cenas: Concentra informações gráficas e visuais, como fotos, vídeos do projeto e filmagens de drones. O gestor pode acessar imagens em tempo real através de câmeras na obra, possibilitando um acompanhamento visual contínuo.

5. Anexos: Oferece acesso a relatórios e pranchas do projeto. Todos os dados podem ser baixados através de links diretos, facilitando o acesso à documentação necessária para decisões e consultas em campo.

Uma funcionalidade importante do Sondoview é a filtragem de informações por período. Essa ferramenta permite comparações entre dados de diferentes etapas do projeto, facilitando o monitoramento do progresso

e a análise de tendências ao longo do tempo. Com o WebApp, a gestão de obras passa a ser mais precisa, transparente e acessível. O aplicativo não só centraliza as informações, mas também possibilita uma visão abrangente e detalhada do projeto, facilitando o acompanhamento em tempo real e apoiando a tomada de decisões estratégicas. Essa inovação reflete o compromisso da Sondotécnica Engenharia e do Consórcio BRT-SIT em oferecer soluções tecnológicas para o sucesso dos projetos de seus clientes.

A Sondotécnica Engenharia possui uma ampla área de atuação, sendo o gerenciamento de obras públicas de grande porte uma área em expansão. A gestão de obras abrange desde a implantação de empreendimentos de habitação de interesse social e equipamentos públicos, como escolas e postos de saúde, até obras de infraestrutura urbana, como saneamento e mobilidade. Apesar da diversidade de tipologias, há uma demanda por visualização de dados estratégicos de cada obra em um ambiente padronizado.

A BRT-ABC já está em obras; a construtora responsável por elas é a Next Mobilidade.

BRT-ABC será entregue em junho de 2026

O BRT tem aproximadamente 16 km de extensão de ida e mais 16Km de volta e o melhoramento interliga o Terminal São Bernardo do Campo, passa pelo Terminal Tamanduaté, até chegar ao Terminal Sacomã.

As empresas que compõem o consórcio BRT são Sondotécnica, GOS e MMP (Sondotécnica empresa líder). A obra do BRT teve início em novembro de 2022 e tem previsão de conclusão em junho de 2026.



CONHEÇA OS AUTORES

Heloísa Humphreys Alberge – Arquiteta e Urbanista | **Miguel Settimio Righetto** – Geógrafo | **Stefania Dimitrov** – Gerente Bim e Inovação | **Alcione Dolavale** – Gerente de TI | **Thaís Bernardo dos Santos** – Técnica de Desenvolvimento de Sistemas | **Rodrigo Costa Loureiro** – Estagiário TI | **Leandro da Silva Correa** – Analista de Sistemas | **Celso de Oliveira Rodrigues** – Coordenador do Consórcio BRT-ABC | **Mauri Mantovanelli** – Engenheiro Civil | **João Alberto da Motta Gaspar** – Arquiteto e Urbanista



COMO SE CONSTRÓI O MUNDO?

A partir da confiança.

As coisas mais importantes da vida são construídas com confiança, algo intangível mas fundamental para criar relações sólidas e duradouras. A confiança nos projetos, na equipe e nas soluções inteligentes trazem segurança e tranquilidade. É assim que construímos.

Há mais de 60 anos oferecendo **soluções** em fôrmas, escoramentos e andaimes para cada um de seus **projetos**. Do início ao fim.



comercial@ulmaconstruction.com.br
T. +55 11 4619-1300
www.ulmaconstruction.com.br

in  Siga-nos



Concessionária investe em formação profissional e empreendedorismo no entorno da Linha 6

A linha 6 – Laranja do Metrô de São Paulo, também conhecida como Linha Universitária, por interligar diversas universidades na capital, teve as obras retomadas em 2020 pela nova concessionária Linha Uni, com previsão de conclusão em cinco anos. Essa linha ligará o noroeste da capital à região central. Para atender a comunidade do entorno das estações, a Linha Uni criou um programa que promove educação de qualidade e capacitação profissional.

Batizado de Programa de Sustentabilidade Estação Sustentar, o projeto, que conta com o apoio da Acciona, atua em quatro pilares: Formação Profissional, Empoderamento de Mulheres, Inovação e Mobilidade Elétrica. O pilar de Formação Profissional tem como objetivo promover o desenvolvimento profissional e a qualificação para o mercado de trabalho, oferecendo cursos gratuitos aos residentes das comunidades próximas à Linha 6.



O programa já mostrou resultados importantes. De acordo com a concessionária, entre outubro de 2021 e dezembro de 2024, foram realizadas 135.840 horas de treinamento, emitidos 1.699 certificados e oferecidos 131 tipos de cursos, englobando títulos como sinalizador rigger, construtor de alvenaria, informática básica, assistente de RH e auxiliar de serviços de alimentação.

No que se refere ao perfil dos assistidos, considerando os dados do relatório anual de sustentabilidade da Linha Uni (2024), dos alunos concluintes, 76,5% são residentes de comunidades locais, 60,4% são do gênero feminino e 50,2% se autodeclararam pardos. Em relação à distribuição etária, o programa tem realizado cursos que abrangem uma faixa ampla de alunos que têm entre 16 anos e 60 anos (ou mais).

Para conseguir implantar as ações referentes ao pilar de Formação Profissional, a Linha Uni formou parcerias com instituições de ensino renomadas para oferecer cursos em dois cenários:

- Para empreendedorismo social, capacitando profissionais para trabalhar como autônomos ou gerar oportunidades de empreendedorismo;
- Cursos voltados para profissões na área de construção civil e no projeto da Linha 6.



Os cursos são 100% gratuitos e, além das bolsas de estudos, os alunos do Programa Estação Sustentar recebem auxílio para alimentação e transporte durante o período de realização do curso. A captação dos alunos é feita de forma indireta (pelo site do programa www.estacaosustentar.com.br/nossos-cursos) e direta, por meio da busca em território realizada por assistentes sociais.

Além da captação de alunos, as assistentes sociais são responsáveis pela triagem dos interessados, por meio de um diagnóstico socioeconômico (DSE), etapa fundamental que permite priorizar os alunos em situação de vulnerabilidade social e que precisam de uma oportunidade para se preparar para o mercado de trabalho, além de realizar todo o acompanhamento e suporte aos estudantes durante o período de realização do curso.

O título do projeto inscrito e premiado no Inova Infra é “Transformação Social na Zona Noroeste de São Paulo através da Formação Profissional”. De acordo com a Linha Uni, os dados mostram que as ações do Programa Estação Sustentar têm gerado impacto social positivo nas comunidades ao redor da Linha 6, proporcionando acesso à educação de qualidade e qualificação profissional. “Investir em sustentabilidade e ações de impacto social vai além de metas e objetivos, é uma oportunidade de fazer a diferença e garantir oportunidades e uma vida digna para todos”, afirma a empresa.

A Linha 6 inclui as estações Brasilândia, Vila Cardoso, Itaberaba-Hospital Vila Penteado, João Paulo I, Freguesia do Ó, Santa Marina, Água Branca, Sesc Pompéia, Perdizes, PUC-Cardoso de Almeida, Faap-Pacaembu, Higienópolis-Mackenzie, 14 Bis, Bela Vista e São Joaquim. Há três interligações com outras linhas do Metrô, da CPTM e Linha 4 – Água Branca, com a Linha 7-Rubi e Linha 8-Diamante, Higienópolis-Mackenzie, com a Linha 4-Amarela, e São Joaquim, com a Linha 1-Azul. Segundo a concessionária, o tempo de deslocamento entre Brasilândia e São Joaquim, será reduzido de 1 hora e 45 minutos para apenas 23 minutos, beneficiando aproximadamente 633 mil passageiros por dia.

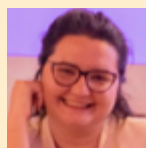
O empreendimento é uma parceria público-privada (PPP) firmada entre o governo de São Paulo e a Linha Uni – composta por Acciona (47%), Societé Générale (39,7%), Stoa (12,3%) e Transdev (1%) – e estabelece um contrato de 24 anos entre a construção e operação. A concessão contempla a implantação das obras civis e sistemas, fornecimento do material rodante, operação, conservação, manutenção, exploração e eventual expansão da linha. O projeto inclui três terminais de ônibus – nas estações Brasilândia, Vila Cardoso e João Paulo I.

Empregos na Linha 6

A construção da Linha 6 envolve, considerando dados de dezembro de 2024, um total de 10.499 colaboradores – diretos (5.377) e indiretos (5.122). O número de empregos diretos engloba tanto os funcionários da Acciona, empresa responsável pela construção da Linha 6, quanto os colaboradores da concessionária Linha Uni. Considerando a temática do projeto vencedor do Inova Infra 2025, os fornecedores principais são o Senai (realização dos cursos profissionalizantes), Geoeng (captação, seleção e acompanhamento dos alunos que participam dos cursos oferecidos pelo Programa Estação Sustentar) e Acciona (gestão das atividades e desenvolvimento de estratégias para ampliação dos resultados do Estação Sustentar).

CONHEÇA OS AUTORES

Adriana Rodrigues - Coordenadora de Sustentabilidade | **Saulo Moraes** - Gerente de Estruturação Financeira | **Juan Santos** - CFSO da Linha Uni



Construindo histórias de sucesso!

Obra PA 112 • Pará

LLUCENA



LLUCENA
INFRAESTRUTURA



Macro drenagem e rodovias



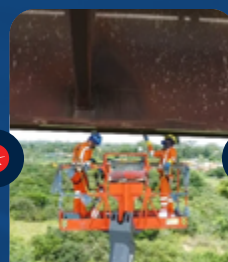
Pavimentação asfáltica



Viadutos



Passarelas



Manutenção de pontes rodoviárias, ferrovias e OAE's



Recuperação estrutural em ambiente marítimo

Principais Serviços

Ferrovias • Rodovias • Portos • Aeroportos • Túneis
Pontes e Viadutos • Geotecnia • Construção Civil
Manutenção de OAEs e Industriais • Saneamento
Montagem Eletromecânica • Recuperações Estruturais Revegetação.



+ de 63

Obras em andamento em 11 estados do Brasil



+ de 1.300 Km

Obras de Integridade, Manutenção e Implantação



+ de 32

Viadutos Rodoviários e Passarelas construídos



+ de 1.500 Km

De pavimentação asfáltica construída ou recuperada



+ de 3.000 M

De túneis ferroviários recuperados



+ de 103

Pontes, viadutos e passarelas recuperadas

+ de 700
máquinas, equipamentos e veículos próprios!

Fale com a Lucena:

✉ propostas@llucena.com.br

📷 [grupollucena](https://www.instagram.com/grupollucena)

🌐 [llucenainfraestrutura](https://llucenainfraestrutura.com.br)

grupollucena.com.br



Gestão de riscos nas obras da Linha 6 do Metrô SP

Por meio de uma parceria público-privada (PPP) firmada com o governo de São Paulo, a construtora espanhola Acciona juntamente com Societé Générale, Stoa e Transdev assumiram a concessão da Linha 6-Laranja do Metrô de São Paulo, que contempla a implantação das obras civis e sistemas, fornecimento do material rodante, operação, conservação, manutenção, exploração e eventual expansão da linha. Retomada em 2020, a obra tem previsão de conclusão até 2027. Para fazer frente aos desafios dessa construção, a Acciona lançou mão de um programa robusto de gerenciamento de riscos.

Segundo os técnicos da Acciona, autores do projeto agraciado com o Prêmio Inova Infra 2025, o objetivo foi demonstrar, de maneira prática, a implementação de um sistema de gerenciamento de riscos "aplicado ao maior projeto de infraestrutura da América Latina na atualidade, o qual tem como característica principal a execução de uma obra metroviária com toda a complexidade logística de uma metrópole como São Paulo".

a gestão de risco foi eficiente. "No caso de escavação de túneis, principalmente com a presença de areias, foram identificadas medidas preventivas e atenuantes (contingência) que permitiram a execução dos túneis de maneira e segura", afirmam os técnicos.

Entre as ações realizadas, estão: instrumentação e monitoramento das estruturas; rebaixamento do lençol freático; inspeções prévias com furos horizontais exploratórios; disponibilidade de materiais de contingências (granular ensacado, drenos, barbacãs e projetado via seca); o treinamento dos frentistas de túnel; banho de concreto projetado na frente de escavação durante as paradas; e simulados de evacuação dos funcionários do canteiro e pessoas do entorno; além da divulgação do Plano de Contingência de Obras, que vale para diversas atividades.

Outro momento da gestão de riscos está relacionado às partidas e chegadas da tuneladora (tatzão) nas estações e poços. "Previamente às operações de partidas e chegadas da tuneladora, realizamos reuniões para elaborar o registro de risco dessas atividades. Durante os encontros foi



O diferencial do projeto, considerando a forma de gestão implementada, é o investimento de tempo e recursos por uma equipe multidisciplinar (projetistas, consultores, ATO, engenheiros, meio ambiente, segurança, comunicação, produção e qualidade), de modo que os temas são analisados em sua integralidade, sob todos os aspectos, desde características técnicas, ambientais e de segurança, até os possíveis impactos de imagem para a organização.

Em eventos de alta gravidade, com a necessidade de implementação de planos emergenciais, a sistemática imprimida pela equipe foi fundamental para a atuação de forma organizada e ágil, contribuindo para que, por mais grave que fosse o incidente, não houvesse perdas de vidas humanas.

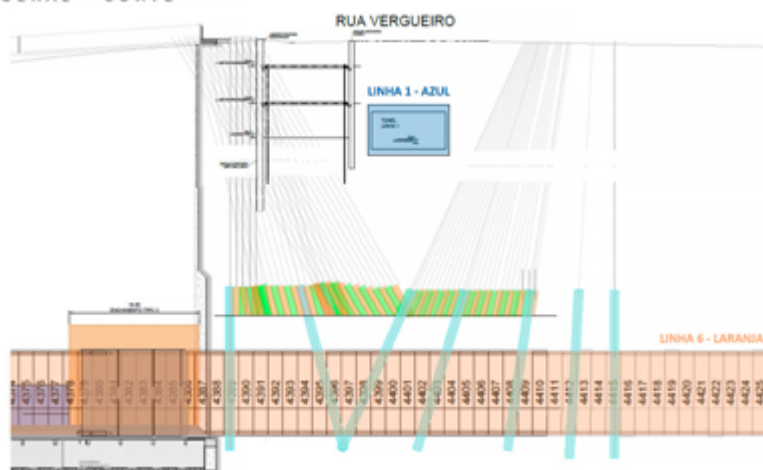
A metodologia imprimiu também um papel significativo na manutenção da reputação da companhia perante clientes, fornecedores, investidores e o público em geral", afirmam.

EMBOQUE DOS TÚNEIS E O TATUÃO RECEBERAM ATENÇÃO ESPECIAL

O trabalho realizado nos emboques e início da escavação de túneis foi uma das situações em que

possível construir cenários que permitiram a definição de medidas preventivas e atenuantes que ajudaram na segurança das operações".

VISTA GERAL - CORTE



Dentre essas medidas, destacam-se o isolamento de pessoas e equipamentos em áreas na projeção das atividades; incremento nos monitoramentos por meio da instrumentação instalada; controle das pressões e do volume escavado e simulados de evacuação dos funcionários do canteiro e pessoas do entorno.

O lançamento de estruturas metálicas de grande porte também mereceu atenção da gestão de riscos. “Em eventos em que existe uma interface importante com o entorno das obras, como interrupções no trânsito ou desvio de tráfego, as reuniões de início de atividade têm função crucial na análise das ameaças possíveis de serem materializadas durante a execução dos trabalhos”, explicam os técnicos.

Essa análise preditiva permite que os diversos setores das obras envolvidos possam estar preparados para a tomada de ação em casos extremos. Para o lançamento de grandes estruturas e seus respectivos módulos a equipe multidisciplinar atua junto a apoios externos:

Autorizações junto ao órgão de trânsito para interrupção da via e auxílio no processo de desvio de tráfego; isolamento adequado das áreas; revisão do “plano de rigging” elaborado para a operação; execução de bases adequadas para o “patolamento” de guindastes; controle das inclinações dos equipamentos; verificação antecipada da previsão do tempo para execução da atividade com clima favorável e sem presença de raios; e verificação em relação ao projeto da estrutura metálica e os pontos para içamento.

TUNELADORAS CRUZARAM POR BAIXO AS LINHAS 4 E 1

Outra atividade analisada pela gestão de riscos é a passagem da tuneladora por zonas especiais. Durante as escavações executadas com os dois tatuzões usados na construção do túnel de via da Linha 6, houve numerosas situações em que a proximidade dos trabalhos em relação a estruturas importantes determinou a forma de atuação da equipe técnica da empresa.

Dentre os casos relevantes que foram superados, estão as passagens abaixo da Linha 4 – Amarela, com apenas 7 metros de cobertura; sob a Avenida 23 de Maio; e sob a Linha 1 – Azul. Para executar essas etapas, foram realizadas reuniões de alinhamento com as partes interessadas para determinação de planos de contingência conjuntos; interrupção da operação de trens durante a passagem (casos da Linha 4 e Linha 1 do metrô); instalação de instrumentos de monitoramento em tempo real; estabelecimento de uma matriz de comunicação, determinando os pontos focais das partes interessadas para agilidade na tomada de decisão; verificação topográfica via laser scan para determinação das possíveis efeitos nas estruturas; e equipe SWAT na superfície para atuação rápida incluindo isolamento.

Conforme os técnicos, essa abordagem cuidadosa, realizada durante as reuniões periódicas e antes do início de qualquer atividade, facilitou a compreensão dos riscos por parte dos profissionais envolvidos, o que agi-



lizou o fluxo de comunicação e, consequentemente, aprimorou a identificação de riscos e respectivas estratégias atenuantes. “Foram numerosas situações em que o sistema foi colocado à prova, sendo que, até o momento, a aplicação das medidas preventivas e atenuantes identificadas durante as reuniões multidisciplinares se mostrou essencial na prevenção de impactos ao projeto e no seu entorno”.

Eles revelam ainda que “nada disso seria possível sem as ferramentas tecnológicas adequadas ao grande volume e complexidade dos registros gerados”. A Acciona utiliza uma ferramenta própria denominada Site Information Model Database (SIMDB), que estabelece a sequência de registro conforme as melhores práticas de gestão de risco, sendo que com a sua utilização de forma completa, fica assegurado a total aderência às normas. “O SIMDB é complementado constantemente por meio de outras soluções desenvolvidas in loco, contribuindo para a tomada de decisão em tempo real pela equipe de gestão do projeto”.

A linha 6 é também conhecida como Linha Universitária, por interligar diversas universidades. Ela ligará o noroeste da capital à região central e inclui as estações Brasilândia, Vila Cardoso, Itaberaba-Hospital Vila Penteado, João Paulo I, Freguesia do Ó, Santa Marina, Água Branca, Sesc Pompéia, Perdizes, PUC-Cardoso de Almeida, Faap-Pacaembu, Higienópolis-Mackenzie, 14 Bis, Bela Vista e São Joaquim.

Há três interligações com outras linhas do Metrô, da CPTM e Linha 4 – Água Branca, com a Linha 7-Rubi e Linha 8-Diamante, Higienópolis-Mackenzie, com a Linha 4-Amarela, e São Joaquim, com a Linha 1-Azul. Segundo a concessionária, o tempo de deslocamento entre Brasilândia e São Joaquim, será reduzido de 1 hora e 45 minutos para apenas 23 minutos, beneficiando aproximadamente 633 mil passageiros por dia.



CONHEÇA OS AUTORES

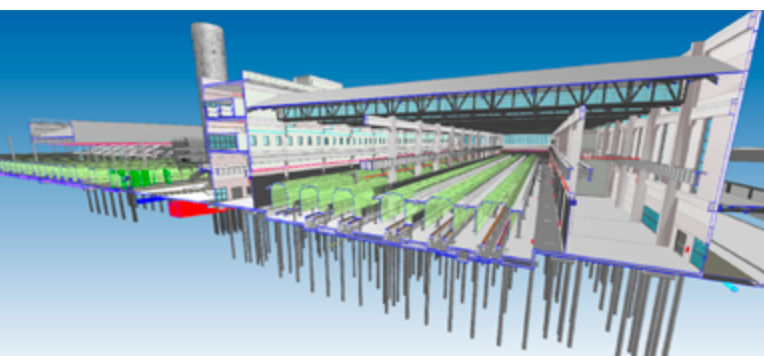
Emílio Símon Povoá - Gerente de Riscos | **Renan Castigliari Souza** - Coordenador de Riscos | **Daniel Bugno Pires Luz Xavier De Oliveira** - Analista de Riscos | **Gabrielly Farias de Barros** - Engenheira Trainee | **Lucio Souza Pereira Matteucci** - Diretor



Projeto BIM identifica mais de 16 mil interferências e otimiza planejamento da futura Linha 19

Com previsão de lançamento do edital do projeto executivo, obras civis e sistemas ainda para este primeiro trimestre de 2025, a Linha 19-Celeste, entre Anhangabaú e Guarulhos, que terá suas obras licitadas pelo Metrô de São Paulo em um prazo otimista - iniciadas em 2026 e concluídas em seis anos. O ramal, que contará com 17,6 km de extensão em um percurso de 15 estações, deve ficar pronto em 2032, segundo informações divulgadas recentemente pelo Metrô de São Paulo.

Antes do início do projeto executivo, o projeto básico para implantação da Linha 19 do Metrô SP já foi concluído, sendo desenvolvido pelo Consórcio MNEPIE. O megaprojeto com alta complexidade compreende a uma linha 100% subterrânea, em regiões altamente adensadas e que, segundo os autores do projeto da MNEPIE, apresentam grandes problemas de compatibilização, tendo em vista o volume de disciplinas envolvidas, além das dificuldades encontradas quanto às interferências de inserção urbana de uma linha de metrô.



Diante deste desafio, o Consórcio fez uso da tecnologia BIM (Building Information Modeling) desde o início do projeto para otimizar o planejamento e principalmente visualizar todas as interferências com alto grau de precisão, possibilitando maior assertividade durante o processo de elaboração dos projetos.

Segundo o MNEPIE, "este é o primeiro projeto do Metrô concebido desde o início com modelagem tridimensional de todas as disciplinas do projeto, permitindo uma integração mais eficiente entre as áreas de arquitetura, engenharia e operação".

Para os desenvolvedores do projeto, "a aplicação do BIM possibilita uma visualização detalhada das construções, facilitando ajustes antes da implantação efetiva do projeto".

SOBRE A ELABORAÇÃO DO PROJETO

Além das estações, toda a via permanente foi modelada em 3D, permitindo a otimização do traçado. Tecnologias como o Laser Scan foram utilizadas nas estações Anhangabaú e São Bento para criar nuvens de pontos tridimensionais, fornecendo informações precisas para a integração entre linhas.

A modelagem em BIM também foi aplicada para representar detalhadamente elementos como o Pátio Vila Medeiros e saídas de emergência, permitindo uma compreensão abrangente das estruturas antes da construção.

De acordo com o Consórcio, o uso da metodologia BIM possibilitou realizar com bastante precisão a identificação de interferências e inconsistências, visando a compatibilização dos projetos de maneira eficaz, eliminando a metodologia de sobreposição de pranchas, bastante ineficiente para essa finalidade. Ao todo, foram 16.308 incompatibilidades (ISSUES) relacionadas a conflitos físicos, não conformidades e ausência de informação técnica, que, segundo o Consórcio, foram devidamente ajustadas e que, certamente, não seriam identificadas nesse volume se fosse utilizado o processo convencional de sobreposição de pranchas.

Por fim, segundo o MNEPIE, a adoção do BIM na Linha 19-Celeste representou um avanço significativo, resultando em maior eficiência, precisão e economia de recursos ao longo de todo o ciclo de vida do empreendimento.

Durante a elaboração dos projetos, o Consórcio observou inúmeros ganhos como assertividade no levantamento de quantidades de insumos e a facilitação de visualização de incompatibilidades.

Sobre a Linha 19

A Linha 19-Celeste, entre Anhangabaú e Guarulhos, percorrerá por 15 estações - com início na Estação Anhangabaú e seguirá em direção ao norte, passando por bairros como Vila Maria e Vila Medeiros, até alcançar o Bosque Maia, em Guarulhos.

Ela será integrada a outras linhas do sistema metroferroviário, permitindo conexões com:

- Linha 3 - Vermelha na Estação Anhangabaú;
- Linha 1 - Azul na Estação São Bento;
- Linha 11 - Coral da CPTM na Estação Pari;
- Linha 2 - Verde na futura Estação Dutra.

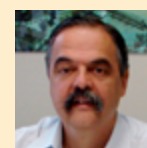
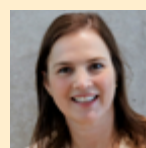
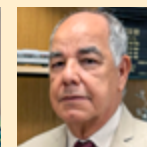
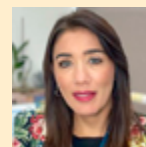
Segundo informações divulgadas pelo Metrô de SP, a Linha 19-Celeste deverá ser dividida em três lotes diferentes. Até o fechamento desta edição, não havia sido definida a divisão exata dos serviços e a divulgação do edital, mas, segundo o Metrô, pela localização da linha pode-se supor que dois lotes sejam relativos ao município de São Paulo e um deles em Guarulhos.

De acordo ainda com anúncio feito pelo governador Tarcísio de Freitas, em fevereiro, a Linha 19-Celeste contará com três tuneladoras operando simultaneamente, a fim de acelerar as obras.



CONHEÇA OS AUTORES

Silvio Nicolau - Diretor Op. Maubertec | **Vanessa dos Santos Kanazawa** - Diretora de Infraestrutura Nova Engevix Engenharia | **Irineu Venâncio** - Diretor Polux Eng | **Flavia Albertoni** - Diretoria de Infraestrutura Intertechne | **Fernando Rebouças Stucchi** - Sócio Diretor



#MBR100anos

TRADIÇÃO ALIADA À INOVAÇÃO:

é assim que, há mais de 90
anos, construímos o futuro.

Há mais de 90 anos a MBR transforma desafios em conquistas, unindo excelência técnica, compromisso com a sustentabilidade e visão de futuro.

Nossa trajetória é construída com solidez, assim como as obras que impactam o Brasil. Investimos em tecnologia, capacitação e parcerias estratégicas para entregar soluções inovadoras e de alto desempenho.

Porque construir o futuro não é apenas erguer estruturas. É integrar tradição e inovação para deixar um legado duradouro para as próximas gerações.

+55 (31) 2191-0000 | www.mbr.com.br



MASCARENHAS BARBOSA ROSCOE
CONSTRUÇÕES

Estudo inédito no Brasil quantifica emissões de carbono na rodovia PRC-280 restaurada com Whitetopping

A PRC-280, um dos principais corredores logísticos no sudoeste do Paraná, está promovendo disrupções no setor rodoviário brasileiro. A rodovia, que liga o município de Palmas ao entroncamento com a BR-153, vem sendo restaurada com Whitetopping uma solução de engenharia que prevê a execução de uma camada de concreto diretamente sobre o asfalto. A técnica já é bastante consagrada, mas a novidade, nesse caso, é sua viabilização em uma rodovia de pista simples.

Agora, a mesma PRC-280 trouxe outra inovação para a engenharia brasileira ao servir de base para um estudo inédito de cálculo de emissões de CO₂. O objetivo era verificar o total de emissões poupadas em função da escolha do pavimento rígido em detrimento do pavimento flexível, em um trecho de aproximadamente 50 km.

via, criou-se um cenário para ampliar e aprofundar o estudo, com dados auditáveis, submetidos a uma avaliação de terceira parte.

O fato de a PRC-280 ter sido projetada com pavimento flexível e restaurada com Whitetopping, possibilitou não apenas mensurar as emissões de CO₂ da pista executada com concreto, como também fazer uma comparação com o pavimento flexível nas mesmas condições de contorno. Também foi possível estabelecer paralelos entre as duas soluções de engenharia, tanto na etapa de implantação, como durante o ciclo de vida de 30 anos. Isso significa que todos os impactos ambientais relacionados à manutenção foram contabilizados.

RESPONSABILIDADE AMBIENTAL E FINANCEIRA

A produção de um estudo com tanta robustez exigiu a colaboração de diferentes *players*, cada um adicionando uma *expertise*. Ao DER/PR e à Votorantim Cimentos, que tem inventariadas todas as emissões de seus produtos, se juntou o Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas (FGV IBRE), que tem se dedicado a analisar a composição de custos e a quantificação de emissões, contribuindo para tomadas de decisão que também atendam a parâmetros ambientais.

O estudo desenvolvido sobre a PRC-280 é pioneiro por sua amplitude e confiabilidade. Ele considera os impactos relacionados aos materiais, desde a extração das matérias-primas, incluindo as emissões na produção e no transporte ao local da obra. Também leva em

conta os impactos gerados na execução do projeto decorrentes da operação de equipamentos, como pavimentadoras e escavadeiras.

Entram na contabilidade, ainda, todas as emissões que acontecem no ciclo de vida da rodovia, desde as geradas pelo consumo de combustível da circulação de veículos até as oriundas de intervenções para manutenção. As rodovias sempre foram vistas como intensas emissoras de gases de efeito estufa. Isso não significa que elas não possam se converter em vias eficientes, seguras e com menor teor de emissões.

E a PRC-280 comprovou isso! O estudo inédito verificou que o total de emissões de CO₂ seria 1,4% superior se a restauração da rodovia tivesse adotado pavimento flexível, ao invés do Whitetopping. Além disso, o con-



O resultado foi apresentado à comunidade técnica pela primeira vez em 2024, no 65º Congresso Brasileiro do Concreto, promovido pelo Instituto Brasileiro do Concreto (Ibracon), no Pannel da Votorantim Cimentos.

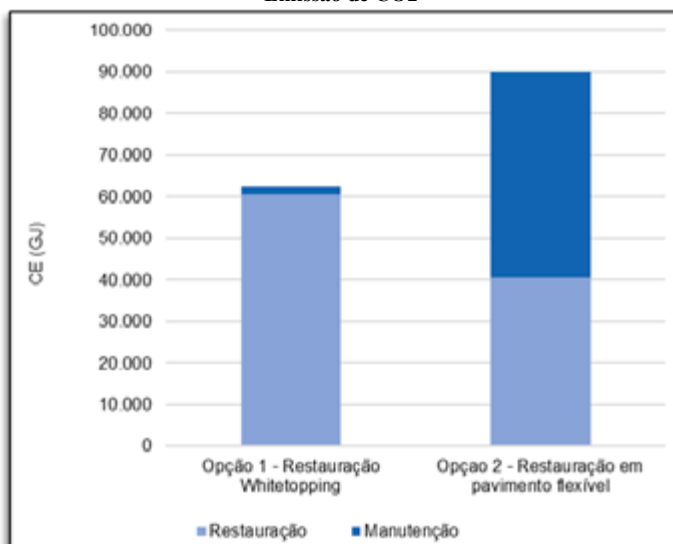
O estudo, inclusive, remonta um trabalho conduzido em 2018 pela Votorantim Cimentos, focado na ecoeficiência dos pavimentos rodoviários a partir de dados reais de um trecho da BR-163, no Mato Grosso.

ACORDO DE COOPERAÇÃO E UNIÃO DE ESFORÇOS

Em 2023, após a assinatura de um Acordo de Cooperação entre a Votorantim Cimentos e o Departamento de Estradas de Rodagem do Paraná (DER/PR), responsável pela execução das obras de Whitetopping na rodo-



Emissão de CO₂



Soluções que vão além

Construção, engenharia, tecnologia e energia

A Engemon é especializada em construção, engenharia, tecnologia e energia, com mais de 35 anos de experiência.

Oferece soluções integradas e personalizadas, destacando-se pela eficiência, flexibilidade e inovação em todas as etapas do projeto.



sumo energético associado ao asfalto é quatro vezes superior comparado ao concreto.

COMO DESCARBONIZAR AS RODOVIAS?

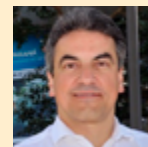
Uma série de ações pode contribuir para a redução de emissões de uma rodovia. Além disso, a evolução tecnológica pode impactar positivamente o balanço de emissões das infraestruturas de transporte. Por exemplo, na produção dos materiais, que pode emitir mais ou menos carbono dependendo da tecnologia empregada. Na PRC-280, no trecho restaurado mais recentemente, um cimento com menor teor de emissões foi utilizado, produzido a partir de estratégias como a substituição do clínquer por subprodutos de outras indústrias e o uso de fontes renováveis de energia.

Outro campo de melhoria são os equipamentos utilizados para execução e manutenção das rodovias, que podem apresentar diferentes níveis de eficiência e usar combustíveis mais ou menos limpos.

Prolongar a durabilidade das rodovias é outra ação intrinsecamente sustentável, assim como a adoção de tecnologias que demandem menos intervenções para manutenção. Nesse quesito, o pavimento rígido se destaca por ser projetado visando uma vida útil de 30 anos e demandar poucos reparos, em comparação ao pavimento flexível.

CONHEÇA OS AUTORES

Mohamed Mudar Sheikh Kasem - Diretor Administrativo e Financeiro | **Lidiane Oliveira Blank** - Gerente de desenvolvimento de negócios de infraestrutura- Votorantim Cimentos | **Fernando Furiatti Saboia** - Diretor Presidente | **Thais Koyama** - Coordenadora de Obras | **Ricardo Barreira** - Gerenciador do Programa BID5 no DER/PR



Estudo reaproveita 100% material fresado e reduz emissões

A reciclagem de asfalto é uma técnica amplamente utilizada na manutenção e reabilitação de rodovias, permitindo reduzir custos, minimizar impactos ambientais e aumentar a durabilidade do pavimento. O resíduo gerado nessas atividades é o comumente chamado material fresado asfáltico ou RAP (do inglês Reclaimed Asphalt Pavement). Basicamente, ele é constituído por agregados de petróleo e ligante asfáltico oxidado.

Esse tipo de reaproveitamento do asfalto vem sendo amplamente utilizado em grandes projetos rodoviários no Brasil e no mundo, especialmente para reabilitação de trechos desgastados, garantindo maior sustentabilidade e economia para os setores de infraestrutura e pavimentação. Ele envolve a reciclagem do asfalto deteriorado e pode ser feito de diferentes maneiras:

- Reciclagem a quente – esse processo ocorre em usinas de asfalto, onde o material fresado da rodovia é misturado com novos agregados e ligantes para produzir um novo revestimento asfáltico. Existem dois tipos principais: o que é feito na usina, onde o asfalto reciclado é misturado a novos agregados e ligantes antes da aplicação e o in situ (no local), em que o próprio pavimento é aquecido, fresado e recompactado, reduzindo a necessidade de transporte;
- Reciclagem a frio – essa técnica pode ser realizada in situ ou em usina, e consiste na reutilização do asfalto sem necessidade de aquecimento. Em geral, utiliza-se cimento, emulsão asfáltica ou espumas para reestabilizar o material fresado;
- Reciclagem com adição de polímeros e borracha – essa é uma alternativa sustentável por incorporar borracha de pneus reciclados ou polímeros ao asfalto reciclado, aumentando a resistência e a durabilidade do pavimento.

Entre as principais vantagens do asfalto reciclado estão: sustentabilidade, pois diminui a extração de agregados naturais e o consumo de betume; economia, uma vez que reduz custos de produção de misturas asfálticas; eficiência energética, pois métodos modernos redu-



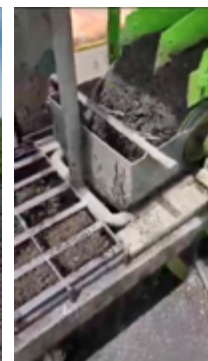
zem o consumo de energia e emissões de CO₂; e durabilidade, já que o asfalto reciclado pode ter desempenho equivalente ao convencional, com aditivos e técnicas adequadas.

ASFALTO RECICLÁVEL COM MENOR EMISSÃO DE CO₂

Segundo a CCR, o trecho da BR-101 entre Ubatuba (SP) e Rio de Janeiro (RJ) apresentava, no início da concessão que a empresa havia assumido, grandes extensões com desnível entre as faixas de tráfego e o acostamento, cujo nivelamento exigiria alto consumo de materiais virgens. Contudo, a escassez de jazidas, pedreiras e usinas na região tornava o transporte de novos agregados desafiador, com distâncias superiores a 90 km para sua obtenção. Além disso, o processo de restauração gerou um elevado volume de fresado, sendo necessária a procura de técnicas que permitissem a reutilização desse material na própria concessionária.

O Centro de Pesquisas Rodoviárias (CPR) do Grupo CCR desenvolveu estudo para encontrar uma solução que pudesse reaproveitar todo o material fresado e ainda diminuísse as emissões de dióxido de carbônico durante o processo. Segundo a empresa, a técnica empregada reduziu quase 50.000 kg de emissão de CO₂ e em até 49% o consumo de energia.

A pesquisa focou em buscar uma solução que pudesse reaproveitar





**AFONSO
FRANÇA**
ENGENHARIA



SANEAMENTO



DESENVOLVIMENTO
IMOBILIÁRIO

Juntos, construímos o futuro!

Transformamos projetos
em construções de
alta qualidade.

Nosso compromisso é construir
não apenas edificações, mas
também relações de confiança,
sempre superando expectativas
e contribuindo para o
desenvolvimento inovador
e sustentável.

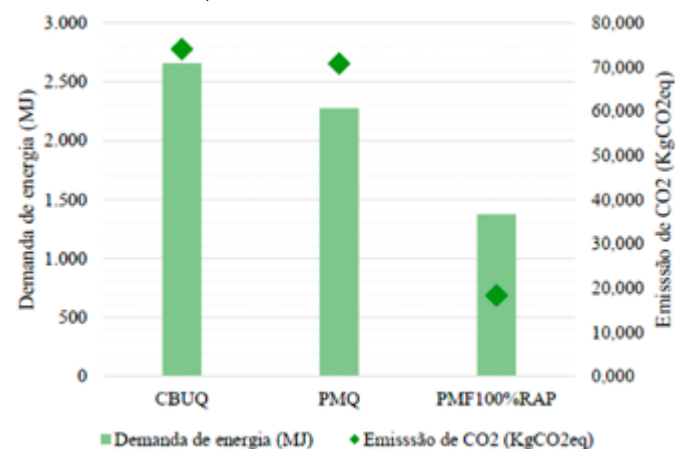


www.afonsofranca.com.br

100% do material fresado em misturas estabilizadas com distintas emulsões asfálticas em temperatura ambiente, denominando-a de Pré-Misturada a Frio 100% RAP (PMF100%RAP). Inicialmente, executaram-se segmentos experimentais para validação das dosagens definidas em laboratório. Desde outubro de 2023, foram construídos 125 km de faixa de acostamento utilizando a mistura PMF100%RAP, consumindo mais de 34.881 toneladas de fresado asfáltico.

Dentre as emulsões avaliadas pelo CPR, a emulsão convencional do tipo ruptura lenta (RL-1C) foi a que possibilitou o maior volume de introdução de RAP na mistura. Com o objetivo de avaliar a resistência e a durabilidade da mistura asfáltica reciclada com 100% de fresado asfáltico e emulsão asfáltica, utilizaram-se vários ensaios laboratoriais:

- Estabilidade e Fluência Marshall – Norma DNIT 136/2018 ME;
- Resistência à tração por compressão diametral a 25° C – DNER043/95ME;
- Módulo de resiliência por compressão diametral cíclica a 25° C – Norma DNIT 135/2018 ME;



Demanda de energia e emissão de CO2 para diferentes misturas asfálticas

Fonte: CCR

- Ensaio uniaxial de carga repetida para determinação da resistência à deformação permanente a 25° C – Norma DNIT 184/2018 ME;
- Ensaio de módulo dinâmico a 25° C 1 Hz – Norma AASHTO T 342-22.

Os pesquisadores concluíram que a mistura com 100% de RAP e emulsão asfáltica RL-1C, no teor de 4,2%, atende aos requisitos de resistência e durabilidade, sendo ideal para aplicação em acostamentos de rodovias.

Após um ano de execução, a aplicação dessa técnica em comparação com o método convencional a quente possibilitou a redução do consumo de 33.560 toneladas de agregados novos, 500 toneladas de cal hidratada e 173 toneladas de ligante asfáltico, além de reduzir em 78% a emissão de dióxido de carbono.

CONHEÇA OS AUTORES

Luis Miguel Gutierrez Klinsky - gerente e monitoramento, pesquisa e desenvolvimento em pavimentos | **Hamilton Gazpar Filho** - gerente de pavimentos | **Mariana de Jesus Siqueira** - analista de engenharia de pavimentos | **Nelson Soares Neto** - gerente executivo de pavimentos | **Jorge Abel Barberan** - coordenador do centro de pesquisas rodoviárias | **Edmilson Gouveia Nunes** - Consultor de Materiais de Pavimentos



Trecho piloto usa 6% de plástico reciclado, RAP e ligante na pavimentação

O pavimento asfáltico com misturas que utilizam plásticos reciclados pós-consumo (PCR) e material fresado (RAP, do inglês Reclaimed Asphalt Pavement) é uma solução inovadora e sustentável para a pavimentação de rodovias. Ela combina resíduos plásticos e asfalto reciclado para melhorar o desempenho mecânico do pavimento, ao mesmo tempo em que reduz o impacto ambiental da infraestrutura viária.

Entre as principais vantagens do pavimento com PCR e RAP estão: sustentabilidade, uma vez que reduz a extração de novos agregados e reutiliza resíduos plásticos que poluem o ambiente e asfalto velho; durabilidade maior, já que o plástico melhora a resistência à fadiga, trincas e deformações; redução de custos, pois há menos necessidade de materiais virgens e menor consumo de betume asfáltico; e menor impacto ambiental, considerando que diminui o descarte de plásticos em aterros e a emissão de CO2 na produção.

Essa solução inovadora está sendo estudada pelos técnicos da concessionária de rodovias Eixo-SP e foi aplicada, de forma pioneira na América Latina, em um trecho de 1,2 km de extensão, localizado na rodovia Comandante João Ribeiro de Barros (SP-294), entre os quilômetros 563 e 561, no município de Parapuã (SP).

A geração de resíduos sólidos é um dos grandes desafios ambientais da atualidade, e o Brasil está entre os maiores produtores de lixo do mundo,

gerando mais de 11 milhões de toneladas anualmente, sendo que apenas uma pequena fração desse total é reciclada.



Soluções inteligentes para solos mais seguros e estáveis.

O **Priner Soil Injection (PSI)** é uma solução com tecnologia avançada para estabilização de estruturas, reforço de solo e renivelamento de pavimentos afetados por assentamentos ou abatimentos.

Por que fazer a injeção de resina?

- › Estabilização e densificação do solo, evitando novos abatimentos
- › Compactação eficiente e selagem contra infiltrações
- › Nivelamento preciso
- › Rápida intervenção, com baixo impacto nas operações

Segmentos atendidos:

- › Infraestrutura Aeroportuária
- › Galpões Industriais
- › Concessionárias de Rodovias



Saiba mais:



(31) 3057-0570

comercial@gmaia.com.br | www.priner.com.br

 **GRUPO Priner**



Nesse contexto, a incorporação de plástico reciclado pós-consumo na mistura asfáltica desponta como uma alternativa promissora. Essa tecnologia contribui para a destinação adequada dos resíduos plásticos e, ao mesmo tempo, pode melhorar as propriedades mecânicas dos pavimentos, segundo avaliação dos especialistas da Eixo-SP.

SOLUÇÃO INOVADORA E VIÁVEL

A reciclagem de pavimentos com incorporação de RAP é uma prática amplamente difundida e que vem crescendo no Brasil. Combinando as duas tecnologias – RAP e asfalto com plástico, a Eixo-SP afirma que busca elevar a eficiência e a sustentabilidade da pavimentação asfáltica.

O material fresado é o produto resultante da remoção de camadas asfálticas que podem ser reaproveitadas na pavimentação, desde que seja devidamente processado, corrigido granulometricamente e tratado com agentes rejuvenescedores quando necessário. Segundo os pesquisadores da Eixo-SP, durante o processo na usina de asfalto, é fundamental controlar a temperatura para evitar a oxidação excessiva do ligante asfáltico remanescente no RAP.

A incorporação desse material na mistura asfáltica exige que seus componentes sejam balanceados para proporcionar desempenho adequado, levando em conta as proprieda-



des dos agregados e do ligante envelhecido. Com o tempo, o ligante asfáltico presente no RAP endurece devido à exposição ao calor, ao oxigênio e à umidade. Se a quantidade de RAP incorporada na nova mistura for elevada, há o risco de que o asfalto reciclado se torne excessivamente rígido. Para mitigar esse efeito, podem ser adicionados agentes de reciclagem (AR) que contribuem para restaurar as características originais do ligante envelhecido.

O ligante asfáltico empregado na mistura no trecho experimental foi o CAP 30/45, modificado com plásticos reciclados pós-consumo de origem doméstica. No estudo, a incorporação de plástico ao ligante asfáltico foi de 6%, um percentual significativamente superior ao 1,5% adotado na mistura utilizada no primeiro trecho experimental executado em 2024.

Esse ligante se diferencia por apresentar menor suscetibilidade térmica, melhor adesão e coesão entre os agregados, maior resistência à oxidação e um ponto de amolecimento elevado, resultando em maior durabilidade e resistência a trincas e deformações permanentes sob diferentes condições climáticas.

O estudo da Eixo-SP teve como propósito avaliar o desempenho do pavimento asfáltico utilizando misturas asfálticas modificadas com RAP e PCR sob as condições de tráfego da SP-294. O trecho escolhido rece-

be, diariamente, cerca de 835 veículos comerciais. Segundo os técnicos, a mistura, que incorpora 25% de RAP e tem o ligante asfáltico modificado com 6% de plástico reciclado, apresentou, inicialmente, um teor de materiais considerado elevado.

No entanto, essa abordagem demonstrou ser eficaz na construção de pavimentos com alta resistência a deformações permanentes e à oxidação, o que indica uma perspectiva promissora de desempenho tanto estrutural quanto funcional ao longo do tempo. Durante a execução, o controle tecnológico das condições de produção, especialmente no que diz respeito à temperatura, foi essencial para atingir a qualidade da mistura final. O sistema de incorporação do RAP na usina de asfalto da Eixo-SP, por meio de um anel externo, que reduz a exposição do material reciclado à oxidação excessiva, revelou-se uma importante estratégia para preservar as propriedades da mistura asfáltica modificada composta por PCR e RAP.

De acordo com os pesquisadores, o estudo evidenciou a viabilidade do uso de plásticos reciclados e RAP em misturas asfálticas, que demonstraram um bom desempenho estrutural e funcional, destacando-se pela sua durabilidade, resistência a afundamento de trilha de roda e à oxidação. A redução dos impactos ambientais e a economia gerada pelo reaproveitamento de materiais reforçam a relevância da continuidade das pesquisas e da implementação dessa tecnologia no setor rodoviário, segundo eles.

“No âmbito da inovação, dos resultados e da relevância, o asfalto com plástico não apenas atende a padrões técnicos, mas também contribui substancialmente para a sustentabilidade ambiental, a redução de resíduos plásticos e o aprimoramento da infraestrutura rodoviária. A iniciativa da Eixo-SP representa um avanço tecnológico em direção a um futuro mais sustentável, servindo como modelo inspirador nacional e internacional para soluções inovadoras e eficazes na mitigação da poluição plástica”, concluem os pesquisadores.

CONHEÇA OS AUTORES

Assis Villela - Gerente de Pavimentação da EixoSP | **Robinson Avila** - Diretor de Engenharia da EixoSP | **Emerson Rodrigues Maciel** - Gerente de Soluções em Engenharia da Stratura Asfaltos





LEVANDO A CONSTRUÇÃO A UM NOVO PATAMAR.

269 mil m² de exposições / 139 mil participantes / 2 mil expositores / 150 sessões educacionais

**CONEXPO
CON / AGG**

3 A 7 DE MARÇO DE 2026 / LAS VEGAS / NEVADA

Não importa em qual setor da construção você atue: você vai sair da **CONEXPO-CON/AGG** com novas ideias, novos contatos e novas oportunidades para ampliar seus negócios e sua posição na indústria. Essa não é só a maior feira de construção da América do Norte, como também está levando o setor para o próximo patamar.

SAIBA MAIS EM [CONEXPOCONAGG.COM](https://conexpoconagg.com)



*Dylan Mercier, D2 Contracting,
participante da edição de 2023*

Recuperação de cortina atirantada da trincheira na BR-153, em GO, permitiu retomada do tráfego Norte-Sul

Cortando os estados do Pará, Tocantins, Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, a BR-153 é uma das principais rodovias do país, servindo como um importante eixo logístico no sentido Norte-Sul. Oficialmente denominada Rodovia Presidente João Goulart, também conhecida pelos nomes de Rodovia Transbrasiliana e de Rodovia Belém-Brasília, é a sétima maior rodovia do Brasil, totalizando 3255,9 km de extensão.

O projeto consistiu na reconstrução de dois trechos colapsados da cortina e no reforço das áreas adjacentes, resultando em uma intervenção de mais de 100 m. A solução adotada incluiu a implantação de estacas metálicas cravadas, vigas de travamento e a instalação de novos tirantes ativos.

A rápida execução do projeto permitiu o restabelecimento da funcionalidade da pista sul, permitindo a fluidez do tráfego na rodovia, reabertura do viaduto, reforçando a segurança estrutural da fundação exposta e redução do impacto no trânsito urbano, restituindo a utilização da via marginal pela população local.

Uma das principais inovações do projeto foi a adoção de estacas/pilares metálicos justapostos ao muro original, servindo tanto como fundação quanto como contenção.

Sendo assim, a técnica envolveu: cravação de perfis metálicos junto ao muro existente, fixação das estacas na parede através de grampos, envelopamento das estacas com concreto, consolidando-se a nova estrutura.



Sendo essencial para a mobilidade nacional, a segurança e a estabilidade de suas estruturas são fundamentais para garantir a fluidez do tráfego e minimizar riscos aos usuários: um desafio diante de sinistros como o ocorrido em fevereiro de 2024, no trecho do km 531, em Hidrolândia (GO).

Lá, um colapso estrutural na cortina atirantada da trincheira comprometeu a estabilidade e fluidez da via, exigindo uma resposta técnica devido ao desvio do tráfego da pista sul para a via marginal, impactando a população de Hidrolândia.



Segundo a concessionária, essa abordagem possibilitou um reforço estrutural eficiente, suportando tanto forças verticais quanto horizontais, sem necessidade de reconstrução completa do muro original. Além disso, todo o solo que deslizou para a rodovia foi reaproveitado no reaterro, reduzindo custos de descarte e aquisição de material.

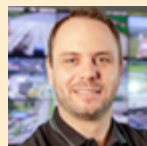


O problema era que um segmento do muro de contenção, com aproximadamente 15 m de largura e 10 m de altura, sofreu colapso, despejando sua estrutura sobre a rodovia. No dia 25 de março de 2024, outro trecho, de mesma dimensão, também colapsou, agravando a situação por estar localizado abaixo de um viaduto. Esse incidente expôs a fundação do viaduto, aumentando os riscos estruturais.

Foi então que a Concessionária Triunfo Concebra, responsável pela administração deste trecho em Goiás, desenvolveu uma solução para a reconstrução e reforço da cortina atirantada, para restabelecer a segurança da rodovia no menor prazo possível.

CONHEÇA OS AUTORES

Thiago Vitorello - Diretor Executivo | **Rafael Sacardo** - Diretor de Operações | **Rafael Cornelius** - Gerente de Engenharia | **Adriano Mateus Pitaluga** - Engenheiro





ENGENHARIA SUSTENTÁVEL QUE TRANSFORMA O FUTURO



MAIS DE
2,7 MILHÕES DE M³
DE MATERIAL ESCAVADO
E TRANSPORTADO COM
EQUIPAMENTOS NÃO
TRIPULADOS.



CBM é pentacampeã no Prêmio InovaInfra.

Pelo quinto ano consecutivo, nossas soluções de engenharia e construção são reconhecidas pelo Prêmio InovaInfra.

Por meio da construção digital e da operação remota, integramos tecnologias avançadas que elevam a segurança, a produtividade e a sustentabilidade das operações. Com uma equipe altamente qualificada e transformadora, capacitamos profissionais no uso dos mais modernos equipamentos do setor. Seguimos inovando para construir, juntos, um futuro melhor e mais sustentável para o mundo.



Acesse o QR Code
e saiba mais sobre
nossos Equipamentos
Não Tripulados.



CONSTRUTORA
**BARBOSA
MELLO**

Manual de gestão ambiental aplicado em Recife reúne 30 indicadores alinhados a práticas globais

Uma pesquisa realizada pelo Global Status Report for Buildings and Construction e o sexto relatório de análise do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas revelou que adotar ferramentas de gestão ambiental para obras aeroportuárias é essencial para equilibrar o crescimento econômico e a preservação ambiental. O manual apresentado pelo Instituto Federal de Pernambuco também reforçou a necessidade de ações imediatas para reduzir emissões e alinhar obras aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.



Tratando-se de ser uma solução inovadora para promover a sustentabilidade e bem-estar das gerações atuais e futuras, a pesquisa de mestrado que fundamentou o manual foi motivada por uma lacuna identificada por meio de análise bibliométrica sobre gestão ambiental em construções aeroportuárias. Esse estudo aprofundou o entendimento dos impactos ambientais gerados por essas obras e resultou no desenvolvimento de um manual com 30 in-

dicadores priorizados, selecionados entre 97 originalmente analisados.

Os indicadores estão organizados em oito categorias: Materiais, Energia, Combustíveis, Águas e Efluentes, Emissões, Resíduos, Avaliação de Fornecedores e Conformidade Ambiental. A validação foi realizada com 114 especialistas de diversos países e cada indicador foi associado aos ODS, assegurando alinhamento com práticas globais de sustentabilidade.

O manual propõe uma abordagem holística para monitorar e mitigar os impactos ambientais em obras aeroportuárias. Durante a ampliação do Aeroporto do Recife, os indicadores foram utilizados com sucesso, promovendo práticas sustentáveis e alinhadas aos ODS.

RESULTADOS OBTIDOS MENSURADOS E IMPACTO GERADO

A aplicação do manual do Instituto Federal de Pernambuco no Aeroporto do Recife comprovou sua eficácia, viabilizando 172 ações mitigadoras e a quantificação do consumo e desperdício de materiais, energia, água, combustíveis e etc. O monitoramento das emissões de gases de efeito estufa e a gestão de resíduos resultaram em melhorias na conformidade ambiental do projeto.

Com relevância de 73,45% a 94,64%, os indicadores destacaram-se por promover a descarbonização e o cumprimento de ODS críticos (3, 7, 9, 11, 12 e 13). O manual gerou benefícios econômicos por meio da redução de custos operacionais, maior eficiência no uso de recursos, estímulo à economia circular e diminuição de desperdícios.

Socialmente, melhorou a qualidade de vida das comunidades locais ao mitigar impactos à saúde e promover conscientização ambiental entre os trabalhadores. Como ferramenta inovadora, o manual diferencia-se de publicações anteriores por seu alinhamento aos ODS e aplicação prática comprovada.

Ele reforça o compromisso do setor de construção aeroportuária com a sustentabilidade e pode posicionar o Brasil como líder global em práticas construtivas sustentáveis. Além disso, é uma solução escalável e replicável para outros projetos aeroportuários, com potencial de adaptação a outros empreendimentos, promovendo uma abordagem integrada de sustentabilidade, inovação e eficiência econômica.

Sua implementação fortalece o compromisso do setor de engenharia e infraestrutura do Brasil com práticas responsáveis, reduz impactos ambientais, promove o bem-estar social e assegura o desenvolvimento econômico sustentável.

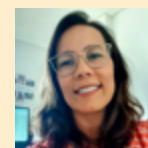
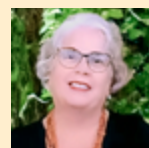


REAPROVEITAMENTO DE 2800 T DE RESÍDUOS

O manual possibilitou o treinamento, a capacitação e a conscientização de cerca de 1.000 profissionais de todos os níveis hierárquicos sobre a importância da gestão ambiental durante as obras de expansão do Aeroporto do Recife. O fato de a pesquisa e o manual terem sido desenvolvidos diretamente no canteiro de obras permitiu a proposição de 172 ações mitigadoras em vários aspectos positivos como a reutilização de 2.800 toneladas de resíduos e na destinação adequada de mais de 7.000 toneladas dos resíduos gerados. Além disso, a abordagem educativa contribuiu para otimizar processos e na redução do desperdício dos recursos e a geração de CO₂.

CONHEÇA OS AUTORES

Márcio Carneiro Boaventura - Coordenador de Engenharia no SENAI CIMATEC | **Maria Tereza Duarte Dutra** - Professora do Mestrado Profissional em Gestão Ambiental do Instituto Federal de Pernambuco | **Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa** - Coordenadora da Pesquisa



SOLUÇÕES DE TRANSPORTE PARA UM PLANETA MELHOR

O aumento da população e da concentração urbana fazem das infraestruturas de transporte os pilares sobre os quais o desenvolvimento sustentável deve estar apoiado. Na ACCIONA, construímos infraestruturas resilientes que contribuem para o bem-estar da sociedade de hoje e das gerações de amanhã.



Saiba mais em:



BUSINESS AS UNUSUAL

Salvador aplica impermeabilização de poliureia no estacionamento - sem interromper seu uso

Com o objetivo de proteger sua estrutura contra a infiltração de água, umidade e outros elementos externos que podem causar danos, o Aeroporto de Salvador implantou um serviço de impermeabilização no estacionamento do complexo, um desafio técnico que exige materiais resistentes às intempéries e ao tráfego intenso, aliados a uma execução eficiente.

A execução da impermeabilização com poliureia foi iniciada em 2024 no 2º pavimento do edifício garagem, numa área total de 18.500m² e foi planejada para ocorrer em etapas, garantindo que parte do estacionamento permanecesse operacional. As principais fases incluíram:

Era necessário um sistema que minimizasse o tempo de interrupção das atividades no estacionamento, visto que ele se manteria em funcionamento durante o período de obras.

Sustentabilidade: O projeto busca reduzir passivos ambientais e atender às diretrizes globais de eficiência energética e práticas ecologicamente corretas.

A poliureia se destaca como a escolha ideal, proporcionando uma membrana impermeabilizante monolítica, de rápida aplicação e alta resistência, sem a necessidade de proteção mecânica adicional.

Apesar disso, o projeto de impermeabilização enfrentou diversas adversidades. A estrutura metálica do estacionamento exigia uma solução leve e resistente às intempéries, pois a aplicação de manta asfáltica, além de demandar maior tempo e complexidade, necessitaria de reforços estruturais para suportar o peso adicional. Isso tornaria o processo mais caro e prolongado, comprometendo a operação e a receita do estacionamento, que permaneceria totalmente isolado durante a execução.

As vantagens da aplicação da poliureia são: alta resistência mecânica, térmica e química, cura ultra rápida (em minutos a superfície pode ser liberada), impermeável, e de elevado alongamento. Nas características principais pode-se elencar a integridade após movimentações, elevada, vida útil e, portanto, permite manutenções espaçadas em longos períodos. Como exemplos de locais para aplicação, pode-se citar: estações de tratamento, câmaras frigoríficas, arquibancadas, tanques e estações de bombeamento de petróleo, impermeabilização de coberturas, lajes e telhados, piscinas, locais expostos a produtos químicos, reservatórios de água, coberturas etc.

A escolha da poliureia como material impermeabilizante foi estratégica. Com uma membrana de apenas 2 a 3 mm, ela combina leveza com alta resistência, eliminando a necessidade de reforço estrutural da edificação. Além disso, sua capacidade de secagem ultrarrápida, com tempo de cura de até 24 horas e secagem inicial em apenas 13 segundos.



Preparação da superfície: limpeza completa para remoção de sujeira, óleos ou outros contaminantes, garantindo a aderência do material. As superfícies lisas de concreto deverão ser polidas ou tratadas por jateamento de areia de forma a se obter uma superfície íntegra e rugosa.

Aplicação do primer: para tamponar a porosidade e maximizar a fixação da poliureia ao substrato existente;

Aplicação da poliureia: O material é aplicado por meio da técnica de "hot spray", devido à altíssima velocidade da cura. Os equipamentos de aplicação são hidráulicos e hidropneumáticos. Os componentes são bombeados a partir das embalagens para a unidade, de onde seguem aquecidos, pelas mangueiras até a pistola. A proporção é de 1:1 em volume e a mistura ocorre apenas quando o gatilho da pistola é pressionado. Ao soltar o gatilho, um jato de ar limpa o bico da pistola, evitando a reação e possível entupimento do sistema.

Inspeção e testes de qualidade: aferição da estanqueidade e uniformidade da membrana antes da liberação.

A execução da impermeabilização no estacionamento do aeroporto demandou uma solução que superasse desafios específicos, como:

Peso do material: O uso de mantas asfálticas, devido à sua complexidade e peso elevado, exigiria reforços estruturais, impactando o cronograma e os custos da obra. **Rapidez na execução:**





RETA ENGENHARIA

Valorizando
o passado.



Construindo
o presente.



Transformando
o *futuro.*

OUTROS BENEFÍCIOS INCLUEM:

Flexibilidade e aderência: sua aplicação uniforme em superfícies irregulares proporciona uma barreira eficaz contra infiltrações;

Durabilidade: a membrana tem longa vida útil, em média 20 anos, reduzindo custos com manutenção a médio e longo prazo.

Elevado desempenho: Os revestimentos elastoméricos para superfície possuem propriedades como alta resistência à corrosão, abrasão e à tração, além de alta resistência química e ao impacto, contribuindo muito para o aumento da vida útil dos ativos. A poliureia ainda é capaz de suportar exposição prolongada ao sol, chuva e variações de temperatura sem apresentar degradação;

Aplicação: São produtos aplicados por spray, em uma só camada, que podem chegar em altas espessuras. Devido a sua cura instantânea, são adequados para aplicação em estruturas verticais ou horizontais, pois não escorrem, liberando a área para trabalho em poucas horas.

Impermeabilização: Os revestimentos elastoméricos para superfície possuem excelentes propriedades mecânicas e baixa permeabilidade, o que os torna competentes agentes impermeabilizantes e protetores contra a corrosão.



- . Alta adesividade a diversos substratos, sem perda de propriedades ao longo do tempo.
- . Resistente a temperaturas extremas (-30 °C a 140 °C) e agentes químicos.

Facilidade de Manutenção:

- . Sistema 100% aderido ao substrato, evitando percolação de água.
- . Possibilidade de testes de estanqueidade com equipamento de alta voltagem, garantindo a qualidade da aplicação.
- . Facilidade na localização de possíveis falhas e realização de reparos pontuais.

Redução de Custos e Melhor Relação Custo-Benefício:

- . Elimina a necessidade de reforços estruturais, reduzindo o investimento inicial.
- . Não requer proteção mecânica adicional, aliviando a carga estrutural e otimizando o cronograma da obra.
- . Aplicável em superfícies irregulares, adaptando-se à conformação geométrica do substrato.

A impermeabilização do estacionamento utilizando a poliureia reforça o compromisso do Aeroporto de Salvador com soluções inovadoras, sustentáveis e alinhadas às necessidades operacionais. Este projeto, assim como outros realizados pela administração aeroportuária, demonstra que é possível conciliar eficiência, sustentabilidade e qualidade, fortalecendo a posição do aeroporto como referência nacional em infraestrutura e gestão ambiental.

A execução realizado pela empresa Impermear Engenharia não apenas otimizou a operação do estacionamento, mas também serviu como um exemplo positivo de como a tecnologia pode ser empregada para superar desafios estruturais e ambientais, contribuindo para a excelência contínua do Aeroporto de Salvador.



VANTAGENS DA POLIUREIA COMO SISTEMA IMPERMEABILIZANTE

Sustentabilidade e Compromisso Ambiental:

- . Material isento de VOC (Compostos orgânicos voláteis), contribuindo para a qualidade do ar e reduzindo impactos ambientais.
- . Atende a algumas exigências da certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), portanto pode contribuir para alcançar pontos necessários para obter a certificação.
- . Baixa ou nula geração de resíduos.

Rapidez e Eficiência na Aplicação:

- . Cura ultra rápida: seca em até 13 segundos e permite trânsito leve após 30 minutos.
- . Alta produtividade: aplicação de até 1.000 m² por dia com uma equipe de cinco profissionais.
- . Reparo localizado e imediato.

Desempenho Técnico Superior:

- . Membrana monolítica e sem emendas, eliminando potenciais pontos de infiltração. . Alongamento superior a 300% com memória elástica, permitindo acompanhar variações térmicas e estruturais.

CONHEÇA OS AUTORES

Ronie Lima – Supervisor de Contratos | **Paula Maia** – Gerente Técnica



No retrofit do terminal em Salvador, piso elevado evita sobrecarga estrutural

O Aeroporto de Salvador, um dos 10 mais movimentados do Brasil, aumentou a capacidade de receber novos passageiros, isso graças a parceria firmada pela Vinci Airports com a Teixeira Duarte - Engenharia e Construções. Este Consórcio responsável pela execução de obras em regime de contrato tipo EPC, para a implantação, reforma e expansão das estruturas do local, por meio do projeto de retrofit, técnica de revitalização de edifícios antigos, que adequa suas instalações para atender leis vigentes, preservando elementos que compõem sua história e arquitetura.

Toda a empreitada foi realizada sem interrupção das atividades do aeroporto. O empreendimento permitiu o aumento da capacidade de 10 para 15 milhões de passageiros por ano, em um ambiente mais seguro, moderno, confortável e eficiente.

Foram executados, os seguintes escopos pela Teixeira Duarte:

- Demolições;
- Retrofit do terminal de passageiros existente, com a alteração do layout operacional do aeroporto e adaptação do mesmo à normativa vigente;
- Construção de um novo píer composto por piso térreo, 1º pavimento e cobertura;
- Construção de conector na interligação entre o terminal existente e o novo píer.
- Extensão do pátio existente;
- Construção de nova planta de tratamento de águas residuais;
- Modernização e expansão da área de bagagens;
- Construção de nova via ao longo da pista de táxi realocada.

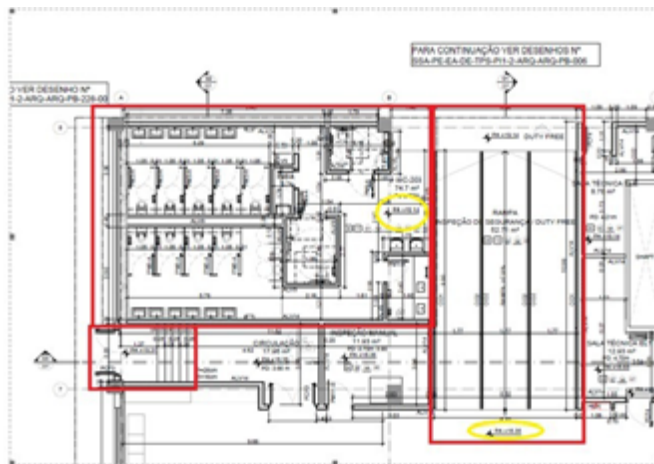
PISO ELEVADO MINIMIZOU A SOBRECARGA ESTRUTURAL

O material escolhido foi Placa de Piso elevado com dimensões de

600x600x30mm, montado sobre pedestais reguláveis, ambos confeccionados em Polipropileno e PVC reciclado (TUBO), enrijecido por carga mineral, tingidos em massa por pigmentos na cor preta.

As placas se intertravam com a instalação dos pedestais reguláveis, dando perfeita estabilidade e rigidez do conjunto, permitindo várias possibilidades de aplicação de revestimentos de acordo com o projeto do Cliente, que, fixados com adesivos específicos para cada tipo, atendem aos padrões de qualidade e garantia do produto.

O conjunto (Placa + Pedestal) pode ser instalado com 85 a 2000 mm



SOMOS A PLATAFORMA INTEGRADORA DE NEGÓCIOS DA CCCC NO BRASIL.

Facilitando grandes projetos com a excelência da expertise e tecnologia chinesa e conectando o Brasil e a América Latina a uma rede global de especialistas.

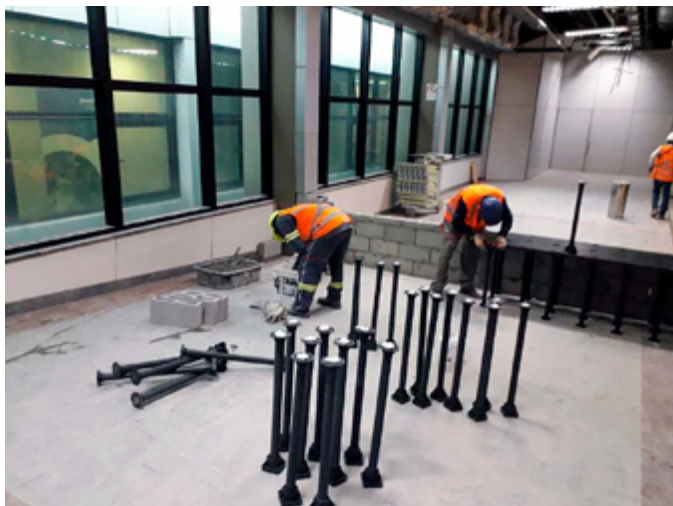
Acesse nosso site



concremat.com.br

de altura e possui um espaçamento de aproximadamente 210 mm entre pedestais. O piso elevado Remaster, no caso desta obra, foi utilizado como alternativa aos enchimentos dos vãos em alvenaria, ou seja, ele é instalado para alcançar a altura de piso desejada sem haver um sobrepeso sobre a laje. Também está dimensionado a atender a carga concentrada de 150 kgf e a carga distribuída de 1.200 kgf/m², em condição normal de montagem.

Quanto a impermeabilização do piso elevado, logo após ser instalado, é realizada a cobertura com uma manta asfáltica (apenas acomodar a manta sobre o piso, sem derretê-la), na qual as junções da manta serão as únicas partes onde ocorrerá a fusão quente.



A metodologia de piso elevado adotada no retrofit do Aeroporto de Salvador representa um avanço técnico significativo ao combinar eficiência operacional, sustentabilidade e redução de impactos estruturais. Essa inovação possibilitou uma obra mais ágil, econômica e alinhada às boas práticas de engenharia.

O piso elevado foi adotado na rampa de acesso à área de inspeção de segurança e Duty Free, inclusive banheiro, e parte da área de embarque.



Menor Sobrecarga Estrutural

Ao invés de utilizar materiais pesados que poderiam comprometer a estrutura existente, o piso elevado permitiu alcançar a altura desejada sem adicionar sobrepeso à laje. Isso foi fundamental para evitar reforços estruturais adicionais.

Industrialização e Sustentabilidade

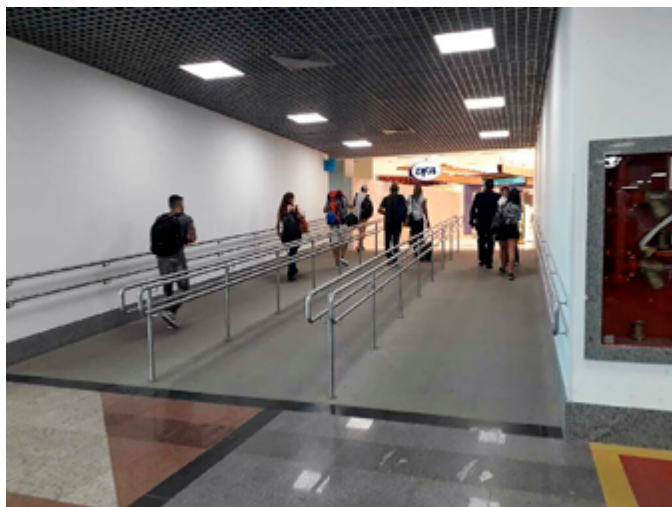
O sistema escolhido é composto por Polipropileno e PVC reciclado, tornando-se uma alternativa sustentável em comparação às opções convencionais. Reduziu o desperdício de materiais e minimizou resíduos na obra.

Eficiência na Execução e Redução de Prazo

A montagem das placas sobre pedestais reguláveis permitiu instalação rápida e precisa, dispensando o uso de equipamentos pesados ou ferramentas especiais.

Alta Adaptabilidade e Resistência

- O sistema suporta uma carga concentrada de 150 kgf e distribuída de 1.200 kgf/m², proporcionando durabilidade e segurança para o alto fluxo do aeroporto.
- Adaptável a diferentes cotas, permitiu nivelamento uniforme em áreas com variações significativas de altura.



Proteção contra Condições Ambientais

- Considerando que a obra foi realizada em uma região litorânea com alto índice de oxidação, o uso de materiais metálicos exigiria pintura anticorrosiva para evitar deterioração. O uso de termoplásticos eliminou essa necessidade, dando maior vida útil ao sistema.

Metragem total do piso elevado executado:

Área 01: 260 m², referente ao banheiro e rampa de acesso a área de inspeção de segurança e Duty Free

Área 02: Piso elevado em placas 60x60cm feito em material reciclado, com até 71 cm de altura, sem revestimento para uso em áreas internas. 1199 m².



CONHEÇA A AUTORA

Josiane Lima – Engenheira Civil do Grupo Teixeira Duarte no Brasil



Módulo de mobilização e gestão de treinamentos pode revolucionar a gestão de RH na engenharia

A criação de módulos de mobilização e treinamentos dentro do ERP (sigla em inglês para Planejamento de Recursos Empresariais) de gestão de projetos é fundamental para mitigar os desafios da mobilização de equipes. Segundo os especialistas, esses módulos elevam a gestão no setor de engenharia a um novo nível, trazendo mais eficiência e integração aos processos.

Esses módulos oferecem diversos benefícios estratégicos e operacionais, entre eles, redução da burocracia e agilidade na mobilização, integração total com outros módulos, capacitação rápida e personalizada, redução de custos e erros operacionais e maior transparência e rastreabilidade de informações. A incorporação desses módulos transforma a mobilização de equipes em um processo mais ágil, eficiente e seguro, contribuindo

inovação aberta, promovendo uma forte parceria entre a empresa e universidades.”

DESAFIOS ENFRENTADOS

De acordo com o diretor de tecnologia, a mobilização da mão de obra era uma questão desafiadora. Ela sofria com burocracia excessiva (documentação dispersa, dependência de papel e falhas na comunicação), falta de integração (processos fragmentados entre RH, planejamento e operação), baixa previsibilidade (dificuldade na alocação estratégica de mão de obra), atrasos na contratação (lentidão na liberação de admissões e exames médicos) e inconsistência nos dados (falta de rastreabilidade e controle em tempo real).

Além disso, outros problemas eram constatados, como os altos custos operacionais (profissionais em alojamento aguardando liberação, sem produzir e gerando custos elevados), ausência de rastreabilidade financeira (dificuldade no controle e aprovação de custos com exames, alojamento, alimentação e transporte), gestão deficiente de treinamentos (falta de controle sobre certificações obrigatórias e vencimento de treinamentos) e assinaturas físicas demoradas e ineficientes (contratos de trabalho, adesões a benefícios e treinamentos exigiam impressão, envio, coleta de assinaturas físicas, digitalização e arquivamento manual).

“Esses problemas resultavam em impactos financeiros severos, comprometimento de prazos e desafios regulatórios”, revela Costa. Sendo assim, uma solução ligada à transformação digital foi implementada. O

Treinamentos



ID	Descrição	Carga horária	PGR	Status
1	NRE - CIPA - Comissão Interna de Prevenção de Acidentes e de Riscos	20 horas	SIM	NÃO
10	NRE - Segurança e Saúde no Trabalho para Indústrias e Construção	4 horas	SIM	NÃO
100	PROCEDIMENTO DE MANUTENÇÃO DE ALFALD	1 hora	NÃO	SIM
101	RELATÓRIO ANUAL COM VÍDEO, FOTOGRAFIA E REAIS (LOCALIZAÇÃO, RELATÓRIO E TERMO DE RESPONSABILIDADE - ALFALD)	1 hora	NÃO	SIM
102	RESPONSABILIDADE CIVIL COMISSÃO DE SEGURANÇA DO TRABALHO	1 hora	NÃO	SIM
103	REGRAS DE MORADIA E FISCAL	2 horas	NÃO	SIM
104	SEGURANÇA NA OPERAÇÃO DE TRABALHO A QUENTE	1 hora	NÃO	SIM

diretamente para a produtividade e o sucesso dos projetos de engenharia.

“O módulo de mobilização e treinamentos representa uma revolução na gestão de equipes no setor de engenharia. Com a digitalização de processos, automação estratégica e integração setorial, a Alfa Engenharia conseguiu transformar um gargalo operacional em um diferencial competitivo”, afirma o diretor de Tecnologia da empresa, Natanael Nogueira Costa, responsável pelo projeto. “A capacidade de reduzir custos, otimizar tempo e garantir conformidade com as normas coloca a Alfa Engenharia como referência em inovação e excelência operacional”, completa.

No setor de engenharia, a mobilização de equipes é um desafio crítico, lembra o diretor. “Processos burocráticos, falta de integração e dependência excessiva de documentação física geram atrasos, custos elevados e baixa eficiência operacional. Ciente dessa problemática, desenvolvemos os Módulos de Mobilização e Treinamentos dentro do ERP próprio de gestão de projetos AlfaD. O desenvolvimento do AlfaD foi impulsionado por uma abordagem

Módulo de Mobilização e Treinamentos AlfaD foi desenvolvido para automatizar, centralizar e digitalizar toda a cadeia de admissões e gestão de equipes.

Os principais diferenciais desse sistema incluem: histograma dinâmico



co de mobilização (visão estratégica da força de trabalho em tempo real), gestão automatizada de candidatos (redução de tempo na triagem e integração entre setores), integração completa com exames médicos (monitoramento automatizado de ASO's e laudos, integrados e preenchidos diretamente pelas clínicas de saúde ocupacional), fluxo de aprovação multinível (liberação ágil de admissões com rastreamento digital), portal de candidatos (plataforma externa para cadastros, reduzindo trabalho manual), controle financeiro integrado (rastreamento total de custos operacionais, garantindo transparência e otimização de despesas), sistema de controle de treinamentos (gestão automatizada de certificações obrigatórias, com alertas sobre vencimentos e integração com admissões), assinaturas digitais integradas via DocuSign (todos os contratos de trabalho, adesões a benefícios – plano de saúde, seguro de vida – e treinamentos são assinados digitalmente, eliminando necessidade de impressão, digitalização e arquivamento manual).

Como resultado, a implementação do AlfaID gerou benefícios tangíveis e expressivos, segundo Costa, refletindo diretamente na performance da Alfa Engenharia. Entre eles, estão a redução de 75% no tempo médio de admissão (processo otimizado, passando de 16 minutos para 4 minutos por admissão), diminuição de 50% no custo operacional de setores de apoio (maior eficiência com menor número de funcionários administrativos na sede da empresa) e qualidade da admissão aprimorada em 85% (redução de falhas e retrabalhos em processos).

Além desses fatores, outras vantagens foram alcançadas, como sustentabilidade (eliminação de papel, contribuindo para práticas ambientais res-

ponsáveis), transparência e controle financeiro (redução de desperdícios com alojamento, alimentação e transporte, garantindo rastreabilidade de cada gasto), eficiência no controle de treinamentos (redução nos atrasos causados pela falta de certificações obrigatórias e tratativa de não conformidades no processo de recursos humanos quanto à rastreabilidade de informações referente a treinamentos) e digitalização total das assinaturas (redução de 100% do tempo gasto com impressão, envio e arquivamento de documentos).

TABELA DE RESULTADOS COMPARATIVOS EM RELAÇÃO A ADMISSÕES

Ano	Nº Funcionários (RH/DP)	Admissões Realizadas	Tempo Médio por Admissão
2022	11	5253	16 min
2023	16	7325	12 min
2024	8	12026	4 min

CONHEÇA OS AUTORES

Natanael Nogueira Costa - Diretor de Tecnologia | **Carlaile Martins** - Supervisor de Desenvolvimento | **Vinicius Resende** - Supervisor de Desenvolvimento



IA será aplicada no planejamento da obra da UTE de Portocem, em Barcarena, PA

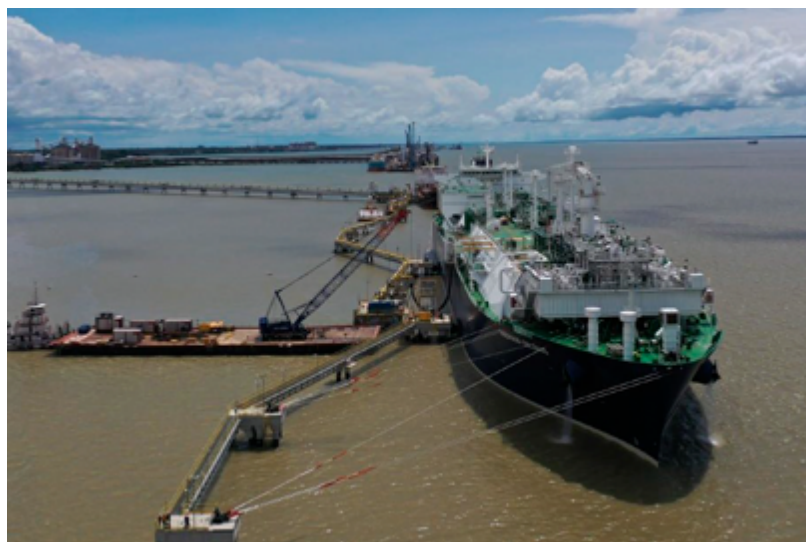
A Andrade Gutierrez, grupo multinacional brasileiro de construção civil, está usando inteligência artificial (IA) para fazer simulações de construção e aprimorar o planejamento da engenharia corporativa. Segundo a empresa, isso está melhorando estudos de planejamento em fases que antecedem a execução dos projetos.

Segundo a AG, apesar da construção civil ser conhecida como um dos setores que menos investem em inovação, por outro lado a Inteligência Artificial tem enorme potencial para melhorar resultados substancialmente.

A Consag, uma das empresas do Grupo Andrade Gutierrez, iniciou a implementação de uma ferramenta de otimização de cronogramas de construção com inteligência artificial chamada Alice, desenvolvida pela empresa norte-americana Alice Technologies com base em pesquisas da Universidade de Stanford. A parceria permitiu o uso da chamada “construção generativa” orientada por IA. Ela otimiza e nivela recursos e, consequentemente, reduz prazos e custos já na fase de concorrência das propostas. Segundo a fabricante, a velocidade para simular múltiplos cenários, em torno de 10 minutos cada, trouxe ganho na otimização do tempo gasto pelos especialistas de planejamento, bem como oportunidades de maior aprofundamento em estudos de projeto.

PROCESSO DE ADOÇÃO

O uso de IA pela AG foi impulsionado por um workshop liderado pela empresa de tecnologia. A equipe da construtora conheceu princípios da tecnologia generativa e aplicação para planejar e gerar cronogramas em projetos de capital. Como parte da implementação do Alice na Consag, a previsão é que a ferramenta comece a ser utilizada também na obra da Usina Termelétrica de Portocem, em Barcarena, Pará.





Abaixo um exemplo hipotético sobre a solução, qual é a melhor forma de construir o Prédio A e Prédio B? Quantas equipes? Quantos turnos? Será que é melhor começar no P1 do Prédio A, depois P2 do Prédio A e na sequência o P1 do Prédio B?

A originalidade da iniciativa se destaca pela incorporação de Inteligência Artificial no planejamento de obras, um diferencial que moderniza o setor e possibilita uma tomada de decisão mais assertiva. A Inteligência Artificial permite analisar grandes volumes de dados rapidamente, identificando padrões e sugerindo um melhor nivelamento dos recursos. Isso resulta em cronogramas mais confiáveis e ajustes mais ágeis diante de desafios imprevistos.



O impacto dessa tecnologia se reflete na redução de riscos, otimização de custos e melhoria na qualidade da execução dos projetos, contribuindo diretamente para o desenvolvimento do setor e para a sociedade. Ao simular diferentes cenários, a solução complementa os processos manuais, e melhora a previsibilidade, transparência das obras, beneficiando clientes, investidores e comunidades envolvidas.

A viabilidade do projeto é comprovada pelos resultados alcançáveis, com uma implan-

tação escalável e aplicável a diferentes tipos de obras. A flexibilidade da tecnologia permite sua adaptação a projetos de diversos portes e complexidades, garantindo um impacto positivo em diferentes frentes. Como resultado, a solução apresentou cenários com resultados expressivos na redução de prazo, promovendo um planejamento mais responsável para os projetos.

Ao nivelar melhor os recursos (mão de obra/equipamentos), a inteligência artificial apoia a construção de projetos mais eficientes. Com essa abordagem inovadora, aumentará em até 7x a velocidade em rodar novos cenários em comparação com o método tradicional, trazendo mais cenários e variáveis para a tomada de decisão. Essa evolução permite não apenas maior eficiência, mas também um controle mais preciso sobre prazos e recursos.

A adoção de Inteligência Artificial no planejamento de obras não apenas moderniza a forma como os projetos são planejados e gerenciados, mas também posiciona a Andrade Gutierrez na vanguarda da inovação no setor de Engenharia e Construção. Ao investir em tecnologias emergentes, a empresa reafirma seu compromisso com a excelência e a eficiência, impulsionando a maturidade digital do setor e estabelecendo novos padrões para o futuro da construção civil.

CONHEÇA OS AUTORES

Mauricio Schneider - Gerente de Planejamento | **Wesley Barbosa** - Líder de Planejamento



Complexo termelétrico de Barcarena leva gás natural ao Pará e toda região Norte

O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) aprovou apoio financeiro de R\$3,8 bilhões para a Portocem Geração de Energia implantar uma usina termelétrica movida a gás natural em Barcarena (PA). A obra que é parte do Novo PAC inclui linha de transmissão de 3,8 km que será conectada ao Sistema Interligado Nacional (SIN).

O projeto, que compreende um terminal portuário e uma usina termelétrica a gás natural, possui capacidade instalada de 624 MW e promete transformar a matriz energética da região Norte, com energia suficiente para suprir aproximadamente 2,6 milhões de residências.

O programa, que inclui a construção de um gasoduto de 3.500 metros e de 7.310 m² de área do city-gate (estação de entrega e recebimento de gás natural), foi estruturado sob a modalidade de Project Finance, em que as garantias são o próprio ativo e o fluxo de caixa da operação.

A termelétrica movida a gás natural liquefeito (GNL) contará com uma turbina a gás e uma turbina a vapor, que compartilharão o mesmo eixo de geração, operando em ciclo combinado. A iniciativa abrange ainda a construção de uma linha de transmissão de cerca de cinco quilômetros de extensão para conexão da UTE ao Sistema Interligado Nacional de energia. Estima-se que sejam gerados 1.228 empregos diretos e indiretos nas diferentes fases do empreendimento, previsto para 2025.

Parte da iniciativa do grupo New Fortress Energy, o complexo transformará o município de Barcarena em um hub estratégico para o escoamento de GNL, atendendo grandes consumidores e substituindo combustíveis mais poluentes como o diesel, consolidando a visão de um futuro energético mais sustentável para o Brasil.

Ferrovias FIOL implementa Centro de Controle com dashboards sobre avanço físico e modelo 3D

Com investimento de cerca de R\$ 7 bilhões, a Ferrovia de Integração Oeste-Leste (FIOL) é um projeto estratégico para a logística brasileira, especialmente no escoamento de minério de ferro, álcool e grãos, conectando o Tocantins até o Porto de Ilhéus, na Bahia. A gestão do empreendimento exige controle eficiente de um grande volume de dados, algo que métodos tradicionais, baseados em planilhas e fluxos fragmentados, não conseguem oferecer. Para superar esses desafios, os técnicos da Arcadis desenvolveram o Centro de Controle de Informações (CCI) para o trecho denominado FIOL 1, constituído pelos lotes 01F, 02F, 02FA (Túnel de Jequié), 03F e 04F, entre Ilhéus e Caeté (BA), com 537,2 km de extensão.



O CCI é uma solução integrada que centraliza dados, automatiza processos e melhora a tomada de decisões em tempo real. Com essa inovação, a FIOL 1 ganha mais eficiência, segurança e produtividade, impulsionando o desenvolvimento da região. Segundo os técnicos da Arcadis, a implementação do CCI permitiu à ferrovia superar os desafios de gestão do empreendimento, promovendo a centralização dos dados, maior agilidade na tomada de decisões e a garantia da qualidade das informações, otimizando recursos, promovendo ganhos de produtividade e desempenho operacional.

Centro de Controle de Informações foi projetado para substituir métodos tradicionais de gestão que, embora amplamente utilizados, frequentemente apresentam limitações críticas, como redundância de dados, dificuldade de integração entre áreas e morosidade na análise de informações. Os métodos tradicionais, muitas vezes baseados em planilhas e relatórios manuais, apresentam desafios significativos, como a dificuldade na consolidação de informações, riscos de duplicidade de dados e limitações na colaboração entre equipes.

O CCI supera essas limitações, segundo os técnicos da Arcadis. Ele combina tecnologias avançadas com uma abordagem gerencial integrada, priorizando a automação e a transparência. Diferentemente dos métodos tradicionais, que muitas vezes carecem de escalabilidade, o CCI oferece uma solução adaptável e segura, alinhada às demandas de projetos complexos como a FIOL 1.

Para potencializar a eficiência operacional da ferrovia, o CCI conta com dashboards estratégicos, que permitem acompanhamento preciso e integrado do projeto. Entre eles, três se destacam pelo impacto di-

reto na gestão: o monitoramento do avanço físico, a integração do planejamento ao modelo 3D e o controle detalhado da terraplenagem.

Na área de planejamento, que possui papel crucial no sucesso do projeto, foi desenvolvido um dashboard para monitorar o avanço físico, avaliar a aderência do realizado ao planejado e otimizar a gestão de recursos. A ferramenta proporciona uma visão clara do progresso do projeto, permitindo identificar desvios e garantir uma gestão mais eficiente e estratégica.

Já para integrar o planejamento ao modelo 3D e permitir um acompanhamento mais preciso do avanço físico das estruturas, foi desenvolvido o Modelo Federado. Por meio da aplicação de cores para indicar o status de execução de cada elemento, a ferramenta facilita a interpretação visual do progresso e possibilita a comparação entre a execução real e o planejamento, garantindo maior previsibilidade e controle.

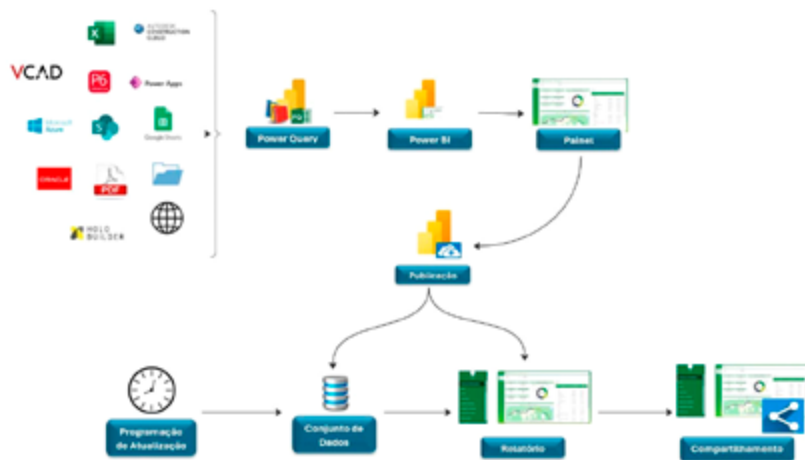
A terraplenagem, que representa uma parcela significativa do orçamento do projeto, exige um controle rigoroso para assegurar o uso eficiente dos recursos e o cumprimento dos prazos. Para isso, foi desenvolvido um dashboard interativo, que permite o monitoramento detalhado do avanço das obras. A ferramenta utiliza mapas e perfis topográficos para visualizar com precisão as áreas já executadas, as condições originais do terreno e as etapas ainda pendentes, garantindo um acompanhamento eficiente e facilitando a tomada de decisões.

O CCI abrange, ainda, outras 21 áreas estratégicas, entre elas: Gestão Econômica (indicadores de performance e desvios), Gestão de Contratos, Gestão de Estoque, Gestão de Riscos, Meio Ambiente, Gestão Fundiária, Saúde e Segurança Ocupacional, Relacionamento com Comunidades e Segurança Patrimonial.

Como resultado da implantação do CCI, a operação obteve ganhos expressivos, segundo os especialistas da Arcadis, tornando a gestão mais ágil, integrada e estratégica. Entre esses ganhos está a redução no tempo de coleta e análise de dados. A digitalização e centralização das informações aceleraram processos em todas as áreas. Na Gestão Econômica, por exemplo, o tempo de análise foi reduzido de 10 para 5 horas por semana, um ganho operacional de 100%, permitindo maior foco em atividades estratégicas.

Outros benefícios incluem decisões mais ágeis e assertivas – a consolidação dos dados em tempo real aprimorou a precisão das análises, reduzindo riscos e garantindo tomadas de decisão mais confiáveis – e gestão baseada em inteligência de dados – o CCI conta com

FLUXO DO CCI





A implementação do CCI gerou impactos importantes na gestão da ferrovia, entre eles, uma mudança cultural. “Adoção do CCI exigiu uma transformação na forma de trabalhar, demandando treinamento contínuo e engajamento das equipes para garantir sua efetiva utilização”, destacam os técnicos, lembrando da integração de sistemas legados. “A compatibilização com sistemas preexistentes foi um desafio superado por meio de adaptações técnicas e refinamento dos processos. A implementação do CCI demonstrou que a inovação é um processo iterativo, com melhorias contínuas para atender às necessidades do projeto e ampliar sua aplicabilidade”, afirmam.

Ainda segundo os técnicos da Arcadis, os benefícios do CCI são evidentes, trazendo ganhos diretos para a eficiência e gestão do projeto e incluem: eficiência operacional aprimorada – a estruturação inteligente dos dados não apenas eliminou redundâncias, mas também reduziu significativamente o tempo

24 dashboards, cada um com cerca de cinco relatórios, monitorando entre 5 e 10 KPIs. Essa estrutura possibilita um controle integrado e aprofundado, algo difícil de alcançar com abordagens descentralizadas.

Segundo os técnicos da Arcadis, o CCI revolucionou a gestão da FIOL 1, “provando que a digitalização e integração de dados são essenciais para o sucesso de grandes empreendimentos. Ao centralizar informações, oferecer análises em tempo real e otimizar a colaboração, a ferramenta elevou a eficiência operacional e definiu um novo padrão para o setor”.



necessário para buscas e análises de dados, permitindo que as equipes focassem em atividades de maior impacto estratégico e valor agregado; decisões fundamentadas – a capacidade de gerar insights confiáveis reduziu os riscos associados à tomada de decisão; e colaboração integrada – a ferramenta promoveu maior alinhamento entre equipes e stakeholders, superando as limitações de comunicação dos métodos tradicionais.

Para os especialistas da Arcadis, o potencial do projeto vai além do setor ferroviário, podendo ser aplicado em rodovias, portos, aeroportos, usinas de energia e saneamento, garantindo mais controle, transparência e otimização de recursos. “A escalabilidade e replicabilidade do CCI fazem dele uma solução estratégica para projetos complexos, tornando processos mais ágeis, integrados e eficientes”, destacam, completando que “a experiência na FIOL 1 demonstrou que o CCI não é apenas uma inovação, mas um diferencial competitivo. Empresas

e gestores que buscam eficiência, previsibilidade e tomada de decisões orientada por dados encontrarão nessa ferramenta um aliado indispensável para transformar a gestão de grandes projetos”.



FIOL já tem 1,4 milhão m³ de terraplenagem concluída

Com aproximadamente 1.527 km de extensão (trechos 1 e 2), a FIOL ligará o porto de Ilhéus (no litoral baiano) a Figueirópolis (em Tocantins), ponto em que se conectará com a Ferrovia Norte Sul. Seu design foi desenvolvido pela Enefer, Concremat, Egis e Tenax e a construção está a cargo das construtoras Tiisa e Prumo Engenharia. Mais de 1,4 milhão de m³ de terraplenagem já foram executados até o momento. Foram iniciadas quatro obras de artes especiais, das quais uma já foi concluída, a Passagem Inferior da BA-262. Nessa etapa inicial, também foram colocadas 114 estacas raiz e instalados aproximadamente 1.500 metros de bueiros de drenagem, entre outros serviços complementares.

CONHEÇA OS AUTORES

Bruno Lipiani - Engenheiro Civil Pleno | **Rogério Goes** - Gerente de Projeto | **Fábio Batista** - Engenheiro de Planejamento Master | **Elsiane Rodrigues** - Coordenadora de Inovação Digital



Levantamento topográfico com drones cobre 3200 ha e gera ortofoto em 45 dias

O crescimento da demanda por soluções inovadoras na engenharia e topografia tem estimulado a adoção de novas tecnologias, visando aumentar a eficiência operacional e assegurar a sustentabilidade ambiental. Entre as novidades, está o uso de ferramentas como o LiDAR e o GPS RTK.

LiDAR é uma tecnologia de sensoriamento remoto que usa pulsos de laser para medir distâncias e criar mapas tridimensionais altamente precisos. Ele mede a distância entre um sensor e um objeto ao calcular o tempo que um feixe de laser leva para retornar após atingir a superfície. Utilizado em topografia, engenharia civil, mapeamento 3D e drones, o LiDAR é essencial para gerar modelos detalhados do terreno, detectar obstáculos e criar mapas digitais de alta resolução.

Já o GPS RTK é um sistema de posicionamento global de alta precisão – geralmente na faixa de centímetros – que utiliza correções em tempo real para reduzir erros de localização. Diferente do GPS convencional, que pode ter margem de erro de metros, o RTK usa uma estação-base fixa que envia correções a um receptor móvel. É amplamente utilizado na agricultura de precisão, construção civil, topografia e navegação autônoma.

Ambas as tecnologias são essenciais para diversos setores, permitindo uma melhor coleta de dados e análise espacial. Enquanto o LiDAR é usado para mapeamento tridimensional por laser, o GPS RTK fornece coordenadas geográficas ultraprecisas, muitas vezes combinando as duas tecnologias para levantamentos topográficos e modelagem de terrenos.

Um exemplo do uso dessas tecnologias foi feito pela Ária Imagem e Tecnologia. Com a tarefa de realizar o levantamento topográfico com rapidez e precisão de uma área de 3.200 hectares, respeitando a vegetação e gerando dados confiáveis para a tomada de decisão, a empresa lançou mão do uso combinado das duas tecnologias. O cliente era uma grande empresa do setor de papel e celulose que desejava implantar uma nova fábrica na área.

A área a ser levantada possuía 70% de cobertura por plantações de eucalipto, além de vegetação nativa densa, banhados e margens de rios. Segundo os técnicos da Ária, esses fatores tornavam inviáveis os métodos convencionais, que exigiriam um longo período de execução e extensa atividade em campo. “O cliente precisava de uma solução que entregasse informações detalhadas sem comprometer o cronograma e com mínimo impacto ambiental”, afirmam os especialistas.

Para superar essas dificuldades, foi adotada uma metodologia híbri-



da, utilizando drones equipados com LiDAR e GPS RTK. O LiDAR permitiu mapear a área com precisão, atravessando a vegetação e gerando modelos detalhados do terreno. Já o uso de drones acelerou o levantamento, tornando viável a captação de dados em locais de difícil acesso.

Os dados coletados pelos drones foram validados com GPS RTK, com precisão centimétrica. Esse processo permitiu capturar aspectos importantes, como valas e estruturas naturais, que exigiam maior nível de detalhamento. Após a coleta, foi realizada a integração e processamento dos dados, combinando as informações de LiDAR e GPS RTK.

De acordo com os técnicos, o resultado final foi entregue ao cliente em formato digital, incluindo plantas detalhadas e uma ortofoto com resolução de 5 cm/pixel. Esse material possibilitou análises minuciosas, facilitando a validação de hipóteses e o planejamento da fábrica. Técnicas de inteligência artificial foram aplicadas para classificar a nuvem de pontos, acelerando o processamento e otimizando a qualidade dos dados.

“O projeto se destacou pelo uso de tecnologias inovadoras. A combinação de drones com LiDAR inovou o levantamento topográfico, permitindo a coleta de dados em áreas de difícil acesso e sob densa vegetação. A integração com GPS RTK assegurou precisão nos detalhes, enquanto o uso de inteligência artificial acelerou o processamento”, salientam os técnicos.

Ainda segundo eles, a entrega de uma ortofoto de alta resolução foi um diferencial importante, oferecendo ao cliente uma base confiável para a tomada de decisões. “Além disso, a tecnologia utilizada reduziu significativamente o tempo necessário para a realização do levantamento, sem comprometer a qualidade dos dados.”

De acordo com os técnicos, os benefícios ao cliente foram expressivos. O projeto foi concluído em apenas 45 dias, permitindo que ele mantivesse seu plane-

jamento estratégico e iniciasse as obras da fábrica no prazo estipulado. A precisão do levantamento possibilitou análises detalhadas do terreno, dando segurança na validação do projeto. Além disso, a preservação ambiental foi um fator essencial – a metodologia utilizada assegurou a proteção das plantações de eucalipto e minimizou impactos nas áreas nativas.

Outro benefício foi a redução de custos operacionais. “O uso de drones eliminou a necessidade de equipes extensas em campo, reduzindo despesas com deslocamento e tempo de trabalho. Dessa forma, a solução adotada combinou eficiência, sustentabilidade e viabilidade econômica”.

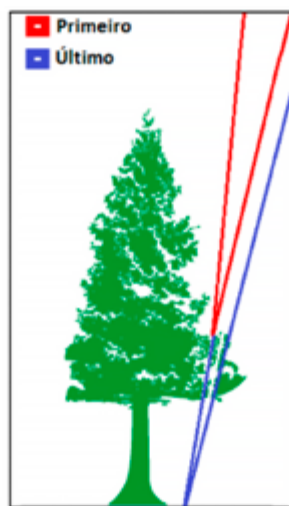
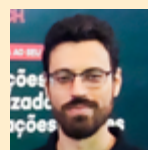


Figura 20 - Exemplificação da penetração de pulsos laser.



CONHEÇA OS AUTORES

Luiz Fernando dos Santos Souza - Diretor Executivo | **Rodrigo Dyoni-sio Stefanelo** - Diretor de Operações



Solução inovadora reduz custos e permite controle das perdas de água por vazamentos

Considerando os altos custos e os impactos no abastecimento de água durante a instalação de sistemas de medição de vazão, a BRK, empresa privada de saneamento básico do Brasil presente em mais de 100 municípios, lançou uma solução inovadora que vai reduzir custos operacionais, minimizar interrupções no serviço e permitir o controle e a redução das perdas de água por meio da detecção de vazamentos, o medidor virtual de água LevelFlow.

A proposta do Levelflow é inédita no mercado, pois realiza o cálculo da vazão por meio de um algoritmo na plataforma de integração de dados PIVision, que utiliza a variação do nível do reservatório, eliminando a necessidade de instalar equipamentos complexos. Em vez disso, o sistema se baseia na simples instalação de um monitoramento de nível no reservatório, oferecendo uma solução mais econômica e eficiente para o controle da vazão e a redução de perdas. Tradicionalmente, os sistemas de medição utilizam medidores eletromagnéticos, que funcionam com base na lei de indução de Faraday e calculam a vazão por meio de um campo magnético aplicado ao fluido. Outra opção comum são os medidores ultrassônicos, que emitem ondas no fluido e calculam a vazão com base no tempo de propagação dessas ondas.



Os resultados desta solução foram comparados com métodos convencionais de medição de vazão, como a maleta de pitometria para identificar o desvio entre os valores calculados e os valores medidos, apresentando variação entre 5 e 10%. Além disso, foi desenvolvido um painel de acompanhamento na plataforma para visualizar dados calculados de vazão e parâmetros de gestão de perdas de água em cada reservatório.

A solução LevelFlow apresenta custo até 80% inferior em relação ao investimento de R\$37 mil por sistema de medição convencional, além de evitar alterações e interrupções na infraestrutura operacional. Diante disso, após viabilidade técnica aprovada, o projeto está em expansão nas operações BRK, concessão Tocantins e Pará, com projeção de economia de R\$5,4 milhões até 2029.

A implantação de novas tecnologias nas demandas operacionais é essencial para o pleno funcionamento de grandes empresas. Diante disso, impacta diretamente na redução de investimento e aumenta a eficiência operacional das concessionárias de saneamento.



O LevelFlow foi desenvolvido também para medir a vazão e o volume de água pelo princípio da variação do nível do reservatório, eliminando a necessidade de instalar medidores fisicamente nas linhas de distribuição nas saídas dos reservatórios. O algoritmo realiza a análise em intervalos de até 15 minutos, calculando a variação entre os níveis inicial e final do reservatório. Essa mudança no nível é convertida em volume, permitindo identificar a quantidade de água escoada pela saída do reservatório em um período específico, ou seja, efetuando a medição da vazão. A etapa de viabilidade técnica foi iniciada no ano passado, no município de Palmas, Tocantins e atualmente está em expansão para operações BRK no estado tocaninense e no e no Pará.

CONHEÇA OS AUTORES

Paulo Cezar de Assis - Coordenador | **Matheus Lima Carvalho Rabelo** - Gerente | **Brunno Dias Alves** - Encarregado Operacional | **Fabio Lobo Araújo** - Analista | **Lucas Damaceno Pereira e Silva** - Gerente | **Pedro Henrique Gobbo** - Gerente | **Sandra Lucia Leal** - Diretora | **Robson Ferreira** - Especialista TI



Compactação de rápido impacto quadruplicou a resistência do aterro na Ferrovia de MT

A compactação de rápido impacto (RIC, sigla em inglês para rapid impact compaction) é uma técnica avançada utilizada para melhorar a resistência e a estabilidade do solo em projetos ferroviários, rodoviários, portuários e industriais. Esse método consiste na aplicação de impactos controlados no solo por meio de equipamentos especializados. O objetivo é reduzir vazios, aumentar a densidade do solo e garantir maior capacidade de suporte para as cargas da infraestrutura.

RIC se destaca pela capacidade de aumentar rapidamente a densidade e a resistência do solo, garantindo maior estabilidade e capacidade de suporte para infraestrutura de grande porte. Ela utiliza impactos repetitivos e controlados para densificar o solo, reduzindo vazios e melhorando suas propriedades mecânicas.

A metodologia da compactação de rápido impacto se beneficia do uso de diversas tecnologias avançadas para controle e otimização do processo, entre elas, equipamentos de impacto controlado (martelos hidráulicos ou vibratórios e compactadores dinâmicos de grande porte, que utilizam pesos elevados para impactos sequenciais); sistemas de monitoramento em tempo real (GPS RTK, que garante a precisão na aplicação dos impactos, otimizando a compactação e evitando sobreposições ou falhas na malha, e sensores de vibração e acelerômetros, que medem a intensidade da compactação e os efeitos no solo circundante); e ensaios geotécnicos e modelagem digital (georradar e tomografia elétrica, que avaliam a compactação do solo e identificam possíveis heterogeneidades, e modelagem computacional, que simula a propagação das ondas de impacto no solo, otimizando os parâmetros do processo).

Em um projeto ferroviário, a RIC é especialmente útil para estabilizar



aterros, melhorar solos de baixa resistência e reforçar áreas que receberão cargas elevadas, como pátios de manobra e trechos de alto tráfego. A técnica pode ser combinada com análises geotécnicas avançadas, como ensaios de penetração e testes de deformabilidade, para garantir a melhor abordagem de compactação.

Com isso em perspectiva, a Rumo lançou mão desse método na Ferrovia Estadual de Mato Grosso (FMT). Esse é um projeto de engenharia desafiador, com aproximadamente 700 km de linha férrea em fase de projeto e construção. Segundo os técnicos da empresa, a geologia local é complexa, gerando alto investimento em soluções geotécnicas.

Durante a campanha de averiguação no trecho inicial do traçado, foram detectados solos colapsíveis na Formação Geológica Furnas. Solos colapsíveis apresentam estrutura porosa, com elevado índice de vazios e condição não saturada, representada por um baixo teor de umidade. Segundo os especialistas, a estrutura do solo colapsível se torna instável com o aumento do teor de umidade, correlacionada com alteração da carga atuante,

ocasionando o colapso da fundação e, consequentemente, patologias no empreendimento.

No segmento inicial da FMT, foram estudadas duas soluções para os solos colapsíveis – escavação e recompactação e compactação de rápido impacto. “A recompactação é uma metodologia interessante para espessuras rasas de tratamentos de fundação e a compactação de solos já é uma prática amplamente conhecida em aterros ferroviários”, dizem os técnicos da Rumo.

Já a compactação de rápido impacto é uma técnica que permite aumentar a resistência do maciço por meio da aplicação de golpes de martelo por uma sapata. O sistema transmite energia de uma altura de até 1,20 m e uma alta frequência de golpes, permitindo a densificação do maciço de fundação. Essa técnica evita a atividade de escavação e a necessidade de áreas de bota-escara.

A RIC foi realizada em seis áreas testes (com 300 m² cada), sendo que em cada área houve a variação de diâmetro do compactador (1,00 m e 1,30 m), alteração de espaçamento entre pontos (1,40 m, 2,00 m, 1,60 m, 2,20 m, 2,30 m) e variação de altura de queda (0,1 m e 0,5 m). Foi utilizado um martelo de 7 toneladas e foram aplicados, em cada ponto, 50 golpes.

Segundo os técnicos, a compactação de rápido impacto não é uma técnica amplamente utilizada no Brasil e há poucas referências bibliográficas com resultados de sua aplicação. O teste teve como objetivo aferir a eficácia da técnica na melhoria das propriedades geotécnicas de fundações de aterros ferroviários, assim como avaliar os ganhos de resistência relacionados com profundidade.

No local do teste, o solo foi caracterizado como coesivo friccional, poroso, não saturado com aproximadamente 42% de argila, 14% de silte e 44% de areia fina. O maciço indicou índice de plasticidade de 14%, classificação MCT de comportamento laterítico, espessura com Nspt <2 em até



4,0 m de profundidade, nível freático não encontrado em 15 m de profundidade e índice de vazios de 0,9. As características apresentadas são aspectos comuns em solos colapsíveis.

Segundo os técnicos da Rumo, o acréscimo de resistência do maciço foi avaliado por meio de sondagens a percussão (SPT) e ensaio de cone de penetração (CPT). A resistência e a tensão admissível do maciço aumentaram em até quatro vezes, considerando os valores iniciais investigados. A resistência de ponta média inicial obtida foi de 1 MPa e a resistência de ponta média final foi de 4 MPa e, consequentemente, a resistência aumentou de 40 kPa para 160 kPa. O módulo de deformação estimado, por meio de uma correlação com o N_{spt} , aumentou de 6 MPa para 24 MPa.

De forma geral, a implementação da RIC em ferrovias resulta em uma infraestrutura mais resistente, segura e com menor necessidade de manutenção ao longo do tempo. Ela permite maior capacidade de suporte do solo, tem execução rápida, proporciona redução de custos e gera menor impacto ambiental, pois permite a reutilização do solo local.

FMT já contratou quase 5 mil colaboradores

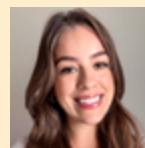
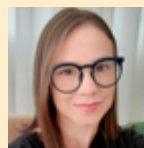
Projeto da Rumo, a Ferrovia Estadual de Mato Grosso vai conectar o Estado a todo o Centro Oeste. No total serão 743 km de via férrea, que vai passar por 16 municípios, entre Rondonópolis e Lucas do Rio Verde, com um ramal para Cuiabá. Tudo interligado ao Porto de Santos. Segundo a concessionária, o projeto já contratou quase 5 mil colaboradores e até o final das obras serão gerados 180 mil empregos diretos e indiretos.

Atualmente estão em construção 161 km, com um volume de escavação de aproximadamente 27 milhões de m³. Segundo a Rumo, ainda não há um prazo de finalização total da ferrovia, pois há trechos que ainda não foram iniciados o projeto básico.



CONHEÇA OS AUTORES

Wesley Silva Brito - Gerente Executivo de Planejamento | **Paola Dutra** - Especialista de Planejamento | **André Fardin Rosa** - Coordenador de Planejamento | **Stefanie de Carla Dias** - Especialista de Planejamento



Construindo **resultados** com **segurança** e **inovação** para desenvolver um país.

Tecnologias promovem segurança, preservação ambiental e economia em abertura de cava para rejeitos em Brucutú

Considerada a maior mina do Estado de Minas Gerais, a Mina de Brucutú, da Vale, situada em São Gonçalo do Rio Abaixo (MG) e com previsão de produção de 30 milhões de toneladas anuais de minério de ferro, tem passado por diversas mudanças que visam a dar mais segurança e sustentabilidade em suas operações na região. A mina, que faz parte do Complexo Minas Centrais do Sistema Sudeste da mineradora, teve seu comissionamento retomado em 2019 após uma paralisação temporária na barragem de Laranjeiras, na área do complexo. Desde então, a mineradora vem adotando tecnologias que visam a eliminar o uso de barragens, a fim de evitar riscos ambientais e operacionais.

Um desses exemplos é o projeto Cava CMD, que consiste em cavar para armazenar rejeitos de forma segura e que faz parte do Programa de Disposição de Rejeitos do Sistema Sudeste. A iniciativa mostra como foi feita a abertura das cavas com a modelagem digital do seu escopo, usando tecnologias como BIM (Building Information Modeling), 4D, AWP (Advanced Work Packaging), MAPPLY e instalado o CCO (Centro de Controle Operacional).

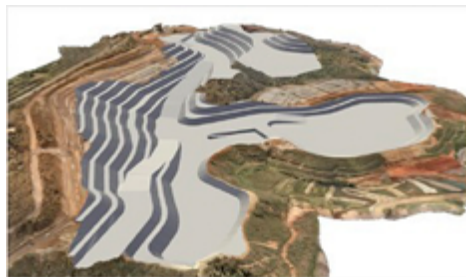


Com um capex de R\$335.000.000,00 e uma movimentação de 7.800.000 toneladas de estéril e minério em 21 meses, a Cava CMD Leste/Oeste já contou com mais de 8 mil trabalhadores, sem registrar nenhum acidente. No total, a obra soma mais de 1000 dias de operações seguras com a implementação das novas tecnologias em seu planejamento.

COMO AS TECNOLOGIAS FORAM UTILIZADAS

Com o desafio do sequenciamento da obra, cronograma e medidas de segurança, foram adotadas metodologias de execução com as seguintes tecnologias:

- **BIM:** Com a visualização da obra antes dela existir, o BIM permitiu a criação de modelos digitais para identificar os problemas antes mesmo de começar, como a geometria de bancadas, bermas e taludes das movimentações, permitindo um planejamento mais preciso.
- **AWP:** A tecnologia dividiu o pacote das obras, que são subdivididas em trabalhos individuais, o que ajudou a ter menos atrasos, menos trabalho e mais eficiência.
- **Mapply:** Utiliza drones para análise e planejamento detalhado, permitindo o monitoramento em tempo real. Com os drones, foram capturadas imagens detalhadas das áreas em um curto período, além de acessar locais de difícil alcance para humanos, tornando o mapeamento mais seguro e eficiente e sem expor equipes ao risco. Com os levantamentos topográficos e dados detalhados, foi possível identificar gargalos, fazer cálculos dos volumes de pilhas, criar mapas tridimensionais e outras informações fundamentais.
- **CCO:** O Centro de Controle Operacional foi implementado como uma



central de monitoramento em tempo real de todas as operações utilizando tecnologias Sodep/ Minetrack. Essa central permitiu uma resposta rápida a qualquer problema surgido durante a execução, otimizando a segurança e a continuidade das operações.

- **Gestão Lean:** foi implementada com o objetivo de maximizar o valor para o cliente, minimizando o desperdício. Foram utilizadas ferramentas como o mapeamento de fluxo de valor e a metodologia Kaizen para promover a melhoria contínua em todas as fases do projeto. As atividades com essas ferramentas fazem parte do Hub de Inovação do Sistema Sudeste, fundado em dezembro de 2022. O Hub fornece formação teórica e experiências práticas sobre ferramentas tecnológicas como soluções sustentáveis para as operações do complexo.

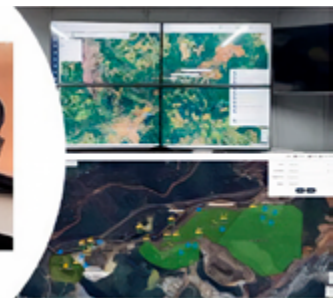
RESULTADOS

- **Mobilização:** Com a metodologia, a mobilização foi antecipada em 22 dias do início do projeto, trazendo resultados significativos. Durante esse período, foram mapeadas 119 restrições, das quais 78% foram resolvidas com sucesso. Além disso, foram movimentados 96.000 t de material, o que resultou em um faturamento antecipado de R\$820.000 para a empreiteira.
- **Execução:** Em apenas 7 meses de obra, a execução do projeto apresentou uma tendência de antecipação na conclusão da escavação da CMD Oeste em 3 meses. Nesse período, foram escavados 182.000 t acima do previsto. Com a otimização da produção e redução do uso de combustível, também houve uma redução de 21,38% nas emissões de CO₂eq. Além disso, houve um faturamento antecipado de R\$1.321.000,00 na captura do escopo do empilhamento de estéril de mina em outra estrutura do complexo, a PDE São João.
- **Planejamento:** O avanço físico 1,56% acima da linha de base indicou um progresso superior ao esperado. O índice de resolução de restrições de 6WLA – Pull Planning de 91%, demonstrou elevada eficiência na gestão de obstáculos.
- **Custos evitados:** Com 36,62% do escopo realizado, foram capturados R\$9.500.000. Houve uma significativa redução no consumo de diesel fornecido pela Vale, passando de 1,45 L/m³ para 1,14L/m³, totalizando uma economia de 515.894 litros. Além disso, a redução de 428 tCO₂/m³ movimentado contribuiu para menor impacto ambiental. A coordenação das etapas de empilhamento de rejeitos também reduziu riscos.

O custo evitado para o escopo mapeado é de R\$39.500.000. Entre junho de 2024 e a conclusão do escopo, reduziu-se de forma significativa o consumo de diesel fornecido pela Vale, totalizando, na primeira fase do projeto, 1.124.895 litros. Somente o custo evitado representa uma média de 15% do valor total do projeto.

- **ESG:** A estratégia ESG para o projeto Cava CMD Leste/Oeste foca na mineração responsável, soluções de baixo carbono e respeito aos direitos comunitários e ambientais. Inclui saúde e segurança, com 10.000 horas de qualificação e um TRIR de 0.

A estratégia de aterro zero reaproveitou 99% dos resíduos, econo-





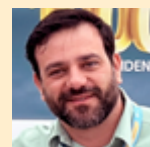
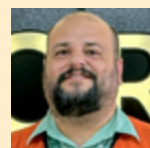
mizando R\$500.000 e reduzindo 18 tonCO₂eq. Resíduos recicláveis foram destinados a associações comunitárias, gerando emprego.

Usou-se 100% de água de processo e combustíveis verdes, reduzindo 77 tonCO₂eq e 95% de Sox. Além disso, o projeto priorizou mão de obra e fornecedores locais, impactando 45.000 pessoas, promovendo assim desenvolvimento territorial e qualidade de vida na região.



CONHEÇA OS AUTORES

Kellen Medeiros - Engenheira de Inovação | **Guilherme Ladeira** - Engenheiro de Planejamento | **Pedro Machado** - Gerente de Implantação de Obras | **João Carlos Araújo** - Gerente Geral de Projetos Corredor Sudeste | **Bruno Coelho** - Gerente de Planejamento



Mina Brucutú impulsiona produção e busca soluções para disposição de rejeitos

Desde o seu comissionamento, em 2019, a Mina de Brucutú, da Vale, tem impulsionado a produção da mineradora como ocorreu em 2024. Ano passado, a Vale atingiu recorde e produziu 327,7 milhões de toneladas de minério de ferro - a maior desde 2018. Nesse cálculo, a produção no Sistema Sudeste aumentou em 3,6 milhões de toneladas em 2024, impulsionada pela maior produção em Brucutú que retomou três linhas

de processamento a úmido e pelo comissionamento de uma quarta linha. O Complexo Minerário de Brucutú possui vida útil de 30 anos.

Em paralelo à produção, a mineradora tem divulgado programas como soluções para a disposição de rejeitos e evitar o uso de barragens. Além do Programa de Descaracterização de Barragens - que, segundo a Vale, das 30 estruturas previstas, 12 (nove em Minas Gerais e três no Pará) já foram eliminadas -, e o Cava CMD, a mineradora divulgou o Programa Tamanduá, que consiste na construção de uma pilha para receber o estéril gerado na mina e o rejeito gerado no processo de filtragem. Ou seja, uma estrutura para alocar materiais do Complexo Brucutú que não são comercializados pela Vale e que, por isso, são descartados no processo de tratamento. Com isso, minimiza a necessidade do uso de barragens.

As obras estão divididas em fases e estão sendo executadas desde outubro de 2024. A primeira etapa tem previsão de duração de trinta meses. A partir do segundo semestre de 2028, começará a receber o rejeito filtrado e o estéril da Mina de Brucutú, essencial para a manutenção das operações do site e fomento da economia local.



Operação remota de equipamentos amplia segurança e antecipa prazos na descaracterização de barragens

Visando aumentar a segurança na indústria da mineração e evitar novos acidentes com barragens de rejeitos a montante, a alteração na legislação da Política Nacional de Segurança de Barragens - Lei nº 23.291, de 2019 - fez com que as mineradoras buscassem desativar suas estruturas nos últimos anos, a fim de concluir a descaracterização e adquirir a declaração de condição de estabilidade pela Fundação Estadual do Meio Ambiente (Feam), em Minas Gerais.

À medida que essa demanda tomou forma, surgiram também os desafios: como executar a descaracterização das barragens, onde há grande movimentação de solo e rejeitos, em locais onde não é permitida a presença de pessoas?

Para atender essa necessidade do mercado da mineração, a Construtora Barbosa Mello (CBM) iniciou, em 2019, um programa de pesquisa e desenvolvimento de produtos para Tele Operação de equipamentos para uso na Construção Pesada.

Diante deste cenário, os desafios eram múltiplos. Segundo a Barbosa Mello, era necessário repensar cada etapa do fluxo de construção tradicional, adaptando processos como levantamentos e marcações topográficas, operação de equipamentos e medições de serviços para o ambiente remoto, utilizando as tecnologias existentes e desenvolvendo produtos juntos com os fabricantes através da metodologia ágil. Tudo isso, mantendo a integridade estrutural das barragens e garantindo que aspectos como vibrações no solo e a segurança em geral fossem rigorosamente monitorados, prevenindo a criação de gatilhos de liquefação que poderiam causar danos às barragens.

O PROJETO PILOTO

A primeira versão da solução de engenharia foi estruturada e conver-

tida em um MVP (Minimum Viable Product). O piloto da operação remota foi implementado em um ambiente de teste controlado, onde foram realizados os primeiros experimentos com

equipamentos tele operados. A CBM levou engenheiros e operadores ao campo para testar a efetividade dos controles remotos, a resposta dos equipamentos e a confiabilidade da infraestrutura tecnológica. Diante de resultados positivos alcançados no período de concepção e validação da solução de operação remota, a CBM seguiu para execução dos serviços em escala, iniciando o comissionamento da 1ª geração de equipamentos não tripulados.

PRODUÇÃO DOS EQUIPAMENTOS NÃO TRIPULADOS

Atuando como protagonista neste formato de operação, a construtora desenvolveu um modelo de operação remota, sustentado por três pilares: automação e controle de máquinas, infraestrutura tecnológica e capacitação do capital humano.

A CBM direcionou investimentos com os fabricantes de rádio para a criação de uma infraestrutura tecnológica que possibilitasse a comunicação entre equipamentos e operadores remotos. Paralelamente, foram desenvolvidos novos processos para treinamento de motoristas e operadores, adequando-os às evoluções do produto. Os colaboradores precisaram se adaptar a uma nova realidade, onde o trabalho à distância substituiu o contato direto com os equipamentos, sem comprometer a segurança ou a precisão dos serviços.

Na etapa inicial sobre o levantamento topográfico, a CBM adotou novo modelo de drone e recursos de plataforma de aerofotogrametria. Essa tecnologia foi essencial para mapear rapidamente as áreas de intervenção



com alta precisão e segurança, eliminando a necessidade de exposição humana em zonas críticas. As imagens capturadas pelos drones foram processadas para gerar modelos tridimensionais detalhados do terreno, que serviram como base para o desenvolvimento de projetos em Building Information Modeling - BIM 3D. Essa mesma tecnologia foi utilizada no decorrer das operações para monitorar e medir os volumes movimentados.

A CBM também integrou o Planejamento Puxado (LPS) ao BIM e ao AWP (Advanced Work Packaging), permitindo um fluxo contínuo de trabalho e reduzindo variações que impactam a produtividade. No campo da automação, a CBM implementou o uso de equipamentos tele operados e sistemas avançados de Machine Control. Escavadeiras, tratores, motoniveladoras e caminhões basculantes, controlados remotamente, foram integrados a modelos BIM 3D para dar maior precisão nas escavações e no transporte de material. A modelagem digital das superfícies e volumes permitiu o planejamento detalhado e a execução assertiva de cada etapa da obra, reduzindo erros, retrabalhos e os impactos ao meio ambiente. Além disso, o georreferenciamento remoto, com projetos embarcados, eliminou a necessidade de equipes de topografia em campo.

EVOLUÇÃO DO SISTEMA DE OPERAÇÃO REMOTA

Desde o início da concepção do piloto em 2019, o sistema de operação remota da CBM percorreu uma trajetória de inovação. Na época, os controles remotos baseavam-se em sistemas de operação de mesa, com comunicação limitada e gerenciamento técnico sob a supervisão direta dos clientes. Os operadores trabalhavam em containers adaptados (shelters), com infraestrutura de conectividade básica para atender às demandas iniciais de segurança e eficiência.

Em 2024, a CBM promoveu uma transformação. O controle remoto, que antes se limitava a um painel básico, deu lugar a cockpits avançados que replicam fielmente as cabines dos equipamentos. Esses novos cockpits elevam o padrão de ergonomia, produtividade e segurança para os operadores, gerando maior precisão nas operações.

Além disso, os Shelters foram substituídos por um Centro de Operações Remotas (COR), projetado para suportar os desafios de infraestrutura crítica com resiliência e confiabilidade. Equipado com redes de alta estabilidade e conectividade, incluindo tecnologias como redes mesh e ponto-a-ponto como principais provedoras de conectividade e a rede satelital (Starlink) em estudo piloto, o COR assegura operações em áreas remotas, com suporte a contingências que priorizam a continuidade operacional.

Essa infraestrutura impactou positivamente no tempo médio de carregamento, a produtividade das máquinas e a eficiência geral das operações. O uso de tecnologias como balanças payload, direção elétrica e sistemas de controle a pri-



morados reduziram variações operacionais e ampliaram a eficiência e sustentabilidade das atividades.

OUTRAS TECNOLOGIAS E SISTEMAS

Além da evolução do sistema, a gestão de performance foi fortalecida com a implementação da plataforma Gestão 360°, que integra em um único ambiente os principais indicadores operacionais e sua aderência às metas estratégicas. A plataforma permite uma análise colaborativa e interativa dos resultados em tempo real.

Outro destaque, é que a CBM também desenvolveu o primeiro caminhão 8x4 tele operado em operação e o primeiro caminhão-pipa tele operado, ambos projetados para atender a demandas específicas de obras em áreas críticas. O sistema de câmeras e viewers foi otimizado com hardwares avançados, reduzindo o

consumo de rede e ampliando a precisão visual, um reflexo do compromisso com a tecnologia de ponta e o cuidado com as pessoas. Esse pioneirismo consolidou a CBM como o maior operador do sistema Cat Command no mundo.

Em seguida, a construtora também implementou novas máquinas não tripuladas para o controle e monitoramento de compactação. Com apoio de parceiros de tecnologia e aplicação, a CBM está comissionando o primeiro rolo compactador controlado remotamente. Isso permite a execução de aterros em áreas críticas de forma precisa, com ou sem vibração, indicando através de sensores o grau de compactação de cada ponto da superfície até o nível esperado, sem necessidade de ter equipes de qualidade em campo como no modelo convencional.

RESULTADOS

A conclusão do primeiro projeto de descaracterização de barragens em 2024 não apenas consolidou a empresa como pioneira nesse segmento, mas também gerou números positivos. Durante o período de 2019 a 2024



foram mais de 4,5 milhões de horas trabalhadas sem “vidas mudadas”; a operação da frota de 27 equipamentos não tripulados envolveu a formação de mais de 150 profissionais altamente especializados em operações remotas; mais de 2.512.937m³ de material escavado e transportado com a solução de equipamentos não tripulados, alcançado picos de produtividade na escavação equivalentes ao de condições tripuladas de operação, comprovando a eficiência e inovação das tecnologias aplicadas.

Além disso, o projeto foi entregue 403 dias antes do prazo contratual determinado. Outro ganho é que a descaracterização integral da barragem utilizando solução inovadora de engenharia trouxe um impacto positivo direto às comunidades do entorno, reduzindo significativamente os riscos aos moradores e ao meio ambiente.

EQUIPAMENTOS NÃO TRIPULADOS EM BARRAGENS

Atualmente, com 66 anos de atuação, a Construtora Barbosa Mello possui uma frota completa para obras de engenharia em áreas críticas, utilizando equipamentos não tripulados. A frota é composta por equipamentos de linha amarela (tratores, escavadeiras, motoniveladoras) e linha branca (caminhões basculantes, pipa, entre outros). Segundo a empresa, a perspectiva para este ano de 2025, no pico das obras em andamento, são de 64 equipamentos operando remotamente.

Entre as principais aplicações estão os projetos de descaracterização e descomissionamento de barragens, por se tratar de serviços em locais de risco, onde não é permitida a presença de pessoas.

De acordo com a empresa, um case recente de sucesso foi a descaracterização de barragem em nível 3 de segurança, em Macacos, distrito de Nova Lima-MG, onde os equipamentos foram aplicados para retirada de mais de 2,5 milhões de metros cúbicos de rejeito que levou a barragem a retomar os níveis de segurança adequados, mitigando o risco a comunidades e meio ambiente.



CONHEÇA OS AUTORES

Guilherme de Souza Bechara - Gerente de Soluções em Engenharia |
Rodrigo Assunção Gazzola - Gerente de Contrato



CONSTRUÇÃO CIVIL

Planta móvel de painéis LSF como alternativa à falta de mão de obra

A construção civil no Brasil enfrenta atualmente escassez de mão de obra qualificada, impactando negativamente o andamento das obras e elevando os custos no setor. Pesquisa divulgada em dezembro pelo FGV IBRE aponta que 82% das empresas da construção estão com dificuldade de contratar novos trabalhadores. A Bauser apresenta como alternativa para essa carência uma linha de produção automatizada e robotizada para fabricação de painéis de vedação em Light Steel Frame (LSF).

Outra pesquisa recente, realizada pela Grua In-

sights, revelou que 90% dos empresários da construção civil enfrentam dificuldades para contratar profissionais em geral, sendo os pedreiros os mais escassos, conforme apontado por 27% dos entrevistados. Além disso, funções como serventes e carpinteiros também apresentam déficits significativos.



Segundo os analistas do setor, a falta de mão de obra qualificada é um dos principais desafios para a construção civil atualmente, com a idade média dos trabalhadores aumentando ano após ano – 41,2 anos, em 2024, contra 37,4 anos em 2010 –, evidenciando a falta de atratividade do setor para os jovens, que muitas vezes optam por outras carreiras consideradas mais atraentes.

Empresários do setor relatam que muitos trabalhadores estão deixando os canteiros de obras em busca de alternativas percebidas como menos desgastantes e potencialmente mais lucrativas. A concorrência com trabalhos informais, como os oferecidos por aplicativos de transporte, contribui para a migração de profissionais qualificados para outras áreas.

Além disso, estudos apontam que 60% das empresas têm dificuldades para contratar ou reter profissionais e 80% não encontram trabalhadores suficientes. Essa escassez de profissionais tem causado atrasos em obras, com 70% das empresas admitindo prorrogações nos prazos de entrega nos últimos seis meses. Ela afeta diretamente os custos das obras e, consequentemente, o valor dos imóveis. O custo do metro quadrado no Brasil atingiu R\$ 1.786,82 em novembro de 2024, refletindo o impacto da falta de profissionais no setor.

A produtividade do setor também está em declínio, com uma redução média de 0,62% ao ano entre 1995 e 2022, considerando o valor agregado por hora trabalhada. O retrabalho, que pode aumentar os custos totais em até 42%, agrava ainda mais a situação, impactando prazos, custos e a reputação das empresas. Segundo analistas do setor, a situação ameaça o cumprimento de investimentos projetados em R\$ 1,3 trilhão até 2029 pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC).

PROJETO INDICA ALTERNATIVA PARA O PROBLEMA

Batizado de Microfábrica Itinerante de Painéis em Light Steel Frame, o projeto da Bauser propõe uma solução inovadora para os desafios da construção civil brasileira na questão da falta de mão de obra qualificada, além da baixa produtividade, altos índices de retrabalho, desperdício de materiais, atraso em cronogramas e impactos ambientais significativos. A iniciativa da empresa visa desenvolver uma linha de produção automatizada e robotizada para fabricação de painéis de vedação (não estruturais) em LSF, destinados a paredes internas e externas, com o objetivo de reduzir a dependência de mão de obra em canteiros, otimizar processos e minimizar o impacto ambiental das construções.

Painéis em LSF são estruturas leves feitas de perfis de aço galvanizado conformados a frio, utilizadas na construção civil para erguer paredes, divisórias e até mesmo edifícios inteiros. Esse sistema construtivo é baseado em um esqueleto metálico leve e altamente resistente, que pode ser combinado com materiais como placas de gesso, cimentícias ou OSB para fechamento e acabamento.

De acordo com Alan Sean Schütz, CEO da Bauser, a industrialização da construção, com foco em métodos off-site e uso de materiais sustentáveis, é a principal tendência para enfrentar os desafios do setor. “A proposta da microfábrica itinerante de painéis em LSF alinha-se a essa visão, promovendo uma construção mais rápida, segura, eficiente e sustentável”, afirma o executivo, lembrando que o projeto encontra-se no nível de maturidade tecnológica TRL-4. “O modelo de negócio está sendo definido. Queremos levar para algum investidor e moldar em conjunto.”

O projeto enfrenta quatro grandes desafios de inovação, segundo Schütz:

Validação técnica dos painéis em LSF – desenvolver painéis de vedação (não estruturais), com infraestrutura elétrica e hidráulica embutida, que atendam às normas técnicas e sejam compatíveis com estruturas de concreto protendido moldadas in loco;

Automatização e robotização da produção – criar uma linha de produção altamente automatizada, superando os métodos manuais ainda predominantes no setor;

Desenvolvimento de materiais sustentáveis – utilizar resíduos industriais e materiais ecologicamente corretos na composição dos painéis; e

Criação de uma microfábrica itinerante – transformar o layout de produção em uma unidade móvel, equipada com tecnologias de comunicação e realidade aumentada para integração entre projeto, produção e instalação.

Apesar dos desafios, o projeto da Bauser busca resultados significativos em comparação com os métodos tradicionais de construção. Segundo

o CEO da empresa, são esperados: redução de 30% a 40% da mão de obra em canteiro; diminuição de 25 a 35% no tempo de execução das obras; e encolhimento de 40% no retrabalho. “A ideia é ter a fábrica instalada próxima do canteiro de uma obra por um período que pode variar de quatro a sete meses. Depois ela se desloca para atender outra obra”, revela Schütz.

De acordo com o CEO da Bauser, uma microfábrica tem custo estimado em até R\$ 12 milhões, mas o objetivo da empresa é que o investimento fique abaixo dos R\$ 10 milhões. Já o custo final da obra não deve ser superior a 5% em relação aos métodos tradicionais. É esperada também a redução de 40% na exposição a riscos de trabalho em altura, aumento de 10% na produtividade dos trabalhadores, redução de 60% no consumo de água e geração de resíduos; diminuição de 30% nas emissões de CO2 durante a execução e redução de 40% no consumo de energia após a entrega.

“A microfábrica itinerante de painéis em LSF representa uma mudança de paradigma na construção civil brasileira, alinhando-se às demandas por maior eficiência, sustentabilidade e redução de custos. Ao industrializar processos e utilizar métodos off-site, o projeto tem o potencial de transformar o setor, tornando-o mais atrativo para investimentos e mais alinhado com as necessidades ambientais e sociais do século XXI”, salienta Schütz, destacando que, além de atender diretamente as obras, a empresa pensa em vender a tecnologia, “em uma espécie de franquia, em que atendemos com a engenharia e projetos e fornecemos a comunicação para as máquinas”.



CONHEÇA O AUTOR

Alan Sean Schütz - CEO



Perfuratrizes trazidas da China aceleram sondagens no mar para Ponte de Itaparica, que será a maior da A. Latina

Com 12,4 km de extensão, a construção da maior ponte sobre lâmina d'água da América Latina, ligando Salvador a Itaparica, representa alguns desafios para a engenharia. Com investimento de R\$ 10,4 bilhões, a concessão ocorre por meio de uma Parceria Público-Privada (PPP) entre o Governo da Bahia e os grupos chineses CRCC e CCCC, que terá a duração de 29 anos e outros 6 anos de construção. Em fevereiro, o Tribunal de Contas do Estado (TCE) aprovou a homologação da proposta de consenso entre o Estado e Consórcio, destravando o processo para tocar as obras do empreendimento, cuja instalação dos canteiros de obras deve ocorrer no início de 2026.

Antes disso, os serviços de sondagem das fundações vêm sendo realizados pelo Consórcio Sondagem Ponte Salvador-Itaparica, formado por CHEC Dredging e a Concremat. O programa de sondagens previsto no projeto estima 102 furos ao longo de 12,4 km do traçado e no prazo de 8 meses.

Esse serviço se realizado com equipamentos convencionais causaria atrasos significativos no cronograma. O Consórcio optou então pela parceria com a FHDI – Fourth Harbour, que utilizou equipamentos de alta performance, com intercâmbio entre profissionais brasileiros e chineses, para enfrentar as dificuldades na campanha de sondagens da futura ponte. Foram empregados então três perfuratrizes e balsas de grande porte trazidas da China, da série HD, que possuem a tecnologia do Sistema de Compensação de Ondas, que usa sensores para detectar os movimentos do mar e ajustar a perfuratriz em tempo real.

ONDAS DE MAIS DE 2 M NO MAR

A Baía de Todos os Santos, segunda maior baía do mundo, enfrenta grandes variações de maré, ondas que chegam a ultrapassar 2 m, ventos fortes, correntes e intenso fluxo de embarcações. Por isso, é necessário mais tempo para deslocamento e estabilização da balsa, além de um equipamento estável e potente para perfurações profundas, a mais de 120 m de profundidade, e obtenção de materiais do subsolo para análises geológicas. Também é essencial encontrar balsas que tenham espaço suficiente para a perfuratriz, o canteiro e a equipe de operação especializada.

Segundo a Concremat, havia ainda a necessidade de armazenamento adequado dos testemunhos durante a operação, para posteriores ensaios laboratoriais de solo e rocha, garantindo a integridade do material coletado e a qualidade nos resultados.

Esse trabalho é crucial para estudar o terreno e dimensionar as fundações da ponte. Atrasos nos testes impactariam o cronograma, aumentariam o tempo para elaboração dos projetos executivos, e gerariam custos extras com logística e riscos no transporte.

Com as três perfuratrizes e balsas chinesas, tendo as perfuratrizes da série HD a tecnologia de Sistema de Compensação de Ondas, foi possível reduzir o Root Mean Square Error (RMSE) em mais de 85%, permitindo uma operação mais estável e precisa, mesmo em condições de ondas altas, e possibilitando a obtenção de amostras de solo e rocha no local dos pilares de sustentação da ponte.

As amostras dos testemunhos foram embaladas, identificadas e ar-



mazenadas em um contêiner controlado na balsa. Depois, são enviadas para um laboratório no canteiro da obra, onde dois operadores realizam as análises. A operação ocorre em dois turnos, totalizando 16 horas diárias, com logística de apoio. Além disso, segundo o Consórcio, reuniões diárias, utilizando o método Lean Construction, ajustam a programação considerando as condições climáticas e marítimas.

RESULTADOS

Com os equipamentos apropriados, a execução da sondagem já ultrapassou 70%, mesmo em condições adversas do clima. Perfurações mais profundas, até 120 metros, aumentaram o tempo de trabalho, mas a conclusão da campanha, de acordo com a Concremat, cumprirá o prazo de 8 meses previsto.

Se utilizadas perfuratrizes convencionais, a produção esperada seria de no máximo 0,5 m de rocha/hora. Com o equipamento da série HD, a média foi de 1,2 m/hora por perfuratriz, aproximadamente 20 m/dia, considerando as 16 h/dia de trabalho.

Com três balsas simultâneas e dois turnos de operação, a Concremat atingiu a produção de 60 m/dia. Sem essa tecnologia, seriam necessárias 8 perfuratrizes e 48 balsas, em dois turnos, para manter o cronograma. Outro fator positivo, é que a decisão de instalar um laboratório próprio de solo e rocha no canteiro da obra proporcionou confiabilidade nos resultados e agilidade nos testes. Se terceirizados, os resultados demorariam um mês, mas no laboratório próprio o prazo caiu para apenas 10 dias, com apenas dois operadores, uma redução de 67% no prazo.



COMO SERÁ A CONSTRUÇÃO DA PONTE SALVADOR-ITAPARICA

Com 12,4 km de extensão, a ponte Salvador-Itaparica, na Bahia, será a maior travessia sobre lâmina d'água da América Latina. No total, o complexo da ponte terá 46,4 km, considerando também os acessos viários (30 km em Itaparica e 4 km em Salvador). Isso porque no projeto está prevista, além da construção da ponte em si, a requalificação dos sistemas viários da capital baiana e da Ilha de Itaparica. Até agora a maior ponte do Brasil, Rio-Niterói tem 13,3 km de extensão, mas inclui os acessos viários. Do total, apenas 8,83 km são sobre a linha d'água.



De acordo com a Concessionária Ponte Salvador-Itaparica, não apenas a capital baiana e a Ilha de Itaparica serão beneficiadas pela ponte, mas 250 municípios e cerca de 10 milhões de pessoas serão impactados pela obra. Além disso, com a ponte e os acessos, cerca de 100 km de estrada serão evitados e mais de 40% do tempo de viagem será reduzido por não ser mais necessário realizar o contorno pela BR-101, além de facilitar o acesso a outras regiões da Bahia e outros Estados, aproximando destinos turísticos da capital.

Já sobre a montagem dos canteiros de obras (ao menos um em cada cabeceira da ponte) haverá também uma espécie de canteiro flutuante sobre balsas, no mar. "As balsas seguem o modelo robusto do projeto, pois receberão guindastes, máquinas e equipamentos de grande porte e toda a logística para construção que uma estrutura dessa exige", contou Cláudio Villas Boas, CEO da Concessionária Ponte Salvador-Itaparica.

A construção da estrutura foi dividida em três etapas: trecho de aproximação na Ilha de Itaparica, com 4,6 km; etapa em Salvador, com 6,9 km de extensão; e trecho estaiado, com 0,9 km de comprimento e 85 m acima do nível do mar. Isso vai permitir a navegabilidade de navios de grande porte, como transatlânticos, petroleiros, ferry-boat e plataformas de petróleo. A ponte contará com pistas em ambos os sentidos, cada uma delas com duas faixas, e uma terceira faixa que, inicialmente, funcionará como acostamento. No pico das obras, cerca de 7 mil trabalhadores comporão a força de trabalho.

A espanhola Sener Engenharia e Sistemas é a empresa de engenharia responsável por elaborar o projeto offshore.

PONTE COMPREENDE QUATRO TRECHOS, TÚNEIS E VIADUTOS

1. Acessos viários em Salvador: construção das estruturas que compõem os acessos entre os bairros da Calçada e Água de Meninos e um conjunto de viadutos, além de dois túneis praticamente paralelos aos existentes na Via Expressa.

2. Ponte Salvador-Ilha de Itaparica: após conclusão do sistema viário de Salvador, começam as obras de 12,4 km de extensão da ponte. Nesse trecho do empreendimento, a construção foi dividida em três etapas: aproximação da Ilha de Itaparica, de Salvador e trecho estaiado.

3. Acessos viários em Itaparica: o sistema viário de Itaparica possui aproximadamente 30 km de extensão, compreendidos entre a chegada da Ponte Salvador-Itaparica até a Ponte do Funil, através de uma nova rodovia projetada, que compreende a construção de viadutos incorporados em três interseções.

4. Recuperação e duplicação de trecho da BA-001, nas proximidades de Cacha Prego até a cabeceira da Ponte do Funil.

NO CURRÍCULO, PONTE ESTAIADA DE 5,3 KM

As sócias chinesas na Concessionária Ponte Salvador-Itaparica estão entre as maiores construtoras do mundo. Listada na Bolsa de Valores de Hong Kong, a CCCC tem faturamento anual US\$ 98 bilhões e mais de 100 mil funcionários. Com negócios em mais de 150 países, ocupa a 61ª posição no ranking da Fortune Global 500. É líder em segmentos como: construção portuária, estradas, pontes e fabricação de guindastes e contêineres.

CCCC está entre as companhias que projetou e construiu as maiores pontes do mundo da atualidade: sete das dez principais pontes; cinco das dez maiores pontes de suspensão; cinco das dez pontes estaiadas com os vãos mais longos e seis das dez consideradas melhores pontes de travessia marítima. Um dos exemplos é a ponte Changtai Yangtze River Bridge, sobre o rio Yangtze, considerada a maior ponte estaiada do mundo, com comprimento total de 5,3 km e vão principal de 1.176 m.

Já a CR20, do grupo CRCC, é uma das 500 maiores empresas do mundo, com faturamento anual na casa dos US\$ 154 bilhões, 20 mil funcionários e presença em mais de 20 países e regiões. A companhia projetou e construiu importantes rodovias e pontes na China: autoestrada de Six Daxing para o Sinan, incluindo ponte de 1,2 km de comprimento e 29,7 m de altura; autoestrada de LJ-Four Yanan para Yanchuan – sistema de 13 pontes, sendo que cada ponte com cerca de 2,5 km de comprimento e 36,5 m de altura; e autoestrada de JJTJ-Three Jianli para Jiangling – uma ponte de 2,5 km de comprimento e 27,9 m de altura.



CONHEÇA OS AUTORES

Francisco Miguel dos Santos Correia Henriques Alves - Diretor de Contrato | **Zhu Lizhi** - Diretor Adjunto | **Sergio de Moraes Cardoso** - Gerente Técnico



Reforço estrutural com fibra de carbono recupera ponte e garante mobilidade e integração na zona leste de São Paulo

Uma parceria firmada entre as empresas DFL Engenharia e Almeida Sapata Engenharia e Construções, conseguiu recuperar a estrutura de uma obra de canalização do Córrego Ponte Rasa, localizado na zona leste do município de São Paulo, junto a Rua Vigília, no bairro Vila Buenos Aires, com uma técnica inovadora de solução mista de reforço, sendo em fibras de carbono para as lajes da ponte e incorporação de concreto armado nas cabeceiras de encontro. O reforço estrutural em fibra de carbono é uma solução inédita para obras hidráulicas, como estruturas de canalização e Obras de Arte Especiais (OAE) sobre veio d'água. Essa opção se deu porque as fibras de carbono se destacam pelo seu alto módulo de elasticidade, baixo fator de relaxação e alta resistência à tração.

No local, foi identificado que a ponte existente acima do córrego composta por longarinas metálicas e laje de concreto armado, apresentavam diversos indícios de patologias em sua estrutura, bem como nas contenções de cabeceira nos encontros da ponte. O acesso à laje existente era limitado pelas vigas metálicas e a passagem viária sobre a ponte não poderia ser interrompida devido ao alto tráfego, por se tratar um de via coletora, além disso as dimensões da estrutura não poderiam ser alteradas sem uma análise hidráulica específica, portanto uma solução usual de reforço com o aumento de seção com incorporação de concreto armado ou aço em perfil ou chapa não seria a ideal e não atenderia as necessidades da obra.

Em relação ao aço estrutural, as fibras possuem cerca de dez vezes mais resistência e são cinco vezes mais leves. Sua aplicação, então, satisfaz as condições de segurança estrutural e facilitam as operações de manuseio e aplicação do reforço, evitando erros de aplicação e alcançando todos os vãos da laje. Além disso, não sobrecarregam as demais partes da estrutura da ponte, como longarinas, transversinas, blocos de apoio e fundações, fato que ocorreria nas soluções usuais.

Partindo de um cálculo estrutural específico, que levam em conta as dimensões estruturais existentes, as cargas móveis e permanentes sobre a ponte e as novas condições de solicitação da laje de concreto, foi determinado que a solução viável seria a aplicação de mantas de fibra de carbono unidirecional de elevada resistência, no padrão de 300g/m² por fibra e resistência à tração de 4300 N/mm².

Fornecida em rolos, as mantas facilmente podem ser armazenadas no

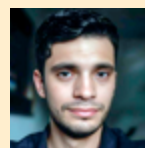


canteiro de obras e suas tiras destacadas para a aplicação com as dimensões necessárias, conforme previsto no projeto. Ressalta-se que, embora a aplicação seja prática, a qualificação técnica da equipe da construtora foi de grande importância, uma vez que esse tipo de aplicação demanda etapas que não são comuns à construção convencional em concreto armado, como os procedimentos específicos de preparação da superfície, a aplicação da resina adesiva e o próprio manuseio, corte e aplicação das mantas de fibra de carbono.

Com todas as providências tomadas, a solução adotada pela equipe técnica da DFL Engenharia, bem como a habilidade da equipe de execução da Almeida Sapata recuperou a capacidade estrutural da ponte existente, sem causar danos à estrutura ou bloquear o tráfego da via. A solução em mantas de fibras de carbono já é bastante usual em recuperação estrutural de obras prediais, contudo se demonstrou inovadora e tem grande potencial na recuperação de estruturas também em obras hidráulica, como nesse caso que foi em uma Obra de Arte Especial (OAE) sobre veio d'água, principalmente sob as demandas de grandes centros urbanos, como em São Paulo.

CONHEÇA OS AUTORES

Vinicius Melloni - Projetista - Engenheiro Civil | **Giovane Di Stasi** - Projetista - Engenheiro Civil



Inovação digital para projeto executivo de plataformas de petróleo offshore

O projeto e a construção de plantas industriais envolvem um grande volume de informações e documentos de diversas disciplinas. No cenário atual, a alta produtividade e a rápida execução exigem o uso de sistemas especializados de engenharia, suprimentos e construção. Diante do desafio de lidar com um enorme fluxo de dados, a inovação digital surge como ferramenta ideal, especialmente em projetos desafiadores como as plataformas de petróleo offshore.

Um desses projetos foi desenvolvido pela DBR Energies para a Petrobras. É o projeto executivo dos módulos da planta de processos e utilidades (*topside*) do FPSO P-78. A empresa também foi responsável pela engenharia de integração e interface, tendo participado também das etapas de suprimentos, construção e montagem como assistente técnico.

Ainda em construção, o navio-plataforma FPSO P-78 possui 345 m de comprimento e 60 m de boca (largura do casco). A unidade tem aproximadamente 15 mil linhas de tubulação, 20 mil válvulas manuais e 120 mil toneladas de peso seco, e irá operar no campo de Búzios, do Pré-Sal, com 13 poços (6 produtores e 7 injetores), a aproximadamente 200 km da costa brasileira e com lâmina d'água de 2.000 m. Possui capacidade para produzir até 180 mil barris de óleo equivalente por dia e de processar 7,2 milhões de m³ por dia de gás natural, além da capacidade de estocar 1,8 milhão de barris de petróleo cru. O projeto e a construção do casco do navio P-78 foram realizados pela Hyundai Heavy Industries, na Coreia do Sul. A fabricação e a construção dos módulos e pacotes foram realizadas em vários sites ao redor do globo, e a integração se deu em Singapura.

De acordo com a DBR, a execução de projetos do porte da P-78 se dá com uso intenso de sistemas digitais de engenharia, suprimentos e construção, incluindo maquetes eletrônicas BIM. O uso desses sistemas no mercado de engenharia e construção vem crescendo e se aperfeiçoando desde meados da década de 1960, com o surgimento dos primeiros sistemas de Computer Aided Design (CAD).

Atualmente, estão disponíveis comercialmente diversos suítes de ferramentas digitais inteligentes (com bancos de dados integrados), especializados para aplicações específicas, como análise numérica para simulação de escoamento de fluidos, dimensionamento de estruturas e de suportes de tubulação, simulação de processos, simulação e dimensionamento de redes hidráulicas, simulação e dimensionamento de sistemas elétricos, de iluminação e de sonorização, sistemas de gestão de materiais, sistemas de gestão de documentos, e os próprios sistemas de maquetes digitais 3D, que em parte originaram os modelos BIM.

Segundo a DBR, o uso dos sistemas digitais e BIM pode representar um avanço exponencial na produtividade das empresas de engenharia e construção. Porém, para que esses players possam colher os frutos que essas tecnologias oferecem, há inúmeros desafios associados ao uso dessas ferramentas que precisam ser vencidos. Entre eles, estão a capacitação e cultura (os sistemas evoluíram e continuam evoluindo rapidamente, exigindo contínua capacitação); configuração, parametrização e customização dos sistemas; hardware e infraestrutura de rede; segurança das informações; interoperabilidade de dados; engenharia colaborativa e *worksharing*; e volume elevado de documentos e dados.



Devido à complexidade de um empreendimento como a P-78, em particular para enfrentar os desafios associados à grande quantidade de documentos e dados envolvidos, a DBR Energies adotou um conjunto de estratégias inovadoras. Foi necessário implementar um modelo de gestão estratégica na equipe de engenharia digital, incluindo desenvolvimento e administração de sistemas e bancos de dados, *design review* e engenharia de dados.

Sendo assim, foram desenvolvidas soluções específicas para a gestão de interfaces, engenharia colaborativa e tratamento do volume de informações geradas. Entre as principais inovações implementadas no projeto estão:

Sistema de gestão de interfaces – uma plataforma web própria foi aprimorada para permitir o alinhamento técnico entre todas as partes envolvidas, garantindo eficiência na comunicação e na resolução de conflitos técnicos;

Ambiente cloud para engenharia colaborativa – implementação de sistemas e bancos de dados de engenharia em nuvem, permitindo o compartilhamento em tempo real dos modelos BIM entre diversas equipes globais, conectando mais de 300 estações de trabalho e dez servidores distribuídos pelo mundo, com latência inferior a 50ms e disponibilidade de 99,9%.

Portal web integrado de engenharia – desenvolvimento de uma plataforma digital que consolidava todas as informações dos bancos de dados e modelos BIM, permitindo a geração automática de relatórios em tempo real. Esse sistema possibilitou a extração rápida de materiais, controle de revisões, análise de interferências e atualização de indicadores gerenciais, reduzindo significativamente o tempo necessário para gerar requisições de material e cálculos críticos, como o centro de gravidade da unidade.

De acordo com Gabriel Silva, gerente de Digital Engineering e Desenvolvimento de Sistemas da DBR, essas inovações resultaram em um aumento da produtividade e eficiência do projeto, permitindo que a engenharia e construção fossem executadas com precisão e menor tempo de resposta. “A implementação da estratégia de gestão da engenharia digital, assim como a execução do projeto buscando, por meio do digital, inovações e automatizações que agilizassem e simplificassem o trabalho da Engenharia, otimizaram a execução do projeto, resultando em maior qualidade dos entregáveis e menor retrabalho de engenheiros e projetistas”, diz Silva.



Isso se traduziu em melhor desempenho técnico-operacional da equipe de engenharia. “O maior ganho, entretanto, foi certamente para nossos principais clientes e parceiros, a EPCista (construtora) e a operadora (proprietária e operadora do ativo)”, salienta o gerente.

Para a EPCista, segundo ele, as inovações desenvolvidas no projeto executivo do FPSO P-78 criaram condições de melhorar a gestão de inter-

faces, a gestão de suprimentos, e asseguraram um desempenho superior nas atividades de construção, montagem e comissionamento, como resultado da menor necessidade de mudança no campo, menor retrabalho das equipes de montagem e otimização das atividades de comissionamento e testes, “fruto da gestão disciplinada de uma expressiva quantidade de dados durante a fase de engenharia”.

Para a operadora, a disponibilização, por meio de bancos de dados, do enorme volume de dados relativos às características da unidade, contribuirá para um melhor desempenho das equipes de operação e manutenção. “Além disso, a organização, qualidade e rastreabilidade dos dados e dos processos de execução do projeto de engenharia irão se refletir em maior segurança na operação e na manutenção da plataforma – resultado de eficácia do arranjo quanto aos volumes de operação e manutenção, posicionamento de acessos e rotas de fuga desobstruídos e estudos eficazes de movimentação mecânica para manutenção”, aponta Silva.

Conforme o gerente, a inovação na área de engenharia digital e na implementação de projetos digitais “é um processo gerador de ganhos para todas as partes envolvidas, influenciando significativamente e positivamente o resultado técnico-operacional do projeto em todas as suas fases e elevando o retorno sobre o investimento de capital. O sucesso do FPSO P-78 demonstra isso na indústria offshore, servindo de referência para futuros empreendimentos de grande porte”.

P-78 será destinada ao campo de Búzios

O Plano Estratégico da Petrobras para o período de 2023 a 2027 destinou US\$ 64 bilhões para investimentos em atividades de exploração e produção. Uma parcela de 67% desses recursos será revertida a investimentos no pré-sal. Com os novos projetos somados às unidades já em operação, a estimativa é que a companhia irá produzir um total de 3 milhões e 100 mil barris de óleo equivalente por dia (boed) em 2027, sendo 2,4 milhões boed no pré-sal (parcela própria da Petrobras), o que representará 78% do total da produção. No caso da produção operada (Petrobras + parceiros), a projeção é que o volume produzido no pré-sal alcance 3,6 milhões de boe em 2027.

Das onze novas plataformas programadas para o pré-sal até 2027, seis serão destinadas ao campo de Búzios: FPSOs Almirante Tamandaré (entrou em operação em fevereiro deste ano); P-78 e P-79 (ambas previstas também para 2025); P-80 e P-82 (2026), além da P-83 (2027).

Maior campo em águas ultraprofundas da indústria mundial, Búzios tem apresentado resultados importantes. Em meados de 2023, o campo já tinha alcançado produção acumulada de 1 bilhão de barris de óleo equivalente (boe), passados apenas cinco anos desde que iniciou sua operação. Para efeito de comparação, o campo de Marlim, na Bacia de Campos, levou 11 anos para atingir o patamar de 1 bilhão de boe e o campo de Tupi, no pré-sal, nove anos.

CONHEÇA O AUTOR

Gabriel Silva - Gerente de Digital Engineering e Desenvolvimento de Sistemas da DBR Energies



GEOTECNIA

Sistema de Inteligência Artificial analisa riscos - em tempo real - em túnel escavado com TBM

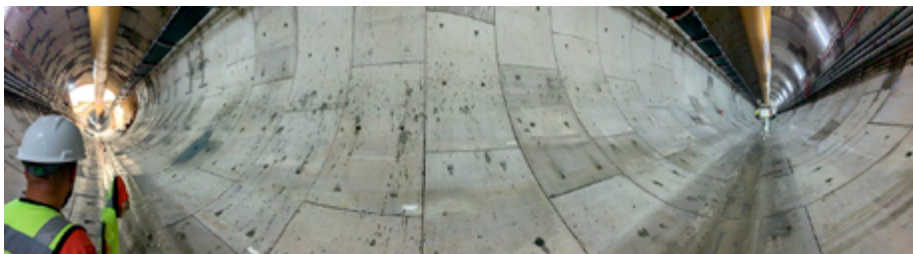
A Geplode, empresa especializada na antecipação de riscos geológicos, desenvolveu um software brasileiro inovador, baseado em Inteligência Artificial (IA) e machine learning, que serve para análise de risco dos túneis e gera e atualiza em tempo real uma base de dados sincronizada de dados de instrumentação e parâmetros da TBM-Tunnel Boring Machine, também chamada Tatzão. O grupo de pesquisa Georisco, dinâmicas ambientais, riscos e ordenamento do território, comparou informações do trecho já escavado com o trecho de pré escavação, antecipando o comportamento do terreno no trecho ainda não escavado, agilizando a tomada de decisões e minimizando riscos geológicos.

A Georisco integra dados da instrumentação geotécnica em um sistema avançado de monitoramento 24/7, otimizando os parâmetros de escavação e definindo padrões de comportamento a partir dos resultados obtidos em trechos já escavados, complementando o reconhecimento geotécnico tradicional. Sua metodologia baseia-se na análise avançada de dados utilizando algoritmos de aprendizado supervisionado

(KNN, K-Nearest Neighbors). A partir dos níveis de alerta definidos no projeto e dos dados gerados pela instrumentação, é possível prever o momento exato em que esses níveis serão atingidos. O monitoramento começa no trecho de pré-escavação. As variáveis consideradas incluem: velocidade de escavação, avanço da TBM, padrões históricos de recalques e valores atuais no trecho. Esses dados são processados para extrapolar e interpolar valores, prevendo o recalque a cada avanço de anel de escavação e projetando sua evolução futura.

Em cada ciclo de análise, os dados de instrumentação são revisados e comparados com os novos registros, refinando continuamente o modelo preditivo para antecipar o momento em que o valor de alerta será ultrapassado. Essa abordagem permite tomar decisões oportunas, melhorando a segurança e reduzindo os riscos geológicos.

A análise avançada identifica padrões recorrentes nos recalques e parâmetros de escavação, permitindo ajustes nos planos em tempo real que aumentam a eficiência da obra, transformando a análise manual



em automatizada, que combina massivamente dados geotécnicos e parâmetros da TBM em tempo real, projetando o comportamento do terreno no trecho de pré-escavação.

Em 2024 o Georisco foi o vencedor do desafio “New Technologies for geological prediction ahead of the tunnel face in TBM”, dentro do Programa ACCIONA l’MNOVATION #Startups, organizado pela construtora. O grupo está sendo validado em um projeto piloto com a própria ACCIONA, aplicado nos túneis da Linha 6 Laranja do Metrô de São Paulo. Para este projeto, o trecho de pré-escavação definido é de 21 m (o dobro do diâmetro da seção da TBM). Neste ambiente real é possível educar e aprimorar o modelo, maximizando sua capacidade preditiva.

O grupo opera sob supervisão humana e garante que as recomendações sejam implementadas corretamente. Essa combinação de experiência humana e tecnologia avançada oferece uma solução robusta para os desafios da construção de túneis, especialmente em ambientes urbanos, além de ajudar a trans-

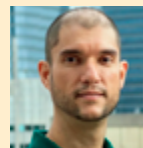
formar a instrumentação geotécnica de uma abordagem reativa para uma abordagem proativa, ao quantificar o que ocorreu, compará-lo com o passado e prever o futuro.

Com a plataforma, os custos serão reduzidos em até 20% na mitigação de riscos geológicos, 15% na redução dos impactos na área de influência, e 7% na instrumentação geotécnica. No caso específico do teste, houve uma melhoria na eficiência dos alertas de risco, reduzindo em 17% o número de alertas falsos recebidos. Adicionalmente, do total de alertas de previsão emitidos, 74% se confirmaram como eventos reais.



CONHEÇA OS AUTORES

Roberto Collado - Geólogo – Especialista em instrumentação geotécnica e túneis - Gprode | **Mônica Calle** - Engenheira Sênior de Telecomunicações - Gprode | **David Mendi** - Engenheiro Geológico – Especialista em instrumentação geotécnica e túneis - Gprode | **José Maria Creus** - Director Engenharia Linha 6 do Metrô de São Paulo - Acciona



Pavimento aeroportuário é recuperado com tecnologia não destrutiva

Aumentar a capacidade de suporte geotécnico do solo, preenchendo vazios e compactando o solo, para recuperação da estrutura de um pavimento rígido em um dos principais aeroportos do Rio de Janeiro. Esse foi o desafio que a Construtora Gmaia, da Priner, assumiu, com o reforço da sua base através da tecnologia Priner Soil Injection (PSI), um método não destrutivo, com injeção de resinas expansivas no solo. A intervenção ocorreu em uma área de 22 m x 20 m, abrangendo um total de 483 pontos de injeção com profundidades variáveis.

A inspeção técnica inicial identificou fissuras no pavimento e condições que exigiam ações imediatas para evitar degradação progressiva, por isso foram realizadas visitas técnicas para definição da área, assegurando que os procedimentos atendessem às necessidades estruturais do local.

A solução desenvolvida foi de utilizar a modelagem geotécnica em elementos finitos para simular a expansão da resina no solo. Utilizando malha de regular, foram demarcados pontos de injeção, um total de 483, e realizado ensaios de penetração para verificar as condições iniciais do solo. O pavimento foi perfurado em profundidades específicas com o uso de equipamentos apropriados para assegurar precisão e eficiência.

Os profissionais usaram resina expansiva de poliuretano, aplicado em duas profundidades e o processo garantiu a expansão do material até atingir o volume especificado em pro-

jeto ou sinalizar movimentação discreta na superfície. A etapa foi acompanhada por nível rotativo a laser, para detectar movimentações milimétricas e a execução seguiu as diretrizes internas da construtora para injeção em solo.



Remoção e Tamponamento dos furos: Foi realizado o corte das hastes, seguido pela limpeza do furo e aplicação de adesivo estrutural epóxi para tamponamento.

Ensaio DPL: O procedimento de ensaio foi realizado antes e depois da recuperação. Com a cravação da ponta cônica, foi possível analisar a resistência à penetração do solo, permitindo a detecção de camadas com diferentes resistências. Os resultados obtidos foram excelentes, evidenciando um aumento expressivo na resistência do solo.



RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL DA PLACA PROTENDIDA I.

Demolição: Realizou-se a demarcação e delimitação com serra mármore da área a ser recuperada, definida pela engenharia do aeroporto.

Após o corte, todo concreto danificado foi retirado com o uso do martelo, em uma profundidade 18 cm da placa de concreto. Posteriormente foi realizada a limpeza da área para remoção das partículas soltas e impurezas.

Instalação da Armadura: Realizou-se a marcação, perfuração e limpeza com ar dos furos de ancoragem das armaduras conforme projeto de recuperação. Na junta de movimentação foi instalada uma barra de transferência quadrada com EPS e graxa nas laterais. Nas juntas com o piso existente foram instaladas barras CA50, ancoradas com resina epóxi.

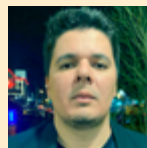
Concretagem: Realizada com controle de slump, retirada de corpos de prova para ensaios mecânicos nas primeiras idades e a cura foi química para garantir resistência solicitada pelo projeto.

A aplicação da resina expansiva no solo e recuperação estrutural da placa de concreto resultaram em uma significativa melhora na capacidade de suporte do pavimento, minimizando a intervenção na área e reduzindo emissão de CO₂, já o reforço geotécnico ocorreu em área maior, sem haver necessidade de demolição do pavimento. Os processos adotados eliminaram vazios críticos, estabilizaram o subleito e restauraram a integridade da pista.

Esse método mostrou-se não apenas sustentável, mas com elevada eficiência em comparação aos métodos convencionais, reduzindo drasticamente o impacto na operação do aeroporto, atendendo aos requisitos de segurança e durabilidade da infraestrutura.

CONHEÇA OS AUTORES

Leandro Filgueiras – Engenheiro de Projetos Sênior | **Rodrigo Ribeiro** – Estagiário de Engenharia



MANUTENÇÃO INDUSTRIAL

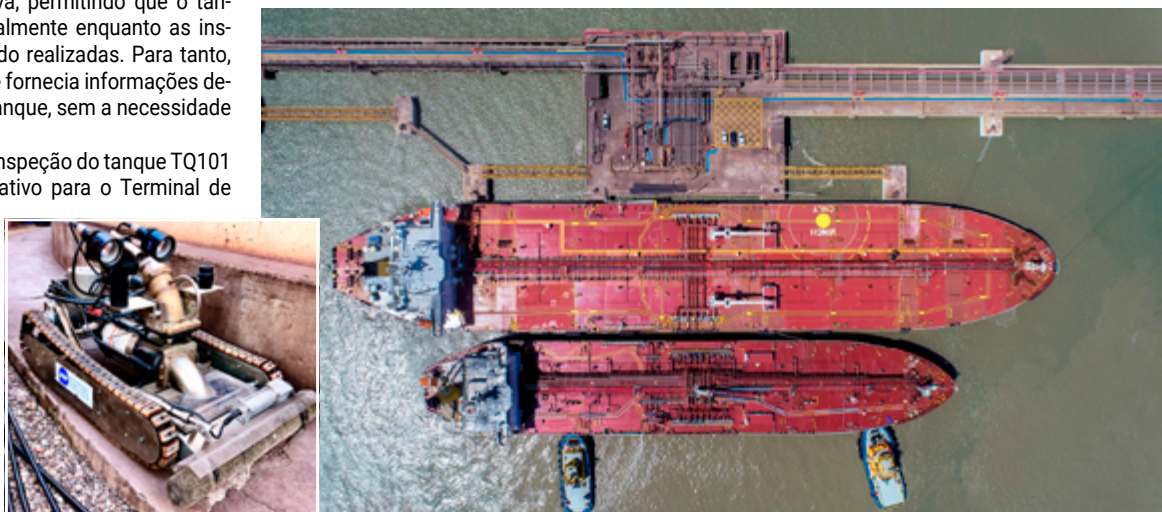
Limpeza robotizada mantém tanque de combate a incêndio operacional no Porto de Itaqui

Para a manutenção do tanque TQ101, que armazena água para o sistema de combate a incêndios no Terminal de Itaqui, localizado no Porto do Itaqui, em São Luís (MA), a empresa Ultracargo utilizou uma abordagem avançada e minimamente invasiva, permitindo que o tanque continuasse operando normalmente enquanto as inspeções e a limpeza estavam sendo realizadas. Para tanto, usou uma solução robotizada, que fornecia informações detalhadas sobre as condições do tanque, sem a necessidade de sua desativação.

De acordo com a empresa, a inspeção do tanque TQ101 representava um desafio significativo para o Terminal de Itaqui, uma vez que ele é a única reserva técnica operacional do terminal destinada ao Sistema de Combate a Incêndio (SCI). Construído em 2010, o TQ101 tem 17,18 m de diâmetro, altura de 19,52 m e capacidade para 4.524 m³.

“O processo de inspeção convencional implicaria na retirada do tanque de operação, o esgotamento ou transferência

completa da água armazenada, bem como a remoção do sedimento acumulado e a criação de um ambiente seguro e acessível para os trabalhadores”, explicam os técnicos do projeto. O interior do tanque é classificado



como espaço confinado, conforme a norma NR-33, o que eleva a complexidade e os riscos envolvidos no serviço.

Além disso, o processo exigiria a desativação de outro tanque de inflamáveis, responsável pelo armazenamento de produtos dos clientes do terminal. “Esse tanque precisaria ser temporariamente adaptado para armazenar a água necessária ao SCI, gerando a necessidade de grandes obras de interligação entre os tanques e o sistema de sucção. Tal processo acarretaria não apenas altos custos, mas também uma série de desafios logísticos, como o desperdício de água durante a transferência e a adequação do sistema”, revelam os técnicos da Ultracargo.

Adicionalmente, a paralisação do tanque de inflamáveis impactaria diretamente na operação do terminal, resultando em uma redução de 5% na capacidade estática durante um período estimado de 60 dias, o que representaria uma perda significativa de receita. Em 2023, a movimentação de grãos líquidos no Porto de Itaquí alcançou 8,36 milhões de toneladas.

SOLUÇÃO PROPOSTA PARA LIMPEZA DOS TANQUES

A fim de realizar a limpeza dos tanques do SCI com eles operando, a equipe técnica da Ultracargo buscou no mercado tecnologias e empresas que oferecessem soluções voltadas para casos semelhantes, visando a otimizar o processo de inspeção, atendendo aos requisitos estabelecidos pela API 653, e reduzir os impactos operacionais.

Após uma extensa pesquisa, optou-se pela estratégia de incluir o uso de tecnologias avançadas de limpeza e inspeção robotizada, que fornecessem informações detalhadas sobre as condições do tanque, sem a necessidade de desativação.

Assim, foram implementadas medidas para a introdução de equipamentos que permitiram a execução das atividades a partir do teto, garantindo maior segurança e eficiência.

Inicialmente, foi feita a inspeção visual. “Introduzimos um submarino equipado com tecnologia de câmera de alta resolução, permitindo a inspeção visual interna do tanque (chapas de fundo, chapas do costado e soldas), para avaliação de anomalias e processos corrosivos”, explicam os técnicos. No final de todo o processo, foi realizada a medição das chapas de fundo, para o cálculo da vida residual do ativo, utilizando um robô com sistema de ultrassom embarcado. “Com a estimativa do volume de sedimento, dimensionamos o robô de limpeza mais adequado para a remoção de todo o resíduo, garantindo que o processo fosse realizado de forma eficiente e com menor risco, deixando as chapas de fundo do tanque visíveis.”

Todo o projeto foi realizado sem qualquer incidente. “Os robôs foram operados a partir de uma sala de operação (container) de forma segura, o que permitiu realizar toda a inspeção e análises necessárias, atendendo

aos requisitos normativos, validando o ativo para mais uma campanha de 10 anos com segurança, sem a necessidade de exposição dos colaboradores no interior do tanque, conforme a NR-33”.

Ainda de acordo com os especialistas, o processo resultou em uma redução de custos em comparação com métodos tradicionais de aproximadamente R\$ 1 milhão, “com potencial de ganho para os demais terminais, além de aumentar a confiabilidade do tanque e reduzir os entupimentos dos sprinklers, após a remoção do sedimento que se acumulava por mais de uma década”, concluem.



TERMINAL ESTRATÉGICO

O Terminal de Grãos Líquidos (TGL) de Itaquí é uma instalação estratégica para o armazenamento e distribuição de combustíveis, como diesel, gasolina e biocombustíveis. Operado por empresas como a Santos Brasil, o terminal possui conexões com modais ferroviário, rodoviário, dutoviário e marítimo, facilitando a distribuição para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste.

Vale observar que Itaquí está integrado a importantes ferrovias, como a Transnordestina (FTL), que passa por sete estados do Nordeste e tem 4.238 km de extensão, a Estrada de Ferro Carajás (EFC), trecho concedido à Vale e operado pela VLI, com 892 km de extensão, ligando a capital maranhense a Carajás (PA), além de uma conexão com a Ferrovia Norte-Sul, consolidando-se como um corredor estratégico para o escoamento de combustíveis e outros grãos líquidos. O porto possui infraestrutura capaz de receber navios de até 155 mil toneladas.

Nos últimos anos, o terminal passou por expansões importantes. Em 2022, a Santos Brasil iniciou investimentos para ampliar as áreas TGL 1 e TGL 3, com previsão de construção de um novo terminal, o TGL 2. Essas expansões visam a aumentar a capacidade nominal de armazenamento para aproximadamente 201 mil m³ até 2026.

O Porto do Itaquí como um todo possui nove berços operacionais, com profundidades que variam de 12 a 19 m, permitindo a atracação de navios de grande porte. O canal de acesso tem profundidade natural mínima de 23 m e largura aproximada de 500 m, facilitando a navegação.

CONHEÇA ALGUNS AUTORES

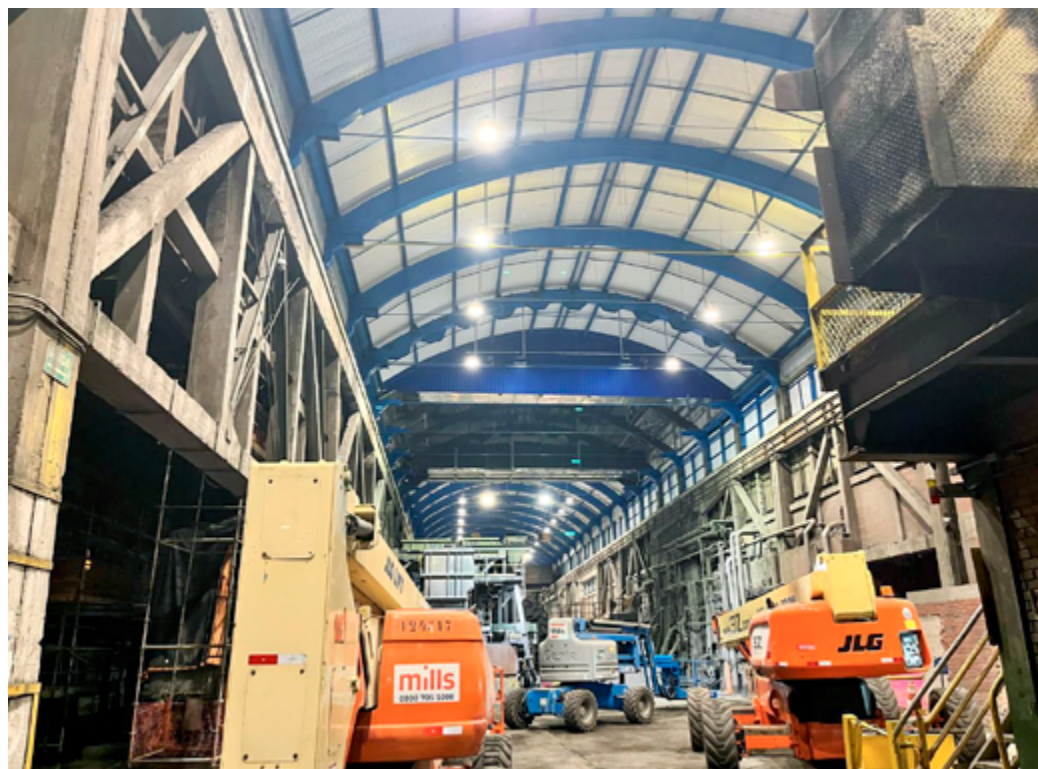
Leonardo Henrique Fernandes Barbosa - Coordenador de Confiabilidade e Integridade | **Eduardo Massayuki Suenaga** - Engenheiro Especialista em Mecânica e Piping II | **Everaldo Silva Sena** - Gerente de Planejamento e Controle De Manutenção



Uso de técnicas de manufatura na atividade de montagem eletromecânica

A aplicação de princípios e técnicas de produção da indústria de transformação no setor de montagem eletromecânica industrial permite aumentar a produtividade e reduzir desperdícios, entre outros benefícios. Esse modelo funciona de maneira semelhante a uma linha de produção de produtos, mas adaptado ao contexto da montagem industrial. A Kaeyer Teckma implementou esse conceito em uma indústria de base, obtendo resultados expressivos e melhorias significativas no processo.

Entre os segmentos industriais traz vantagens relevantes como aumento da produtividade, com a redução do tempo necessário para execução das montagens; menor desperdício de materiais, pois há um uso eficiente de insumos; redução de retrabalho, uma vez que processos padronizados evitam erros na execução; melhoria na segurança (organização e automação diminuem riscos operacionais); e maior previsibilidade, com controle dos prazos e custos da obra.



O segmento de montagem eletromecânica industrial tem metodologias próprias de planejamento e produção para execução das atividades, assim como o segmento de manufatura industrial também possui conceitos e métodos estabelecidos de planejamento e produção. O estudo desenvolvido pelos técnicos da Kaeyer fez a união desses conceitos, aplicando-os no projeto de uma indústria de base. Trata-se da montagem eletromecânica de um sistema de iluminação em um ambiente desafiador. A estrutura era composta por 62 arcos de concreto encapsulados com chapas metálicas, que faziam parte da cobertura do local.

De acordo com os técnicos da Kaeyer, o período definido no cronograma gerencial do projeto era de 60 dias, levando em conta toda a gestão de interfaces do projeto com as demais disciplinas realizadas por outras empresas. Já os trabalhos de montagem eram todos em altura superior a 6 m e com arcos similares

entre si, com certa variação topográfica de alinhamento das estruturas de concreto. A equipe de montagem era composta por soldadores, eletricitas e profissionais de gerenciamento de projeto. Os acessos foram realizados por meio de plataformas elevatórias, enquanto as peças padroniza-

Adoção de metodologias de produção enxuta, como o sistema Just-in-Time (JIT) e Lean Manufacturing, apresenta diferenças significativas em relação aos modelos tradicionais. A principal delas é a abordagem de produção 'puxada', que ajusta o fluxo produtivo conforme a demanda. Nesse sistema, o material só é processado quando a operação seguinte solicita, enviando um sinal de produção à etapa anterior. Já no sistema tradicional 'empurrado', a produção ocorre independentemente da demanda, o que pode gerar acúmulo de estoques caso uma etapa do processo sofra interrupções. No sistema puxado, isso não ocorre, pois a produção só avança quando há necessidade real.

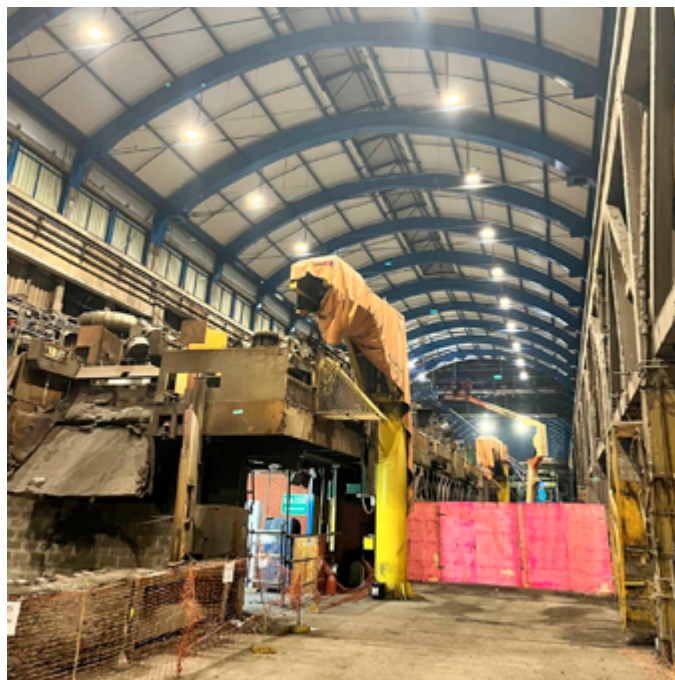
Na prática, esse método incorpora abordagens da indústria de manufatura, como a redução de desperdícios e otimização do fluxo de trabalho (lean), automação de processos para agilizar montagens, padronização de tarefas para aumentar a eficiência e gestão visual para o controle contínuo da produção.

De forma geral, aplicar o método da indústria de transformação em ou-



das, como suportes, eletrodutos e elementos de fixação, foram fabricadas em oficinas no próprio canteiro de obras

“Desde a concepção da metodologia de planejamento, o projeto utilizou abordagens ágeis, como a utilização do LPS (Last Planner System), no qual sessões de pull planning (planejamento puxado) eram realizadas para programar a entrega dos principais marcos do projeto, como o sistema de iluminação fixado nos arcos metálicos da cobertura”, explicam os autores deste trabalho.



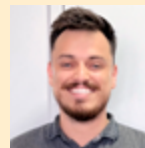
Durante a elaboração do planejamento puxado, foi detectado que a sua execução compreendia trabalhos e esforços repetitivos, ou seja, as etapas do serviço poderiam ser adaptadas a um modelo de linha de produção, com equipes realizando cada pacote da entrega para a turma subsequente. “Dessa forma, o trabalho foi dividido em quatro equipes, cada uma com entregas bem definidas, seguindo uma estratégia de produção top-down – abordagem na qual a empresa estabelece as diretrizes e objetivos que devem ser seguidos pelas operações”, esclarecem.

Com as premissas e equipes estabelecidas, foi adotada a estratégia de produção bottom-up – abordagem que considera a experiência diária para orientar as operações. “Essa estratégia foi utilizada na interlocução com o time de produção para identificar pontos de atenção, distribuir os recursos conforme os prazos de entrega de cada equipe e garantir a execução dentro dos tempos padrão definidos”, explicam os técnicos do projeto.

Eles destacam ainda que identificar um sequenciamento repetitivo na operação pode simplificar o processo de planejamento. Além disso, “a aplicação estruturada de conceitos de manufatura, como a produção seriada, aliada a metodologias lean e estratégias híbridas de produção (bottom-up e top-down) na execução de serviços de montagem eletromecânica, pode gerar ganhos expressivos para o projeto, aumentando a produtividade e reduzindo desperdícios”.

CONHEÇA OS AUTORES

Paulo Vinícius de Almeida Oliveira - Gerente Comercial | **Paulo Ricardo de Oliveira Freitas** - Coordenador de Planejamento



SEGURANÇA NO TRABALHO

Pulseiras inteligentes monitoram sinais vitais dos trabalhadores em ambiente industrial

Imaginem para uma empresa, saber, antecipadamente, em qual setor, se há um colaborador se sentindo mal ao exercer suas funções? Essa previsão detalhada já é possível com uma nova tecnologia desenvolvida pela Timenow: Pulseiras inteligentes que captam os sinais vitais dos trabalhadores, por setor, e todos sincronizados em uma central de monitoramento.

Este projeto piloto foi fornecido para a Braskem, entre 2023 e 2024, e executado pela equipe de engenharia de projetos da Timenow. “Dividimos as equipes de acordo com cada atividade, por exemplo: montagem, manutenção, e etc. Para fazer esse monitoramento, distribuímos os gateways em cada setor (são plataformas como se fossem modems de internet, mas que monitoram os sinais das pulseiras em até 200m ou mais). Ao rastrear as reações dos funcionários, os gateways emitem um alerta, em caso de alguma anormalidade, passam as informações para a central de monitoramento, que informa os líderes do que está ocorrendo”, explicou Magnun Afonso, um dos autores do projeto.

No caso da Braskem, na época, a empresa enfrentava desafios significativos em suas operações industriais, destacando-se a manutenção de fornos, caracterizada por altas tem-

peraturas, restrições do maquinário e complexidade operacional. A dispersão geográfica dos colaboradores e a variabilidade nas funções dificultavam o monitoramento contínuo de estados de atenção, fadiga e sonolência. Além disso, a gestão inadequada das cargas de trabalho pode levar à sobrecarga ou ociosidade, comprometendo a produtividade e a segurança.

O monitoramento constante de sinais vitais é crucial para prevenir acidentes, mas a falta de dados em tempo real limita a capacidade de resposta a condições adversas. Segundo a equipe da Timenow, estabelecer pausas



personalizadas é outro desafio, pois as necessidades de descanso variam entre os colaboradores, exigindo uma abordagem adaptativa e individualizada.

SOBRE A SOLUÇÃO

As pulseiras são equipadas com sensores avançados, como monitores de frequência cardíaca e acelerômetros, que coletam dados vitais em tempo real. A tecnologia de soltura automática e a conectividade LTE e Wi-Fi garantem segurança e transmissão contínua de dados para a plataforma em nuvem. Os gateways, instalados em veículos, máquinas ou locais fixos, atuam como pontos de coleta e transmissão, assegurando cobertura abrangente e flexível.

A partir da análise dos dados coletados, o sistema é capaz de identificar padrões de fadiga, sonolência e localização dos colaboradores. O sistema possibilita o acompanhamento contínuo ou periódico dos colaboradores, otimizando a produção com base em indicadores de risco. Portanto, a solução não apenas melhora a segurança, mas também contribui para a eficiência operacional.



RESULTADOS

Na fase piloto, 600 testes realizados com 12 usuários geraram 96 alertas, com 16% indicando atenção comprometida antes do acesso à planta. Na segunda fase, mais de 2600 testes com 25 colaboradores resultaram em 244 alertas de sonolência, atenção e fadiga, com a maioria dos alertas de baixa atenção ocorrendo nas primeiras horas da manhã e da tarde, e alertas de sonolência concentrando-se nas terças e quartas.

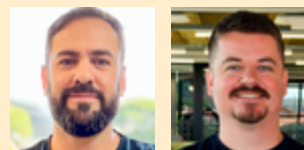
Foi possível identificar ainda colaboradores com maior frequência de alertas, que foram convidados a participar do programa "Liderar com Segurança", promovendo intervenções direcionadas. Ações mitigatórias, como orientar colaboradores para áreas de vivência e substituir colaboradores com alertas por colegas em melhores condições, foram implementadas.

A solução promoveu uma melhoria significativa na segurança e produtividade, com o monitoramento proativo da saúde dos trabalhadores contribuindo para a redução de acidentes. Os dados coletados pelas pulseiras permitiram ao cliente otimizar a gestão de seus recursos humanos, ajustando cargas de trabalho e horários de descanso com base nas necessidades individuais, e permitindo a identificação de fatores que antecedem desvios e acidentes, atuando na prevenção de riscos.

Depois do piloto, a Timenow passou a produzir a tecnologia em larga escala para outras empresas.

CONHEÇA OS AUTORES

Magnun Afonso - Engenheiro de SSMA | **Leandro Stein** - Coordenador Timelab & Novos Negócios



Plataforma digitaliza e documenta as atividades sobre Segurança

A segurança do trabalho é um pilar fundamental em qualquer organização, especialmente no setor da construção civil, por suas atividades de alto risco. Reconhecendo a importância da segurança e saúde de seus trabalhadores e buscando se alinhar às tendências da indústria 4.0, a OEC - Odebrecht Engenharia e Construção, implementou uma plataforma digital para transformar a gestão de seus processos de segurança do trabalho.

A jornada rumo à digitalização da segurança do trabalho na OEC teve início em um Hackathon realizado em 2020. A equipe de inovação, em parceria com a área de sustentabilidade, desenvolveu um Minimum Viable Product (MVP) focado na digitalização dos Diálogos Diários de Segurança (DDS). O MVP permitia o registro eletrônico dos participantes, do conteúdo abordado e a geração de listas de presença. O sucesso do piloto motivou a expansão do projeto, com o desenvolvimento de uma plataforma mais robusta e abrangente.

Com o apoio da liderança e em colaboração com especialistas em segurança do trabalho, a plataforma evoluiu para incorporar outras funcionalidades essenciais para a gestão da segurança. O projeto-piloto foi implementado em 2021, em uma obra industrial de grande porte, a ampliação da Usina Termoeletrica de Santa Cruz, no Rio de Janeiro. Essa experiência permitiu refinar a plataforma e validar sua eficácia em um ambiente real.

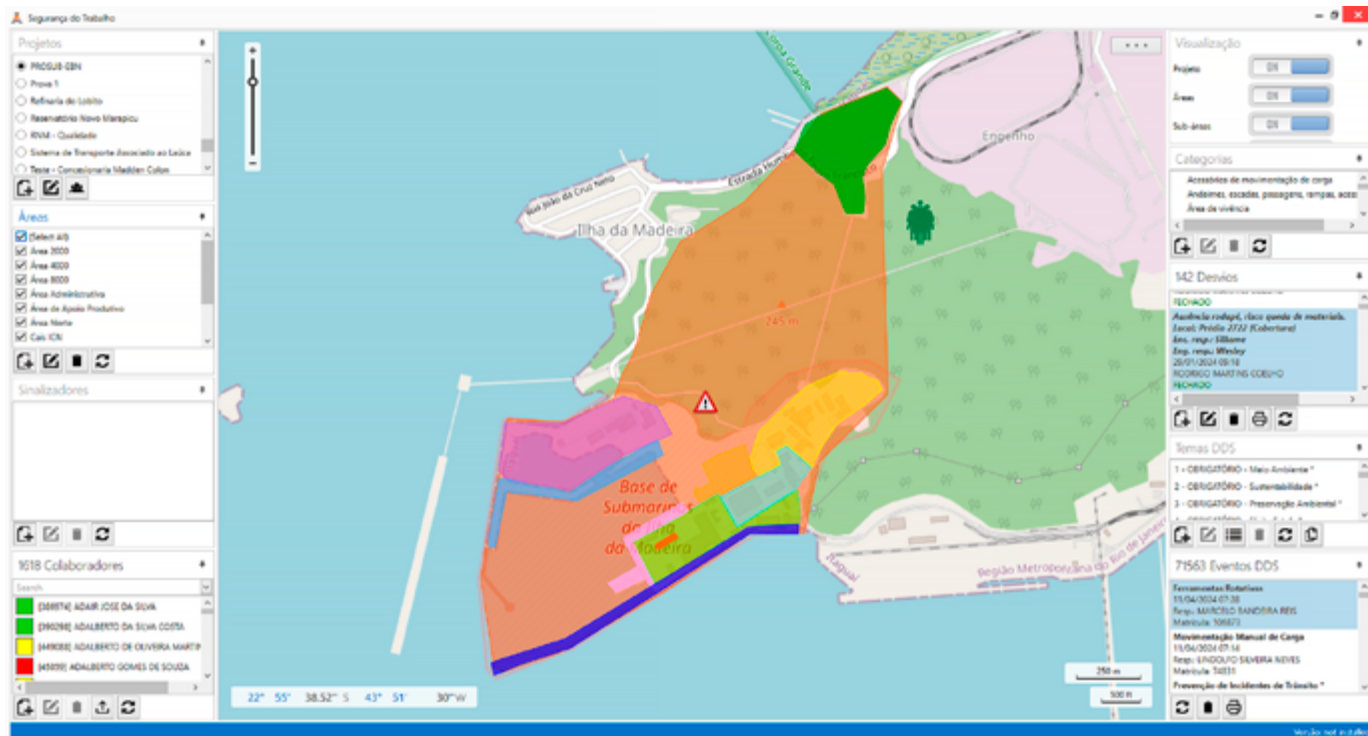
Arquitetura e Funcionalidades da Plataforma

A plataforma de segurança do trabalho da OEC é composta por quatro módulos principais, interconectados e acessíveis por meio de dispositivos móveis:

1. DDS-e (Diálogo Diário de Segurança Eletrônico): Este módulo vai além do simples registro dos DDS. Ele permite a criação de um banco de dados com tópicos relevantes para a segurança, facilitando o planejamento e a padronização dos diálogos. O registro eletrônico dos participantes, com a possibilidade de inclusão de fotos e assinaturas digitais, garante a confiabilidade das informações e facilita a geração de relatórios.

2. Gestão de Desvios: Este módulo permite o registro, acompanhamento e gestão de desvios de segurança, situações que não estão em conformidade com práticas seguras e representam potenciais problemas que poderiam gerar acidentes e/ou enfermidades laborais. Os trabalhadores





podem reportar desvios em tempo real, utilizando seus dispositivos móveis para registrar fotos, vídeos e informações detalhadas sobre a localização, o tipo de desvio e as ações corretivas necessárias. A plataforma permite o acompanhamento do status dos desvios, desde o registro até a sua correção, facilitando a gestão e a análise das causas dos problemas.

3. Sinalização Inteligente com QR Codes: Este módulo utiliza QR Codes para fornecer acesso rápido a informações relevantes sobre segurança em diferentes pontos da obra. Ao escanear o código com um dispositivo móvel, os trabalhadores podem acessar procedimentos de segurança, mapas de risco, informações sobre equipamentos e outras informações relevantes para a sua atividade.

4. Gestão de Capacitações e Ferramentas: Este módulo centraliza as informações sobre as capacitações dos trabalhadores, permitindo o controle da validade de treinamentos e certificações. Também permite o gerenciamento

de equipamentos de segurança, com o registro de manutenções e inspeções, garantindo que estejam em conformidade com as normas de segurança.

Após a implementação em 43 projetos, a plataforma gerou um volume significativo de dados, permitindo uma análise quantitativa e qualitativa dos seus impactos. Os resultados preliminares indicam melhorias na gestão de dados, com maior eficiência no registro, acesso e análise das informações. Observou-se um aumento significativo no reporte de desvios, sugerindo maior conscientização dos trabalhadores e uma cultura de segurança mais proativa.

No entanto, a avaliação do impacto na redução de acidentes requer um acompanhamento mais a longo prazo e a implementação de indicadores de desempenho mais robustos. A OEC está trabalhando na coleta e análise de dados sobre acidentes e incidentes para avaliar a efetividade da plataforma na prevenção de eventos adversos.

A implementação da plataforma trouxe desafios importantes, como a resistência à mudança por parte de alguns trabalhadores, a necessidade de treinamento para o uso das novas tecnologias e a garantia da qualidade dos dados registrados. A OEC está investindo em programas de treinamento e comunicação para engajar os trabalhadores e promover a cultura digital na empresa.

Para o futuro, a Odebrecht planeja integrar a plataforma com outras tecnologias, como inteligência artificial e análise de dados, para aprimorar a identificação de riscos e a tomada de decisões preventivas. A empresa também busca expandir o uso da plataforma para outras áreas da gestão, como meio ambiente e qualidade, consolidando a transformação digital como um pilar estratégico para o desenvolvimento sustentável.

DOS-Eletrônico - RELATÓRIO DE PRESENÇA

PROJETO: Construção Santa Cruz
DATA DO TREINAMENTO: 02/07/2020 07:36
RESPONSÁVEL: Edilene Pereira Da Silva
MATRÍCULA: 61432



EVIDÊNCIA FOTOGRÁFICA



CONHEÇA OS AUTORES

Adhemar Travassos - Especialista em Desenvolvimento de Sistemas, tecnologia e TI da OEC | **Carla Rovari** - Segurança do Trabalho da OEC | **Daniel Lepikson** - Responsável pela área corporativa de Inovação da OEC | **Paulo Cintra** - Gerente Corporativo da OEC



Sistema permite pesagem de veículos em movimento nas BRs 365-MG e 364-GO

Uma tecnologia inovadora vem auxiliando na fiscalização rodoviária brasileira. É o sistema HS-WIM (High-Speed Weigh-In-Motion), implementado nas BRs 365/MG e 364/GO, e desenvolvido pela Vilasa. Esta tecnologia permite a pesagem de veículos em movimento, sem redução de velocidade, considerada um avanço significativo na eficiência e segurança das estradas nacionais.



Instalado em quatro locais estratégicos no trecho entre Uberlândia (MG) e Jataí (GO), sob concessão da Ecovias Cerrado, o sistema HS-WIM oferece uma solução para o monitoramento contínuo do peso de veículos. Esta abordagem combate, com maior eficácia, o desgaste acelerado de pavimentos e mitiga o risco de acidentes causados por excesso de carga.

A execução do projeto se destaca pela complexidade e pelos desafios envolvidos durante o processo, que contou com o uso de maquinário moderno, equipado com ferramentas automatizadas de nivelamento de pavimentos.

Além disso, foram adotadas soluções técnicas avançadas, como o HARD CAP, um ligante asfáltico com alta rigidez e resistência, aplicado na camada de revestimento. Essa metodologia é crucial para assegurar a regularidade da superfície, condição indispensável para o funcionamento adequado da balança.

Adicionalmente, a implantação do HS-WIM traz benefícios significativos em sustentabilidade, reduzindo emissões de CO2 e consumo de combustível ao eliminar paradas para pesagem, bem como potencializa a eficácia contra irregularidades no transporte e evasão fiscal a partir da integração com órgãos fiscalizadores.

Equipado com sensores modernos e câmeras OCR de alta precisão, o sistema representa um salto na gestão rodoviária, não apenas mitigando os desafios atuais de fiscalização, mas estabelecendo novos padrões de excelência para as rodovias brasileiras.

Colégio em São Paulo passa por retrofit e ganha novo espaço com estruturas pré-moldadas

Para potencializar o conforto dos alunos e, consequentemente, a qualidade de ensino, o colégio Porto Seguro Morumbi, localizado na rua Floriano Peixoto dos Santos, no Jardim Leonor, em São Paulo, passou por uma grande obra de expansão e revitalização em suas instalações. As obras, finalizadas em janeiro deste ano, foram realizadas pelo grupo Engemon e surpreenderam pelos métodos inovadores utilizados.

O complexo recebeu um novo prédio, onde foi instalado um restaurante com rooftop, além do retrofit do prédio administrativo e das áreas comuns, com interface entre as estruturas antigas e novas. O empreendimento foi todo construído com estruturas em concreto pré-moldado, com fundações profundas, pilares, vigas e lajes alveolares. Além disso, foi executado um prédio em estrutura metálica, totalmente pré-fabricado e montado no local.

As obras contemplaram serviços que variaram desde os mais robustos, como fundações, até acabamentos finos e ricos em detalhes, incluindo alvenarias de vedação, instalações hidráulicas, elétricas, novo sistema de ar-condicionado, sistema de detecção de incêndio, aterramento do prédio, instalação de pisos e revestimentos de parede, pintura interna de salas de aula, pintura de fachada em altura, complementação de anexos do colégio, como local para composteira, aquecedores, casa de manutenção, abrigo para reservatório de gás, entre outros espaços.

Todos esses serviços demandaram atenção especial ao cliente devido a algumas particularidades. Por conta do funcionamento do colégio e da presença de alunos e funcionários no complexo, o trabalho foi realizado



em horário alternativo, para garantir a segurança de todos. Um guindaste foi utilizado para auxiliar na execução das estruturas pré-moldadas. Com pouco mais de um ano de duração, a rápida construção realizada pelo grupo Engemon ainda contou com métodos não destrutivos para a execução da nova rede de esgoto.

Ponte Estaiada em Jundiaí-SP emprega sistema que se adapta a qualquer geometria

Parte do projeto de prolongamento da avenida Frederico Ozanan, em Jundiaí (SP), que é a construção da Ponte Estaiada, está a todo o vapor. O complexo viário que tem cerca de 5 km de extensão (ambos sentidos), engloba além do prolongamento da avenida e o entorno da Rodovia João Cereser, a construção da ponte estaiada, quatro pontes e um túnel, mais um parque linear arborizado e ciclovia. A obra tem investimento estadual, no valor total de R\$ 143 milhões.

Para a construção da Ponte Estaiada uma solução que combina a alta capacidade de cargas, permitindo formar diversas estruturas que se adaptam a qualquer geometria, se destacou pela otimização de materiais, tempo e segurança: é o Sistema MK ULMA Construction.

“Esse projeto promete melhorar a infraestrutura urbana de Jundiaí, com a construção de três Obras de Artes comuns - pontes -, de um túnel que vai ser feito embaixo da Rodovia João Cereser, e agora o marco da cidade que é a Ponte Estaiada”, frisou Eduardo Lucena, engenheiro de Produção da Ulma, acrescentando a importância do Sistema MK aplicado no escoramento durante a construção da ponte. “O MK oferece uma resistência muito grande e utilizando poucas peças na obra. Nossa preocupação era atender as datas do cronograma, mas com esse projeto facilitou bastante a montagem da Ponte”, destacou Eduardo.



Segundo a Ulma, o Sistema MK é composto por treliças de alta capacidade de carga para suporte de grandes vãos entre apoios, que se adaptam a qualquer geometria. “Esse sistema viabilizou o projeto em custo e prazo. No MK, você monta a estrutura por completo e lança de uma vez só, e sem abrir mão da qualidade do serviço, segurança e praticidade”, explicou José Carlos Alves Nogueira, Encarregado Geral da obra da Ponte Estaiada.

Outra metodologia adotada foi o Andaime Brio, formado por torres de escada para acesso temporário dos trabalhadores às estruturas da obra e passagem de pedestres nas etapas de construção. “Com o Brio, em cada etapa de concretagem de três metros houve um avanço das escadas e dos materiais trepantes e um avanço do escoramento”, explicou Eduardo.

SOBRE A OBRA

A ponte estaiada terá um mastro de 43 metros, que sustentará a estrutura de ambos os lados. A complementação do complexo engloba, também, a requalificação viária no entorno das marginais da rodovia João Cereser, nos bairros do Engordadouro, Vila Hortolândia e Jardim Shangai. A obra compreende o recape e duplicação de trecho da avenida Olívio Roncoletta, além de implantação de ciclovia, e o prolongamento da avenida Paulo Benassi.

GESTÃO

Justiça contratual faz justiça social: a importância da gestão contratual em grandes obras

No competitivo mercado de infraestrutura, onde projetos envolvem relações contratuais complexas, o compromisso equilibra as relações entre contratantes e contratados. A Profitto fundamenta sua atuação em um princípio claro: justiça contratual faz justiça social.

A empresa desenvolve soluções “tailor made” (feitas sob medida) que consideram as necessidades econômicas e sociais de todas as partes. Para a Profitto, quando contratos são executados com equidade, o impacto transcende o financeiro – reduz desigualdades, beneficia a sociedade, preserva empregos e impulsiona o desenvolvimento.

“Um caso emblemático ilustra nossa filosofia. Fomos procurados por uma empreiteira que prestava serviços para um grande ‘player’ do setor de mineração. Nossa equipe de engenheiros e advogados especializados conduziu uma análise técnica e jurídica aprofundada. Logo, identificamos uma situação alarmante: nosso cliente estava à beira da falência devido ao descumprimento de obrigações contratuais pela contratante”, contou Rafael Fernandez, CEO da Profitto, que explicou como a empresa solucionou o caso.



“A intervenção exigiu precisão técnica. Foi necessário interromper estrategicamente a execução dos contratos – medida fundamentada em amparo legal e contratual. Os engenheiros avaliaram os aspectos técnicos enquanto os advogados estruturaram a fundamentação jurídica. O resultado foi expressivo: a empresa foi salva, os ressarcimentos devidos foram majoritariamente realizados e, hoje, a empreiteira gera mais de 500 empregos diretos”, detalhou Fernandez.

Para a empresa, este caso é um exemplo que mostra a importância da administração de contratos, como um instrumento de impacto social que requer conhecimento interdisciplinar. “Quando zelamos pela transparência e equilíbrio econômico-financeiro nas relações contratuais, protegemos não apenas empresas, mas pessoas e comunidades inteiras. Na Profitto, acreditamos que cada contrato equilibrado representa um passo em direção a uma sociedade mais justa. Transformamos a gestão contratual em ferramenta efetiva de desenvolvimento econômico e justiça social”, frisou o CEO.

Geocélulas: estruturas com material orgânico estabilizam taludes e controlam erosão em área degradada no MA

A estabilização de taludes arenosos é um desafio em recuperação ambiental, devido à baixa coesão e alta erosividade do solo. Para superar problemas como este, a Lucena Infraestrutura desenvolveu a geocélula – tecnologia inovadora com estruturas 3D de geossintéticos – que proporciona estabilidade, controla a erosão e promove a vegetação. Prova desses resultados foi o caso de recuperação em uma área degradada em Açailândia, MA, onde a geocélula solucionou problemas técnicos, alcançando estabilização, controle da erosão e recuperação vegetal, demonstrando seu potencial sustentável e eficiência.

De acordo com a Lucena Infraestrutura, após as geocélulas, que são preenchidas com material orgânico, em Açailândia, em 48 dias, o talude se estabilizou, a drenagem foi eficaz, a cobertura vegetal atingiu 100%, os riscos erosivos diminuíram e a qualidade da água melhorou, confirmando a eficácia e sustentabilidade da solução.

COMPARAÇÃO

Segundo a empresa, os métodos tradicionais (concreto e gabiões) podem ser insuficientes em solos arenosos de baixa coesão. Estudos recentes ressaltam que geossintéticos, principalmente as geocélulas, oferecem soluções inovadoras e sustentáveis, melhorando a drenagem, confinando o solo,



promovendo a revegetação e reduzindo a erosão para recuperação ambiental.

METODOLOGIA

Segundo a Lucena, um estudo realizado em Açailândia/MA (pátio 33 da Vale), amostras indicaram 77% de areia e baixa coesão. Foram instalados cerca de 9.000 m² de geocélula preenchida com material orgânico, combinada a drenagem e revegetação para estabilizar o talude.

Após 48 dias de execução, observou-se uma estabilização eficaz do talude, com o solo confinado pela estrutura da geocélula. A drenagem funcionou conforme o planejado e a cobertura vegetal atingiu 100% de evolução, demonstrando a redução dos riscos de erosão e o aumento da resistência das encostas. Adicionalmente, a retenção de sedimentos contribuiu para a melhoria na qualidade da água local.

RESULTADOS

Os resultados confirmam que a metodologia com geocélulas supera desafios apresentados pelos solos arenosos, quando comparada aos métodos tradicionais. A combinação do preenchimento com material orgânico e o sistema de drenagem mostrou-se essencial para o sucesso do projeto, evidenciando a importância da integração entre tecnologias sustentáveis e práticas de recuperação ambiental.



Análise de Construtibilidade auxilia gestão de riscos na ampliação da sede do TJMG

Uma obra desafiadora, que será licitada este ano, com a complexidade de escavar 80 mil m³ de terra e concretar 34 mil m³, o que envolve 8.888 viagens de caminhões de terraplanagem e 4.250 viagens de caminhões de concreto. Todo esse material seria suficiente para encher 45 piscinas olímpicas. Esse é o desafio para a construção de dois prédios anexos ao Edifício-Sede do Tribunal de Justiça de Minas Gerais (TJMG), localizado entre a avenida Afonso Pena e as ruas Trifana e Pirapetinga, em Belo Horizonte.

Para essa ampliação, que teria impacto direto na vizinhança, o projeto demandou um planejamento minucioso para minimizar impactos e transtornos do que será a maior obra da região centro-sul da capital mineira.



Diante deste desafio, o gerente da Reta Consultoria e Gestão para Projetos Industriais e Corporativos, Lucas Fukuda, que fez o planejamento de obra, orçamento e especificações técnicas implementamos o Cmbuilder, uma ferramenta canadense que permitiu a empresa simular a logística da obra, promovendo maior clareza para todos os envolvidos e garantindo transparência em todas as etapas do processo de execução e na gestão de riscos.

Além disso, segundo a Reta, o Cmbuilder possibilitou o planejamento estratégico para a montagem de uma grua a uma altura inicial de 80 metros, em um processo previsto para ocorrer ao longo de dois finais de semana. Esse planejamento também abrangeu o gerenciamento da movimentação de pilares mistos.

DESAFIOS DA OBRA

- Carga dos pilares, com peso médio de 6 toneladas cada, e a distância de aplicação (raios) do projeto;
- Acessos às áreas de estocagem de materiais;
- Interferências com prédios vizinhos. O contexto urbano foi incorporado utilizando softwares livres como Blender e Blossm add-on da Google.
- Montagem e desmontagem das guias e guindastes paramétricos.

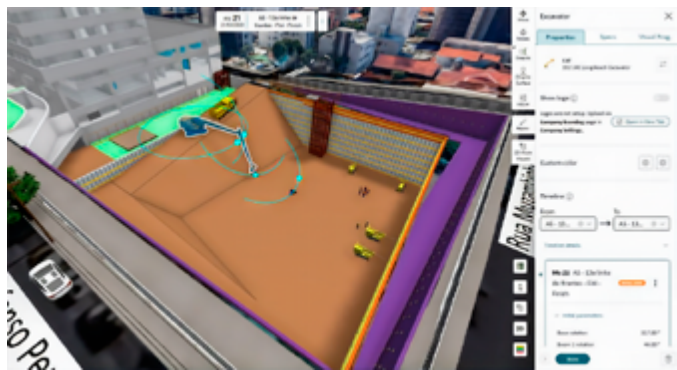
RESULTADOS

A ferramenta gerou benefícios mensuráveis, como a validação de estratégias de reaproveitamento de materiais, destacando-se a reutilização das

ancoragens para suporte dos tirantes, o que resultou em uma economia significativa de R\$ 6 milhões. Além disso, os ganhos logísticos e a estratégia de execução da obra serão incorporados à especificação técnica, orçamento e planejamento da licitação e anexadas em formato interativo, com um link para a plataforma web e um vídeo da simulação, facilitando a compreensão das construtoras licitantes e demais stakeholders.

Dentre as análises de construtibilidade realizadas no desenvolvimento do projeto, destacam-se as seguintes otimizações:

- Redução da altura dos pilares metálicos: A altura dos pilares foi ajustada de 3 para 2 pavimentos, eliminando a necessidade de escoramento e dispositivos adicionais para garantir a verticalidade. Essa mudança simplificou o transporte, que passou a utilizar carretas de 9 metros em vez de 12 metros, facilitando manobras na malha urbana.
- Adoção de emendas flangeadas nos pilares: A substituição de soldas em campo por emendas flangeadas trouxe ganhos significativos em prazo e qualidade.
- A fabricação em ambiente controlado, que garantirá melhor acabamento, maior precisão na verticalidade e mitigação de riscos associados à execução em campo (vento, umidade e posição de soldagem).
- A montagem ficou mais eficiente, permitindo a instalação de até 16 colunas/dia com ligações flangeadas, em comparação a apenas 6 colunas/dia utilizando soldas.
- Otimização de mobilizações de equipamentos: Foram identificados ajustes no cronograma para atividades de estaqueamento, atirantamentos e escavação, gerando ganhos em prazo e redução de custos.



GESTÃO DE IMPACTO NA VIZINHANÇA

Além dos benefícios de tempo e custos, o estudo mapeou as filas de espera de caminhões, posicionou bombas de concreto reservas e demonstrou estratégias para mitigar possíveis riscos e minimizar os impactos na vizinhança, atendendo a uma preocupação expressa do cliente.

Essas análises mostraram os benefícios proporcionados pelo uso do Cmbuilder, otimizando recursos, reduzindo custos e assegurando maior eficiência no planejamento e execução da obra.

Sobre a obra

A obra se iniciará pelo Anexo Sul, localizado entre a Avenida Afonso Pena e as ruas Muzambinho e Pirapetinga. A edificação de 19 pavimentos e 47.556 m², que não suplantará a altura do prédio atualmente existente, abrigará cartórios, superintendências e diretorias que funcionam em outros imóveis em Belo Horizonte.

O Anexo Norte será construído pouco depois e estará localizado entre a avenida Afonso Pena e as ruas Trifana e Pirapetinga. Ele terá nove pavimentos, com área de 21.071 m². Nele será instalado o novo Auditório do Tribunal Pleno, que comportará 407 pessoas na plateia, além de 16 plenários.



Sabará Hospital Infantil recebe prêmio por inovação

Com 23 pavimentos, incluindo cinco subsolos, a nova unidade do Sabará Hospital Infantil é considerada um marco na infraestrutura hospitalar pediátrica do Brasil. O hospital, previsto para 2026, contará com 210 leitos e 12 salas cirúrgicas, consolidando um modelo de atendimento inspirado nos Children's Hospitals, hospitais exclusivamente infantis dos Estados Unidos. Em 1974, ele foi responsável pela inauguração da primeira Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica e Neonatal em hospitais privados do Brasil.



Com capacidade para atender até 100 mil crianças por ano nos ambulatórios das especialidades pediátricas, a nova unidade Sabará inclui o atendimento a pacientes do SUS, fruto da parceria entre a Fundação José Luiz Egydio Setúbal e a Secretaria da Saúde de São Paulo. Serão mais de

30 especialidades médicas, com uma equipe composta por cerca de 200 médicos e profissionais de saúde altamente especializados, garantindo suporte integral tanto para pacientes internados quanto nos ambulatórios.

O prédio terá cerca de 41 mil m² de área construída, localizado na esquina da Rua dos Pinheiros com a Av. Rebouças. Para a Afonso França Engenharia, responsável pela construção, essa obra representa um compromisso com o propósito e a transformação social. “A Afonso França sempre busca projetos que façam a diferença. Entendemos a importância da perpetuação da empresa e da continuidade das famílias que compõem nosso quadro de colaboradores, e, sem dúvida, esta é uma obra de grande significado. Estamos muito orgulhosos de fazer parte da construção de um equipamento social tão relevante para a cidade”, destaca Guilherme França, Diretor de Engenharia da Afonso França. Ele também agradece ao superintendente Jorge Carreiro e ao diretor Antônio Carlos Marchini Junior pelo empenho e dedicação ao projeto.

Além de seu impacto assistencial, o Sabará Hospital Infantil se destaca pela inovação em arquitetura hospitalar. Em 2024, o projeto recebeu três prêmios internacionais de design – Built Design Awards, Healthcare Environment Awards e The Plan Awards –, todos conquistados pela Perkins&Will, renomado escritório de arquitetura responsável pelo conceito do edifício.

“Com a missão de transformar esse projeto premiado em realidade, a Afonso França Engenharia assume a responsabilidade de construir o maior complexo pediátrico da América Latina. O novo hospital unirá funcionalidade, tecnologia e um ambiente humanizado, proporcionando uma experiência diferenciada de atendimento infantil”, reforçou a construtora.

Este empreendimento reforça a posição do Sabará Hospital Infantil como referência em saúde pediátrica e reafirma o papel da Afonso França Engenharia na construção de um futuro mais humano e inovador para a medicina no Brasil.



Sua empresa está entre as gigantes da engenharia?

Chegou a hora de destacar sua atuação no mercado e reforçar sua posição entre as líderes da infraestrutura brasileira.

+ Reconhecimento

+ Credibilidade

+ Destaque

**Inscreva-se no
Ranking da
Engenharia 2025!**





rumo

SOMOS O BRASIL EM MOVIMENTO

CUIDADO
MOVIMENTO RÁPIDO
AO ACIONAR O
MECANISMO

ATENÇÃO
SISTEMA DE PORTAS
SOB PRESSÃO
CUIDADO COM AS MÃOS

E

TURMA
CHIEF COLE
PORTA ABERTA

NO NOSSO MOVIMENTO TEM AGRO, TEM MATO GROSSO, TEM FERROVIA

Estamos construindo a **Ferrovia de Mato Grosso**, com mais de 700 km entre Rondonópolis e Lucas do Rio Verde, com o ramal de Cuiabá. **Conectamos** o coração do agro ao mundo pelo Porto de Santos, **respeitando a biodiversidade**, gerando mais de 100 mil empregos e **transformando** a logística ferroviária do país.

Saiba mais em ferroviamt.com.br

   /rumologistica

rumo

Somos o Brasil em movimento