



**OEC IN**  
Inovar para avançar

 **OEC**

# ***Construindo a inovação***

*Coletânea de artigos 2022 / 2023*



“Only the spirits of the air know  
what I will meet behind the mountain,  
yet I still drive my dogs onwards,  
onwards,  
onwards”.

“Só os espíritos do ar sabem  
o que encontrarei atrás da montanha,  
mas ainda levo meus cães mais adiante,  
mais adiante,  
mais adiante”.

**Knud Rasmussen**  
(1879-1933)

*Explorador dinamarquês do Ártico*

# Prefácios

---

## Claudio Cardoso

Inovar na construção é mais do que uma necessidade, é a essência que impulsiona o nosso progresso. A construção civil é um terreno fértil para a criatividade e a engenhosidade, onde cada tijolo colocado, cada estrutura erguida, representa não apenas um avanço tangível, mas uma expressão do potencial humano.

OEC IN, o programa dedicado à inovação na Construtora OEC, tem sido exemplar dessa jornada. Este livro, "Construindo a Inovação", é uma coletânea dos melhores artigos publicados entre 2022 e 2023. Ele é mais do que uma mera compilação; é um testemunho da paixão, da expertise e da visão compartilhada por mentes criativas que se dedicam à transformação do setor.

Dentre os autores destacados, encontramos uma gama diversificada de perspectivas e conhecimentos. Daniel Lepikson, líder inspirador do programa OEC IN, tem sua visão estratégica impressa em cada página. Eu próprio tenho a felicidade de contribuir com alguns textos. Também encontramos artigos inspiradores de Aaron Nolasco, Adhemar Travassos, Cristiano Silva, João Paulo Carvalho, Leonardo Cesar Batista, Sarah Silva, Tamires Dias e Wagner Viana, cada um contribuindo com seu conhecimento único e perspicaz.

Os artigos reunidos aqui mergulham em temas vitais para o setor, desde a importância das tecnologias emergentes na melhoria da produtividade até os desafios e oportunidades da inovação aberta na construção civil. Exploram, também, a assimilação da inovação e os impactos transformadores do BIM (*Building Information Modeling*) nas práticas de engenharia e da arquitetura.

Estas páginas não são apenas um testemunho do progresso alcançado pelo programa OEC IN, mas também uma janela para o futuro. Permitem-nos vislumbrar um horizonte onde a inovação não é apenas uma escolha, mas uma cultura arraigada na essência de cada projeto, cada construção.

Que este livro seja mais do que um repositório de ideias; que seja um catalisador para novas discussões, novas abordagens e, acima de tudo, para uma construção que abraça o novo com entusiasmo, promovendo uma indústria mais eficiente, sustentável e inspiradora.

Boa leitura e que estas páginas inspirem os próximos passos da inovação na construção.



---

## **Carlos Hermann**

Recebi com muita satisfação o convite de Daniel Lepikson para escrever algumas palavras nesta publicação que compila uma coleção de artigos relacionados com inovação, publicados nas newsletters da OEC ou em veículos de circulação no país, lançada no ano em que a OEC completa 80 anos.

Esta publicação é mais uma dentre as iniciativas desenvolvidas pela equipe de inovação da OEC, no âmbito do Programa de Inovação – OEC IN, e segue a prática de longa data da companhia de promover o compartilhamento do conhecimento no âmbito da empresa.

A inovação é tema constante na história de 80 anos da OEC, protagonista na aplicação de ideias, metodologias, equipamentos, materiais e soluções que a diferenciam desde o início da sua longa trajetória no setor de infraestrutura. Inovar faz parte do DNA da empresa. Exemplos não faltam, convido os interessados a buscá-los nas fontes disponíveis na OEC.

Ao percorrer os artigos que compõem esta coleção, destaco quão oportuna é sua publicação.

Historicamente resistente à mudança, a indústria da construção passa por uma importante evolução impulsionada pela inovação e tecnologia. A integração de novas soluções tem transformado a forma como as estruturas são construídas e como os projetos são concebidos, gerenciados e executados, possibilitando elevar a produtividade do setor, tornando-o mais eficiente, sustentável e econômico.

O advento de soluções tecnológicas vem contribuindo significativamente para a otimização dos processos:

- A introdução de softwares avançados de modelagem tridimensional, como o BIM (*Building Information Modeling*) permite uma representação virtual precisa de todas as fases do projeto, melhorando a coordenação entre as diferentes disciplinas envolvidas e reduzindo conflitos durante a construção. A visualização prévia proporcionada pelo BIM minimiza erros, economizando tempo e recursos.
- Em termos de automação, a utilização de drones para levantamentos topográficos, máquinas controladas por GPS e robôs para tarefas específicas reverte positivamente para acelerar o cronograma de construção e, ao mesmo tempo, reduzir o risco de erros humanos.



- A utilização de sensores cada vez mais desenvolvidos, integrados em maquinários e estruturas, possibilita o monitoramento em tempo real do desempenho e condições, permitindo uma manutenção preditiva e a identificação precoce de problemas, evitando paralisações desnecessárias.
- A impressão 3D vem ganhando espaço na construção civil, principalmente por meio da criação de estruturas complexas de maneira rápida e eficiente, reduzindo os custos e o desperdício de materiais. Já existem exemplos de edificações inteiras impressas em uma fração do tempo necessário com métodos tradicionais.
- A utilização de materiais avançados também impacta positivamente a produtividade. Desde concretos de alta resistência até materiais sustentáveis, a inovação na seleção de materiais contribui para estruturas mais duráveis, eficientes e ecologicamente corretas.
- O cardápio atual de tecnologias e soluções tecnológicas disponíveis é cada vez mais amplo e variado, incluindo, entre outras, *blockchain*, *video analytics*, *machine learning*, *artificial intelligence*, *big data* etc. algumas delas inclusive já aplicadas em soluções desenvolvidas na OEC e que se encontram elencadas no presente livro.

Contudo, para colher os benefícios dessas inovações, é imperativo investir na capacitação e formação de profissionais da empresa. A habilidade de utilizar e gerenciar essas tecnologias é essencial para garantir uma transição suave e bem-sucedida para o novo paradigma digital na construção.

Ressalte-se, neste sentido, o esforço da OEC, por meio da equipe de inovação, na formação de pessoas capacitadas a fazer uso do BIM e na aplicação da ferramenta nos canteiros, com resultados positivos também compartilhados aqui.

### **Essa capacitação precisa ser contínua e amplificada!**

Embora algumas das inovações citadas sejam disruptivas, sua aplicação pela OEC não representa um grande desafio, posto que já faz parte da sua cultura buscar empregá-las onde entender ser mais apropriado.

Acredito sim, que o maior desafio para a OEC e para sua cultura seja a Inovação Aberta que, em um contexto em que a complexidade dos projetos e a rápida evolução tecnológica demandam abordagens ágeis e colaborativas, emerge como um catalisador essencial para o progresso.



Há de se reconhecer a necessidade de olhar para além das fronteiras da própria OEC, de buscar ativamente ideias, tecnologias e competências fora dos limites da empresa, procurar estabelecer parcerias estratégicas com startups, instituições acadêmicas, e até mesmo outras empresas do setor. A inovação aberta possibilita o acesso a conhecimentos especializados e a experiências variadas, catalisando a solução de problemas de forma mais eficiente e eficaz.

No setor da infraestrutura o ecossistema vem crescendo de forma expressiva, a inovação aberta pode abranger desde o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis até a implementação de tecnologias de ponta para gerenciamento eficiente de projetos. A colaboração com startups especializadas é oportuna para integrar novas abordagens e práticas.

Programas de aceleração, *hackathons* e desafios de inovação são ferramentas valiosas para fomentar a criação de soluções disruptivas. Essas iniciativas não apenas proporcionam uma vitrine para ideias inovadoras, mas também ampliam a cultura de inovação dentro da OEC. Vale lembrar que iniciativas deste tipo já foram implementadas de forma “piloto”, com algum sucesso!

Outra iniciativa importante da OEC foi criar uma equipe interna dedicada à inovação, com a responsabilidade de identificar oportunidades externas e liderar iniciativas internas.

Promover a assimilação e o potencial transformador da inovação no setor da construção requer uma abordagem multifacetada, abrangendo cultura, parcerias estratégicas, capacitação e processos ágeis. Estou seguro de que a OEC será protagonista também neste movimento.

Gostaria de agradecer a Daniel o convite e desejar que a OEC siga na vanguarda da aplicação da inovação para incrementar a sua produtividade. A adoção de novas tecnologias não só impulsionará a eficiência operacional, mas também abrirá portas para o desenvolvimento sustentável. À medida que a OEC siga abraçando essas mudanças, poderá ampliar sua competitividade, moldada pela sinergia entre criatividade, tecnologia e compromisso com a excelência.



# Introdução: O Programa OEC IN

---

Daniel Lepikson

No início de 2019, ainda recém-chegado da Alemanha após um ano de imersão em uma renomada empresa de projeto, fui convidado pelo Eng. Carlos Hermann (à época Diretor de Engenharia) para coordenar um programa de inovação na OEC. Após a euforia inicial que tipicamente ocorre ao se enfrentar novos (e grandes) desafios, algo muito comum para quem trabalha na OEC, vieram então as reflexões...

Fiquei feliz em poder retornar à empresa após uma experiência no exterior - havia trabalhado na OEC por dez anos como um engenheiro especialista em projeto estrutural e métodos construtivos – mas trabalhar com inovação? Por onde começar nessa nova empreitada? Como lidar com inovação em uma empresa grande e descentralizada como a OEC, já reconhecida como inovadora na área de Engenharia pelo mercado, e ainda em uma época de crise e limitação de recursos?

Enfim, como elaborar um PA (ou “Programa de Ação”, um planejamento anual na OEC com metas de desempenho pré-estabelecidas) dedicado à inovação? Na ocasião, se não bastassem os obstáculos inerentes às iniciativas que envolvem pessoas e mudanças de processos já consolidados e os desafios impostos pela própria cultura empresarial, o meu repertório em inovação era muito limitado.

As dificuldades iniciais foram sendo paulatinamente superadas pela leitura e capacitação gradual, uma imersão no ecossistema de inovação e a participação em diversos eventos de excelência técnica, iniciativas de formação complementadas com a prática do dia a dia e o conhecimento da realidade dos contratos, algo que na OEC denominamos “Educação pelo Trabalho”.

Este processo de aculturação na busca de uma nova estratégia de Inovação para a OEC foi realizado com o valioso apoio e a mentoria de Carlos Hermann - que além de um experiente engenheiro e profundo conhecedor da realidade e do modus operandi da empresa, é também um entusiasta da inovação e proficiente em novas tecnologias. Foi feito assim, a “quatro mãos”, um novo programa de inovação para a OEC: mais atual, pragmático, eficiente, adequado ao momento da empresa e condizente com contexto econômico da época. Buscou-se inserir a OEC nesse novo ecossistema de inovação que ganhou mais relevância a partir de 2016 e abrir as suas portas para as oportunidades proporcionadas pela inovação aberta, na época ainda incipiente na empresa. E, mais importante, trazer as iniciativas de inovação, sempre que possível, para a “montante” do processo, ainda na fase de identificação da oportunidade de negócio, tornando a busca e implementação da inovação uma



prática mais estratégica e menos “reativa” em relação à ocorrência de problemas. Promover e favorecer, enfim, uma diferenciação para a empresa na conquista de novos contratos.

Definida a estratégia e a sua implementação, sucederam-se então outras ações estruturantes, com destaque para a associação da OEC ao Inovabra Habitat (o “hub” de inovação do BRADESCO), a reestruturação do Comitê de Inovação, a inclusão de novos integrantes na equipe, a formalização da Tese de Inovação OEC, desenvolvida em parceria e com a consultoria da empresa Altavive (representada pelo competente Claudio Cardoso) e a implementação de um sistema de gestão e governança da área corporativa de inovação, em linha com a estratégia corporativa e com o apoio da alta liderança.

Entre as ações estruturantes acima mencionadas, destacam-se também as iniciativas relacionadas à Comunicação (interna e externa), visando-se a disseminação da cultura de inovação, nivelamento de conceitos e estratégia adotados pelo programa aos integrantes e o fortalecimento da imagem de empresa inovadora (que sempre foi) ao mercado, respectivamente. Entre estas ações, destacam-se: publicações mensais de uma newsletter e de um podcast dedicados à inovação, além da publicação de artigos técnicos em eventos de alto nível, organização de webinars, workshops e eventos internos, com os mesmos propósitos já mencionados.

Foi ainda através da parceria estratégica (e necessária!) entre a área de inovação e a equipe de Comunicação corporativa que nasceu o **OEC IN**, a marca e identidade visual escolhidas para a divulgação do nosso programa corporativo de inovação internamente e ao mercado.

É neste contexto que se insere o presente livro, “Construindo a inovação”, na sua primeira edição, lançada no ano em que a OEC completa 80 anos. Trata-se de um compilado dos artigos dedicados à inovação e publicados na nossa newsletter OEC IN de 2022 a 2023, que inclui ainda algumas publicações técnicas de destaque em outros veículos, que relatam iniciativas internas bem-sucedidas desenvolvidas pela OEC. São artigos de boa qualidade técnica e de interesse geral, mas caberá ao eventual leitor tirar as suas próprias conclusões.

Críticas, comentários e sugestões são muito bem-vindos, através do e-mail **OEC Inovação** ([ocinovacao@oec-eng.com](mailto:ocinovacao@oec-eng.com)).

Agradeço o interesse e desejo a todos uma **boa leitura!**



## Autores parceiros da Newsletter OEC IN



**Aaron Farah Nolasco**  
[aaronfarah@oec-eng.com](mailto:aaronfarah@oec-eng.com)

Engenheiro Civil com ênfase em Estruturas pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e pós-graduando em Building Information Modeling pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Integrou a OEC em 2022 pelo programa de Estágio de Férias no contrato do Corredor BRT Transbrasil e hoje é Jovem Parceiro no setor de Engenharia no contrato do Reservatório Novo Marapicu, no Rio de Janeiro.

Engenheiro Eletrônico formado pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC). Trabalha como Analista de Sistemas na OEC desde 1998, vinculado à área de Engenharia. Desde 2019, faz parte da equipe de inovação da OEC, atuando como especialista em Tecnologia da Informação.



**Adhemar Bragança Corrêa Travassos**  
[adhemar@oec-eng.com](mailto:adhemar@oec-eng.com)



**Claudio Cardoso**  
[claudio.g.cardoso@gmail.com](mailto:claudio.g.cardoso@gmail.com)

É fundador da Altavive Business Transformation. Tem pós-doutorado pela USP em Comunicação Estratégica. Desenhou conceitos, processos e teses de vários programas de inovação, dentre eles, o InovaBra Habitat, o IPT Open e o Alfa Collab. Desenvolveu ecossistemas da nova economia para o Banco Alfa e criou programas internacionais de capacitação para o agronegócio na Orígeo.

Engenheiro Civil pela Universidade Salvador, pós-graduado em Engenharia de Segurança do Trabalho. Teve início na carreira como Engenheiro Civil ao integrar a equipe da OEC em 2019 no projeto BRT Belém, atuando na área comercial. Posteriormente integrou a equipe da produção na implantação do Terminal Gás Sul em Santa Catarina. Na sequência atuou na coordenação comercial de propostas, em que foram conquistadas importantes obras para o portfólio da empresa, como a Ponte de Guaratuba e a Via Sul no Rio Grande do Sul. Hoje é Coordenador Comercial da equipe da Ponte de Guaratuba.



**Clauss Ocké**  
[claussocket@oec-eng.com](mailto:claussocket@oec-eng.com)

Engenheiro Civil formado pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). Entre 2002 e 2011, atuou como Engenheiro Calculista de Estruturas em diversos segmentos (OAE's, Mineração, Barragens de Concreto Armado, Área Industrial / Óleo e Gás). Em 2012, integrou o time de Métodos Construtivos da Enseada Indústria Naval, onde ficou até 2017, sendo responsável pelas atividades de movimentação de cargas e coordenação técnica das operações navais. Desde 2018, dedica-se ao estudo da Metodologia BIM e Engenharia Digital. Passou a integrar o time de Inovação da OEC em 2023, sendo responsável pela coordenação do Núcleo BIM da empresa.



**Cristiano Oliveira da Silva**  
[cristianoosilva@oec-eng.com](mailto:cristianoosilva@oec-eng.com)



**Daniel Lepikson Oliveira**  
[danielo@oec-eng.com](mailto:danielo@oec-eng.com)

Engenheiro Mecânico e Civil, Mestre e Doutor em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP). Especializado em Engenharia de Estruturas, trabalhou como Engenheiro Civil no Setor de Processos Construtivos da Odebrecht Industrial de 2008 a 2017. Posteriormente, integrou a equipe de engenheiros calculistas da empresa alemã sbp (schlaich bergemann partner), em Stuttgart, durante o ano de 2018. Reintegrado à equipe de Engenharia da OEC em 2019, hoje é responsável pela área de Inovação da empresa.

Graduado em Jornalismo com pós-graduações em Marketing Corporativo, Jornalismo Empresarial e Assessoria de Imprensa. Especialista em Comunicação Empresarial e Relações Governamentais e Institucionais, atua desde o ano 2000 com comunicação organizacional. Desde 2012 no Grupo Novonor, é responsável por Comunicação com foco no relacionamento com a Imprensa.



**João Paulo Fonseca de Carvalho**  
[jpcarvalho@oec-eng.com](mailto:jpcarvalho@oec-eng.com)



**Leonardo César Batista Barbosa**

[lbarbosa@oec-eng.com](mailto:lbarbosa@oec-eng.com)

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), casado e pai de 2 filhos. Possui 20 anos de experiência em gerenciamento de obras de Infraestrutura e Rodovias dentro e fora do Brasil. Trabalha na OEC desde 2007, iniciou em Angola onde atuou nos Projetos Saneamento de Luanda, Reabilitação da Av. 21 de Janeiro e Aeroporto 4 de Fevereiro entre outras. Retornou ao Brasil em 2010, onde atuou nos Projetos Consórcio BA093, Porto Maravilha (Consórcio Porto Rio), Elevado do Joá, BRT Transbrasil e atualmente é Gerente Operacional do Contrato do Reservatório Novo Marapicu/RJ.

---

Engenheiro Civil, com graduação na Escola de Engenharia Mauá (EEM-SP) e pós-graduação em gestão empresarial na Fundação Getúlio Vargas (FGV-SC). Formado no ano 2000, acumula 23 anos de experiência em grandes projetos de infraestrutura de Usinas Hidrelétricas, Ferrovias, Portos, Rodovia e Arena Esportiva. Hoje, na função de Diretor de Contratos, está atuando no mercado de São Paulo.



**Ricardo Corregio**

[rcorregio@oec-eng.com](mailto:rcorregio@oec-eng.com)

---



**Sarah Barbosa Martins Silva**

[sarahsilva@oec-eng.com](mailto:sarahsilva@oec-eng.com)

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo e em Engenharia Civil no programa de Dupla de Formação em Engenharia Civil pela Universidade de São Paulo. Realizou, durante a sua formação, uma pesquisa sobre “Criação de modelos BIM para projetos de HIS, com vistas ao projeto dos custos”. Integra a equipe de Inovação desde 2022.

Engenheira Civil, Pós-graduada em Geotecnia e Estruturas de concreto armado pela Pontifícia Universidade Católica e INBEC – Unip. Compôs o setor de engenharia nas áreas de projetos, construção civil, obras de saneamento e obras de reparação em Brumadinho/MG, pelas empresas ABF Gold, Mestra Engenharia, Aquasolis e Allonda Ambiental, entre os anos de 2014 e 2023. Desde março de 2023, é integrante da OEC, na coordenação de Engenharia do contrato do Reservatório Novo Marapicu, no Rio de Janeiro.



**Tamires de Fatima Oliveira**

[tamiresdias@oec-eng.com](mailto:tamiresdias@oec-eng.com)

Engenheiro Civil com pós-graduação em Gestão de Projetos e Engenharia de Custos, natural da cidade de Rio Grande/RS. Integrante da Organização desde 2009, onde começou no projeto de Prolongamento dos Molhes do Porto do Rio Grande. Residente no Rio de Janeiro desde 2012, onde assumiu PA na Engenharia da obra de Construção de Passarela Sobre Linha Férrea e Urbanização do Entorno do Estádio do Maracanã. Após este desafio, cumpriu PA's de Engenharia e Qualidade nos projetos do Novo Elevado do Joá e Corredor BRT Transbrasil. Atualmente atua como Gerente a Engenharia e Qualidade dos sete contratos vigentes no Rio de Janeiro, bem como na mobilização dos novos negócios conquistados e prospecção de mercado.

---



**Wagner Viana da Rosa**  
[wagnerviana@oec-eng.com](mailto:wagnerviana@oec-eng.com)



# Índice

## 2022

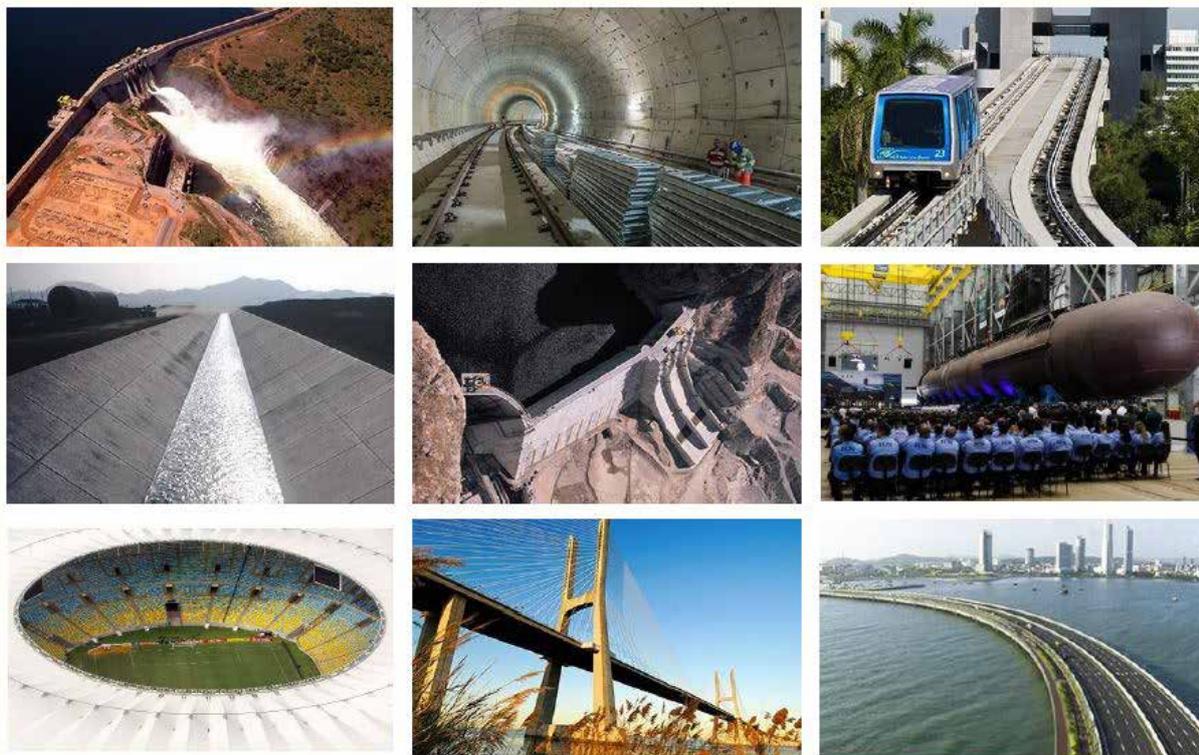
- 1 Tecnologia Aplicada na Classificação do Acervo Técnico da OEC
- 14 Inovação + Tecnologia como instrumentos para a produtividade
- 19 Inovação e produtividade na construção civil
- 22 Como promover a assimilação da inovação aberta
- 24 Difusão da inovação e seus desafios
- 26 Uma metodologia para a construção de adutoras

## 2023

- 31 Inovação Aberta - o novo e o diferente
- 33 Nova metodologia eleva a produtividade na indústria de construção civil
- 35 Comunicação como aglutinadora e difusora do conhecimento corporativo
- 37 Inventividade e inovação na Construção Civil
- 39 A implementação do BIM em obras lineares: Canal do Sertão
- 45 Impactos do BIM para futuros engenheiros e arquitetos
- 46 Coesão para inovar
- 48 Suíte de Segurança do Trabalho
- 51 Por que o BIM é necessário?
- 53 Inovação Aberta na OEC
- 55 Concreto para Obras Offshore: Desafios de Logística
- 61 Reservatório Nova Marapicu - um exemplo de utilização do BIM em obras de infraestrutura
- 66 Startups querem fazer Negócios



2022



## Introdução

Qualquer pessoa que tenha tido uma experiência profissional em uma grande empresa ou grupo empresarial, como é a OEC / NOVONOR, deve conhecer muito bem as dificuldades de se estabelecer e manter procedimentos e métodos padronizados de gestão organizacional, ou de criar uma sistemática eficiente de interação / comunicação entre um sem-número de grupos de trabalho, equipes, departamentos, filiais ou, no presente contexto de uma construtora, entre os diversos canteiros de obras espalhados pelo país e no exterior.

No caso particular da OEC, tal dificuldade natural de interação e organização sistêmicas é talvez ainda mais intensa e presente, em virtude da estrutura administrativa e organizacional adotada pela empresa. De fato, uma prática referida internamente como “delegação planejada” dá uma grande autonomia e poder decisório aos gestores dos contratos, que estão na ponta do processo e em contato direto com o cliente; ou seja, promove-se agilidade onde se gera receita. Trata-se sem dúvida de uma vantagem competitiva, mas que certamente não contribui no estabelecimento de uma metodologia sistemática para promover a padronização e a comunicação na empresa.

Com o intuito de superar estes obstáculos à integração e evitar uma tendência natural de se “reinventar a roda” sempre que se enfrentam novos desafios, a OEC / NOVONOR criou uma série de programas e estratégias que buscam favorecer a cultura do registro, o contato entre os integrantes, a troca de experiências e a circulação da informação para a reutilização de soluções criativas desenvolvidas nos canteiros; promover o registro, a divulgação e a disseminação do conhecimento gerado nas “células”, tornando-o disponível para todos os integrantes da empresa (o “sistema”). Entre estas iniciativas, destaca-se a criação do programa designado como “Prêmio Destaque”.

O presente artigo mostra como o uso de tecnologia e sistemáticas mais eficientes de classificação podem aprimorar a busca e seleção de trabalhos neste enorme acervo, tendo-se como base o conhecimento efetivamente agregado, de modo a torná-lo mais acessível aos integrantes da OEC. Busca-se assim facilitar o acesso à informação e promover a reutilização deste conhecimento em benefício da empresa, proporcionando uma grande economia de tempo e recursos, com os ganhos correspondentes de produtividade e eficiência por meio das iniciativas inovadoras bem-sucedidas.

### ***O Prêmio Destaque: Breve histórico***

Criado em 1992 com um formato de um concurso para promover e divulgar soluções internas, o “Prêmio Destaque” foi o programa pioneiro da Rede de Conhecimento Odebrecht. Este contempla diversas categorias previamente escolhidas (estratégicas para a empresa – Ver Figura 1), premiando os melhores trabalhos realizados nas obras em cada ano (por categoria), os quais são avaliados criteriosamente por uma comissão interna julgadora judiciosamente constituída.



Figura 1. Prêmio Destaque 2020: Categorias.

Além de engajar e motivar os participantes pelo reconhecimento das lideranças e promover o registro do conhecimento ou experiências geradas pelos integrantes, a base de dados produzida funciona como um repositório de ideias com os registros de todas

as iniciativas de destaque realizadas nas obras ao longo dos anos. Constitui-se assim um valioso acervo de iniciativas exitosas e previamente testadas, acumulando vinte e nove (29) anos de experiências agora passíveis de serem replicadas, à disposição da empresa.

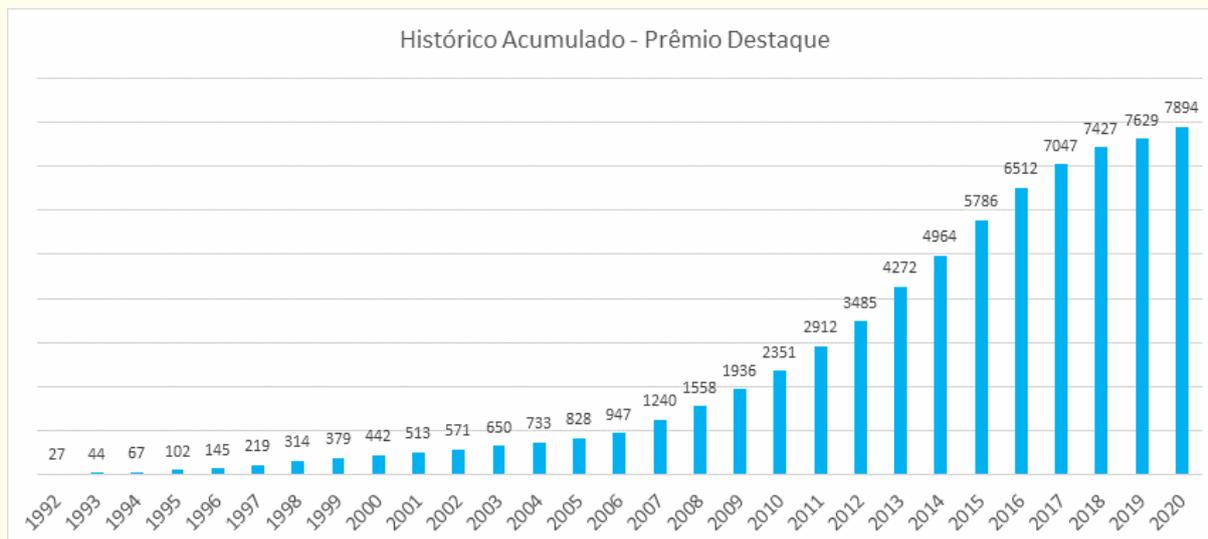


Figura 2. Acervo do Prêmio Destaque: Histórico acumulado.

## ***O desafio: Objetivos e metas para uma busca eficaz***

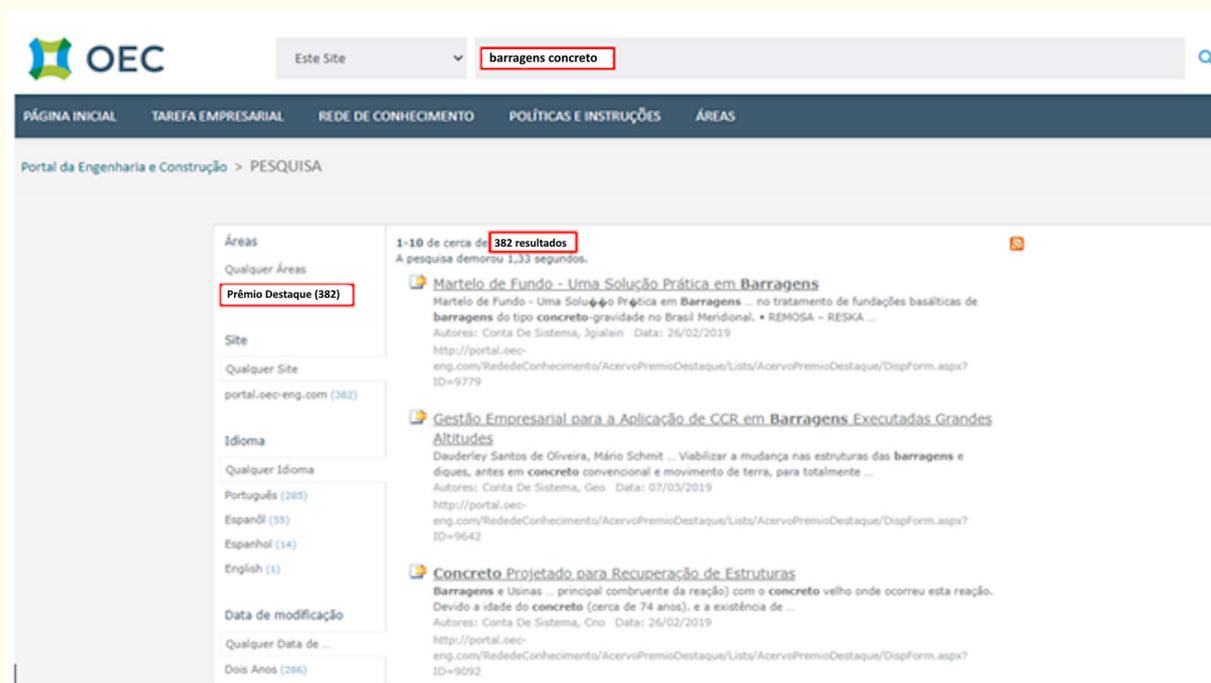
Hoje com 7.894 trabalhos publicados e com a quantidade de dados crescente, observou-se que, na prática do dia a dia, o potencial deste valioso acervo era subutilizado. Embora com os trabalhos devidamente arquivados em um banco de dados muito bem organizado, os mecanismos de busca disponíveis não favoreciam o uso efetivo da informação pela comunidade técnica da OEC.

Ao se investigarem as razões para tal desempenho, constatou-se que:

1. A metodologia de classificação do acervo de trabalhos é muito eficiente para a realização do concurso “Prêmio Destaque” e seus objetivos, mas necessitava de uma ferramenta para busca mais rápida e assertiva por conteúdo;
2. Os assuntos abordados nos trabalhos não têm necessariamente uma relação direta com as atividades específicas executadas nas obras de origem (Negócio), que representa a chave de busca mais imediata;
3. Na prática, a pesquisa no acervo técnico é feita com uma ferramenta de busca genérica (MS SharePoint), gerando muitos registros em uma pesquisa que dificultam a seleção do material que realmente interessa ao usuário.

Para ilustrar estes argumentos, refere-se por exemplo a algumas das categorias adotadas na classificação dos trabalhos, no momento da inscrição: “Reutilização do Conhecimento”, “Jovens Integrantes”, “Melhoria Contínua”, “Agregação de Valor ao Cliente”, ... Todas extremamente importantes que cumprem muito bem o papel estratégico almejado pela organização do evento, mas que intrinsecamente dão margem a uma grande variedade de temas específicos, o que dificulta a busca posterior (por assunto).

A título de exemplo, veja-se o que um usuário obtém na plataforma MS SharePoint ao tentar localizar um trabalho relacionado ao assunto “barragens concreto”:



The screenshot shows the OEC (Portal da Engenharia e Construção) search interface. The search bar contains the text "barragens concreto". The search results are displayed in a list format. The first result is "Martelo de Fundo - Uma Solução Prática em Barragens", followed by "Gestão Empresarial para a Aplicação de CCR em Barragens Executadas Grandes Altitudes", and "Concreto Projetado para Recuperação de Estruturas Barragens e Usinas". The search results are filtered by "Prêmio Destaque (382)".

Figura 3. Resultado da pesquisa no acervo do “Prêmio Destaque” utilizando-se o MS SharePoint.

Resultados obtidos na pesquisa: (Figura 3)

- Há um total de 830 registros relacionados à pesquisa na base de dados, considerando-se todas as áreas (Engenharia, Equipamentos, Qualidade, ...);
- Deste total, 382 documentos são trabalhos do acervo do “Prêmio Destaque”, com menção às palavras “Barragens” e/ou “Concreto” (Ver Figura 3), ordenados por relevância;
- Como todos os trabalhos com referência às palavras são listados, estes contemplam diferentes especialidades, tais como: equipamentos, gestão empresarial, controle tecnológico, fornecimento, inspeção, ... e em diversas aplicações (túneis de desvio, argamassa de reparos, execução de lajes, utilização de agregados, metodologias construtivas, etc.).

Ou seja, a seleção dos trabalhos que realmente interessam exigirá do usuário que fez a pesquisa algum tempo de dedicação, mas este tipicamente deseja obter uma resposta rápida para ajudá-lo a resolver o problema que enfrenta no campo, desestimulando o uso da informação armazenada (e, em consequência, da experiência acumulada pela empresa em problemas similares).

Para viabilizar a utilização sistemática e mais eficiente do acervo, a busca na base de dados deve ser mais prática e rápida, e a obtenção dos resultados da pesquisa mais eficaz.

Como solução proposta para tornar esta busca mais prática e eficiente – ou, em outros termos, para tornar este acervo “vivo” – foram implementadas as seguintes ações, distribuídas em três etapas, listadas a seguir:

**Introdução de novos campos com classificações complementares** àquelas disponíveis no banco de dados existente, a saber:

- Tipo e Sub-tipo da obra onde se deu o registro da informação, em conformidade com a tipologia adotada nos sistemas utilizados para a fase de proposta (ou seja, uma uniformização da terminologia, para referência);
- Aplicação (Geral ou Específica) e Natureza (Técnica ou Administrativa) relativas ao conhecimento gerado;
- O **Domínio do Conhecimento** efetivamente gerado (dentro de um elenco de domínios pré-definido, representativo para o acervo) - Figura 4.

LISTA DE TEMAS:		
Domínios de Conhecimento		
1 Administração	11 Gestão de Fornecedores	21 Procurement
2 Comunicação e Imagem	12 Gestão de Obras	22 Projeto
3 Conformidade	13 Gestão Financeira	23 Saúde e Segurança no Trabalho
4 Empresariamento	14 Informática	24 Suprimentos
5 Energia	15 Jurídico	25 Sustentabilidade e Responsabilidade Social
6 Engenharia	16 Materiais de Construção	26 Tecnologia
7 Equipamentos	17 Offshore	27 Telecomunicações
8 Estrutura	18 Pessoas & Organização	28 TEO
9 Geotecnia	19 Processos Construtivos	29 Tubulação
10 Gestão da Qualidade	20 Processos de Fabricação/Montagem	30 Outros

Figura 4. Tabela de Classificação do conhecimento efetivamente gerado proposto nos trabalhos publicados, com base em um elenco de temas pré-definido.

Naturalmente, os Domínios de Conhecimento passam a ser a **chave de pesquisa mais relevante** para a consulta do acervo, por se tratar da contribuição efetivamente proposta pelo trabalho apresentado. Os demais campos serão úteis no tratamento posterior dos dados, revelando estatísticas interessantes (e inéditas) na fase de pós-processamento, mas também podem ser utilizados para refinar a busca.

**Classificação automática (anual) do acervo do “Prêmio Destaque” através do uso de algoritmos de Inteligência Artificial**, com o objetivo de preencher os novos campos criados, com destaque para o Domínio de Conhecimento da contribuição proposta, conforme detalhado no Item a seguir;

**Criação de um novo sistema para administrar estes dados**, através de uma interface simples e “user-friendly” que permita efetuar consultas expeditas ao acervo, bem como a realização de operações de pós-processamento para a consolidação das informações disponíveis, com apresentação de estatísticas relevantes e relatórios gerenciais (no formato “Dashboard”).

O Lema nesta etapa era viabilizar a seleção de trabalhos específicos **com até três (03) cliques de mouse**.

A interface do novo sistema é apresentada na sequência.

Para efeito de comparação, a mesma pesquisa anteriormente apresentada na Figura 3 será refeita no novo sistema, que já contempla a inclusão dos novos campos listados acima.

## A metodologia: Classificação do acervo por meio de algoritmos de IA

Conforme discutido no Item anterior, o campo “Domínio de Conhecimento” tornou-se a principal chave de busca do acervo. Mas a criação de novos atributos traz um outro problema: o preenchimento destes campos para todos os trabalhos requer que se faça anualmente (a periodicidade do programa Prêmio Destaque) uma leitura / interpretação de conteúdo por um especialista, de forma a garantir uma classificação adequada, padronizada e confiável destes documentos. Dada a quantidade crescente de dados no acervo (ver Figura apresentada anteriormente), a abordagem baseada exclusivamente em uma classificação manual tem um custo financeiro alto e requer muito tempo para sua realização. Em outras palavras, torna-se mais e mais inviável.

A solução encontrada para contornar esta dificuldade foi a utilização de algoritmos de processamento de linguagem natural (NLP - Natural Language Processing) e aprendizagem de máquina (ML – Machine Learning), que quando combinados, geram modelos para classificação automática dos textos. Partindo-se inicialmente de um conjunto de documentos previamente classificados, foi possível implementar um método de “aprendizagem” supervisionado, conforme é detalhado a seguir.

O objetivo do sistema de classificação é “entender” o conteúdo do texto referente a um determinado trabalho e associá-lo a um Domínio de Conhecimento específico, como está esquematizado na Figura a seguir (ver também a Figura já apresentada).

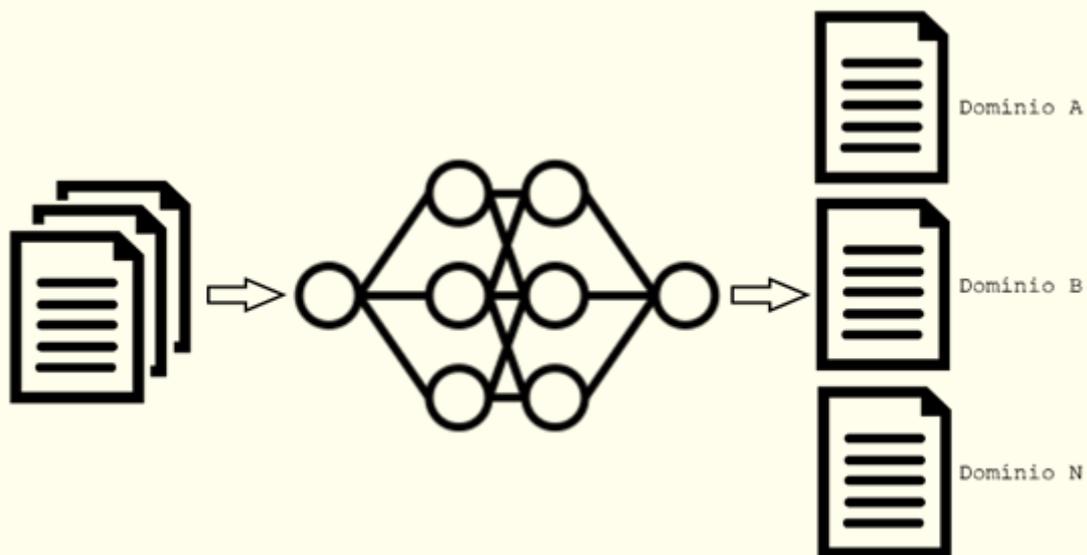


Figura 5. O processo de classificação automática para a classificação do Domínio.

Para que isso seja possível, é necessário primeiramente “ensinar” o sistema a reconhecer o Domínio de Conhecimento ao qual o documento pertence, através de um processo de treinamento do algoritmo baseado em Inteligência Artificial (IA), o que requer como ponto de partida a introdução no sistema de uma base de documentos previamente classificados (manualmente).

O processo de classificação propriamente dito é resumido em três (3) etapas, apresentadas na seqüência:

### **ETAPA 1: Pré-processamento do texto de cada documento**

O algoritmo de pré-processamento irá extrair as principais palavras-chave do texto, excluindo os termos irrelevantes ao contexto (advérbios, artigos etc.), como ilustrado esquematicamente na Figura a seguir. Calcula-se posteriormente a frequência relativa de ocorrência das palavras selecionadas após este processo inicial de “filtragem”, para o cômputo de métricas de ponderação.

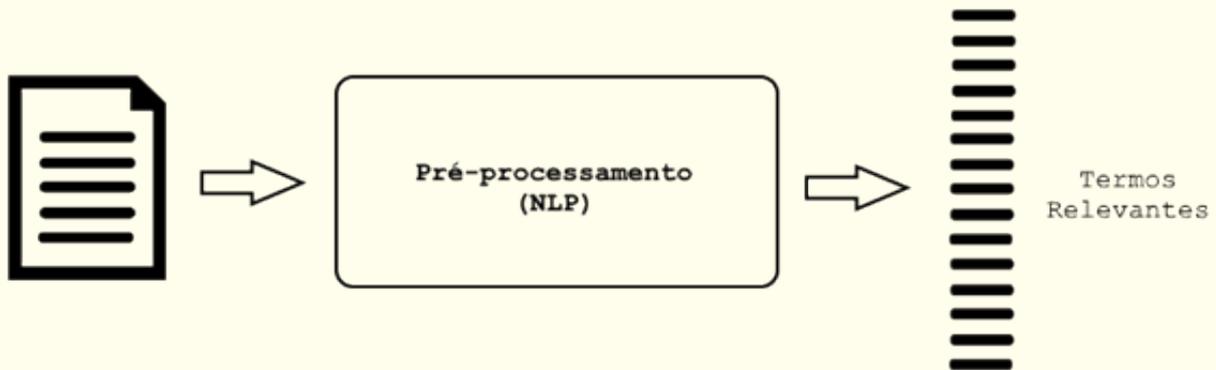


Figura 6. ETAPA 1: Pré-processamento dos textos.

### **ETAPA 2: Machine learning (IA)**

Após o pré-processamento de cada documento, os dados coletados e a respectiva classificação serão passados para o algoritmo de aprendizagem de máquina (ML). Esse algoritmo irá gerar um modelo matemático de reconhecimento (ou Modelo de Predição), através de redes neurais artificiais (ANN - Artificial Neural Network). O processo está representado na Figura a seguir.

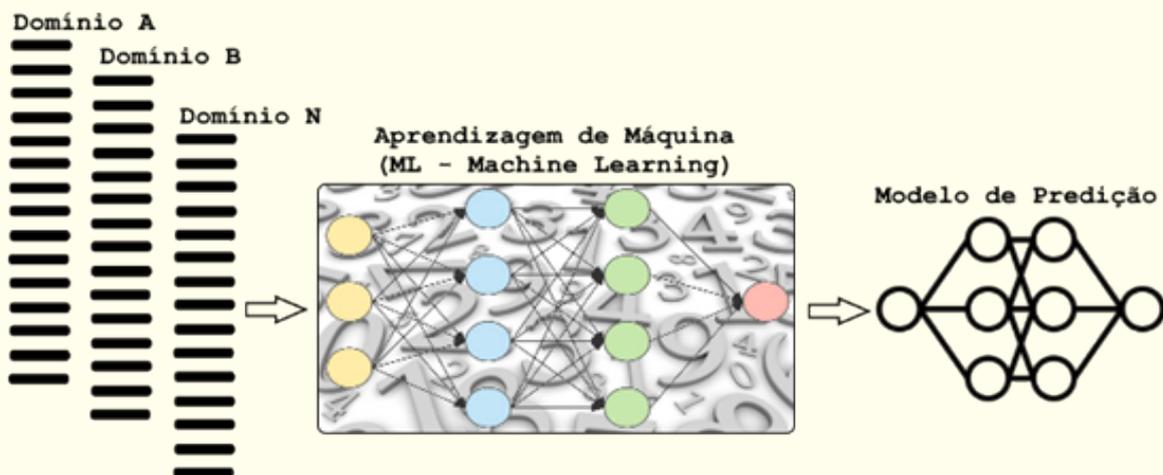


Figura 7. ETAPA 2: Machine learning e Modelo de Predição.

### ETAPA 3: Validação do sistema de classificação automática

Com o Modelo de Predição criado, já é possível submeter documentos não classificados ao sistema, para que este faça a classificação automática dos trabalhos.

Foram combinados três (3) algoritmos de aprendizagem distintos para se chegar a um resultado mais preciso. Submetendo-se posteriormente os documentos já classificados ao sistema de classificação automática, o percentual de acerto chegou a 82%. Através da retroalimentação do sistema com novos dados classificados, pretende-se atingir uma precisão acima de 95%, eliminando-se assim a necessidade de classificação manual do acervo para os trabalhos futuros.

A Figura 8 ilustra esquematicamente o fluxo de processamento de dados adotado no sistema de classificação automática de documentos. Durante o período de testes, os documentos classificados de forma incorreta foram reclassificados manualmente e retroalimentados no algoritmo de treinamento para depuração, visando-se aprimorar a precisão do processo de classificação.

Para este processo de classificação automática, utilizou-se como ferramenta o software KNIME (KNIME AG, Switzerland, <https://www.knime.com/>), uma plataforma livre e de código aberto para análise de dados. Este software utiliza uma linguagem gráfica de programação e interface amigável para o desenvolvimento das análises, o que torna possível sua utilização por um não-especialista em Data Science ou TI. Um fluxo típico de análise está ilustrado na Figura na próxima página.

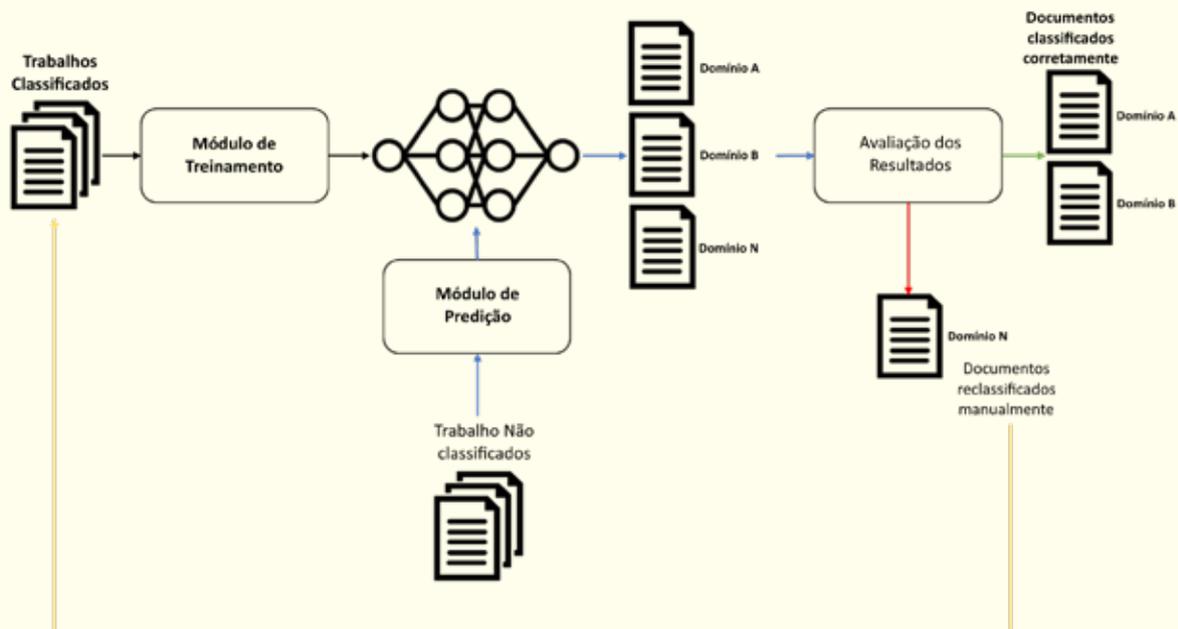


Figura 8. Fluxo de processamento do sistema de classificação automática de documentos.

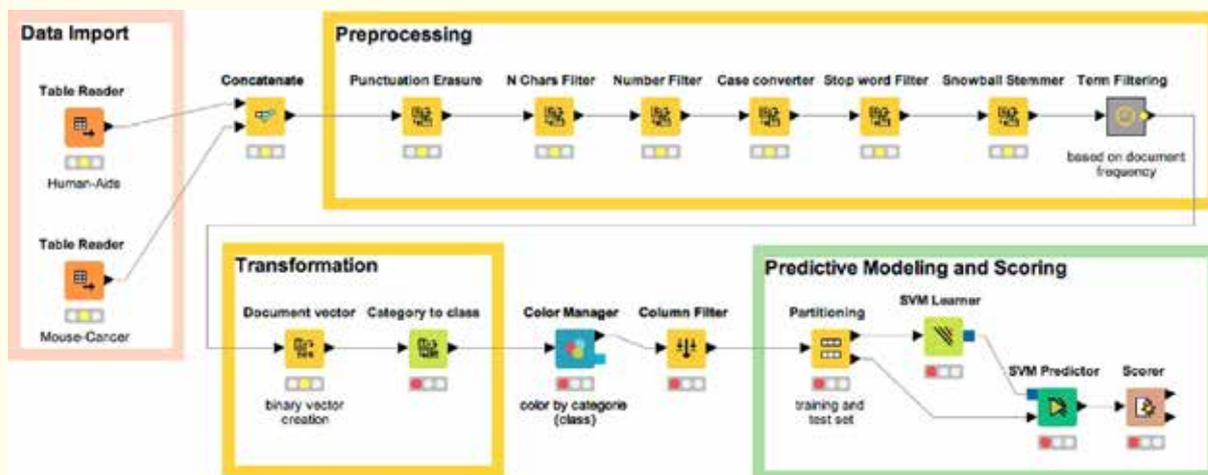


Figura 9. Elaboração de um projeto típico de tratamento de dados no KNIME, por meio de programação gráfica (similar ao que foi utilizado neste estudo).

TRABALHO	PREDICTION 1	CONFIDENCE 1	N. PRED#1
03 meses para implantar o Programa da Qualidade no Projeto Metrô Ip	Geotecnia	0.10	0.0
9.000.000 HHT E A 1ª CERTIFICAÇÃO DA ÁFRICA	Sustentabilidade e Responsabilidade Social	0.00	0.0
A gestão dos agentes ocupacionais em uma obra da construção civil.	Sustentabilidade e Responsabilidade Social	0.03	0.0
A IMPLANTAÇÃO DE BANCO DE DADOS COMO FERRAMENTA DE GESTÃO	Procurement	0.01	0.0
A industrialização das fôrmas como inovação para mitigar riscos	Processos Construtivos	0.51	0.5
A LEER: Programa de Lectura en Seguridad Vial	Sustentabilidade e Responsabilidade Social	0.44	1.0
A relação sustentável entre obra e comunidade em áreas urbanas	Sustentabilidade e Responsabilidade Social	0.28	1.0
ACORTANDO PLAZOS CON CREATIVIDAD E INNOVACION EN LA CONSTF	Engenharia	0.61	0.5
Acreditar - Programa de Qualificação Profissional Continuada - Experiê	Sustentabilidade e Responsabilidade Social	0.96	1.0
ACTITUD PRODUCTIVA - RESULTADOS EFECTIVOS - Programa Productivi	Engenharia	0.04	0.0
ADMINISTRAÇÃO CONTRATUAL – UMA PROPOSTA DE ESTRUTURAÇÃO (	Empresariamento	0.16	0.5
Agricultura Solidária	Sustentabilidade e Responsabilidade Social	0.99	1.0
Águas Servidas , Águas Usadas - Reaproveitamento de água em canteir	Engenharia	0.43	0.0
ALIANÇA: UMA NOVA DIMENSÃO DE PACTO NA BUSCA DE RESULTADOS	Suprimentos	0.08	0.0
Amigos do Bem	Sustentabilidade e Responsabilidade Social	1.00	1.0

Cores x Identificador	
Correto	1.0
Aceitável	0.5
Errado	0.0

Figura 10. Depuração do processo de classificação automático, para retroalimentação no sistema.

## A interface: “Buscador” de prêmios

Definida uma metodologia mais eficiente de classificação (na consulta do acervo) e um processo automático de classificação de uma quantidade vultosa de dados (por meio de algoritmos IA / Inteligência Artificial), partiu-se para o desenvolvimento de um sistema dedicado à pesquisa, consulta e seleção dos trabalhos.

Para este fim, optou-se pela utilização do software MS Power BI, uma ferramenta simples e amigável para consolidar dados, com recursos interativos para a geração de “Dashboards” inteligentes. A primeira tela (a principal) do sistema “Buscador” de prêmios está apresentada na Figura a seguir.



Figura 11. Tela principal do “Buscador” de Prêmios (MS Power BI).

## Argumentos para a seleção dos trabalhos

1. Seleção do **Tipo e Sub-tipo da Obra**; (Novo)
2. Seleção do **Tipo de Aplicação** (Geral ou Específica); (Novo)
3. Seleção da **Natureza** do tema (Administrativo ou Técnico); (Novo)
4. Seleção da **Categoria** do trabalho (Ver Figura 1);
5. Seleção do **Domínio de Conhecimento** (Campo Principal); (Novo)
6. Seleção do **País** onde foi produzido o trabalho;
7. Seleção do **Período** (ano) em que o trabalho foi publicado;
8. Seleção do **Negócio** / Empresa (Grupo Novonor) onde a obra está locada;
9. Filtro para seleção dos trabalhos vencedores;
10. Lista de trabalhos selecionados (Todos, se não houver seleção);
11. Campo de busca, para inclusão de textos (Busca por palavra);
12. Total de trabalhos (Todos, se não houver seleção).

Para a seleção dos argumentos de pesquisa, que funcionam como filtros, basta “ticar” nas caixas de diálogo próximas aos títulos, podendo-se fazer qualquer seleção cruzada para otimizar a busca.

Com base na Figura anterior, fica fácil perceber o “Critério dos três cliques” para uma busca eficaz, que norteou todo este trabalho. Utilizando o mesmo exemplo apresentado no Item anterior, bastaria executar a seguinte sequência de operações:

(NOTA: Neste exemplo, a base de dados não está completa!)

1. Parte-se inicialmente de um universo de **2.724 trabalhos** classificados – CAMPO 12 / Figura 11;
2. Seleciona-se o **Tipo de Obra** = “Energia Geração” / “Usinas Hidrelétricas” – CAMPO 01 / Figura 12 (Total = 278 trabalhos; 10% do acervo);
3. Seleciona-se o **Domínio de Conhecimento** = “Materiais de Construção” – CAMPO 05 / Figura 12 (Total = **20 trabalhos; 0,73% do acervo**);
4. Por fim, pode-se refinar ainda mais a busca inserindo o texto “concreto” no campo de busca – CAMPO 11 / Figura 12 (Total = **9 trabalhos; 0.33% do acervo**) – CAMPO 12 / Figura 12. Para acessar estes trabalhos, basta clicar no respectivo **link de acesso** (ao lado do nome do arquivo).

Este exemplo de busca está ilustrado na Figura a seguir. Percebe-se que, com apenas dois cliques de mouse, já houve uma redução significativa na quantidade de trabalhos a serem analisados (de 2.740 para 20); nesse caso, apenas 0,73% do acervo inicial – uma seleção feita somente com **dois cliques de mouse!**

The screenshot shows the OEC search interface with the following filters applied:

- Tipo de Obra:** Energia Geração (Usinas Hidroelétricas)
- Aplicação:** Natureza (Administrativo)
- Domínio:** Materiais de Construção
- Países:** (None selected)
- Ano:** 1995 to 2019

The search results table is as follows:

Link	Descrição	Ano	Área/Projeto
<a href="#">Aplicação de lona plástica em substituição ao concreto magro</a>	Aplicação de lona plástica em substituição ao concreto magro	2006	UHE Furnas
<a href="#">Concreto Projetado para Recuperação de Estruturas</a>	Concreto Projetado para Recuperação de Estruturas	1997	UHE Ilha dos Pombos
<a href="#">Determinação Resistência à Tração na Interface - Concreto Estrutural x Argamassa Reparo</a>	Determinação Resistência à Tração na Interface - Concreto Estrutural x Argamassa Reparo	1999	UHE Itá
<a href="#">Engenharia Através Tecnologia Concreto com Silica Ativa</a>	Engenharia Através Tecnologia Concreto com Silica Ativa	2001	UHE Cana Brava
<a href="#">Indicadores de Desempenho na Qualidade do Concreto</a>	Indicadores de Desempenho na Qualidade do Concreto	2005	UHE Picada
<a href="#">Micro Fibras Polipropileno - Face Concreto Vertedouro</a>	Micro Fibras Polipropileno - Face Concreto Vertedouro	2001	UHE Cana Brava
<a href="#">Otimização do Traço de Concreto Bombeado para Concretagem dos Conduitos Forçados</a>	Otimização do Traço de Concreto Bombeado para Concretagem dos Conduitos Forçados	1998	UHE Itá
<a href="#">Rejeito de Britagem Agregado de Concreto Projetado</a>	Rejeito de Britagem Agregado de Concreto Projetado	2000	UHE Mascarenhas de Moraes
<a href="#">Um Novo Concreto está Dando Pega em Cana Brava</a>	Um Novo Concreto está Dando Pega em Cana Brava	2000	UHE Cana Brava

Figura 12. Exemplo de pesquisa no “Buscador” de Prêmios: Barragens em concreto.

A figuras apresentadas na sequência ilustram o potencial da ferramenta na geração de Dashboards inteligentes.

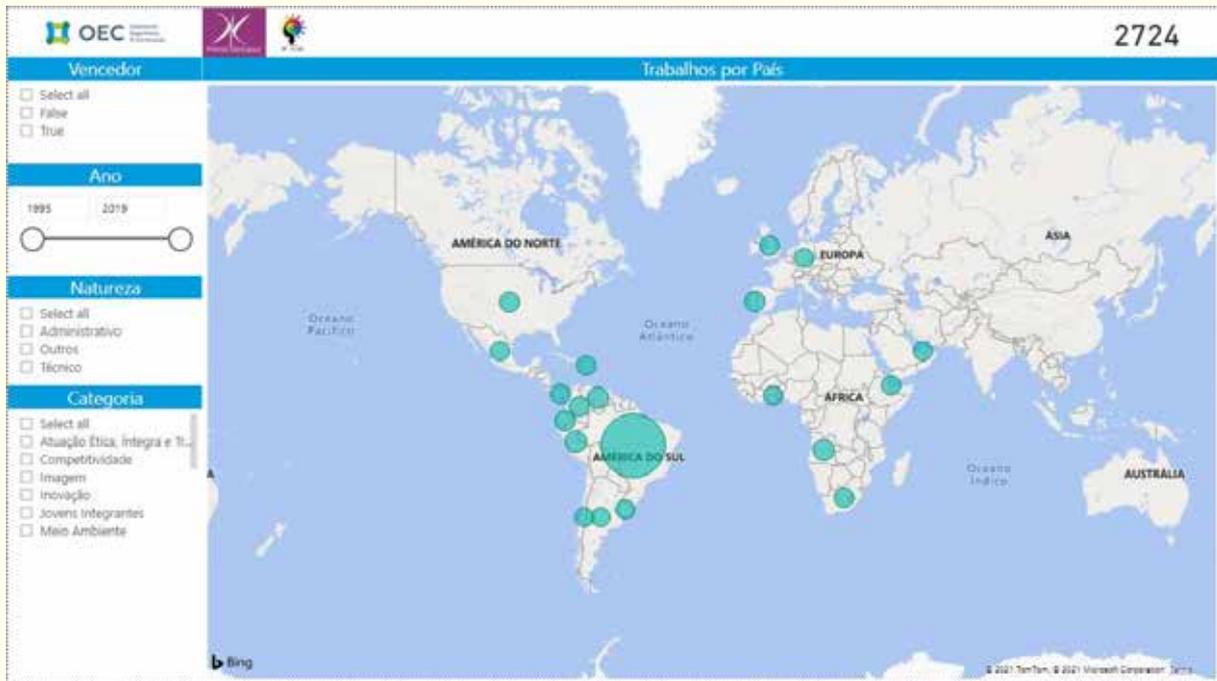


Figura 13. Dashboard com indicação da procedência dos trabalhos (Países de origem).

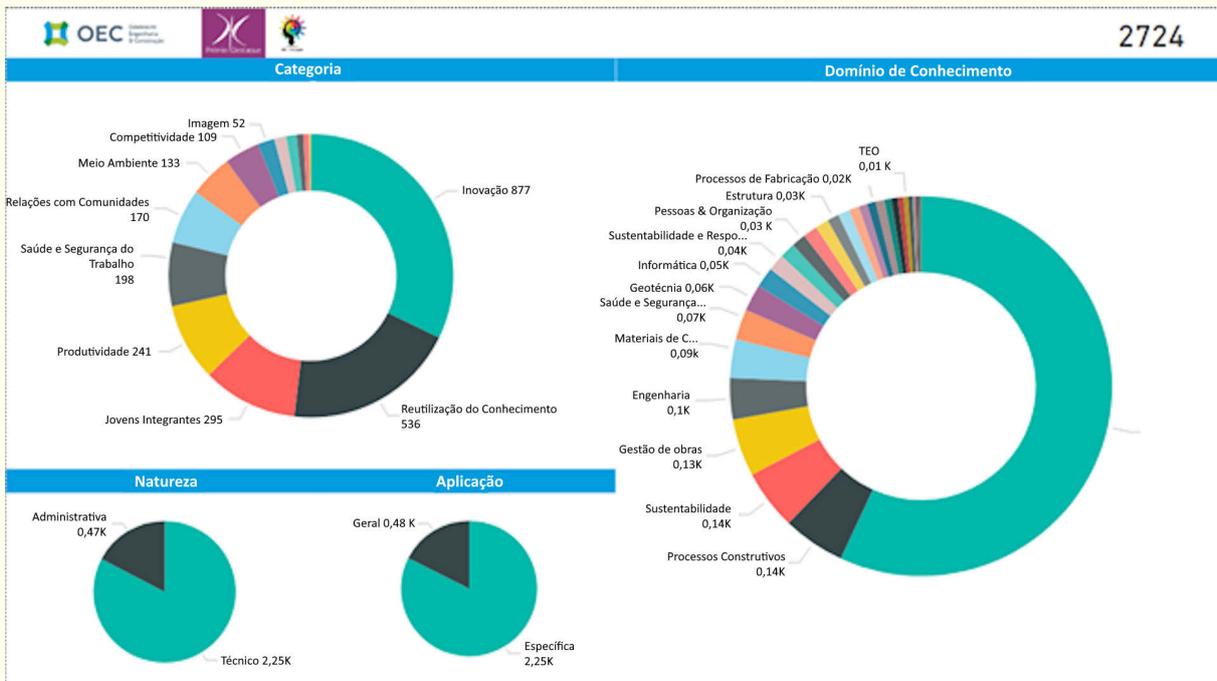


Figura 14. Dashboard com classificação dos trabalhos por Categoria.

## Comentários finais

O presente trabalho apresenta os resultados de uma experiência-piloto realizada pela equipe de Inovação da OEC, que utiliza recursos de tecnologia para efetuar a classificação do acervo técnico. O objetivo desse projeto é agilizar a busca pela informação armazenada, tornando-a mais acessível, de modo a favorecer a reutilização do conhecimento na empresa.

É importante comentar que a aplicação de algoritmos baseados em Inteligência Artificial presume a disponibilidade de um conjunto robusto de dados para a realização do “treinamento”, de modo que não há como evitar atividades tediosas e monótonas de classificação manual nesse processo de “aprendizagem” supervisionado, as quais consomem muito tempo. No presente caso, o produto almejado é a **classificação automática dos trabalhos futuros**, a partir de agora realizada sem qualquer intervenção, com a garantia da uniformidade de critérios e a disponibilização de uma interface amigável para consultas sistemáticas.

O sucesso desta experiência nos capacita para alçar “voos mais altos”, utilizando-se uma estratégia similar àquela aqui apresentada e as mesmas ferramentas para a classificação do acervo técnico de obras realizadas pela empresa, uma tarefa bem mais desafiadora, por envolver um acervo maior e mais heterogêneo. O alcance dos resultados almejados justificará o esforço.

Uma das coisas que todos aprendemos na Novonor é não superestimar as experiências exitosas do passado, pois isto pode comprometer as novas conquistas, a visão e o próprio sucesso futuro. Este sábio ensinamento, que vem da experiência, certamente não se refere ao nosso rico acervo disponível.

Após trinta e sete anos do lançamento do filme “E.T.: O Extraterreste”, foi veiculado recentemente na Internet pela empresa de tecnologia e entretenimento Xfinity (do grupo COMCAST) um comercial no qual o famoso personagem retorna ao planeta Terra nos dias atuais e, ao reencontrar Elliot, é surpreendido pelos grandes avanços tecnológicos ocorridos aqui desde a sua última visita. Mas se o menino Elliot - hoje um homem com cerca de 45 anos e família constituída – tivesse escolhido a profissão de Engenheiro e trabalhasse no mercado da Construção Civil, talvez a nova experiência do pequeno alienígena tivesse sido um pouco diferente e meio frustrante, com a constatação de que as coisas não mudaram tanto assim nesses últimos anos, causando a impressão de uma grande estagnação.



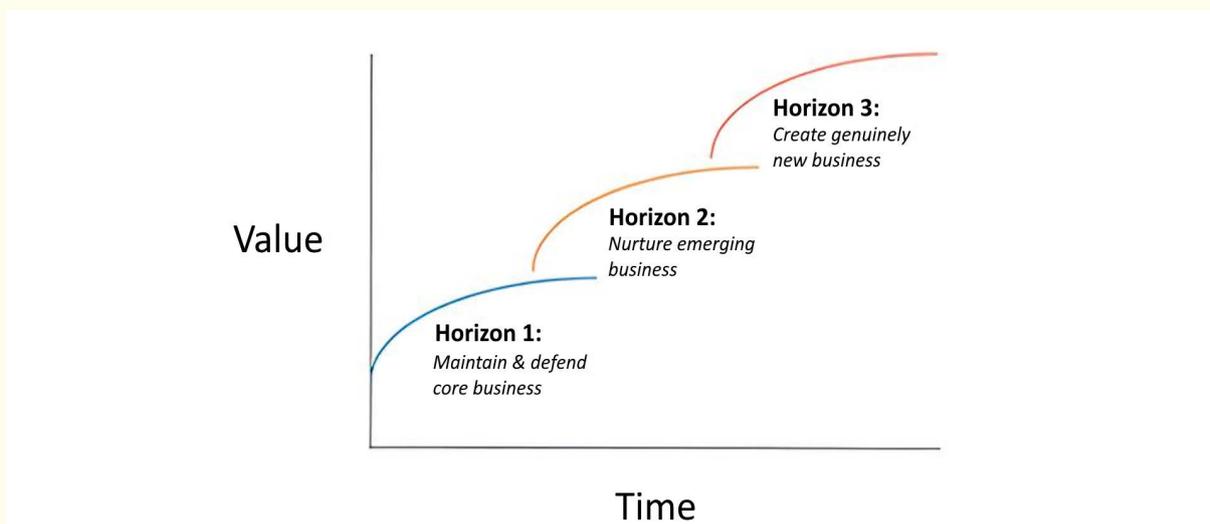
Atividades comuns na Construção Civil, no dia-a-dia dos canteiros.

De fato, de uma forma geral, as técnicas hoje adotadas nos canteiros não diferem substancialmente daquelas empregadas em 1982 (ano de lançamento do filme), em particular na área da Construção Civil pesada. Muito embora os recursos de tecnologias hoje disponíveis, que vêm impactando as mais diversas áreas e causando grandes transformações no mercado profissional e na vida das pessoas, tais como Inteligência Artificial (AI), Big Data, Block Chain, Internet das Coisas (IoT), sejam igualmente aplicáveis no ramo da Construção – se não diretamente na atividade-fim, ao menos nas diversas tarefas e atividades complementares de gestão de pessoas e processos – a transformação nesse setor é ainda incipiente.

Muito se fala hoje em “Inovação”, uma palavra que entrou em moda e passou a fazer parte do vocabulário corporativo de qualquer empresa ou negócio, em especial nas peças publicitárias. Centros de Inovação com arquiteturas rebuscadas e “salas de ideação” repletas de Post-its coloridos surgem em todos os lugares e eventos de toda sorte acontecem quase todos os dias. Mas o que é, em que consiste exatamente a Inovação e como é possível praticá-la de uma forma eficaz, para que esta realmente traga benefícios ao negócio, como ganho de eficiência e aumento de produtividade?

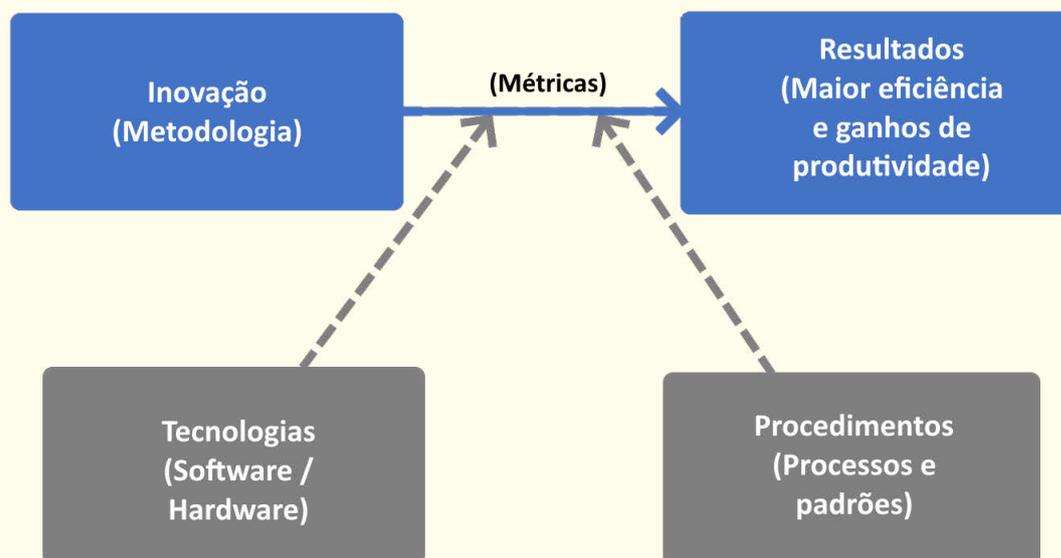
Este artigo procura responder estas questões, trazendo as discussões para o campo da Construção Civil pesada.

Conforme definido no guia “Metodologia Corporate-up” [1], **Inovação é um processo racional para resolver problemas reais de uma forma eficiente em ambientes de grandes incertezas**. Neste mesmo artigo, considera-se que uma iniciativa inovadora pode ser classificada em três níveis, com impactos (e riscos) crescentes nos resultados esperados do negócio, a saber: ( 1 ) **Inovação incremental**: de menor risco, que consiste na implementação de melhorias nos produtos existentes, com aplicações de soluções disponíveis no mercado; (2) **Inovação adjacente**: de risco intermediário, com o desenvolvimento de novas soluções em mercados já dominados pela organização; ou (3) **Inovação transformacional**: de maior risco, que foca em melhorias para a conquista de novos mercados. Uma abordagem similar é utilizada pela empresa McKinsey, referida como “The Three Horizons of Growth”, conforme ilustrado abaixo.



"McKinsey's Three Horizons of Growth, apud Ref. [2]. Nota: (Horizon 1 = Inov. incremental; Horizon 2 = Inov. adjacente; Horizon 3 = Inov. transformacional)"

Conforme descrito no parágrafo anterior, deve-se enxergar a Inovação como uma metodologia, com métricas e resultados mensuráveis no decorrer do processo. Sendo assim, deve-se ter em mente que tecnologia e procedimentos são meras ferramentas utilizadas neste processo, cujo resultado esperado é o ganho de eficiência e maior produtividade em determinada atividade, conforme ilustrado esquematicamente na figura abaixo:



Na fase atual de reestruturação da Odebrecht Engenharia & Construção (OEC), como reação a uma das piores crises ocorridas na economia brasileira que se iniciou em meados de 2015, considera-se que investir em inovação é uma estratégia importante para garantir a sobrevivência e permitir a retomada do crescimento.

Nesse contexto, propõe-se no presente artigo uma linha de atuação para um Programa de Inovação corporativo com o objetivo de capacitar a empresa para diferenciá-la na conquista de novos contratos, almejando-se tanto o ganho de eficiência e a melhora no desempenho das obras, como o aprimoramento da segurança nos canteiros.

Para tanto, recomenda-se o emprego de uma metodologia já consagrada (com assessoria e acompanhamento capacitado) para promover um processo de inovação de forma sistemática e mensurável, fiel à estratégia de errar “cedo e barato”, visando-se a **diminuição dos riscos** inerentes aos processos de inovação e a **otimização de recursos**: Estes são aplicados progressivamente à medida o problema a resolver se torna mais conhecido e a metodologia proposta é testada.

Sugere-se estruturar o programa com base na seguinte estratégia, tendo-se em conta os níveis de inovação referidos acima:

## ***Inovação Incremental:***

- Identificação e contratação de Startups/Construtechs ou empresas constituídas, com soluções já disponíveis que possam ser prontamente empregadas/adaptadas para agregar eficiência, agilidade ou melhorias nos processos executados nos canteiros e/ou nos processos administrativos dos escritórios;
- Fazer uso de Hubs de Inovação para a busca de novas tecnologias e soluções que tenham aderência aos problemas da empresa;
- Identificação e adesão às novas tecnologias baseadas em BIM para estruturar a empresa ao grande salto tecnológico proporcionado pela Transformação Digital, com vistas a permitir uma maior racionalização da fase de construção e adequar a empresa às novas exigências de mercado;
- Como ação complementar, recomenda-se capacitar e treinar um núcleo corporativo em sistemas BIM para promover e apoiar o uso desta tecnologia na empresa.

## ***Inovação Adjacente:***

Desenvolvimento de ferramentas que visem:

- A eliminação de “gargalos” de produção ou a agilização de processos manuais recorrentes nos canteiros ou escritórios;
- Promover o acesso rápido à informação, como vantagem competitiva;
- Facilitar a busca de soluções ou boas práticas no acervo técnico da empresa, automatizando e facilitando os processos de consulta para transformar a informação em conhecimento;
- Prover soluções “on demand” para as obras, com base no estabelecimento de desafios estabelecidos a partir das solicitações dos canteiros, mobilizando Startups nos Hubs de Inovação para resolvê-los.

## ***Inovação transformacional:***

- Nesse campo estão as inovações disruptivas e a oportunidade de aprimoramento das atividades e processos da Engenharia, pela integração com instituições de ensino e pesquisa. Sobre este tema, refere-se ao interessante artigo de Jianxi Luo [3], que aborda a complementariedade entre Ciência, Design e Empreendedorismo como subprocessos da Inovação. É importante estabelecer relações com Universidades e Centros de Tecnologia consagrados, com vistas a parcerias estratégicas para mobilização futura, em um contexto econômico mais favorável. Planta-se assim uma “semente” promissora para iniciativas técnicas mais elaboradas em um futuro próximo (em referência ao diagrama da McKinsey, Ref. [2]).

Os ganhos esperados destas iniciativas resultam principalmente da eliminação de etapas intermediárias muitas vezes desnecessárias, que acarretam grande ineficiência aos processos. Com a automação, evitam-se os “tempos mortos” decorrentes destas

atividades indesejadas, além de agregar mais confiança aos processos, pela eliminação de possíveis erros humanos na execução de tarefas repetitivas. Quando se leva em conta que a maioria das atividades e processos passíveis de automação se repetem muitas vezes em uma obra e que estes podem ainda ser escalados (i.e. aplicados em obras similares), pode-se ter uma idéia do potencial de ganho que mesmo pequenas iniciativas podem representar para a empresa. A isto se somam os ganhos oriundos do aumento da competitividade e das vantagens competitivas da eficiência ao acesso à informação.

Estes são os benefícios previsíveis. Com uma equipe dedicada e estruturada para promover a Inovação na empresa, há sempre a possibilidade de ocorrer uma melhoria de maior impacto, com a geração de novos produtos, com potencial disruptivo.

As seguintes áreas são passíveis de automação de processos por meio da estratégia aqui sugerida: Área Administrativa, RH, Gestão e Controle de Contratos, Gestão das obras, Compliance, Engenharia (BIM).

A implementação do framework acima proposto, no entanto, representa um grande desafio, amplificado pelas características próprias decorrentes da estrutura organizacional da OEC, referentes à descentralização e autonomia do corpo de executivos responsável pelas obras. Em consequência, a equipe dedicada à inovação está perto das soluções, mas longe dos problemas reais do dia a dia. Como influenciar o “Mindset” dos integrantes, promover o engajamento das equipes da linha e incutir a cultura da inovação em tais condições? Como em qualquer processo desta natureza, é primordial que contar com recursos financeiros compatíveis com o grau de transformação que se deseja implantar, o apoio e o engajamento da liderança, a formação de um Comitê interno dedicado, além de promover mecanismos e uma estratégia de comunicação para reduzir a “distância” entre a equipe corporativa e a linha. A participação de todos é fundamental para o sucesso desta empreitada.

## **Referências:**

Guia “Metodologia Corporate-up”, Semente Negócios, <https://www.sementenegocios.com.br/>;

Wright, T. “McKinsey's Three Horizons of Growth Can Help You to Innovate”, Blog: <https://www.executestrategy.net/blog/mckinseys-three-horizons-of-growth>,

Luo, J. “Um processo de inovação integrado: ciência, design e empreendedorismo como subprocessos”, PDM – Project Design Management, n. 87, junho/julho 2019;

Em um célebre artigo publicado em fevereiro de 2017, com o título “Reinventing Construction: A Route to Higher Production”, o McKinsey Global Institute apresenta um interessante estudo comparativo entre o setor da Construção Civil, a Indústria e outras áreas da economia, o qual revela uma grande discrepância de produtividade entre os mesmos. Os resultados são bem desfavoráveis para o mercado da construção, como se pode constatar a partir dos dados publicados, sumarizados abaixo:

- Globalmente, o crescimento da produtividade do trabalho no setor de construção foi em média 1% ao ano nas últimas duas décadas, em comparação com 2,8% para a economia mundial total e 3,6% para a Indústria;
- Na amostra de países analisados, menos de 25% das empresas de construção atingiram o crescimento de produtividade alcançado nos mercados onde atuaram na última década.

Em contrapartida, o setor da construção é um dos mais robustos da economia mundial, com cerca de US\$ 10 trilhões gastos todos os anos em bens e serviços relacionados ao negócio. Estima-se que há uma oportunidade de ganho da ordem de US\$ 1.6 trilhão se este gap de produtividade for superado. Este montante é suficiente para suprir metade da demanda mundial anual de infraestrutura e corresponde a um aumento de cerca de 2% do PIB global.

Como principais causas para este baixo desempenho, destacam-se algumas condições impostas (1-3), práticas correntes do setor (4-6) e fatores de natureza operacional (7-10), a saber:

1. Aumento da complexidade do projeto e do site de construção;
2. Regulamentação excessiva, muito dependente da demanda do setor público e altamente cíclica;
3. Distorções decorrentes de informalidade e potencial de corrupção;
4. Mercado opaco e altamente fragmentado;
5. Contratos com desajustes nas alocações de risco e recompensas;
6. Falta de objetividade e padronização nos requisitos e especificações dos empreendimentos;
7. Projetos e investimento inadequados;
8. Má gestão e execução das obras;
9. Mão de obra sem qualificação adequada nas frentes de serviço e nos níveis de supervisão;
10. Sub-investimento em P&D e Inovação.

Para superar estes problemas, os autores sugerem as seguintes ações que, aplicadas em conjunto, podem potencialmente incrementar a produtividade do setor entre 50 e 60%, com uma redução de custos que pode atingir de 30 a 40%, além de aprimorar a qualidade / precisão das atividades de planejamento e orçamento, a saber:

1. Reformular a regulamentação e aumentar a transparência, para reduzir a informalidade e a corrupção;
2. Reformular o quadro contratual, mais colaborativo e direcionado à solução de problemas;
3. Repensar a concepção e os processos de Engenharia, com maior foco em “constructability” e padronização;
4. Aprimorar a gestão de compras e a cadeia de suprimentos;
5. Aprimorar as práticas de execução nos canteiros;
6. Incentivar a adoção de tecnologia digital, novos materiais, e automatização avançada;
7. Capacitação da força de trabalho.

Embora as medidas listadas nas linhas 1 e 2 dependam também (e substancialmente) de ações regulatórias e de ordem jurídica, a implementação das soluções propostas (notadamente aquelas descritas nas alíneas 3-7) podem ser facilitadas / viabilizadas através de iniciativas potencializadas pela Inovação.

Neste cenário, destacam-se a grande transformação digital da construção proporcionada pelo BIM (Building Information Modelling) e a metodologia VDC (Virtual Design and Construction) como uma forma eficiente de implementá-la. O BIM como ferramenta, e o VDC como estratégia,

- Tornam o processo como um todo mais transparente, previsível e colaborativo (1-2);
- Permitem estudos eficientes e conclusivos de “constructability” e promovem /favorecem a padronização – na verdade, trata-se de um requisito de implementação (3);
- Viabilizam uma transformação digital robusta do canteiro de obras, que passa a constituir uma verdadeira plataforma digital na qual se “plugam” novas tecnologias da Indústria 4.0 (IoT, Big Data, Digital Twins, tecnologias Cloud, gestão digital de obras, integração com softwares de back office, etc.) que favorecem a automação e a eficiência (4-6);
- A migração para o BIM exige capacitação e aprimoramento técnico da mão de obra empregada pela indústria da Construção Civil, algo que representa um salto qualitativo deste setor (7).

A tecnologia hoje disponível oferece ao mercado um arsenal de recursos, além dos citados acima, que podem levar a Construção Civil para outro patamar de qualidade e produtividade, comparável à Indústria – e estes benefícios são, pelo menos em parte,

extensíveis também à Construção Pesada, que por natureza, é menos passível de sistematização (pré-fabricação/modularização).

Através da Inovação, é possível vencer a inércia hoje observada no setor da construção e assim diminuir o *gap* de produtividade constatado nos últimos anos em relação a outras atividades econômicas, conforme discutido neste artigo. Esta qualificação do setor pela tecnologia viabiliza as oportunidades de ganhos vultosos acima identificadas, permitindo à indústria da Construção Civil almejar o lugar de destaque e a importância que lhe cabe na economia global, e prover a demanda de infraestrutura necessária ao desenvolvimento que o mercado requer.

O temor dos executivos da alta liderança de verem as suas empresas ficarem para trás devido ao acelerado processo de obsolescência verificado em segmentos tradicionais, conduz ao ponto que desejamos abordar ao final deste breve ensaio. Sob esta perspectiva, ao menos uma questão paira sobre a cabeça daqueles responsáveis pela comunicação interna: como conduzir os líderes e as suas equipes operacionais à adoção de práticas diárias da inovação?

Não é suficiente que os integrantes de uma organização estejam a par das novas disruptões do mercado. A chave da questão é a mudança comportamental desses indivíduos para que, de modo permanente, estejam atentos às oportunidades de melhorias, às interações com o ecossistema de inovação, à evolução tecnológica e às tendências dos investimentos; além de saberem mais sobre capital de risco, incorporarem atitudes e métodos ágeis, além de manterem a mente aberta ao novo, à diversidade, e às novas lógicas de funcionamento e de criação de valor.

Neste ponto vale recordar a célebre frase de Napoleão Bonaparte: “existem duas alavancas que movem um homem, o medo e o interesse pessoal”. A experiência de líderes empresariais parece indicar de forma quase unânime de que é preciso criar sistemas de incentivos, apelando para o interesse pessoal quando o objetivo é modificar padrões comportamentais. Do contrário, tão somente pelo apelo à importância das transformações, ou pela coerção, a adesão não resulta satisfatória.

Resta saber o que fazer. Seguem algumas recomendações à guisa de conclusão.

- O ponto de partida é o estabelecimento de indicadores de desempenho e parâmetros para avaliar progressos, além das metas desejadas. Este é um aspecto que não pode ser menosprezado. Sem métricas bem estabelecidas, capazes de indicar avanços na direção que se deseja (por exemplo, número de startups participantes ou o capital de risco investido), o passo seguinte torna-se inviável;
- Deve-se contar com a participação ativa das lideranças do RH e da Comunicação no estabelecimento de um programa de incentivos para a inovação. Em geral, os programas mais bem-sucedidos estabelecem metas tangíveis a serem alcançadas nos planos de ação de cada integrante da organização e não apenas dos líderes;
- Em seguida, a comunicação interna é acionada para o desenvolvimento e execução de ações orientadas à sensibilização e à mobilização visando, finalmente, a assimilação das novas práticas desejadas. Esse movimento inclui a criação de um *road show* para circulação interna, idealmente com a

participação do CEO e de Conselheiros, apresentando a importância do programa de inovação aberta e do programa de incentivos para a sobrevivência, crescimento e capacidade competitiva do negócio;

- Atenção especial à sensibilização-e-mobilização da média gerência, quase sempre engolfada por suas tarefas diárias, e por isso menos disponível a abraçar novas jornadas. É provável que a conquista de defensores do programa de inovação nesta camada interna represente um ponto de virada para o sucesso da transformação cultural necessária;
- Algumas organizações estimulam funcionários a se tornarem eles próprios pequenos investidores de venture capital, tanto na modalidade *crowdfunding*, como eventuais investidores-anjo, como meio de aquisição de cultura e de mentalidade inovadora;
- É também preciso estimular a adoção de práticas próprias da cultura da inovação: são as metodologias ágeis, algumas ferramentas de modelagem, práticas de ideação, co-criação, prototipação, mentorias e outras;
- Programas de inovação aberta bem estruturados costumam lançar desafios para o ecossistema como forma de selecionar startups, além de demodays, hackathons e outras atividades características da cultura da inovação. Nessas atividades é muito importante estimular o máximo envolvimento da comunidade interna da empresa;
- Por fim, deve-se proporcionar acesso dos funcionários ao ecossistema de inovação de modo a promover o contato com as suas lógicas e ambientes. São comuns as visitas aos hubs físicos, a realização de reuniões de planejamento com executivos-líderes e média gerência em coworkings ou instalações de hubs de inovação, além do contato direto com investidores de venture capital, o acesso a notícias do ecossistema de inovação, tanto nacionais quanto internacionais.

Diante de um cenário em que são cada vez mais recorrentes os casos de disrupções de mercados, que levam ao desaparecimento algumas das maiores organizações, a ambidestria, isto é, a capacidade de tocar simultaneamente as operações convencionais e investir seriamente em inovações, tornou-se qualidade vital para competir e sobreviver (O'REILLY III e TUSHMAN, 2004). Deste modo, a cultura organizacional pode promover ou impedir a ambidestria e suas disciplinas fundamentais subjacentes, tais como as práticas de ideação, co-criação, incubação, mentalidades de negócios exponenciais e de *growth*.

Curiosamente, a dificuldade de assimilação da cultura da inovação pelo público interno das organizações não difere muito do considerável esforço que a sociedade em geral envida para adotar inovações. Em seu célebre livro *Diffusion of Innovations*, lançado em 1962, Everett Rogers propõe quatro elementos principais de influência para que uma nova ideia seja assimilada: a qualidade da própria inovação, os canais de comunicação, o tempo e o sistema social. Todo o processo de difusão, segundo o autor, repousa sobre o capital humano: é ele quem determina o sucesso ou o fracasso da adoção das inovações, acima da própria inovação e dos seus benefícios.

Sua teoria busca explicar como, porque, e a que ritmo uma inovação é difundida e adotada nas mais diversas culturas. No livro, o autor argumenta que a difusão é o processo pelo qual as inovações são comunicadas por meio de certos canais ao longo do tempo em um determinado sistema social. Esses argumentos, hoje amplamente aceitos, causaram estranheza à época do lançamento, uma vez que apontavam para aspectos considerados irracionais na adoção de vantagens. Em muitas ocasiões, como Rogers pôde perceber de forma conclusiva em suas pesquisas em comunidades da América do Sul, ocorre uma recusa sistemática da incorporação de medidas claramente vantajosas.

Rogers (1962) identificou cinco aspectos que concorrem de forma importante para o sucesso ou o fracasso da difusão de inovações:

1. A adoção de inovações não resulta apenas dos seus benefícios imediatos;
2. Existe uma correlação direta entre a assimilação das inovações e quem as endereça. O prestígio do porta-voz conta muito, às vezes de forma decisiva;
3. A adoção da inovação depende da capacidade de interpretação e do repertório intelectual para quem ela é endereçada;
4. Também depende dos sistemas sociais de aprovação e de reconhecimento positivo dirigidos a quem a adota;

5. Por fim, indivíduos e instituições realizam um balanço intuitivo entre custos e benefícios para a adoção.

Várias empresas de grande porte não conseguem abraçar a cultura da inovação, não por falta de recursos, mas porque seus processos bem assimilados e valores estabelecidos atrapalham o desenvolvimento de novas oportunidades que visam pequenos ganhos iniciais, com margens que podem ser consideradas irrelevantes.

Novos negócios, quando apenas nascem, costumam se apresentar de forma confusa e com aparência nem sempre tão atrativa. Inovações disruptivas costumam contradizer o pensamento corrente. Contudo, é bom alertar àquele que detém os recursos sobre a tentação da presunção. Em uma posição de poder e conforto é sabido que o ser humano tende a desvalorizar o novo, o diferente e o desconcertante.

## Uma Nova Metodologia para a Construção de Adutoras

Gustavo Magalhães, Gustavo Baqueiro, José Xavier de Morais, Maico Aparecido, Márcio Rocha, Mateus Machado, Matheus Sales e Rafael Andrade



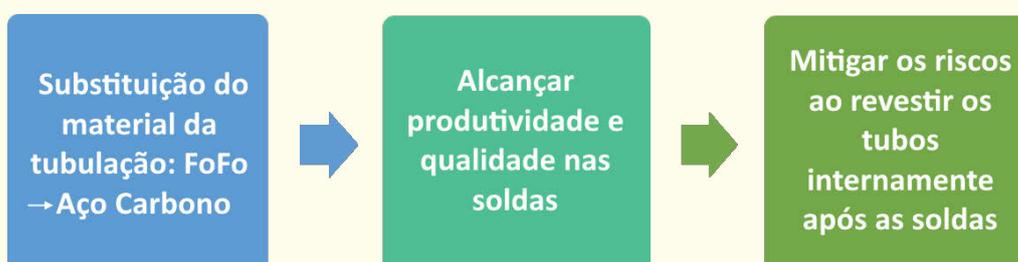
### Introdução

Em dezembro de 2020, um novo contrato na área de Saneamento foi assinado pela OEC. O empreendimento consiste na captação de água no Rio São Francisco, visando a ampliação do Sistema de Abastecimento de Água de Montes Claros, principal município do Norte de Minas Gerais.

O cliente (COPASA) previu o uso de tubos de ferro fundido de 28” e 24” para a adutora, que tem uma extensão total de 92,4 km e um prazo de execução desafiador, de apenas 12 meses, incluindo a construção e montagem hidromecânica das estruturas de apoio.

Após a análise de viabilidade do empreendimento e oferta da proposta, a OEC conquistou o contrato com um desconto de 35%. Entretanto, para executar o empreendimento no prazo e orçamento estipulados, foi necessário assumir o risco atrelado à substituição do material da adutora, adotando-se tubos de aço carbono. O sucesso da proposta dependia basicamente de dois fatores: elevada produtividade nas soldas da tubulação e garantia de estanqueidade integral nas juntas soldadas.

### Principais Desafios



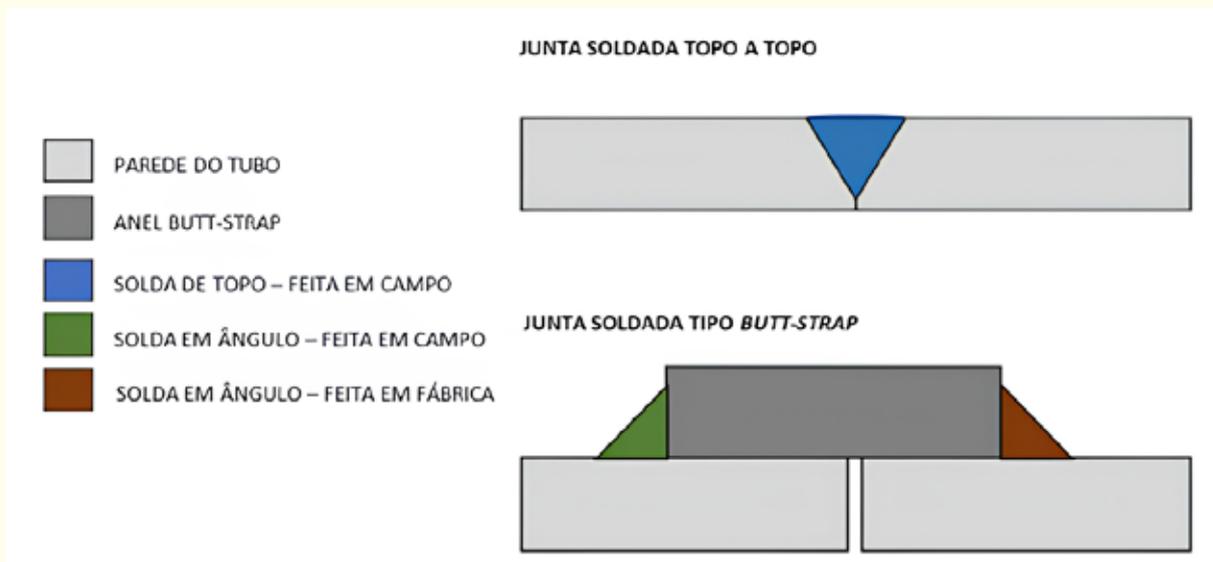
Após obter a aprovação do cliente para a nova concepção apresentada, a equipe responsável pela obra recorreu à criatividade, empenho e à Inovação para alcançar os objetivos almejados.

## Principais Contribuições

### Juntas Soldadas tipo “Butt-Strap”

Diferente das juntas com soldaduras de topo e penetração total comumente empregadas, o sistema de juntas soldadas tipo “Butt-strap” reduz consideravelmente o tempo e custo das operações de solda e inspeção in loco.

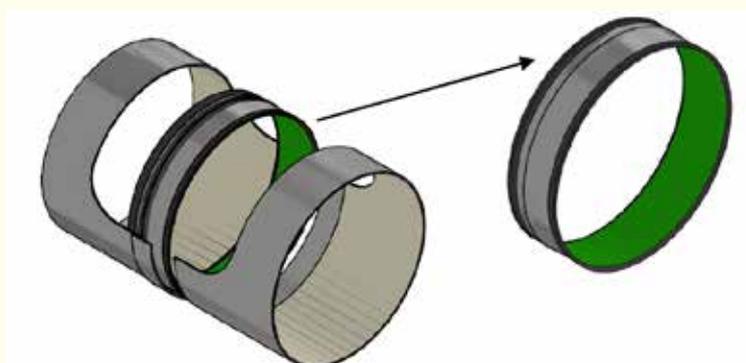
O esquema abaixo representa uma comparação entre os dois tipos de juntas.



### Luvax FlexSleeve (LPS - Lined Pipe Systems)

Optou-se pela utilização de luvas confeccionadas em aço carbono revestidas internamente e com selos elastoméricos nas extremidades, eliminando assim a necessidade de prover o revestimento na tubulação após a execução das soldas dentro da vala.

As luvas são fabricadas a partir de chapas de aço carbono ASTM-A1008, providas de uma camada blindada de material de isolamento térmico isento de amianto, com superfície interna revestida com pintura epóxi padrão AWWA C-210-15, compatível com o revestimento interno adotado nas tubulações da adutora. A periferia da luva conta com selos elastoméricos que vedam hermeticamente a face interna do tubo e a parede de contato das luvas.



## ***Inspeção interna autômata***

Para viabilizar a inspeção fotográfica interna das juntas com mais segurança e eficiência, optou-se pelo uso de um robô para vídeo-inspeção. Equipado com uma câmera de alta resolução, o equipamento conseguia se deslocar por até 100 m dentro da tubulação, capturando imagens e transmitindo-as em tempo real para um monitor do lado exterior ao tubo.



## ***Nova metodologia construtiva***

A produtividade do processo “convencional”, no qual os tubos são descidos à vala e soldados um a um em tramos de 15 m, foi estimada em 6 soldaduras/dia. Nesta estimativa, considerou-se um ciclo médio de 90 min/junta soldada e revestida, descontando-se as horas paradas por deslocamento entre as frentes e eventuais imprevistos, com uma média de 5 soldas/dia, ou 75 m/dia/equipe.

Considerando-se o prazo o prazo de execução da obra de 9 meses como fator crítico limitante, seria necessária uma produção diária média de 470 m/dia pelo sistema convencional, exigindo a mobilização de 7 equipes padrão, no mínimo.

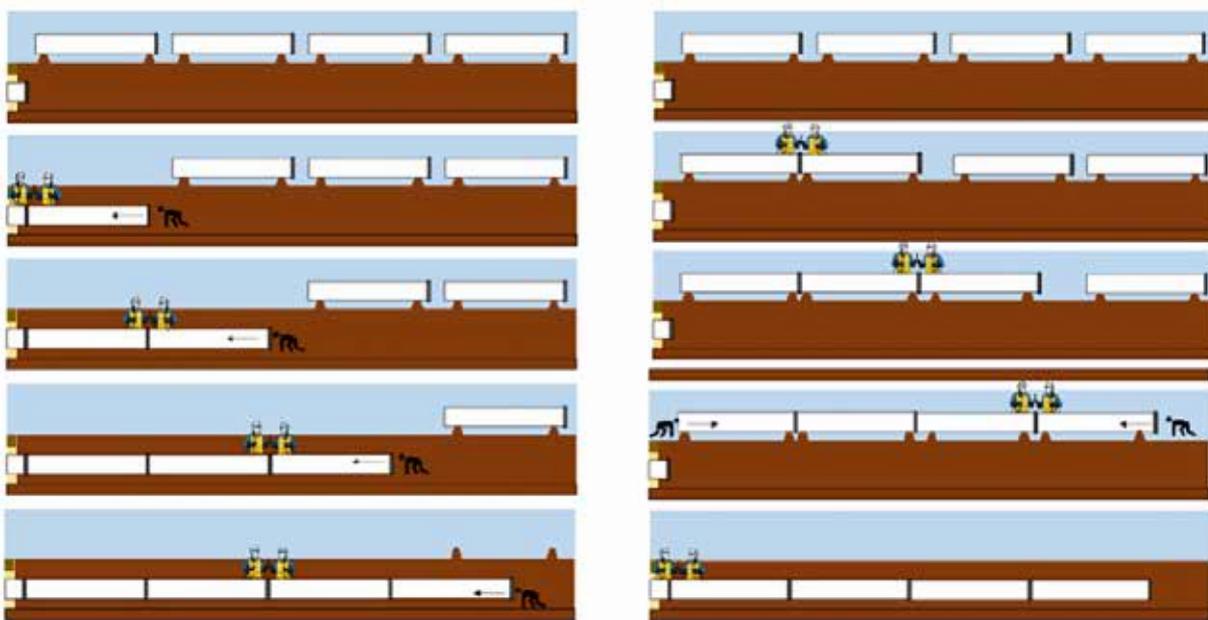
## ***Conceito de “Linha de produção” na montagem:***

Não sendo possível reduzir a duração do ciclo completo de soldadura de uma junta, buscou-se utilizar o tempo de resfriamento a favor do aumento da produtividade. Assim, dos 4 soldadores previstos em cada equipe, uma dupla executava as soldaduras fora da vala, montando conjuntos de até 4 tubos (ou “quadras” com 60 m de comprimento), enquanto a outra executava as soldaduras dentro da vala, após o abaixamento dos conjuntos já soldados. Com essa metodologia, a equipe padrão chegou a produzir até 15 soldas/dia, sendo 3 delas dentro da vala e 12 fora (em média).

Partindo-se dessa premissa e em condições favoráveis de tempo relevo, tornou-se possível montar 240 m de tubos fora da vala, instalando na vala até 3 quadras (com o comprimento de 180 m).

Assim, com este procedimento e 9 meses de obra, a média de 470 m/dia tornou-se factível com apenas 3 equipes, menos da metade daquela necessária prevista com a aplicação do método convencional.

A figura abaixo ilustra uma comparação entre a metodologia tradicional e a nova metodologia proposta.



## Resultados

Este artigo aborda o ganho de produtividade atingido no assentamento de tubos de aço carbono com o emprego de uma nova metodologia construtiva, adotada na implantação do Sistema de Abastecimento de Água de Montes Claros.

Para evitar o detalhe tradicionalmente empregado como solução para as juntas, o qual prevê soldas de topo com penetração total, o time da OEC adotou alternativamente juntas soldadas tipo “Butt-strap” associadas ao uso de luvas FlexSleeve, entre outras tecnologias, integradas em um método construtivo inovador.

Esta nova metodologia possibilitou um aumento de 28% na produtividade e uma redução de 19% no custo de instalação dos tubos, com riscos controlados, resultando no assentamento de 1,27 km de adutora em apenas um turno de trabalho.

Os bons resultados comprovaram o êxito no sistema de montagem inovador empregado, cujo desempenho é significativamente superior se comparado aos métodos convencionalmente aplicados.

2023



Se fosse preciso eleger os aspectos críticos mais relevantes da inovação aberta, certamente seriam mencionados dentre os primeiros da lista a necessidade de abertura para o novo e o diferente. Junto a isso, viria como consequência a aceitação do erro como modo normal de operação.

Seguindo essa linha, vale lembrar de um dos mantras das abordagens ágeis: errar rápido para corrigir rápido e com menor custo. Em última análise, a inovação aberta resulta de uma nova mentalidade corporativa, bem mais adequada à era da transformação digital. Uma mentalidade mais ágil, com foco na satisfação do cliente e no desenvolvimento de produtos de grande impacto competitivo, com a máxima velocidade, e bem mais flexível na hora de atrair para dentro das organizações, gente diferente, com ideias pouco usuais, e produtos ou serviços em estágios preliminares de maturidade.

Assim como as demais atividades estratégicas de uma organização séria e competitiva, um programa de inovação aberta com startups deve observar uma ação estruturada e bem planejada. Ela difere de outras ações, por assim dizer, mais tradicionais, justamente pelo seu compromisso com a abertura ao novo e ao diverso, pelo seu intenso diálogo com ecossistemas externos, e pela agilidade com que se move dentro da organização. Por outro lado, esta é uma ação como qualquer outra, que deve ser aplicada em casos específicos, trazendo riscos e benefícios. Mais que tudo, deve prevalecer a sua razão de existir, aquela de servir ao sucesso empresarial da organização pela inovação.

### ***Mudanças comportamentais e assimilação de riscos***

Qualquer um que esteja enfrentando com seriedade o desafio de perder peso e depois de atingir a meta continuar mantendo o novo patamar, sabe o quão difícil é mudar os hábitos alimentares. Não é diferente quando o assunto é a busca por mais eficiência e maior competitividade por meio da inovação. Os dois movimentos, perder peso e ganhar em competitividade com inovações têm ainda mais um elemento em comum, além da imensa dificuldade em modificar comportamentos ineficientes: são, ambos, uma questão de sobrevivência.

A esta altura da história empresarial parece haver certo consenso de que a alta direção é, em geral, uma aliada e não um obstáculo para a assimilação da cultura da inovação. Mesmo porque, se assim não for, os programas de inovação nem chegam a começar. O fato é que existe uma barreira interna natural para a assimilação dos novos hábitos e umas delas é, certamente, a própria rotina produtiva.

Nesta perspectiva, duas camadas são as mais envolvidas: a média gerência e os seus liderados, isto é, justamente aqueles que colocam de pé a operação. Em regra, esses funcionários – média gerência e seus times – são pressionados por metas já bem estabelecidas, que não incluem os imponderáveis resultados obtidos pela inovação.

Por outro lado, é da natureza da inovação a experimentação, o erro, o risco no investimento, e a precariedade dos empreendimentos que apenas engatinham. Em grande medida, o avesso dos processos bem estruturados e já bastante otimizados das organizações mais experientes. Justamente aquelas que podem sofrer impactos devastadores das inovações disruptivas, essas cada vez mais comuns.

Ou seja, em geral, a alta direção está plenamente ciente de que seus negócios podem desaparecer em poucos anos caso não produzam ou incorporem inovações que as tornem mais competitivas. Mas o modelo de operação de suas empresas cria obstáculos para que as pessoas que realmente farão a diferença em ganhos de eficiência e na implementação de mudanças profundas, às vezes, dolorosas, sejam capazes de assimilar mentalidades inovadoras no cotidiano.

Em recente artigo publicado pelos autores sobre produtividade e eficiência na indústria da construção civil, comentou-se sobre os desafios enfrentados por este setor para reduzir o “gap” tecnológico observado (em nível global) em relação a outras atividades econômicas produtivas, e assim fazer frente às oportunidades e demandas crescentes deste mercado. Neste cenário, identificou-se a metodologia **Virtual Design and Construction** (VDC) como uma solução promissora, com o potencial de levar a indústria da construção a outro patamar de eficiência e produtividade.

O VDC é uma metodologia de gestão originalmente proposta em 2001 pelo Center for Integrated Facility Engineering (Cife), da Universidade de Stanford, desenvolvida pelo professor Martin Fisher. Trata-se de uma iniciativa que visa a integração entre projeto e construção, cuja implementação está baseada em três princípios:

- Estabelecer uma estrutura de integração entre as áreas, que disponha de ferramentas e recursos para facilitar e acelerar a busca de soluções para os inevitáveis conflitos;
- Criar uma sistemática que promova o alinhamento de objetivos, de forma que as diferentes áreas envolvidas conheçam as interdependências dos processos e possam estabelecer marcos comuns durante o projeto;
- Dispor de ferramentas (softwares) para a criação e visualização de modelos 3D (BIM) do empreendimento, de modo a facilitar a coordenação multidisciplinar e a interação com o cliente final.

Decorre diretamente destes princípios um framework característico com três componentes distintos: ICE, PPM e BIM, apresentados na sequência.

### ***Integrated Concurrent Engineering (ICE)***

Trata-se de uma técnica baseada no método de “Colaboração Extrema” desenvolvido pelo Jet Propulsion Laboratory da NASA, que possibilita acelerar a etapa de projeto de forma significativa, tornando o processo mais eficaz e o produto final mais confiável. Esta consiste basicamente em se colocar todos os stakeholders (equipes com poder de decisão) em um mesmo ambiente para a análise conjunta do modelo virtual (espaço comumente designado como “Big Room”) e proceder com uma verificação de consistência e a análise de “constructability”. Com isto, consegue-se reduzir drasticamente a “latência” de resposta dos processos decisórios — é daí que resulta o grande ganho de eficiência observado durante a fase de projeto.

## ***Project Production Management (PPM)***

O PPM estabelece rotinas que favorecem / viabilizam a implementação de processos mais confiáveis, através da organização e controle dos fluxos de trabalho, com técnicas similares às aquelas aplicadas em metodologias ágeis (Lean Construction). Este controle se dá por meio do uso de “buffers” com balanceamento de Capacidade-Inventário/Recursos-Tempo e a definição de Métricas de Produção e de Fatores Controláveis. Em consequência, reduz-se a variabilidade dos produtos obtidos em uma sequência de atividades produtivas, garantindo que os objetivos do projeto sejam atingidos mais facilmente e com ganhos de eficiência.

## ***Building Information Modelling (BIM)***

Um modelo BIM corresponde à representação digital compartilhada de um ativo a construir para facilitar a fase de desenvolvimento do projeto, coordenação multidisciplinar, construção e operação de um empreendimento. Este modelo representa o escopo físico do produto almejado e fornece uma base confiável para fundamentar o processo de tomada de decisões em cada etapa de seu desenvolvimento.

Uma vez implementado, o VDC permite eliminar a fragmentação na indústria da construção, avaliar alternativas interdisciplinares, tomar as melhores decisões, promover a troca de informações e a integração entre projeto e construção, envolvendo pessoas, sistemas, empresas e práticas para aumentar a eficácia e eficiência da etapa de obra. Resulta deste processo uma sistemática com potencial de conduzir a Construção Civil para outro patamar de qualidade, produtividade e eficiência, pavimentando o caminho rumo à industrialização do setor: a construção na era da Indústria 4.0.

Uma informação descontextualizada não é nada além de dados isolados. Um conjunto de informações reunidas e coordenadas, contudo, ganha valor e passa a ter a capacidade de se converter em conhecimento. Quando compartilhado e retroalimentado, o conhecimento torna-se inteligência. A diferença entre os quatro estágios – dados, informações, conhecimento e inteligência – está no que os une ou os separa: a comunicação, o fio condutor de qualquer relação social.

Na vida empresarial não é diferente. Empresas, por natureza, são vorazes produtoras e consumidoras de dados, informações e conhecimento, mas que nem sempre alcançam o quarto degrau. Os motivos são muitos, desde as barreiras físicas da distância entre times e projetos, fatores culturais ou apenas a famigerada corrida contra o tempo. O fato é que muita energia – aqui leia-se “inteligência” – termina sendo desperdiçada sem que houvesse qualquer registro para o bem da economia de tempo e recursos empregados numa mesma solução que precisará ser novamente encontrada no projeto vizinho, na semana seguinte. É por isso que programas de retenção e difusão do conhecimento são tão valorosos. Eles são comunicação na veia e talvez nunca sejam monetizados, já que parecem transitar no abstrato campo do intangível.

Aqui no Grupo Novonor podemos afirmar que estamos bem servidos neste quesito. A começar pela vasta literatura deixada por nosso fundador, Norberto Odebrecht, que nos legou uma série de livros que conceituam a nossa cultura empresarial, tão difundida e acreditada entre os integrantes, e que ditou as bases para a formatação de nossos pequenos núcleos empresariais, independentes, porém conectados por “uma base que não muda nunca”.

Há outras iniciativas de grande valor, como o Prêmio Destaque, que já chegou à 32ª edição; o Prêmio para o Desenvolvimento Sustentável, que buscava soluções de fortalecimento ambiental (antes mesmo do ESG virar hit corporativo), dando frutos que foram, de fato, utilizados nos canteiros da construtora OEC e em outros negócios do Grupo, sem falar nas Comunidades de Conhecimento que reúnem especialistas, líderes e integrantes de obras nas variadas disciplinas para discussão de novas soluções e desafios enfrentados, aproximando a empresa do que de mais moderno é discutido em cada segmento. É muito conhecimento reunido ao longo de quase oito décadas, cujos resultados vêm sendo cuidadosamente documentados e compartilhados, continuando disponíveis a quem quiser acessá-los.

Produzir e difundir conhecimento internamente sempre foi um foco estratégico no Grupo. No entanto, faltava um olhar mais atento para fora da nossa bolha. Foi com este objetivo que, em 2022, a OEC lançou o seu programa institucional de inovação, o OEC IN,

um novo e aberto hub de conhecimento. Apesar de o tema central não ser exatamente uma novidade na empresa, vide as inúmeras ações inovadoras já implementadas, catalogadas e, muitas vezes, replicadas na companhia e fora dela, a ação contribuiu para que a agenda passasse a permear o dia a dia das lideranças e suas equipes. A iniciativa mira justamente no desafio de organizar o fluxo de informações entre as “dores” da empresa, sejam nas obras ou no ambiente corporativo, e as soluções que podem ser encontradas ou desenvolvidas no ecossistema de inovação. O OEC IN inseriu a construtora na vitrine das startups, abrindo caminho para oferecer terreno (literal e figurativamente) em que estas empresas possam testar suas teses.

Para além de um canal de comunicação, o OEC IN ainda trouxe com ele duas ferramentas que contribuem para que informações de interesse circulem dentro e fora da empresa: uma newsletter e o podcast Conexão OEC. A inovação não ocorre a partir de dados isolados. Ocorre através das trocas entre as pessoas, sendo fundamental cuidar de como as informações são geradas, compartilhadas e entendidas. Uma comunicação eficaz pode ajudar a promover uma cultura de inovação dentro da empresa, incentivando seus integrantes a compartilhar ideias, experimentar novas abordagens e estar abertos a feedbacks construtivos, criando um senso de propriedade e engajamento, produzindo inteligência. Promover uma cultura organizacional voltada à inovação e ao compartilhamento do conhecimento é um passo essencial para que as empresas possam evoluir e se manter competitivas em um mercado cada vez mais complexo e dinâmico, garantindo que estejam alinhadas às necessidades dos seus clientes, aumentando suas chances de desenvolver soluções que realmente os satisfaçam.

*"A empresa deve estar capacitada a reinventar-se e a regenerar-se, continuamente, por intermédio da criatividade, da inovação e do espírito de equipe."*

Norberto Odebrecht (Sobreviver, Crescer e Perpetuar, pág. 22)

Engenheiros são reconhecidos pela capacidade de encontrar soluções criativas. Não é à toa que o nome da profissão é parente de primeiro grau da engenhosidade, atributo daqueles dotados do espírito da invenção, além de grande destreza e habilidade. O ser engenhoso é aquele que nunca se deixa surpreender. Ele sempre dá um jeito.

Contrariamente, apesar das inúmeras invenções diárias em praticamente todos os canteiros de obras no mundo inteiro, a indústria da construção é considerada atrasada quando se fala em inovação. Basta comparar o volume de investimentos em Fintechs, Foodtechs e Healthtechs – aquelas startups ligadas às finanças, aos alimentos e à saúde – com o total investido em Construtechs. Os números são desproporcionais.

Quais seriam os motivos para tamanha dissonância? Afinal, engenheiros de formação compõem parte significativa do quadro de fundadores de startups. Então, vou arriscar aqui algumas observações que podem contribuir para desvendar barreiras e apontar caminhos para soluções.

De imediato, é preciso distinguir criatividade de inovação. Resumidamente, inovação é a criatividade aplicada, onde uma boa ideia é transformada em um novo produto ou processo, ou um novo modelo de negócio. Trata-se da implementação e operacionalização – desde que viável, sustentável e lucrativa – de uma nova solução que entrega valor aos clientes.

Inovação tem a ver com registro, organização, sistematização, estruturação, desenvolvimento, com testes, e por aí vai. Já a pura criatividade não resulta em crescimento do negócio, apesar de agregar valor circunstancial e momentâneo. Se não for sistematizada, ela tampouco será replicada. A solução criativa nasce, cumpre o seu papel – às vezes com brilhantismo – para em seguida ser esquecida.

Neste contexto me ocorrem três características da indústria da construção civil que são avessas à inovação, ao menos nos termos aqui apresentados. A primeira é que cada obra é única. Dificilmente se repete de forma idêntica uma vez que as condições de terreno, topografia, clima, acesso a recursos, capacidade da equipe e vários outros fatores fazem de cada edificação um desafio praticamente inédito. Esta característica favorece a reinvenção daquilo que já foi feito em outro lugar, em algum momento do passado.

A segunda característica é que, em geral, as margens orçamentárias e de tempo são muito estreitas nesta indústria. Essa realidade cria forte pressão sobre a gestão da obra. Sabemos que pessoas sob pressão tendem a minimizar a importância da reflexão e da dedicação de tempo para a pesquisa e o subsequente reuso de melhores práticas já bem testadas.

Por último, uma terceira característica que vem da cultura dos canteiros. Convenhamos que eles não sejam os ambientes mais amigáveis ao registro e à sistematização de práticas diárias. Ao contrário, se alguém quiser torturar essas equipes, que lhes exija relatos detalhados do que foi executado ao final do turno, enquanto as ideias ainda estejam frescas. Essa turma iria mesmo enlouquecer caso lhes fosse imposta uma nova rotina diária, a sistematização das suas ações inventivas.

A falta de registros bem-feitos não apenas concorre para que erros sejam repetidos. Muito embora falhas sejam combatidas com significativo sucesso pela transmissão oral e pela experiência dos líderes nesta indústria. O que pega mesmo é a ausência de sistemas que facilitem o hábito da sistematização, do registro e do acesso ao acervo do conhecimento acumulado. O resultado desse ciclo negativo é a perda de um imenso capital de criatividade que poderia desembocar em inovações altamente rentáveis. Adicionalmente, a dificuldade em acessar os bancos de conhecimento compete para que aprendizados já adquiridos não sejam reutilizados em novos desafios.

Malgrado todas essas dificuldades, várias construtoras têm percebido valor em atrair startups com soluções simples e valiosas para as suas obras, tanto por conta da redução de custos, como pela transformação positiva que elas promovem nos processos e no consumo de recursos materiais.

Canteiros são também excelentes campos de prova para iniciativas inovadoras que precisam ser testadas. Neste ponto, um mundo de oportunidades se abre para os programas de inovação das construtoras, seja por meio de parcerias com Venture Builders, empresas especializadas em criação e desenvolvimento de startups, seja por alianças com fundos de Venture Capital que sejam sensíveis ao imenso potencial de crescimento da inovação na construção civil.

## A Implementação do BIM em Obras Lineares: Canal do Sertão

Derveson Henrique, José Omar Saraiva, Tarek Farah  
e Marieli Donina



### **Introdução**

O Canal do Sertão é uma importante iniciativa do Governo do Estado de Alagoas para combater o fenômeno da seca no semiárido alagoano e promover o aumento da produtividade agrícola da região.

Trata-se de uma grande obra de infraestrutura hídrica com extensão projetada de 250 km, com início no município de Delmiro Gouveia e término previsto no município de Arapiraca. Até o km 123, está dividido em 4 trechos, separados por comportas: Trecho I (0 – 45Km) e Trecho II (45 – 64 Km), ambos concluídos em 2013; Trecho III (64 – 93 Km), inaugurado em 2015; e o Trecho IV (93 – 123 Km), construído pela OEC entre 2013 e 2021.

Ainda no ano de 2021, a OEC conquistou o contrato para execução das obras do Trecho V do canal, em parceria com a consorciada TPF Engenharia Ltda. Como parte das exigências contratuais, o Consórcio é responsável pela elaboração dos projetos executivos, que devem ser desenvolvidos em BIM.



## Principais Contribuições

Iniciado o contrato em 2022, a OEC e a TPF começaram a desenvolver os projetos com base em um Plano de Execução BIM (PEB) previamente elaborado.

Não obstante à previsão de usos do BIM nas diversas fases do empreendimento, o intuito deste artigo é apresentar as principais ideias incorporadas pelo Consórcio OEC-TPF para o desenvolvimento e a implementação do PEB.

As figuras apresentadas na sequência resumem a abordagem adotada.

Foram utilizados neste desenvolvimento as ferramentas BIM da Autodesk (AEC Collection) e o ProjectWise da Bentley como CDE (ambiente colaborativo).

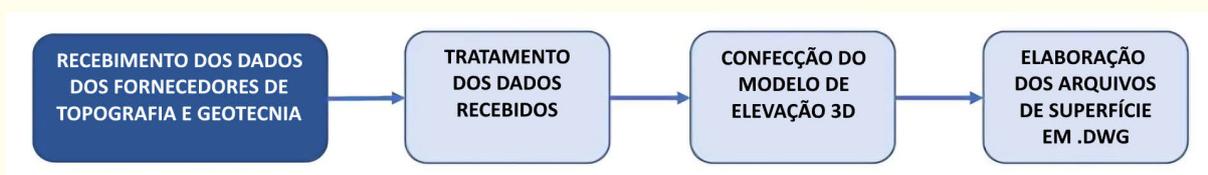


Figura 1. Fluxo de trabalho adotado para a modelagem 3D do terreno.

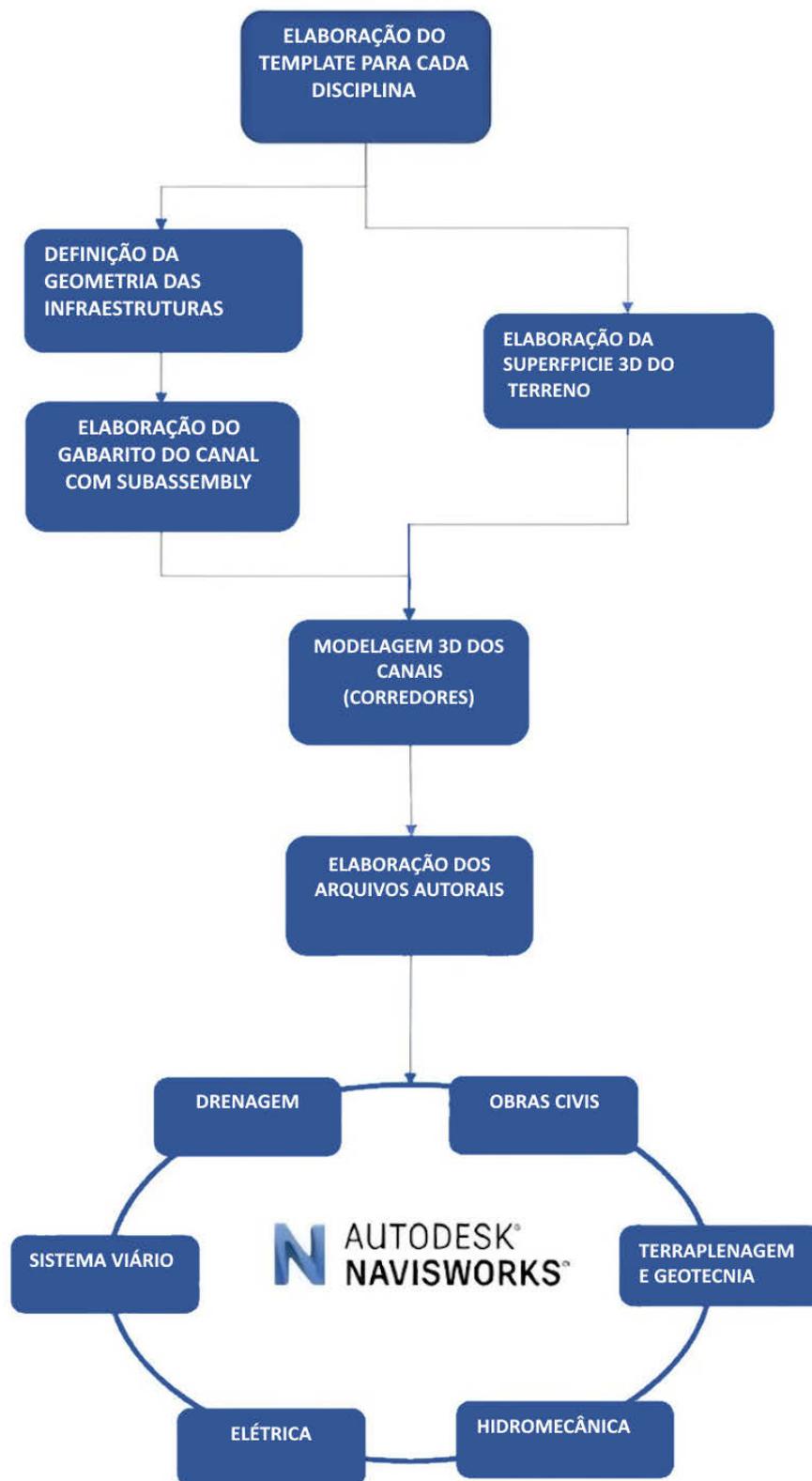


Figura 2. Fluxo de trabalho adotado para a modelagem da obra.

Após a distribuição do “Template”, cada disciplina envolvida irá desenvolver o seu modelo autoral, dotado de informações necessárias para compor o modelo federado do projeto, o qual integra geometria e informações (metadados).

O Nível de Detalhe (ou LOD) adotado varia (de 200 a 400) conforme o elemento modelado, sendo definido com base na premissa de que os modelos 3D contêm informações precisas de quantidade, geometria (tamanho e forma), localização e

orientação, para permitir a coordenação de conflitos entre disciplinas e o posterior desenvolvimento de detalhes para fabricação, montagem e instalação. Exemplos de modelagem são ilustrados na sequência.

A Figura 3 detalha o fluxo adotado para o desenvolvimento do projeto.

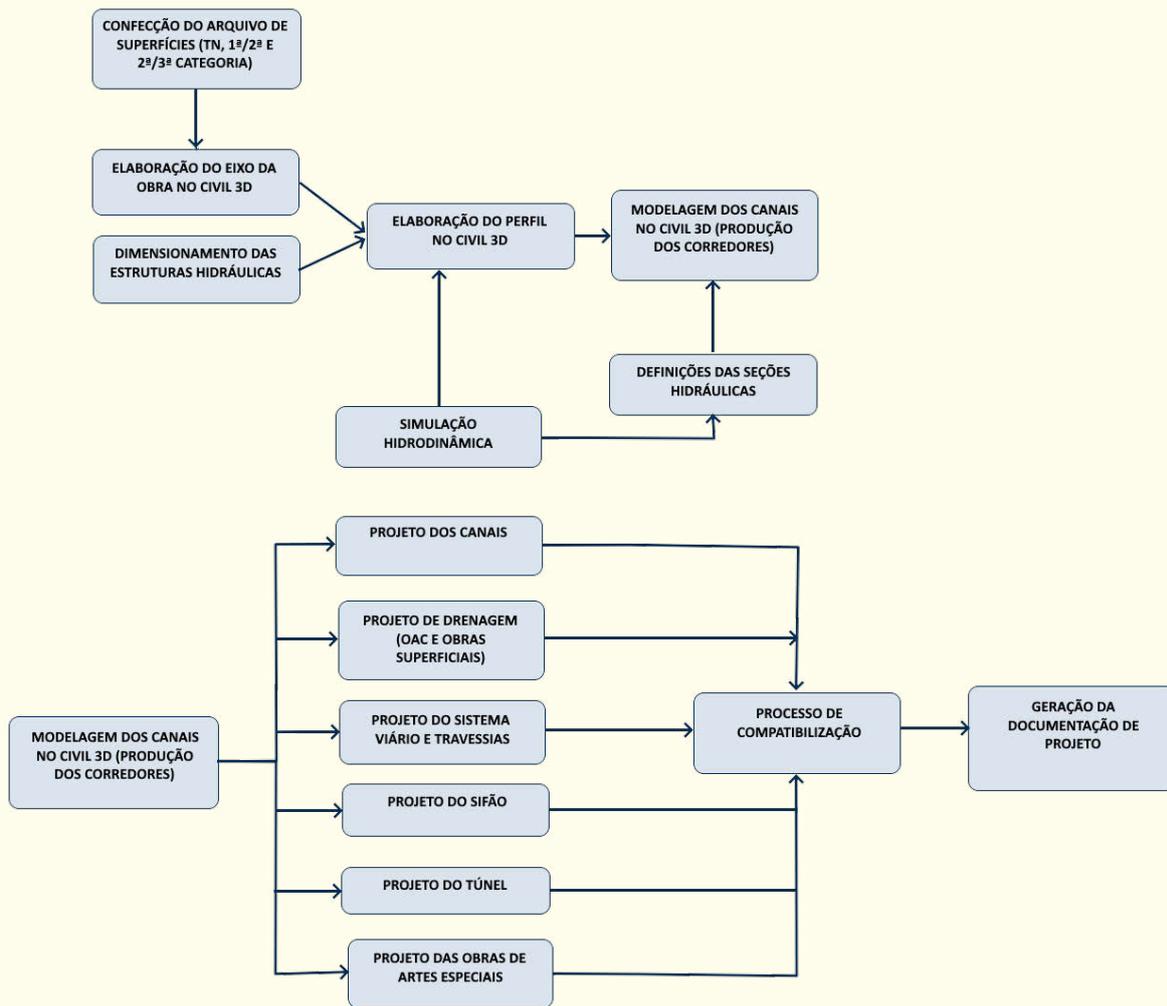


Figura 3. Fluxograma para a elaboração do Projeto.

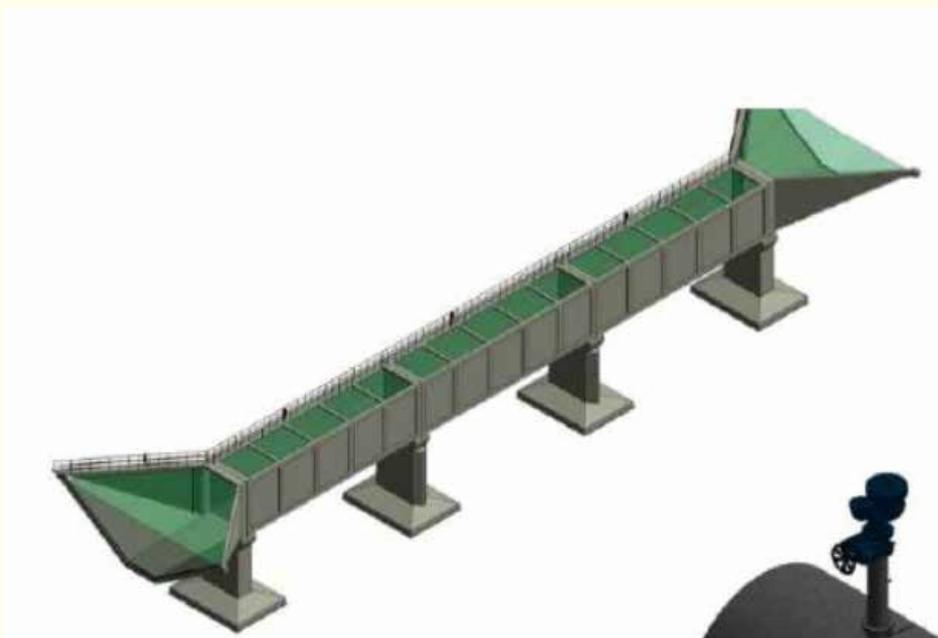


Figura 4. Exemplo de modelagem (Trecho V): Ponte-canal.



Figura 5. Exemplo de Ponte-canal construída (Trecho IV).

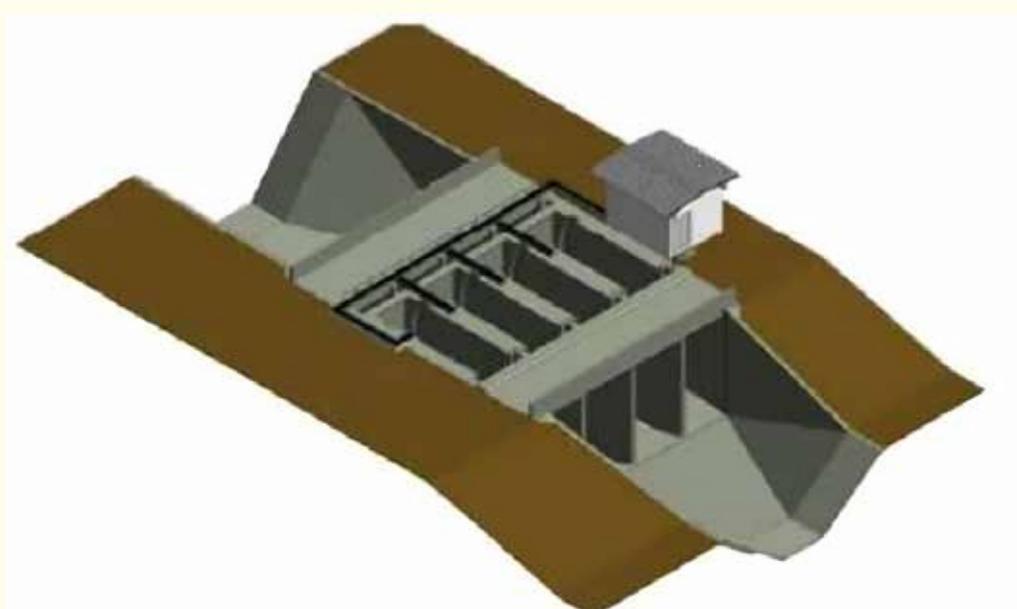


Figura 6. Exemplo de modelagem de estrutura de controle: Comportas.

## Resultados

A implantação do BIM pelo Consórcio aprimorou o processo de desenvolvimento do Projeto Executivo, permitindo a implementação de fluxos de trabalho mais eficientes, com uma definição mais clara das responsabilidades de cada integrante da equipe de desenvolvimento.

Entre os vários benefícios que decorrem da implementação do BIM no Canal do Sertão Alagoano, destacam-se:

- Visualização 3D do projeto, com atualização simultânea;
- Identificação automática de incompatibilidades entre disciplinas;
- Redução do retrabalho no desenvolvimento dos projetos;

- Geração de documentos mais consistentes;
- Redução de tempo no desenvolvimento;
- Redução na duração do projeto;
- Maior integração entre as equipes.

Com o avanço das atividades contratuais, a transformação digital permitirá que as equipes do Consórcio e do Cliente usufruam diversos outros benefícios relativos aos usos do BIM, entre os quais:

- Integração do Planejamento com o modelo 3D (Planejamento 4D);
- Extração automática de quantitativos de serviços;
- Maior precisão nos pedidos e programações de compras de materiais;
- Otimização do fluxo de caixa do projeto, com maior precisão na definição dos quantitativos e no planejamento dos serviços;
- Maior facilidade de visualização do projeto com o modelo 3D: elementos componentes e informações relativas a especificações técnicas dos serviços.

Com a revolução industrial surgiu a necessidade de utilizar um novo material: o aço, cuja aplicação alterou completamente as possibilidades construtivas. Diante desse cenário, arquitetos e engenheiros começaram a se adaptar a uma nova era. Algo similar ocorre atualmente na era digital em relação ao conhecimento de novas ferramentas, processos e tecnologias, recursos que se tornaram essenciais para aqueles que estão iniciando a carreira, particularmente na Construção Civil.

Nos últimos anos, o setor da construção civil passou por grandes transformações, tendo o Building Information Modeling (BIM) como um dos destaques. O BIM é visto como um processo de representação digital das características físicas e funcionais de um objeto, constituindo um modelo 3D que contém todas as informações do empreendimento, desde a sua primeira concepção até a desmobilização. A partir dele, seria possível projetar, planejar, executar e até gerenciar a manutenção da construção.

No contexto brasileiro, a utilização do BIM tem ganhado cada vez mais força, principalmente com o Decreto 10.306, de abril de 2020, o qual determinou o uso desta metodologia na execução direta ou indireta de obras e serviços de engenharias realizados pela administração pública federal. Diversas empresas já estão investindo para aumentar seu nível de maturidade e em novos profissionais capacitados na área. Entretanto, a capacitação dos integrantes ainda é um dos grandes desafios no segmento.

No âmbito acadêmico da Arquitetura e Engenharia, percebe-se outro obstáculo para a implementação do BIM. Um dos pilares desse processo é a interdisciplinaridade, situação que não é contemplada em diversos currículos de graduação. Além disso, há uma certa resistência de parte do corpo docente na utilização do BIM, principalmente por acreditarem que os alunos devem aprender a projetar pelo modelo convencional, por meio do uso do lápis e do papel, o que acarreta mais retrabalho.

Apesar das dificuldades mencionadas, o BIM já é considerado como uma metodologia essencial no mercado AEC. Para aqueles que estão iniciando a carreira na arquitetura ou nas engenharias, o conhecimento sobre processos e ferramentas BIM é um diferencial que em breve se tornará um pré-requisito. Percebe-se assim a grande necessidade de adaptação dos profissionais a esta nova técnica de se projetar e construir, de modo que os leve a compreender todo o seu potencial, evitando-se tratá-la como um simples modelador.

Indústrias nas quais a linha de frente lida com ambientes mais desafiadores costumam abrigar conflitos entre essas equipes e aquelas que as apoiam dos bastidores. Nesses contextos, entre a turma do escritório e o pessoal da linha impera uma boa dose de rivalidade, quando não profundos ressentimentos que acabam prejudicando a necessária coesão do pessoal para o melhor desempenho empresarial.

Uma dramática ilustração dessa tradicional tensão vem do início do século passado. Soldados que lutavam no terrível campo de batalha da Primeira Guerra Mundial desprezavam as tropas administrativas. Assim eram chamadas as equipes que trabalhavam no *Services of Supply*, unidade criada em 1917 pelo general John Pershing para coordenar a complexa cadeia de suprimentos do exército norte-americano naquele conflito.

Desde então ocorreu uma notável evolução nos sistemas de suprimentos militares, especialmente em situações de engajamento nos conflitos. Dentre os vários aspectos das novas doutrinas, a linha de suprimentos foi alçada das hierarquias mais baixas para uma posição de destaque. Nas forças armadas mais avançadas as equipes de apoio são cada vez mais valorizadas, no mesmo grau de importância daquelas em zona de combate.

Em mercados mais competitivos, em particular, na indústria da construção, é notável o gradativo aumento de coesão entre as equipes do apoio e da linha, somado a um notável apaziguamento na antiga rivalidade entre os dois grupos de trabalho. Têm sido mais valorizadas aquelas empresas em que linha e apoio atuam de forma coordenada, com forte alinhamento às estratégias do negócio. Essa sintonia é facilitada pela aquisição de metodologias e tecnologias que administram de forma integrada as jornadas de planejamento, projeto, logística e execução. Dentre elas, destaca-se o BIM.

Poucos temas são mais dependentes do alinhamento entre linha e apoio do que a inovação aberta. Especialmente na engenharia de grande porte, onde algumas particularidades acabam concorrendo para dificultar a coesão. Por exemplo, o ambiente de trabalho no canteiro é bastante distinto daquele dos escritórios. Linha e apoio vivenciam diariamente atmosferas muito diferentes. Em grandes obras existe muita poeira, muita poluição sonora, e os riscos de segurança física são significativos. Um outro mundo quando comparado àquele experimentado pelas equipes de apoio. E a turma responsável pela inovação passa a maior parte dos seus dias entre hubs e escritórios da companhia.

Neste contexto, é difícil dedicar atenção à inovação aplicada na obra e ela deixa de ser percebida como necessidade imediata pela linha, que se vê sistematicamente pressionadas pelas questões de segurança, por prazos apertados e pelo controle dos

custos. Sem contar a pressão exercida pela enxurrada de afazeres diários, que vão da administração de pessoal ao pagamento dos fornecedores.

O fato é que inovação não deve parecer um luxo somente acessível ao apoio. Este seria um erro fatal para o negócio. Inovar é, cada vez mais, uma necessidade vital e uma questão de sobrevivência para as empresas. Todos os anos vemos tecnologias disruptivas transformarem indústrias inteiras e levarem à bancarrota empresas tradicionais. No jogo veloz da inovação, aquele que não estiver bem-preparado será rapidamente excluído do jogo. Por isso, construtoras precisam encontrar boas equações entre linha e apoio para mobilizar esforços pela inovação, assimilando novas tecnologias e novas metodologias mais produtivas e mais competitivas.

Por sua vez, programas de inovação devem ser sensíveis e atentos aos desafios da linha para apoiá-la na adoção mais facilitada quanto possível das mais efetivas inovações em termos de custo, tempo e efetividade. A experiência demonstra que o melhor caminho para isso é a criação de relacionamentos positivos, especialmente pela convivência nos canteiros, em contato com os desafios diários. Daí emergem os movimentos mais bem-sucedidos que combinam startups, provas de conceito e qualificação de iniciativas inovadoras para a construção civil.

Afinal, não se lidera mercados sem inovação e não se vencem batalhas sem times altamente integrados e coesos.

A segurança do trabalho é um tema de extrema importância no contexto empresarial. As ações promovidas pela área de segurança do trabalho têm como objetivo principal garantir um ambiente de trabalho seguro e saudável para os colaboradores e são implementadas de forma proativa, visando identificar e reduzir os riscos ocupacionais, além de promover práticas seguras em todos os níveis da organização.

As atividades na construção civil envolvem o manuseio de materiais pesados, operação de máquinas e equipamentos complexos, trabalho em altura, escavações, montagem de estruturas, entre outros. A segurança do trabalho é crucial para garantir que essas atividades sejam realizadas de forma segura, com o devido treinamento dos trabalhadores, uso adequado de equipamentos de proteção individual (EPIs) e implementação de medidas preventivas. Práticas e medidas de segurança adequadas visam prevenir acidentes e lesões. Isso não apenas protege a saúde e a vida dos trabalhadores, mas também evita a interrupção do trabalho, atrasos no cronograma e custos adicionais relacionados a acidentes de trabalho.

Tendo em vista o cenário descrito, a OEC criou em 2020 um software para apoiar a área de Segurança do Trabalho: a Suíte de Segurança do Trabalho. A ferramenta oferece um aplicativo Windows, para a gestão do processo e três aplicativos móveis, para coleta de dados e divulgação de informações.

Atualmente, este sistema é composto de três módulos: DDS-Eletrônico, Desvios e Sinalizadores, descritos a seguir:

### ***DDS-Eletrônico (Diálogo Diário de Segurança - Eletrônico)***

O Diálogo Diário de Segurança, também conhecido como DDS, é uma prática comum em muitas empresas e organizações que tem por objetivo promover a conscientização e a comunicação sobre questões de segurança no ambiente de trabalho. É uma ferramenta simples, mas eficaz, que permite que os colaboradores discutam tópicos relevantes de segurança, compartilhem informações, identifiquem riscos e tomem medidas preventivas.

O DDS é geralmente realizado em forma de reuniões curtas e regulares, realizadas diariamente ou em intervalos específicos, antes do início das atividades. Essas reuniões ocorrem em pequenos grupos, geralmente com a participação do supervisor ou líder de equipe, e envolvem a troca de informações sobre os riscos específicos do trabalho a ser realizado naquele dia, assim como as medidas de segurança a serem adotadas.

Com a digitalização deste processo, através do DDS-Eletrônico, hoje é possível para a área de segurança do trabalho programar, de forma padronizada, quais os principais

assuntos que deverão ser abordados, através de temas previamente elaborados e disponibilizados através de um aplicativo móvel para o encarregado na frente de serviço. Ao final da apresentação do tema programado, o encarregado registra, de forma eletrônica, pela leitura de um QR-Code impresso no crachá do colaborador, a lista de participantes do DDS, bem como um registro fotográfico da presença.

## **Desvios**

Um desvio para a segurança do trabalho é qualquer situação, comportamento, ação ou condição que se afasta dos procedimentos, práticas e normas estabelecidas para garantir a segurança dos funcionários no local de trabalho.

Através do registro dos desvios podemos identificar tendências e padrões de comportamento que podem levar a acidentes ou lesões graves, analisar as causas raiz e monitorar o desempenho em relação às práticas de segurança. Isso ajuda a avaliar a eficácia das medidas de segurança existentes e a identificar áreas onde melhorias são necessárias. Com base nessas informações, a empresa pode tomar ações corretivas e implementar mudanças para melhorar continuamente seu programa de segurança.

Com aplicativo móvel é possível fazer o registro do desvio, bem como da solução adotada para eliminá-lo. Todas as informações coletadas são enviadas ao software de gestão, onde é feita a análise e acompanhamento da ocorrência, até sua resolução.

## **Sinalizadores**

Este módulo foi pensado para facilitar o acesso a documentos relevantes à obra. Através do módulo de gestão são criados conteúdos (textos, imagens, vídeos etc.) e associado a esses conteúdos é gerado um QR-Code que pode ser colocado em locais estratégicos da obra. A partir da leitura deste código, através do aplicativo móvel, o colaborador terá acesso ao conteúdo vinculado.

Em resumo, o módulo de sinalizadores, por meio da associação de QR-Codes a conteúdos relevantes à obra, desempenha um papel importante para área de segurança do trabalho, facilitando o acesso rápido a informações relevantes, promovendo a comunicação visual eficaz, permitindo a atualização e revisão do conteúdo, além de reforçar a cultura de segurança na empresa.

Desde a implantação da Suíte de Segurança do Trabalho nos contratos da OEC, foram registrados no sistema:

- Diálogos Diários de Segurança - 85.220
- Efetivo Treinado - 655.260
- HH Treinamento - 163.810
- Desvios - 586

A implementação da Suíte de Segurança do Trabalho pela OEC nos contratos demonstra o compromisso da empresa em promover um ambiente de trabalho seguro e saudável para seus colaboradores. Os módulos de DDS-Eletrônico, Desvios e Sinalizadores têm sido ferramentas eficazes na conscientização, comunicação e

controle dos aspectos relacionados à segurança.

Em um setor como a construção civil, onde as atividades envolvem riscos significativos, a segurança do trabalho desempenha um papel fundamental para proteger a integridade e a vida dos trabalhadores, além de evitar prejuízos financeiros e atrasos no cronograma das obras. Através do investimento em soluções tecnológicas como a Suíte de Segurança do Trabalho, a OEC reforça seu comprometimento com a segurança, contribuindo para um setor cada vez mais consciente e responsável em relação aos aspectos de segurança ocupacional.

Diversas razões podem ser apresentadas para justificar a importância da implementação da Metodologia BIM por parte das construtoras. A principal delas é que, em termos de metodologia que integra as fases de projeto e obra, BIM é o que há de melhor disponível atualmente. Isso por si só justifica o esforço em capacitação para sua correta compreensão, bem como para o fomento de sua disseminação e utilização.

Evidentemente, investimentos são necessários. E eles são um ponto sensível nos processos de implementação, uma vez que não se trata de investir muito ou pouco, mas investir corretamente.

### ***E o que é o correto?***

Por se tratar de uma metodologia, alguns passos são necessários: mapeamento da situação atual nos contratos, identificação dos usos BIM, definição de ambiente colaborativo para promover a troca de informações de projeto e construção. Treinamento e capacitação são necessários para implementações bem-sucedidas, assim como o desenvolvimento de normas e procedimentos.

Isso, no mínimo. É indispensável perceber que uma série de ações coordenadas são necessárias para que a metodologia seja implementada corretamente. Faz parte da “natureza” da metodologia a obtenção de ganhos reais em produtividade nas atividades e processos envolvidos. Por isso, o investimento como um todo, não somente se paga, bem como promove ganhos reais ao longo de todo ciclo de vida do empreendimento:

- Na fase de propostas, a utilização do modelo paramétrico permite de forma muito ágil, promover o entendimento do empreendimento por todos envolvidos, além de permitir a composição de diversos cenários, num nível de detalhe adequado para o contexto em questão (fase de propostas, estudo de viabilidade, por exemplo). Outra grande vantagem: o trabalho realizado não se perde, ao contrário, é a base sobre a qual a construção virtual será mais bem detalhada, no nível de detalhe adequado aos usos que se pretende num breve futuro;
- Na fase de projetos, pode-se modelar o empreendimento e, a partir do modelo, extrair as informações que se deseja (quantidades, plantas 2D, simulações, análise de custos etc.). Ou seja, é possível nessa fase realizar estudos avançados de quantificação dos insumos do empreendimento, além de visualizar sua materialização no tempo, de forma síncrona ao planejamento de obra e com capacidade de antever situações e possíveis “surpresas” que incorram em custos e dispêndios desnecessários;

- Na fase de construção, o modelo paramétrico é um grande aliado no acompanhamento das atividades inicialmente planejadas, além de possibilitar a alocação dos recursos de forma estratégica e otimizada, alinhando avanços físico e financeiro;
- Mesmo com a conclusão e entrega da obra, o modelo não precisa ser descartado. Muito pelo contrário: há casos em que se faz necessária a gestão do ativo e o modelo as built digital e o modelo pode ser um grande facilitador nessa gestão;
- Por fim, há empreendimentos em que é necessária sua desmobilização ou descomissionamento. Nesses estágios, o modelo paramétrico também pode ser utilizado nos estudos de engenharia, permitindo o planejamento correto das ações de desmonte.

### ***Então, por que é necessária a adoção do BIM?***

- O BIM já é uma realidade em todo o mundo há um bom tempo. Nos países em que a utilização já é bem difundida (EUA, Inglaterra, Alemanha e Itália, dentre outros), há diversos exemplos de cases de sucesso na utilização da Engenharia Digital.
- No Brasil, há um decreto nacional que fomenta a disseminação e utilização de BIM em obras públicas;
- O nível de industrialização da construção civil, em linhas gerais, está muito aquém do nível observado em outros ramos da atividade humana;
- Há demandas por melhoria nos processos e na forma de se fazer engenharia (tempos de resposta das projetistas moroso frente ao dinamismo das obras é um exemplo clássico; fluxos de informação projetista-obra é outra frente carente de melhorias);
- Não adotar implica em perda potencial de eficiência e produtividade no ciclo de vida do empreendimento (principalmente, nas partes que mais interessam: no projeto e na construção);
- A metodologia está disponível: muitos de seus usos estão mapeados e validados em diversos contextos;
- Considerando o exposto, podemos assumir que estamos no caminho certo, ou seja, que todos estejam cada vez mais comprometidos com um ideal comum: a utilização inteligente dos recursos disponíveis.

Startups estão constantemente em busca de novas formas de fazer as coisas, criando produtos e serviços, ou melhorando os já existentes. Nestas empresas, a inovação é um dos principais fatores que impulsionam o sucesso, e na OEC não é diferente.

A área de Inovação da OEC intermediou nos últimos meses o contato da construtora com startups em destaque no mercado, buscando-se tornar mais eficiente a execução de tarefas recorrentes, otimizando tempo e reduzindo custos.

Nas obras do Consórcio Transbrasil e no Prosub - EBN, por exemplo, a gestão de documentos foi facilitada com a adoção da plataforma **CONSTRUCODE** ([construcode.com.br](http://construcode.com.br)). Com este recurso, uma consulta a desenhos e documentos técnicos tornou-se muito mais eficaz, por meio de dispositivos eletrônicos e acesso via leitura de QR-Codes estrategicamente dispostos no canteiro, garantindo-se sempre a visualização da revisão mais atualizada. Com isso, o fluxo de informação e o processo de atualização de documentos são muito mais rápidos e eficientes, além de também evitar a necessidade de impressão em papel (processos “paperless”, mais sustentáveis).

Já com a **FacePonto** ([faceponto.com.br](http://faceponto.com.br)), outra startup que entrou no radar da OEC, foram realizados testes na obra do Trecho 4 do Canal do Sertão, visando-se otimizar o tempo de atendimento às frentes de serviço. Graças à possibilidade do aplicativo em trabalhar “offline”, foi possível também cobrir as áreas onde não havia a infraestrutura de internet\energia. Trata-se de um sistema que faz uso do reconhecimento facial para a gestão de ponto eletrônico, permitindo o controle das frentes de serviço de forma sincronizada, além de auxiliar na automatização do fechamento das folhas de ponto, trazendo maior celeridade ao processo como um todo.

Outro caso de sucesso ocorreu com a startup **Inbot** ([www.inbot.com.br](http://www.inbot.com.br)), que hoje faz parte do dia a dia do escritório OEC. Por meio da Inteligência Artificial da assistente virtual O.L.I.V.I.A (OEC Levando Informação Via Inteligência Artificial), os integrantes conseguem esclarecer de forma rápida e acessível várias dúvidas do dia a dia relacionadas às áreas de Pessoas e Organização (RH), processos digitais (e.g. Adobe Sign), projetos internos, Viagens e Parcerias, gestão de espaços compartilhados (DeskBee), entre outros. Como resultado, houve um ganho de agilidade no esclarecimento de dúvidas, como apoio aos processos de auto-serviços de TI.

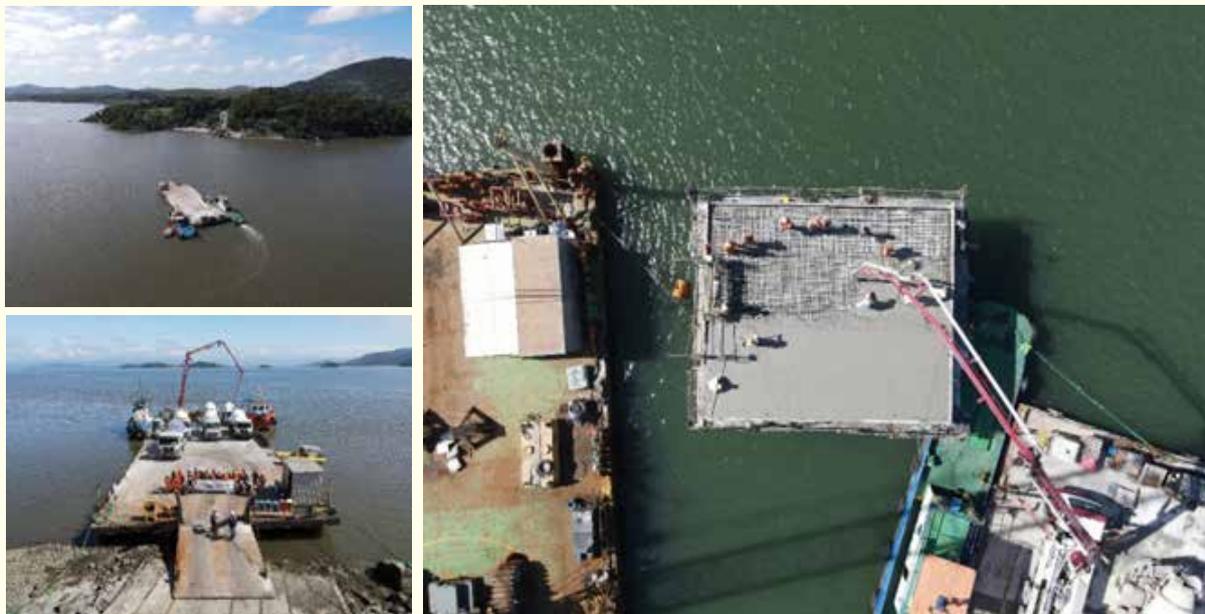
Por fim, é importante destacar a adoção de forma sistemática da prática da inovação pela equipe do Prosub, através da realização de “PoCs” (“Proof of Concept”, ou provas de conceito) e projetos pilotos que resultaram em experiências e projetos exitosos de transformação digital. São exemplos recentes as seguintes soluções:

1. **Checklist Fácil** ([checklistfacil.com](http://checklistfacil.com)): consiste na digitalização de processos rotineiros que requerem a elaboração de checklists, para a execução e coordenação de tarefas, listas e de planos de ação;
2. **Fast4Sign** ([fast4sign.com.br](http://fast4sign.com.br)): trata-se de uma plataforma de assinatura eletrônica cujo emprego traz uma grande economia de tempo, uma vez que permite o trâmite digital de documentos sem que seja necessário o meio físico (papel), além evitar o deslocamento de pessoas/mensageiros nestes processos;
3. **Mentor Construção** ([mentorconstrucao.com.br](http://mentorconstrucao.com.br)): esta startup fornece uma plataforma que permite realizar digitalmente o controle de frentes de serviço e de terceirizados, além de possuir ferramentas que auxiliam na programação dos trabalhos e das inspeções de qualidade.

As iniciativas aqui citadas não são as únicas. A inovação está hoje presente em todos os nossos contratos, gerando resultados para a OEC e valor para o Cliente, conforme mapeado recentemente pelo time corporativo de Inovação. Algo que confirma o perfil e a natureza da empresa, posto que a OEC já nasceu inovadora; está na essência da sua cultura empresarial.

O programa OEC IN, coordenado pela área de Inovação corporativa, vem se estruturando de forma sóbria, pragmática e programada desde 2019, quando foi possível plantar as primeiras sementes da Inovação Aberta na empresa e planejar as ações para desenvolvimento de uma nova cultura de inovação. Seu propósito consiste basicamente em viabilizar uma maior interação da construtora com o mercado de startups, através da sua inserção no ecossistema de Inovação nacional e global.

Finalmente, cabe aqui destacar nesta trajetória a relevância para a OEC em ter se associado ao Inovabra Habitat ([www.inovabra.com.br](http://www.inovabra.com.br)), um dos maiores e mais importantes hubs de Inovação do Brasil, algo que facilitou muito a nossa busca pela sistematização da Inovação Aberta. Várias startups aqui citadas são participantes deste programa.



### *Introdução*

Em 2021, a OEC iniciou a implantação de uma planta de recebimento e estocagem de gás natural liquefeito (GNL) e regaseificação de gás natural (fase gasosa). Situado na Baía de Babitonga, no Município de São Francisco do Sul em Santa Catarina. Este projeto visa proporcionar uma oferta adicional de gás para a Região Sul do Brasil.

O escopo contempla a construção da infraestrutura portuária de um terminal marítimo em concreto armado, a 300 m da faixa de areia da Praia do Capri, em São Francisco do Sul – SC. Este terminal (obra civil) é composto de dois dolphins de atracação, quatro dolphins de amarração e uma plataforma operacional.

Foram previstas no projeto 14 estacas inclinadas para cada dolphin de atracação, 12 estacas inclinadas para cada dolphin de amarração e nove estacas verticais para a plataforma operacional. As estacas são revestidas por camisas metálicas de 1016 mm de diâmetro e concretadas, total ou parcialmente, após a escavação e/ou cravação. As superestruturas, executadas sobre as estacas, são constituídas por blocos de concreto armado com 1,50 metros de altura, executados em três etapas de concretagem, em camadas de 50 cm de espessura.

As operações de concretagens foram executadas com a utilização de betoneiras embarcadas em balsa flutuante. A distância do ponto de embarque, localizado no Ferry Boat em laranjeiras, até o ponto de aplicação era de 16 km, o equivalente a nove milhas náuticas.

Devido à grande distância entre o ponto de embarque das betoneiras e o local da concretagem, tornou-se necessário desenvolver um estudo para a adequação do traço do concreto, de forma a preservar suas características / trabalhabilidade até o momento da aplicação. Isto foi possível por meio do uso de aditivos específicos para retardar o tempo de início de pega.

Considerando-se potenciais interferências e imprevistos durante o processo de execução, optou-se pelo desenvolvimento de um traço com início de pega de no mínimo 10 horas, como contingência. Nesta análise, levou-se em consideração o grande transtorno da eventual necessidade de descarte do concreto, devido ao risco do material “endurecer” nos balões das betoneiras, em razão do tempo elevado de navegação no retorno.

O desafio imposto pela logística motivou a mobilização de consultoria técnica especializada, para ajudar no desenvolvimento do traço e ensaios de laboratório necessários. Após a análise da viabilidade, foram executadas dosagens experimentais na própria usina de concreto para atestar, através de ensaios, a efetividade do traço.

A fase de execução das atividades de concretagem comprovou que o uso de tecnologia no desenvolvimento de um traço mais adequado ao processo foi uma decisão acertada, pois viabilizou a execução de diversos eventos de concretagem em uma única viagem.

## ***Principais Contribuições***

Em um primeiro momento, é necessário compreender o cenário em se encontrava a implantação do terminal marítimo. O ponto mais próximo identificado para embarque das betoneiras de concreto foi o da rampa de acesso do Ferry Boat que faz a travessia São Francisco do Sul – Itapoá, o qual se encontrava a 16 km do local de implantação do terminal (Figura 1). O tempo de navegação para o deslocamento da balsa carregada com oito betoneiras, a depender das condições da maré, variava entre um mínimo de 2h:30min e máximo de 3h:30min.



Figura 1. Trajeto e distância entre o cais e o ponto de concretagem.

Outro ponto importante a ser considerado: a navegação de retorno da balsa de concreto iniciava somente após o lançamento da última betoneira embarcada. Trata-se de um fator fundamental a ser considerado na decisão dos planos de concretagem pois, ao

contrário de uma obra convencional em terra, as betoneiras retornavam à usina todas ao mesmo tempo. Portanto, a decisão de um novo ciclo dependeria da celeridade do processo na viagem antecessora. Diante disto, em uma concretagem que necessitasse de oito betoneiras (ou  $64 \text{ m}^3$ ), a primeira a ser carregada seria embarcada junto à oitava.

Com o andamento dos trabalhos, iniciou-se a execução dos blocos das superestruturas e, para estes, o projeto previa três etapas de concretagem (com  $64 \text{ m}^3$  cada). A primeira etapa necessitaria ser totalmente preenchida para resistir aos esforços das demais. O determinante para a decisão da subdivisão em 3 etapas foi a capacidade de transporte de concreto por viagem, limitado a  $64 \text{ m}^3$ .

Em um carregamento de  $64 \text{ m}^3$ , por exemplo (cada betoneira com  $6 \text{ m}^3$ ), havia a necessidade de se considerar:

1. O tempo de carregamento por betoneira, de aprox. 30min; ou 4h de carregamento para as oito betoneiras;
2. O tempo de deslocamento da usina de concreto até o ponto de embarque do Ferry, com duração de cerca de 40min;
3. O tempo necessário para embarque das betoneiras no Ferry Boat;
4. O tempo de navegação;
5. O tempo de manobra para atracação a contrabordo das balsas nos pontos de lançamento.

Tendo-se em conta os tempos envolvidos (conforme computado acima) e a possibilidade de ocorrência de interferências e imprevistos, a equipe técnica envolvida buscou soluções que permitissem obter um traço adequado, com o tempo de pega prolongado. Adicionalmente, implementou-se melhorias nas condições de navegação, além da substituição de alguns equipamentos por outros mais adequados ao processo.

Com relação ao problema de adequação do traço ao tempo de pega, a equipe técnica envolvida, com apoio da consultoria externa mobilizada, logrou em desenvolver um traço com um tempo de início de pega de 15 h; superior, portanto, ao que havia sido especificado inicialmente como necessário. Este estudo foi desenvolvido em função do tipo de cimento, aditivos e das características dos agregados próximas a região de São Francisco do Sul.

Outro ponto de melhoria identificado no decorrer do processo foi a substituição do rebocador até então utilizado para fazer a navegação por outro de maior potência. Esta substituição permitiu reduzir em 1 h o tempo de navegação marítima, o que viabilizou a realização de até dois ciclos de concretagem no mesmo dia.

Ainda referente ao tempo de navegação: com o apoio de um engenheiro naval, observou-se que a redução do lastro da balsa utilizada no transporte das betoneiras não afetava a sua estabilidade. Estando mais leve, a balsa ainda pôde navegar com segurança e com uma velocidade maior.

Finalmente, verificou-se ser possível reduzir o consumo do aditivo VMA de 0,3% para 0,1%, algo que trouxe uma grande economia no custo do concreto.

Diante das inovações implementadas, foi possível reduzir o tempo de navegação, otimizar o consumo de diesel dos rebocadores e betoneiras e aumentar a produtividade da mão de obra responsável pelo fornecimento de concreto.

## **Metodologia Construtiva**

### **Logística envolvida na operação de concretagem**

A operação logística para viabilizar a concretagem pode ser resumida nas seguintes etapas:

1. Carregamento das betoneiras às 04h:00 da madrugada na central de concreto, localizada no centro da cidade de São Francisco do Sul - Este horário era ajustado em função dos horários das marés de enchente e vazante (Figura 2);
2. As betoneiras se direcionavam para o local de embarque, no cais de atracação da balsa. Este local era utilizado como rampa de acesso de embarque para a travessia de São Francisco do Sul para Itapoá;
3. Embarque de maneira organizada das betoneiras na balsa, para que a operação de concretagem pudesse ser realizada na mesma ordem do carregamento na central. É importante ressaltar que o posicionamento dos caminhões na balsa era definido com base no estudo de estabilidade, elaborado pelo engenheiro naval (Figura 3);
4. Após o embarque, a balsa era conduzida por rebocadores por até 3h30min de navegação até o local da concretagem;
5. Ao chegar no ponto de aplicação, a balsa é atracada: (i) Em uma outra balsa com um sistema de fundeio por meio de cabos de seda ou; (ii) Nas estacas em blocos já executados ou; (iii) Permanecia estabilizada por meio dos rebocadores;
6. Após o lançamento do concreto e descarga de todas as betoneiras, a balsa então retornava para o ponto de desembarque e os caminhões retornavam para a central de concreto. Durante a viagem de retorno, a equipe de lançamento realizava a limpeza preliminar nos balões com água. O expurgo era então descartado em caçambas de entulho, que estavam alocadas na balsa.



Figura 2. Carregamento das betoneiras na central de concreto (Polimix).



Figura 3. Embarque sequencial das betoneiras nas balsas.



Figura 4. Condução da balsa por rebocadores até o local da concretagem.

## ***Problemas observados***

O problema de maior impacto identificado foi a formação de “torrões” de concretagem após um certo período de mistura nas betoneiras. A formação destes “torrões” poderia danificar a estrutura dos balões das betoneiras no momento da rotação. Além disso, a qualidade do concreto poderia resultar comprometida, com prejuízos à trabalhabilidade durante o lançamento do material com as bombas-lança.

Outro ponto observado foi o acúmulo de concreto no interior do balão após a concretagem, observado durante a operação de lavagem, a qual era dificultada principalmente pelas condições locais e pelo uso do aditivo modificador de viscosidade.

Esses problemas foram resolvidos com a adição de super-plastificantes no momento do lançamento, provendo-se também uma melhor orientação técnica para as equipes encarregadas do lançamento do concreto.

## ***Resultados Obtidos***

As inovações implementadas aqui resumidas permitiram um menor tempo de navegação e a otimização das operações de concretagem. Com estas melhorias no processo, conseguiu-se reduzir o tempo ocioso das equipes e o consumo de Diesel em horas improdutivas dos rebocadores e betoneiras. Isto possibilitou uma redução importante dos custos de operação, em torno de 8% do custo total previsto.

É importante ressaltar que os ganhos auferidos com esta inovação transcendem o aspecto econômico. Destaca-se que houve uma menor emissão de metais pesados na atmosfera, devido à redução da queima do diesel de rebocadores e caminhões-betoneira.

Finalmente, com a redução do tempo de navegação, aumentou-se o número de viagens por dia, resultando em um maior número de eventos de concretagens, com reflexos importantes na produtividade global.

Em janeiro de 2023, o governo do estado do Rio de Janeiro homologou o resultado da licitação aberta para a construção do reservatório Novo Marapicu, vencida pela OEC (Odebrecht Engenharia & Construção). O projeto prevê uma capacidade de armazenamento de 55 mil m<sup>3</sup> e cerca de 6 km de adutora e troncos para o sistema de produção de água Novo Guandu, em Nova Iguaçu (RJ).

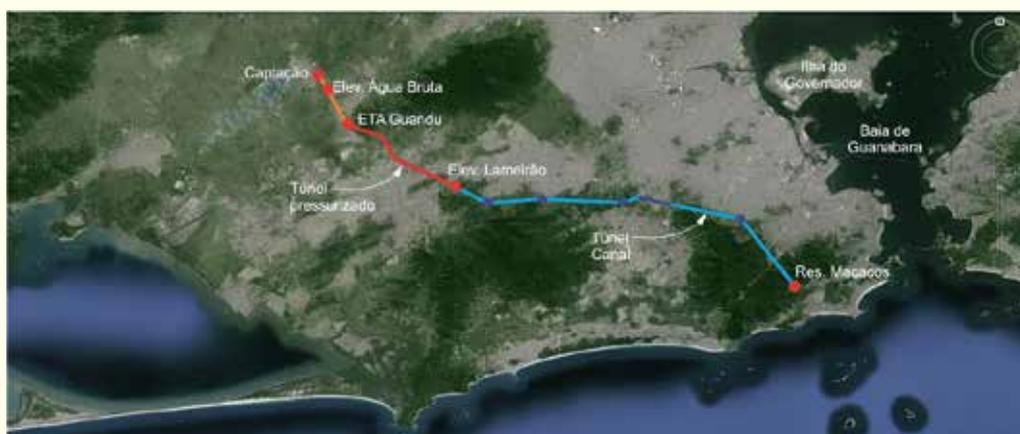


Figura 1: Sistema Gandu: Com 63 km de extensão, o rio Guandu corta oito municípios – Pirai, Paracambi, Itaguaí, Seropédica, Japeri, Queimados, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro – e deságua na Baía de Sepetiba. Fonte: Cedae

Este empreendimento é um investimento da Cedae (Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro), cujo objetivo principal é aumentar a oferta de água para a Baixada Fluminense e garantir flexibilidade operacional ao sistema Guandu. Uma intervenção que promoverá melhorias de oferta de água diretamente aos municípios de Duque de Caxias, São João do Meriti, Nova Iguaçu, Nilópolis, Belfort Roxo e, indiretamente, ao município do Rio de Janeiro, garantindo abastecimento para mais de três milhões de pessoas.

As linhas de tubulação estão divididas em três elementos:

- uma adutora para captação de água na ETA NOVO GUANDU e alimentação dos reservatórios, com extensão total de 3.900 m, executada em tubos de aço carbono com 12 m de extensão cada, espessura de  $\frac{3}{4}$ ", diâmetro de 2.500 mm e peso de 15 t/tubo;
- a linha de distribuição, que parte dos reservatórios até conectar-se a uma adutora existente e em operação, possuindo extensão aproximada de 1.000 m, fabricada em tubos de aço carbono com espessura de  $\frac{3}{4}$ ", diâmetro de 2.500 mm e peso de 15 t/tubo;
- um extravasor entre os reservatórios e o canal que corre entre as ruas Camélia e Ingá, um afluente do rio Cabenga, com extensão aproximada de 940 m,

executada em tubos de aço carbono com espessura de ½”, diâmetro de 1500 mm e peso de 9 t/tubo.

O projeto do reservatório e troncos de adução, distribuição e extravasão está sendo desenvolvido em BIM ( *Building Information Modeling*, ou Modelagem da Informação da Construção ), um conjunto de processos, *softwares* e tecnologias usados para melhorar a comunicação e permitir o trabalho colaborativo e simultâneo das equipes envolvidas nas fases de desenvolvimento de um empreendimento, desde a sua concepção, seguindo pelo projeto e construção, até a utilização e manutenção do ativo. Tal processo colaborativo se torna viável através da utilização de plataformas digitais que manipulam dados e informações de objetos virtuais, cujo conjunto compõem um modelo 3D que representa uma simulação da construção real. Entre as vantagens que decorrem do emprego do BIM, destacam-se: (i) redução de custo, (ii) otimização e redução de desperdícios de materiais e (iii) maior qualidade e produtividade nas fases de projeto e execução.

Como é esperado, a implementação de processos BIM requer mudanças significativas na forma como as empresas de construção funcionam em quase todos os níveis do processo, acarretando a necessidade de capacitação em novos softwares, remodelagem e adaptações nos fluxos de trabalho, novos treinamentos das equipes e ajustes na atribuição de responsabilidades.

A maturidade da implementação do BIM em um projeto ou empresa pode ser avaliada através da Capacidade BIM (Succar, 2021), a qual especifica um conjunto de habilidades mínimas de uma organização ou equipe para entregar resultados mensuráveis. A Capacidade BIM é avaliada através de uma classificação em três “estágios”, a saber: o Estágio 1, que contempla modelagem 3D baseada em objetos; o Estágio 2, no qual o modelo é baseado em colaboração; e o Estágio 3, em que a integração é baseada em rede.

Relativamente às aplicações, é prática comum referir-se aos diferentes usos do BIM como novas “dimensões” além do 2D: 3D – Modelagem / geometria; 4D – Planejamento / tempo; 5D – Orçamento e 6D – Sustentabilidade / social, econômica e ambiental. Estas correspondem às designações mais comuns.

O projeto executivo para obra do Novo Reservatório Marapicu está sendo desenvolvido em BIM (modelo 3D) com a utilização das ferramentas da Autodesk (AEC Collection), cujas diretrizes constam do Plano de Execução BIM (BEP – BIM Execution Plan) elaborado pela OEC em parceria com a empresa FF Solutions, de modo a atender às especificações e exigências do cliente e viabilizar todo o processo. Estão previstos os usos BIM de coordenação e compatibilização de projeto, extração automática de quantitativos, planejamento (4D), acompanhamento da obra e modelagem “as built”.

O processo de desenvolvimento do trabalho iniciou-se em março de 2023, com a realização de um levantamento cadastral topográfico e aerofotogramétrico, obtendo-se como resultado o MDT (Modelo Digital do Terreno), Ortofotos e nuvem de pontos, conforme mostrado abaixo.

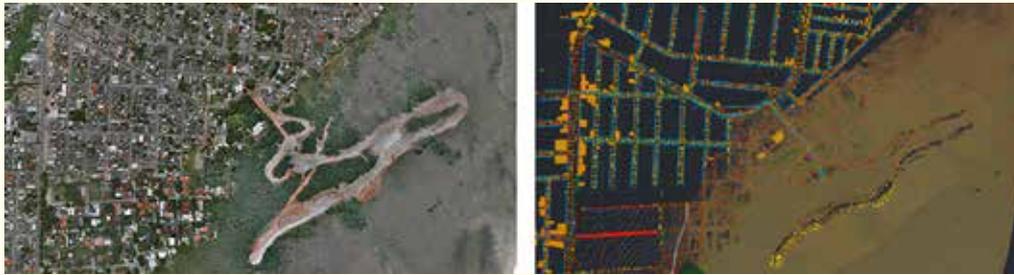


Figura 2: Ortofoto e Modelo Digital do Terreno (MDT).

Posteriormente, foi dado início a modelagem das linhas de tubulações com o software Autodesk Civil 3D, conforme traçado previsto no projeto básico disponibilizado pelo cliente. O modelo elaborado foi associado à nuvem de pontos para compatibilização com o traçado, permitindo assim a identificação de possíveis interferências.

A partir desta compatibilização, realizou-se de forma não automatizada a verificação de interferências (comumente referida como “clash detection”), visando-se analisar a compatibilização do projeto em desenvolvimento com estruturas e obras de arte existentes.

Com esta poderosa ferramenta em mãos, a equipe de engenharia da Construtora identificou o conflito de um dos tubos com uma OAE existente, o que permitiu buscar uma solução (a alteração do traçado da tubulação) ainda durante a fase de projeto, conforme ilustrado na sequência.

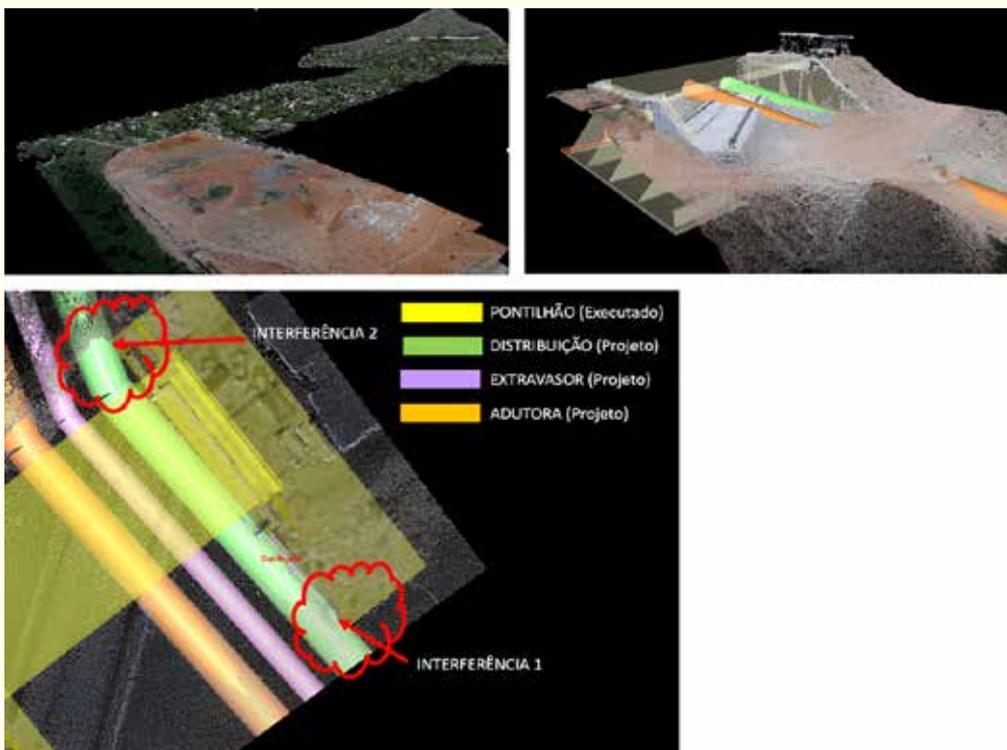


Figura 3: Modelo digital do terreno (Nuvem de pontos); Clash detection: OAE x Dutos; Interferência detectada previamente à fase de execução.

Alguns dos benefícios almejados com a implantação do BIM já se revelaram no início do processo. De fato, a identificação de interferências ainda na fase de projeto com uso de ferramentas BIM, conforme observado nas figuras acima, possibilitou revisões pontuais corretivas para adequação e integração dos elementos, sem gerar custos,

paralisações ou atrasos não previstos durante a fase de obra.

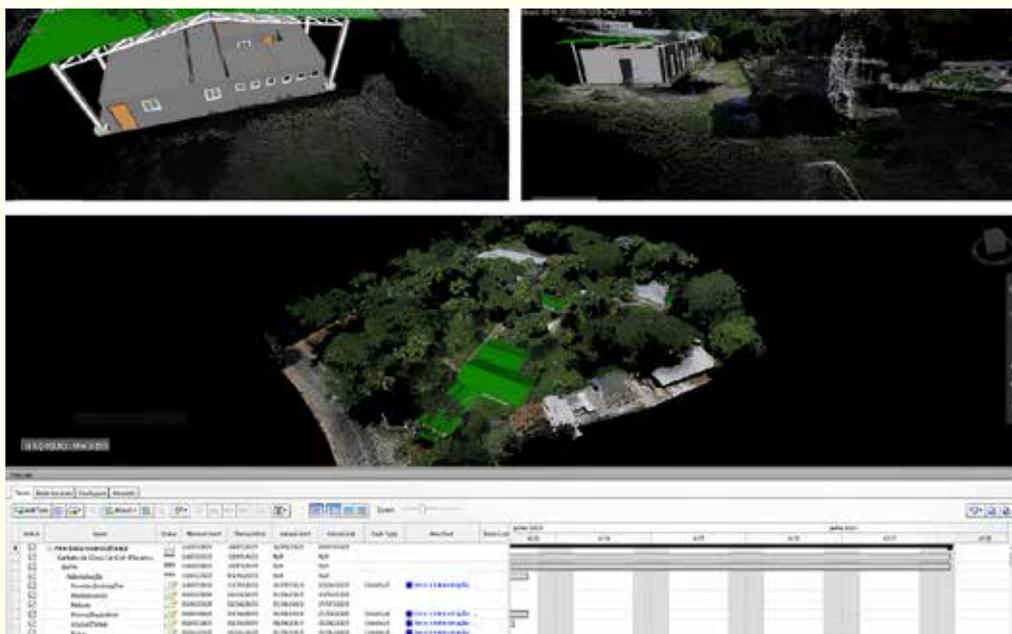


Figura 4: Modelagem 3D do canteiro; Simulação 4D do canteiro de obras (Navisworks).

A título de teste, foi também realizada a modelagem 3D de todo o canteiro de obras com o REVIT e simulado o planejamento 4D conforme o avanço físico previsto no Navisworks, para acompanhar sua execução. Esta iniciativa serviu como um projeto-piloto para a simulação 4D do empreendimento, antes da sua efetiva aplicação no projeto executivo do reservatório e tubulações.

Em junho de 2023, com o projeto executivo em avanço e parte dele liberada para execução, iniciou-se o lançamento da tubulação de adução. O acompanhamento da execução vem sendo controlado desta forma a partir do cadastro topográfico dos elementos lançados, associando-se posteriormente as informações que permitem a rastreabilidade dos tubos (material, número de NF, relatórios de inspeção etc.), bem como as características de vala e aterro (volume escavado e compactado, caracterização do material, compactação obtida).

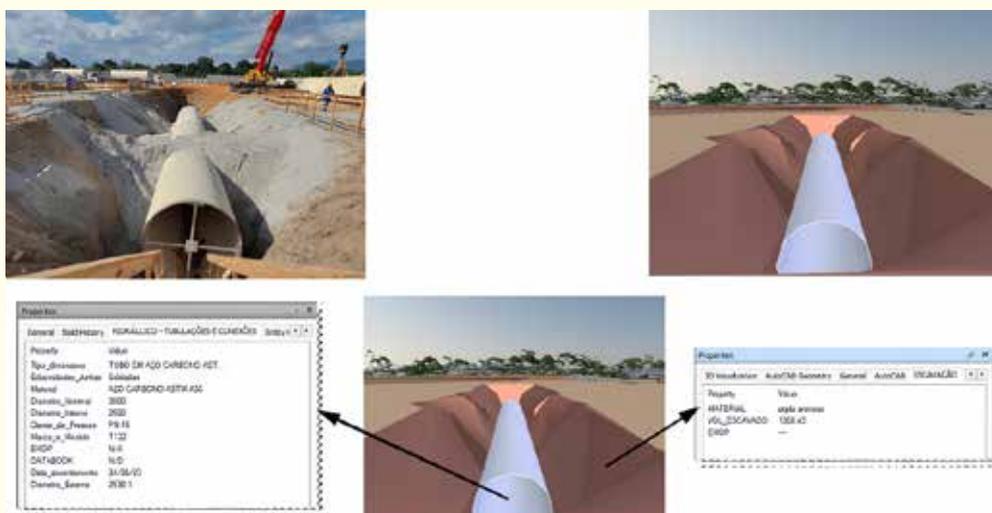


Figura 5: Realizado na obra; modelo “as built”.

Este modelo “as built” é atualizado semanalmente conforme o avanço da obra. As informações auferidas permitem, entre outros benefícios aqui relatados, realizar o acompanhamento do avanço Planejado × Realizado, obter evidências para as comprovações de medições com o cliente, além de auxiliar, facilitar e contribuir na elaboração do Data Book final da obra.

O emprego do BIM na construção do Reservatório Novo Marapicu é um requisito contratual; uma exigência do cliente. Mesmo não sendo mais considerado propriamente uma inovação na Engenharia, sua implementação ainda impõe desafios às empresas de construção.

A utilização do BIM na OEC remonta ao ano de 2003, tendo sido umas das empresas pioneiras no emprego desta tecnologia no Brasil. Nos últimos anos, a OEC optou pela adoção sistemática do BIM na execução de novas obras, mesmo não sendo um requisito contratual (ainda), antecipando-se desta maneira aos marcos de implementação estabelecidos pelo Decreto 10.306/2020 (BIM Mandate Brasil), em conformidade com a Estratégia BIM BR.

Os resultados já obtidos nas obras de infraestrutura em curso no estado do Rio de Janeiro vêm comprovando que esta foi uma decisão mais do que acertada, em linha com a estratégia empresarial e a cultura da empresa, além de contribuir na disseminação do BIM no Brasil e na capacitação dos nossos parceiros.

Construtoras podem participar ativamente no desenvolvimento dos ecossistemas de inovação aberta oferecendo campo de provas de conceitos para startups aprimorarem seus modelos operacionais e empresariais.

Hoje já existe uma infinidade de iniciativas empresariais e governamentais de apoio ao desenvolvimento de startups. A questão é verificar a efetividade das várias alternativas à disposição. Como qualquer outra iniciativa empresarial, startups precisam, antes de tudo, vender e ganhar dinheiro. O caminho para atingir o patamar operacional passa obrigatoriamente pelas provas de conceito com clientes.

Acontece que, seguramente mais do que com as pequenas empresas que atuam em mercados tradicionais, bem mais estabelecidos e já testados, as chances de uma startup não dar certo são imensas. Este é um ponto em comum a todas elas: startups são geralmente frágeis e boa parte delas encerra as suas atividades antes de completar um ano de existência.

Por outro lado, uma startup vitoriosa vale muito. Por definição, são negócios projetados na ambição de crescimento acentuado. Esse é motivo para todo o empenho nelas investido por seus fundadores, a busca por retornos de alto impacto, com alto valor gerado. A pequena minoria que consegue vencer as adversidades, curiosamente, compartilha uma série de características comuns.

Segundo a McKinsey Digital (What start-ups need to scale and succeed, 2020), as startups mais valiosas enfatizam a importância da reunião de talentos, o foco na entrega de valor para o cliente, e conseguem realizar negócios logo nos primeiros meses de atuação. Startups bem-sucedidas priorizam seus resultados empresariais como fruto da satisfação do cliente.

O início da jornada das startups costuma ser bastante árduo. Os recursos são escassos e nem todas as questões dos produtos estão equacionadas. Neste momento um pequeno empurrão é praticamente a salvação. Nesse sentido, há um reconhecimento crescente de que os melhores programas de aceleração dão ênfase à realização de negócios com as startups, seja pela oferta de espaço para as POC (Proof of Concept), seja por alguma soma a fundo perdido no formato Seed Money para apoiar os primeiros passos.

Também as mentorias e outras ações de qualificação são muito importantes para as startups, mas reduzem sua efetividade quando se tornam a abordagem central de alguns programas de inovação. Para aquelas startups mais competitivas e de maiores chances de sucesso, programas desta natureza perdem em atratividade. O ritmo de trabalho das startups é intenso, em grande parte devido à sua fragilidade empresarial, com poucos

recursos para sobreviver por longos períodos, e por conta de sua própria natureza: elas jogam o game da velocidade para lançar novidades antes dos eventuais concorrentes.

Uma vez que tenham sido obtidos aqueles recursos mais críticos – um campo de provas, a possibilidade de realizar negócios e um pequeno recurso financeiro – as startups podem se concentrar com mais tranquilidade naquilo que as diferencia e as torna negócios de alto potencial de crescimento. Neste ponto, dois aspectos se destacam. O primeiro, a capacidade de reagir rapidamente aos feedbacks do mercado e entregar soluções com o máximo poder para escalar. O segundo, a aposta na criatividade sem medo, inspirada por uma profunda convicção da sua proposta de valor.

# Agradecimentos

---

A publicação desse livro tornou-se possível graças à valiosa contribuição dos nossos integrantes e parceiros, excelentes profissionais que dedicaram seu tempo na elaboração dos artigos aqui apresentados. Tempo, como todos sabemos, é um recurso escasso, notadamente para as nossas equipes locadas nas obras no desempenho de suas atividades, enfrentando os desafios diários para se manterem produtivas, mas lograram dedicar-se ao registro de conhecimentos adquiridos para compartilhá-los com a comunidade técnica.

Registre-se também o merecido reconhecimento à equipe corporativa de Comunicação da OEC, pelo suporte e parceria que remonta à concepção do programa de Inovação, não somente nas atividades de comunicação propriamente ditas, mas também com valiosos “insights” e sugestões. Nossos sinceros agradecimentos, como membros da equipe de Inovação, para os nossos colegas Livia Nunes, João Paulo Carvalho e Vitor Felix. A colaboração contínua entre as duas equipes gerou um espaço de muito aprendizado e motivação, com discussões e ações que foram fundamentais para o desenvolvimento de iniciativas que resultaram na elaboração e publicação deste livro.

Nosso reconhecimento e agradecimentos especiais a Carlos Hermanny, uma das mentes por trás do programa de inovação da OEC; e a Claudio Cardoso, que contribuiu na concepção, elaboração e implementação da tese de inovação da OEC, bem como no desenvolvimento de outros canais de comunicação com o mercado e a empresa, para viabilizar a divulgação das iniciativas da área de Inovação.

Finalmente, não poderíamos deixar de destacar e agradecer o apoio e confiança do nosso líder, Marcelo Piller, Diretor de Engenharia e Inovação.

Esperamos que a leitura deste trabalho contribua no desenvolvimento de novas ideias e incentive processos criativos que favoreçam a Inovação em outras áreas.

Nos encontramos novamente ano que vem, com a segunda edição do livro “Construindo a Inovação”, com novas experiências da OEC.

*A todos, um imenso obrigado e até a próxima edição.*

**Equipe de Inovação.**





**OEC IN**  
*Inovar para avançar*



**OEC**