



ENGENHARIA CRIATIVA



LINHA 4

Ajudando a cumprir prazos e a reduzir custos, três cases com soluções criativas aplicadas pela engenharia brasileira podem servir de modelo e ser replicados em outros empreendimentos

Por Mariuza Rodrigues

Atualmente, muito se fala em inovação e disrupção tecnológica, como se a busca por novas soluções fosse algo novo em si mesmo. Na engenharia civil, todavia, inovar é uma obrigação permanente. Nessa área, mais que em outras, o convencional e a inovação caminham juntos nos canteiros de obras, seja pela necessidade de superar as dificuldades tecnológicas, seja pela busca por redução de custos ou pela ousadia, a mãe incontestada da engenharia.

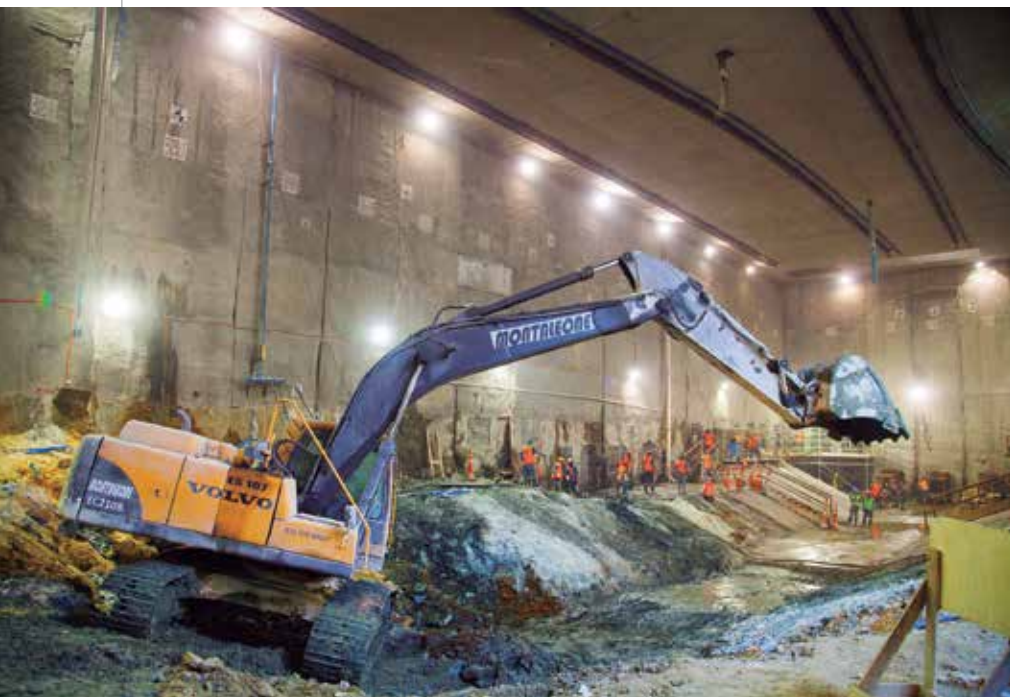
E apesar da persistente crise que afeta o setor da construção no país já há alguns anos, o desafio diário da engenharia permanece. Nesse sentido, os canteiros de obras são laboratórios e agentes

de transformação contínua, pois cada inovação bem-sucedida é posteriormente replicada em outras obras. A seguir, o leitor encontrará alguns casos de empreendimentos em que as empresas buscaram novas soluções para equalizar questões antigas.

Em geral, são cases que mostram a excelência da engenharia brasileira que – a despeito de todas as dificuldades enfrentadas nos últimos anos – solucionaram questões reais na frente de trabalho. Vale a pena se inspirar para enfrentar o próximo desafio.

CRONOGRAMA

Em 2012, a Promon foi contratada pelo Consórcio Linha 4 Sul – formado pelas empresas Norberto Odebrecht, Queiroz Galvão e Carioca Engenharia –



LINHA 4

◀ Solução batizada de “laje Jobel” usou uma laje adicional para reduzir a área construída nas obras das estações da Linha 4 Sul

para desenvolver o projeto executivo de três estações da Linha 4 do metrô do Rio de Janeiro (Nossa Senhora da Paz, Antero de Quental e Jardim de Alah). Além das características do terreno, da região densamente urbanizada e de uma farta rede subterrânea de infraestrutura de serviços, o maior desafio da operação era entregar a obra no prazo, para operar nos Jogos Olímpicos de 2016.

E desse limite surgiram algumas soluções que foram fundamentais para se atender ao cronograma da obra. Uma delas se deu no campo do projeto. Sugerida por Jobel Freitas, diretor técnico da Promon, a solução chamada de “laje Jobel” incluía a substituição de um anexo, que abrigaria as salas técnicas, por uma laje adicional, a fim de reduzir a área construída.

O resultado foi tão positivo que o conceito acabou adotado nas três estações. Com a laje adicional, foi possível adotar seções retangulares para as paredes-diafragma e reduzir a quantidade de armaduras de aço e de concreto e o volume de escavação, diminuindo ainda o risco às edificações adjacentes. A Estação Jardim de Alah, por exemplo, prevista originalmente para ter 200 metros de comprimento, ficou com 150 metros. “A solução também ampliou a preservação das praças públicas existentes na proximidade de duas das três estações – Antero de

Quental e Nossa Senhora da Paz –, que ficariam bem menores se a concepção prevista no projeto básico tivesse sido adotada”, acresce Júlio Cunha, gerente de projeto da Promon.

Todavia, ainda na fase de fundações surgiu outro obstáculo, em virtude da ocorrência de solos arenosos de alta permeabilidade e de lençóis freáticos a poucos metros da superfície. Optou-se assim pela injeção de jet grouting (jato de calda de cimento introduzido em alta pressão no terreno para que se misture ao solo) em todo o fundo das estações, de forma a permitir que a escavação fosse feita sem rebaixamento do lençol freático.

O aspecto diferencial desta solução ficou por conta da dimensão da estrutura e do volume de material aplicado – em estações com 140-150 metros de comprimento, com larguras entre 18 e 22 metros e, em alguns trechos, camadas de espessura de 3,5 metros a 11 metros. Não é muito comum ocorrer esse tipo de solução no Brasil, devido inclusive ao fator custo.

Outra solução lógica – mas também incomum no Brasil – foi a adoção de hidrofresas na escavação da estação do Jardim de Alah. Localizada no trecho inicial da Av. Ataulfo de Paiva, a área se caracteriza por conter um morro rochoso subterrâneo na sua parede, sendo que o uso do equipamento permitiu o assen-

tamento das paredes-diafragma de forma segura, o que foi determinante para o sucesso na escavação, escoramento e desmonte do morro rochoso localizado a 22 metros de profundidade. “Apesar de já conhecida, essa metodologia nunca havia sido utilizada em uma obra de metrô no Rio de Janeiro”, destaca Cunha.

MOBILIZAÇÃO

Sediada em Guaíba (RS), a CMPC Celulose Riograndense realizou o maior investimento privado da história do Rio Grande do Sul com o aporte de mais de R\$ 5 bilhões realizado no Projeto Guaíba 2. Em uma obra complexa que envolvia três grandes frentes (industrial, florestal e de infraestrutura), a VWS Brasil – Veolia foi contratada pela CMPC para o fornecimento de um pacote de soluções, incluindo uma Estação de Tratamento de Água (ETA), uma Estação de Tratamento de Água de Caldeira (ETAC) e uma Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Na condição de contratação “back to back” (triangular), coube à Cesbe Engenharia a execução das obras civis e estruturais.

Diante das condições brown field encontradas no local (ou seja, com uma estrutura pré-existente), o maior desafio da Cesbe estava em cumprir o prazo de 19 meses para ampliação da fábrica de celulose, sem prejudicar qualquer operação dentro da CMPC. “O enfoque do planejamento foi feito para garantir que, mesmo com o atraso pré-existente, as unidades entrassem em operação no prazo previamente estipulado”, explica o diretor comercial da Cesbe, Paulo Talamini.

Além disso, a fábrica de celulose CMPC havia iniciado as obras de expansão da unidade utilizando os limites de seu espaço físico, situados entre o Rio Guaíba e bairros da cidade. Assim, as unidades de tratamento – que deveriam ser as primeiras a entrar em operação, devido à necessidade de comissionamento da planta – encontravam-se com um atraso considerável e, no momento de mobilização, as áreas destinadas à

construção das novas estações ainda não estavam totalmente liberadas para o início das obras.

A saída adotada foi estudar e traçar um planejamento executivo, revendo a mobilização de recursos e levando em consideração o espaço limitado para execução das obras, tudo com a fábrica em plena operação. A logística de movimentação de materiais através das vias da cidade e o transporte de colaboradores alojados em municípios vizinhos à Guaíba eram alguns dos requisitos básicos para a revisão do planejamento.

A primeira fase do Plano de Recuperação foi definida paralelamente à mobilização da obra, com a alteração dos projetos de fundações das Salas Elétricas e da Torre de Resfriamento. A solução adotada foi o emprego de pré-moldados, produzidos em local externo ao canteiro de obras, antes mesmo do início efetivo dos trabalhos no local, permitindo ganho de tempo em uma das frentes. Também foram realizadas adequações nos projetos de armaduras de fundação dos Tanques de Água Filtrada, o que permitiu o fornecimento de aço previamente cortado e dobrado. Assim, enquanto as ações iniciais de mobilização do canteiro eram iniciadas, avanços significativos ocorriam em outras frentes, antecipando

marcos do cronograma das obras.

Para dar uma ideia das dimensões que seriam alcançadas, a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) foi projetada com capacidade de 108.000 m³/dia, enquanto a Estação de Tratamento de Água (ETA) foi prevista com capacidade de 140.000 m³/dia e a Estação de Tratamento de Água das Caldeiras (ETAC), 630 m³/h. No total, as obras alcançaram volumes consideráveis de material. Por exemplo, foram empregados 21.164,70 m³ de concreto usinado, 2.147,07 toneladas de armaduras CA-50 e CA-60 e 55.754,04 m² de fôrmas de madeira e metálicas.

A segunda fase do planejamento consistiu no detalhamento apurado da mobilização de mão de obra direta, que no momento de pico chegou a 1.000 operários, levando em consideração as liberações de áreas pelo cliente. Como as liberações de áreas não ocorreram de forma gradativa e linear, houve uma concentração de atividades simultâneas, exigindo o incremento de mão de obra em diversos momentos críticos do empreendimento, além da criação de um mapa cuidadoso dessa mobilização para não afetar outras frentes.

No final, a estratégia obteve sucesso e a obra atingiu o prazo definido. “Com a

ampliação da fábrica, o volume de produção não só foi quadruplicado, como também foi possível gerar 80% de energia necessária para seu funcionamento e obter uma redução de 60% no consumo de água da fábrica”, descreve Talamini.

PISO AO QUADRADO

No final de 2016, a LPE Engenharia foi contratada pelo escritório de arquitetura Argis para projetar o piso em concreto da nova loja da Sodimac, a ser construída em São Paulo, no início da Rodovia Anchieta. No local, existia uma antiga fábrica que, na época, ainda estava em operação. Para dar lugar à nova loja da empresa, a fábrica seria desativada e as construções ali existentes, demolidas.

No planejamento da obra, duas questões foram colocadas já de saída: a grande extensão da área do piso, com cerca de 11.700 m², além de diferenças das cargas, preocupação com as juntas de dilatação e, sobretudo, com os custos de manutenção. No início da elaboração do projeto foi feita uma avaliação das reais cargas que o piso deveria suportar, em função das necessidades da Sodimac. Com isto, a área foi subdividida de acordo com vários tipos de carregamentos.

A área interna foi dividida em duas grandes regiões, com diferentes caracte-

▼ Operações simultâneas em diferentes frentes permitiram antecipar o cronograma das obras do Projeto Guaíba 2



CMFC



LPE

▲ Piso de concreto reforçado com fibras de aço e juntas metálicas viabilizou a instalação da nova loja da Sodimac

rísticas de capacidade de carga. A primeira foi destinada ao salão de vendas, com carga distribuída de até 3,0 tf/m², carga pontual (estantes) de até 3,6 tf/apoio e carga móvel (empilhadeiras) de até 5,0 tf no eixo dianteiro. A segunda foi destinada ao pátio do construtor, com carga distribuída de até 6,0 tf/m², carga pontual de até 5,0 tf/apoio, carga móvel de até 6,0 tf no eixo dianteiro e momento fletor localizado devido às estruturas tipo canteleiro. Naquela altura, dois obstáculos se apresentaram. “Existia uma pequena área do terreno local que, pela análise das sondagens, apresentava um solo de baixa capacidade, com tendências a deformações”, descreve Celso Souza, diretor da Sodimac.

Para solucionar o problema, a região foi confinada e buscou-se uma solução diferenciada para essa área: foi especificado um maior número de juntas no piso e foram projetados dispositivos para evitar a formação de recalques diferenciais, que poderiam provocar fissuras. Na grande área, onde o solo era de melhor qualidade, o objetivo era executar o menor número de juntas possível. O piso dessa região foi projetado com placas de grandes dimensões, de até 33,2 m x 30,2 m. Chamado de “jointless floor”, o uso deste tipo de piso envolve tratativas especiais para suportar as tensões de retração do concreto, que são bem elevadas.

INEDITISMO

Nesta fase, a LPE Engenharia apresentou diversas alternativas, incluindo pisos reforçados com telas soldadas e, ainda, pisos reforçados com fibras de aço. “Em comum acordo com o cliente, a solução escolhida foi o uso de fibras de aço, o que garantia vantagens com relação ao custo e também com relação a não ocorrência de fissuras, devido ao mau posicionamento da tela”, conta Breno Macedo Faria, gerente técnico da LPE Engenharia. “No entanto, esse tipo de piso exige cuidado dobrado para se evitar eventuais afloramentos de fibras.”

Outra preocupação estava relacionada à abertura excessiva das juntas, que impõe dificuldades em tratamentos ao longo de sua vida útil. Para resolver este problema, foram empregadas juntas metálicas no piso, que funcionam como fôrmas. Trata-se de uma solução alternativa normalmente executada em galpões logísticos, sendo sua aplicação em obras comerciais uma novidade no país. “Essas juntas têm dispositivos de transferência de carga (barras trapezoidais) e possuem perfis metálicos que absorvem os impactos provocados na junta sem prejuízo ao concreto, proporcionando uma alta durabilidade e reduzindo significativamente a manutenção”, complementa o especialista.

Saiba mais:

CMPC: www.celuloseriograndense.com.br/empresa/cmcp

LPE: www.lpe.eng.br

Promon: www.promonengenharia.com.br

JOGO RÁPIDO

ELETRIFICAÇÃO

Pesquisa da consultoria EY indica que, até 2025, os carros elétricos terão conquistado o mesmo espaço hoje dominado por veículos de combustão. Outra tendência que já vem se tomando realidade é a equivalência dos custos de geração e armazenamento de energia ante a compra de fornecedores. Estima-se que, até 2021, esta mudança já esteja consolidada na Oceania e, em 2022, na Europa, enquanto os EUA – onde o setor energético é mais complexo e altamente regionalizado – só devem alcançar esse patamar em 2042.

BIG DATA

Com base em Big Data, estudo da Neoway Infraestrutura indica que os investimentos em infraestrutura no Brasil dão sinais tênues de estabilidade, mas o cenário ainda indica cautela. Segundo o levantamento, as obras previstas para o período de 2018 a 2023, somam R\$ 719,2 bilhões em investimentos. Além disso, a redução de 46,2% de obras paralisadas, destaca o estudo, não é reflexo da retomada dessas obras, mas sim da extensão de seus cronogramas, excluindo da análise parte significativa do investimento.

TERMELÉTRICAS

A inclusão das termelétricas na base do sistema elétrico brasileiro tende a aumentar a segurança no abastecimento e reduzir os custos da energia. Atualmente, as termelétricas são acionadas em períodos de escassez de água nos reservatórios das hidrelétricas, o que, além do aumento das tarifas para o consumidor, desestimula investimentos no setor. As conclusões são do estudo Térmicas na base: a escolha inevitável, que integra os 43 documentos que a Confederação Nacional da Indústria (CNI) entregou aos candidatos à Presidência da República.

AEROPORTOS

Com as obras de ampliação e modernização, o Aeroporto de Salvador terá sua área aumentada em mais de 20 mil m², proporcionando melhorias significativas na circulação de passageiros. Para isso, foram feitas várias mudanças no projeto aprovado pela Vinci Airports, que administra o terminal. Entre elas, destaca-se a construção de novos fingers de embarque e mudanças no setor de check-in e pré-embarque. A previsão é de que a primeira fase da obra seja concluída até outubro de 2019.