

BRASIL

# ENGENHARIA



Nº 08/2024 - ANO 5 R\$ 39,00  
[www.brasilengenharia.com](http://www.brasilengenharia.com)



# AEROMOVEL O PEOPLE MOVER DO GRU AIRPORT

TECNOLOGIA BRASILEIRA PARA A MOBILIDADE

Marcus Coester,  
CEO Aeromovel



APM Aeromovel em GRU Airport

# AS PESSOAS CONECTADAS À MOBILIDADE DO FUTURO



[www.aerogru.com.br](http://www.aerogru.com.br)

**aerogru**



Tecnologia 100% automatizada, segura e sustentável, com zero emissões



Mais conforto e agilidade para passageiros, colaboradores e tripulantes



Conexão rápida entre os terminais de passageiros e a estação da CPTM



Maior eficiência operacional e energética



Um modal inovador para a reestruturação da infraestrutura urbana de transporte

Consórcio **AeroGRU**



# DESTINO

# GRU

**Aeromóvel chega em 2024  
contando com soluções  
Ingersoll Rand.**



SOLUÇÕES EM AR COMPRIMIDO PARA DIVERSAS INDÚSTRIAS

**Têxtil • Mineração • Óleo e Gás • Governo e Militar •**

**Alimentos e Bebidas • Automobilística • Farmacêutica, Bioquímica**

**e Laboratórios • Industrial • Ambiental • Construção • Ferrovias •**

**Geração de Energia • Aeronaves • Eletrônicos e Semicondutores •**

**Transporte e Logística • Indústria Química, Plástico e Borracha**



SAIBA MAIS

**Barueri** - Alameda Caiapós, 311  
Tamboré, Barueri - SP, 06460-110  
(11)4280-6713

**Campinas** - Av. Pierre Simon de Laplace, 780  
Techno Park, Campinas - SP, 13069-320  
(19)3213-0511



Somos líderes mundiais em sistemas e soluções de ar comprimido, altamente eficientes e de baixa manutenção, para atender a diversos segmentos de mercado, há mais de 160 anos.

Para o AeroGru, fornecemos mais do que ar comprimido, 18 equipamentos específicos para deixar o projeto ainda mais ágil e sustentável.

Se você busca um parceiro de negócios completo, fale com a gente.

**Conte conosco para melhorar a sua vida.**



**ENGENHO**  
editora técnica  
Fundadores

Apparício Saraiva de Oliveira Mello (1929-1998)  
Ivone Gouveia Pereira de Mello (1933-2007)

Rua Almansa, 141 - 41 - Vila Andrade  
CEP 05717 210 - São Paulo - SP - Brasil  
Tel. (55 11) 5575 8155  
E-mails: [brasilengenharia@terra.com.br](mailto:brasilengenharia@terra.com.br)  
[engenho@uol.com.br](mailto:engenho@uol.com.br)  
Número avulso: R\$ 39,00  
[www.brasilengenharia.com](http://www.brasilengenharia.com)

DIRETOR EDITORIAL  
**RICARDO PEREIRA DE MELLO**  
DIRETORA EXECUTIVA  
**MARIA ADRIANA PEREIRA DE MELLO**

JAN/MAR - 2024 - ANO 5 - N.º 08

**BRASIL ENGENHARIA. Diretor Editorial:** Ricardo Pereira de Mello. **Diretora Comercial:** Maria Adriana Pereira de Mello. **CONSELHO EDITORIAL:** Álvaro Rodrigues dos Santos, Apparício de Mello Neto, Luís Antônio Seraphim, Marcus Frediane, Maria Adriana Pereira de Mello, Nestor Soares Tupinambá, Paulo Helene, Paulo Resende, Pedro Luis Dias Martins, Pedro Moreira, Peter Ludwig Alouche, Permínio Alves Maia de Amorim Neto, Ricardo Pereira de Mello.

**ENGENHO EDITORA TÉCNICA. Diretor Editorial:** Ricardo Pereira de Mello. **Diretora Comercial:** Maria Adriana Pereira de Mello. **Redação / Reportagem:** Marcus Frediane. **Fotógrafo:** Ricardo Martins **Editores:** Adriana Piedade / ZAF - Ateliê de Publicidade e André Siqueira / Via Papel. **Criação e Arte:** André Siqueira / Via Papel. **Impressão e Acabamento:** Meltingcolor Gráfica.

**REDAÇÃO, ADMINISTRAÇÃO E PUBLICIDADE:** Engenho Editora Técnica Ltda. Rua Almansa, 141 - 41 - CEP 05717 210 - São Paulo - SP - Brasil - Tel. +55 (11) 5575 8155. **Circulação nacional:** A REVISTA BRASIL ENGENHARIA é distribuída a engenheiros brasileiros que desenvolvem atividades nas áreas de engenharia, projeto, construção e infraestrutura. A REVISTA BRASIL ENGENHARIA e a Engenho Editora Técnica não se responsabilizam por conceitos emitidos por seus colaboradores ou a precisão dos artigos publicados. Só os editores estão autorizados a comercializar as edições. **Periodicidade:** Trimestral.

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS. NENHUMA PARTE DESTA PUBLICAÇÃO (TEXTOS, DADOS OU IMAGENS) PODE SER REPRODUZIDA, ARMAZENADA OU TRANSMITIDA, EM NENHUM FORMATO OU POR QUALQUER MEIO, SEM O CONSENTIMENTO PRÉVIO DA EDITORA OU DO CONSELHO EDITORIAL DA BRASIL ENGENHARIA

[www.brasilengenharia.com](http://www.brasilengenharia.com)

INSTAGRAM: @BRASILENGENHARIA  
FACEBOOK: BRASIL ENGENHARIA

# NESTA

BRASIL ENGENHARIA / LIDERANÇA EM FOCO

**VICENTE ABATE**  
Presidente da Abifer

## SEMPRE EM FRENTE SOBRE OS TRILHOS

Com otimismo e precisão cirúrgica, Vicente Abate, presidente da Abifer, fala sobre o Aeromovel e, ainda, sobre o presente e o futuro do transporte ferroviário em São Paulo, no Brasil e no mundo. O futuro não existe para ser temido, e, sim, para ser construído, por meio do planejamento e dos esforços que a gente tem que envia para que isso aconteça. Na área do transporte ferroviário, essa é uma realidade acachapante, que merece TODA a atenção, porque está se lidando com a qualidade de vida de milhões e milhões de pessoas que, diariamente, utilizam e dependem desse importantíssimo modal.



BRASIL ENGENHARIA / ENTREVISTA

**MARCUS COESTER**  
Presidente da Aerom

## AEROMOVEL DO GRU AIRPORT: O NOVO ORGULHO DA MOBILIDADE URBANA BRASILEIRA

O presidente da Aerom, Marcus Coester, fala da materialização de um projeto de tecnologia absolutamente inovadora, que, certamente, já está inspirando ideias e chamando a atenção de especialistas em transporte e da população de todo o planeta. O People Mover do GRU Airport já é uma realidade. Com previsão de entrada em operação ainda no 1º Semestre de 2024, ele representa não só uma solução extremamente eficiente e inovadora para a mobilidade urbana de São Paulo, como também uma grande vitória da tecnologia de transporte brasileira e, porque não dizer, mundial.



CARTA BRASIL ENGENHARIA	9
CARTAS	10
ESPAÇO LEITOR	12
BRASIL / RÁPIDAS	16
CENAS DA VIDA	67
CIÊNCIA & TALENTO	69
ARTE & VINHO	70
LIVROS TÉCNICOS	72
PONTO DE VISTA	74

SEÇÕES

# EDIÇÃO



## CAPA

**AEROMOVEL, O 'PEOPLE MOVER' DO GRU AIRPORT: TECNOLOGIA BRASILEIRA PARA A MOBILIDADE**  
Fotos: Divulgação Aerom  
Criação: André Siqueira – Via Papel



BRASIL ENGENHARIA / CAPA / AEROMOVEL

## CONSÓRCIO AEROGRU

### EM COMPASSO DE AFINADÍSSIMA SINTONIA

União de objetivos das empresas participantes do Consórcio AeroGRU foi a mola-mestra da materialização do projeto do Aeromovel do GRU Airport. Após vencer, em 2019, a fase de licitação e de tramitação de todas as autorizações relacionadas ao processo, no dia 8 de setembro de 2021, o Consórcio AeroGRU – formado pelas empresas Aerom, HTB Engenharia e Construção, FBS Construtora e TS Infraestrutura – e o então ministro da Infraestrutura do Brasil, Tarcísio de Freitas, assinaram o aditivo contratual para a construção do Automated People Mover (APM) / Aeromovel do GRU Airport, concessionária que administra o Aeroporto Internacional de São Paulo. A partir daí, o projeto, que previa a construção de uma via elevada exclusiva com 2,7 quilômetros de extensão e quatro estações, conectando a estação Aeroporto de Guarulhos, da Linha 13-Jade da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) a cada um dos Terminais 1, 2 e 3 do complexo aeroportuário, finalmente passou a acelerar e começou a tomar corpo.

BRASIL ENGENHARIA / MOBILIDADE

### INTERCONEXÃO FUNDAMENTAL

Pedro Moro / Entrevista / texto Marcus Frediani

46

BRASIL ENGENHARIA / PERFIL

### UMA TRAJETÓRIA CALCADA NO ORGULHO DE SER BRASILEIRO

Oskar Coester / texto Marcus Frediani

48

BRASIL ENGENHARIA / MOBILIDADE

### “PEOPLE MOVER, A TECNOLOGIA INDICADA PARA AS CIDADES BRASILEIRAS”

Peter Alouche / artigo

51

BRASIL ENGENHARIA / TÚNEIS

### ESTRATÉGIAS SUBTERRÂNEAS MAIS DO QUE VITORIOSAS

Hugo Cássio Rocha / Entrevista / texto Marcus Frediani

57

BRASIL ENGENHARIA / CONSTRUÇÃO CIVIL

### O METRÔ DE SÃO PAULO E O REMANEJAMENTO DA ADUTORA DO RIO CLARO

Marcel Salomão Oliveira / artigo

59

BRASIL ENGENHARIA / GEOLOGIA

### OS DESLIZAMENTOS TRANSLACIONAIS RASOS NATURAIS NAS ENCOSTAS DA SERRA DO MAR – DIAGNÓSTICO DO FENÔMENO

Álvaro Rodrigues dos Santos / artigo

63

## A MISSÃO DA BRASIL ENGENHARIA

Promover e desenvolver a engenharia em benefício da qualidade de vida da sociedade. Executar esse objetivo com a divulgação de projetos e pesquisas de desenvolvimento e as conquistas dos profissionais do setor. Tem como meta: valorização da engenharia; promoção da qualidade e credibilidade dos engenheiros; prestação de serviços à sociedade; analisar e publicar manifestações dos engenheiros sobre políticas, programas e ações governamentais, e a melhor técnica de execução dos projetos. Nossas publicações estarão dirigidas para a comunidade em geral; para os órgãos públicos e organizações não governamentais; para as empresas do setor industrial, comercial e de serviços; para as empresas de engenharia, engenheiros e profissionais de nível superior em geral; para os institutos de pesquisas, escolas de engenharia, cursos de pós-graduação, mestrado e doutorado; empreiteiras e projetistas; e infraestrutura em geral.

# A SOLUÇÃO VERSÁTIL, ECONÔMICA E SEGURA PARA COMPACTAÇÃO E ESTAQUEAMENTO EM OBRAS



## ESTAPAC

compactador / estaqueador hidráulico

# Getefer

Distribuidor Autorizado  
(11) 99937.1995 - (11) 99900.5433  
WhatsApp: (11) 94298.3254  
E-mail: [getefer@getefer.com.br](mailto:getefer@getefer.com.br)  
Site: [www.getefer.com.br](http://www.getefer.com.br)

## Aeromovel, uma vitória da engenharia brasileira

O poder de criatividade do ser humano é definitivamente inesgotável. E quando esse atributo recebe o suporte da Engenharia, aí praticamente tudo é possível, e deriva quase para o infinito.

E foi assim quando, ainda trabalhando na Varig, dividindo sua jornada de trabalho entre aquela que exercia na Varig, e diletantemente nas horas todas as horas vagas disponíveis tocando em frente os negócios de sua, então, pequena empresa própria – hoje, a gigante e respeitadíssima Aerom –, que o jovem Oskar Coester concebeu o conceito de um engenhoso e revolucionário veículo que rodava em via elevada sobre trilhos para o transporte rápido e confortável de passageiros atravessando áreas urbanas nas quais o emaranhado do trânsito já começava a gerar preocupações. E logo encontrou um nome perfeito e futurístico para o *People Mover* em cujo desenvolvimento se debruçava: Aeromovel.

Um longo caminho, entretanto, deveria ser trilhado antes que a ideia, literalmente, saísse do papel na prancheta até chegar à sua materialização. E nessa trajetória, além de muitos desafios técnicos a serem solucionados, houve a necessidade de desbastar arestas para vencer as críticas baseadas na incredulidade daqueles que não entendiam muito bem a proposta do projeto. Mas, a determinação e a tenacidade de poucos, Oskar perseverou e, finalmente, venceu. E essa não seria nem de longe uma vitória só dele, mas efetivamente, de toda a sociedade, da mobilidade nas cidades e, sem dúvida também, da tecnologia e da Engenharia brasileiras, que, mais uma vez, deu exemplo para o mundo.

Tanto é assim, que, passadas tantas décadas desde a sua concepção, o sistema Aeromovel mostrou a que veio, notadamente como equipamento de interligação dos centros

urbanos aos aeroportos. É o que comprova o atual projeto do *People Mover* no Aeroporto Internacional de São Paulo/Guarulhos – “Governador André Franco Montoro”, o maior do Brasil e da América do Sul, e um dos maiores em termos de fluxos de passageiros do planeta.

E não foi por outro motivo que nesta edição, que temos a honra e o orgulho de fazer chegar fisicamente às suas mãos, e digitalmente pelo Portal **BRASIL ENGENHARIA**, que escolhemos esse tema como o principal da revista, reunindo nela um dossiê completo de informações exclusivas sobre o projeto da bem-sucedida implantação do Aeromovel do GRU Airport. Para tanto, reunimos nela várias matérias especiais, além de entrevistas com os envolvidos e com as fontes responsáveis relacionadas a esse fantástico empreendimento, cujo início da operação oficial acontecerá ainda no 1º Semestre deste ano de 2024, para felicidade de todos que passarão a utilizá-lo.

Assim, convidamos vocês a embarcar conosco nessa viagem, e compartilhar com a gente esse rico acervo de conteúdo, que reflete até aonde os esforços da inovação aplicada ao transporte graças à constante evolução da Engenharia pode nos conduzir, sempre com maior rapidez, conforto e, sobretudo, com qualidade, segurança e sustentabilidade, lembrando que essa é uma trajetória que ainda reserva grandes e promissoras novidades para o futuro.

A REDAÇÃO

## 5G NO BRASIL: O QUE APRENDEMOS APÓS UM ANO DA INTRODUÇÃO

“A introdução do 5G no último ano permitiu transformações significativas no mercado de fornecedores de serviços de IoT no Brasil. Atualmente, pouco mais de um ano após a chegada oficial da tecnologia ao Brasil, já são mais de 10 milhões de usuários do 5G, em mais de 150 cidades. Desde o início de dezembro, a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) liberou a ativação da tecnologia 5G em todas as 645 cidades do Estado de São Paulo, expandindo ainda mais o acesso. A evolução ainda está na fase inicial, mas os resultados são visíveis e promissores.

Nos últimos anos, tivemos o prazer de estudar um pouco mais a fundo o mercado de oferta de serviços de IoT e ver de perto como a chegada do 5G impactou os negócios e as empresas em solo nacional. A última edição do relatório ISG Provider Lens™ Internet of Things - Services and Solutions 2023, produzido pela parceria TGT ISG, indica que a adoção de tecnologias IoT experimentou um aumento expressivo, impulsionado em parte pela velocidade e eficiência oferecidas pelo 5G.

Com a expansão das aplicações em setores como a Internet das Coisas Médicas (IoMT), automação industrial, carros conectados e cidades inteligentes, o leque de casos de uso para IoT se ampliou. Esse aumento de conectividade também trouxe preocupações com segurança cibernética e privacidade, levando os fornecedores a desenvolver soluções específicas para ambientes de IoT.

A demanda por serviços gerenciados especializados em IoT cresceu, dado a necessidade do funcionamento contínuo das soluções. Além disso, a popularização do processamento de dados na borda, próximo aos dispositivos, contribuiu para a redução de custos e dependência da nuvem. A combinação de IoT e IA permitiu extrair mais insights e valor dos dados, otimizando processos e tomadas de decisões.

No que diz respeito aos padrões de demanda, a implementação do 5G gerou uma busca por conectividade aprimorada, ultrabaixa latência, alta velocidade, inteligência avançada de dados e maior segurança nos serviços de IoT. Setores como agronegócio, indústria 4.0, logística, saúde, utilities e cidades inteligentes experimentaram um crescimento notável na adoção de serviços de IoT.

No entanto, durante a transição para o 5G, os fornecedores de serviços de IoT enfrentaram desafios, incluindo limitações na cobertura inicial do 5G, disponibilidade restrita de dispositivos compatíveis, desconhecimento das empresas sobre as potencialidades do 5G e a necessidade de atualizar soluções pré-5G para compatibilidade.

Em termos de segurança, a introdução do 5G impactou as soluções de IoT, exigindo medidas específicas para garantir a proteção dos dados e dispositivos. Criptografia, segmentação de redes, autenticação forte, gateways seguros e monitoramento contínuo foram algumas das medidas implementadas para mitigar riscos.

As expectativas dos clientes em relação aos serviços de IoT aumentaram com a introdução do 5G, incluindo demandas por conectividade ubíqua, análise avançada de dados, automação inteligente, rastreamento preciso e manutenção preditiva. As discussões regulatórias no Brasil ainda estão em estágio inicial, com foco na implementação da infraestrutura 5G, e não houve mudanças significativas nas leis relacionadas a IoT.

Em um bate-papo com Paulo José Spaccaquerche, presidente da Associação Brasileira de Internet das Coisas (ABINC), ficou claro que uma coisa é consenso em todo este debate: é crucial persistirmos na ideia de padronização no Brasil, uma tarefa desafiadora devido à vasta extensão do país, onde o que é aplicado em uma região nem sempre é aplicável em outra.

Nesse contexto, o papel do governo é extremamente relevante, com o Programa Nacional de Melhoria da Cobertura, também conhecido como Conecta Brasil. Isso é significativo, pois ao expandir a banda larga, estamos proporcionando condições para que as pessoas adotem a tecnologia de IoT. Isso não se limita necessariamente ao 5G, mas representa um passo importante para difundir o conceito de IoT, compartilhar conhecimento e formar a mão de obra necessária.

Com os alicerces estabelecidos e os resultados alcançados até agora, o futuro promissor da integração entre IoT e 5G no Brasil está claramente delineado.”

**David de Paulo Pereira**  
Consultor TI  
São Paulo - SP

## ENTRE A TEORIA E A REALIDADE

“Recente editorial do conceituado jornal O Estado de S.Paulo, em seu Caderno Metrópole - Notas e Informações, sob o título ‘Não é por falta de aviso’, contém informações relevantes sobre contingente numeroso da população brasileira que vive em áreas de risco, sujeitas a inundações, deslizamentos, seca e estiagem. O texto reforça que, diante das mudanças climáticas a que estamos assistindo, urge que as administrações públicas removam as pessoas dessas zonas vulneráveis, que são conhecidas, sob pena de contabilizarmos futuros acidentes plenamente evitáveis. E, por fim, a matéria destaca que, por falta de planejamento urbano, as ocupações ilegais avançaram rapidamente entre 1985 e 2022, descumprindo os preceitos legais da Lei de Parcelamento do solo, de 1979.

Pois bem, os dados levados à evidência pelo artigo não surpreendem e são fruto das opções que foram eleitas e vêm sendo adotadas em nosso país, nos últimos 50 anos, para o processo de urbanização e uso e ocupação do solo. Um projeto de parcelamento do solo, em qualquer município brasileiro, demora atualmente, em média, de três a quatro anos para ser aprovado. Alguns, dependendo de sua localização e porte, levam muito mais, chegando a mais de década. São inúmeras as providências que o empreendedor tem de atender para levar legalmente

adiante o seu loteamento, sejam de ordem administrativa, legal ou ambiental.

As exigências ambientais, nos últimos 30 anos, foram surgindo ininterruptamente nas esferas municipal, estadual e federal, tornando uma via crucis o processo de aprovação de um empreendimento de parcelamento do solo. Por outro lado, o crescimento das cidades brasileiras não está submetido a qualquer lei. Sua população tem aumentado constantemente, atingindo em determinadas regiões índices superiores a 90%. As milhares de pessoas que chegam aos centros urbanos, ano a ano, dia a dia, para procurar trabalho ou melhores condições de vida, não contam com oferta suficiente de moradias. Esse é um processo histórico. A produção imobiliária nunca conseguiu atender a tempo e à hora o crescimento demográfico vegetativo e a migração. Estima-se, hoje, um déficit de sete milhões de moradias.

Porém, em vez de agilizarmos as aprovações de novos projetos, pela própria experiência, estamos, cada vez mais, tornando-as mais difíceis e onerosas. Pior: com essa demora e imposições, elitizamos os empreendimentos, tornando-os paulatinamente mais caros e inacessíveis à maior parte da população.

O processo de favelização ou ocupação de áreas de risco decorre de uma falta de sintonia entre a teoria e a realidade. Na teoria, temos exigências urbanísticas e ambientais de uma nação desenvolvida, sendo que, na categoria da ecologia, o Brasil conta com uma das legislações mais restritivas do mundo. Mas, na realidade, vivemos num país emergente, que ainda está longe de atender sua população de maneira minimamente sustentável. É só vermos quantas pessoas não têm disponibilidade de água tratada ou coleta e tratamento de esgoto. São milhões de brasileiros que estão distantes de um saneamento básico suficiente para uma vida saudável.

A falta de moradias em locais próximos ao trabalho obriga a população a residir cada vez mais longe, na maioria das vezes em locais impróprios, dificultando seu acesso a serviços públicos básicos, como saúde, educação e segurança, sem contar o estresse da mobilidade urbana, que submete as pessoas a horas de ônibus ou metrô durante anos de suas vidas. O mais grave é que esse problema sobrecarrega a administração pública, obrigando-a a investir em locais cada vez mais distantes e tutelar esse contingente desprovido de qualquer infraestrutura.

E quais as perspectivas de melhorarmos isso a curto e médio prazo, retirando as populações das áreas de risco e as alocando em locais com infraestrutura básica, que garanta uma vida mais sustentável? Ou de considerarmos as mudanças climáticas como elemento que agrava a situação de risco daqueles que vivem em áreas objeto de ocupações ilegais? Ou, ainda, de adotar soluções para que tragédias ambientais sejam evitadas? Nenhuma possibilidade!

Para que esses avanços se viabilizassem, nosso país teria de adotar caminhos muito distintos dos que hoje nos são oferecidos. O processo da aprovação de empreendimentos teria de ser muito mais rápido, inferior a um ano. As

exigências ambientais deveriam ser focadas em cada empreendimento, dada a sua localização e porte, dentre outras características.

A autonomia municipal e o interesse local deveriam ter muito mais relevância para efeitos de aprovação de projetos e recuperação do déficit populacional brasileiro. Para que as sugestões apresentadas pelo artigo de O Estado de S.Paulo possam ser adotadas, precisamos mudar radicalmente nossa maneira de legislar sobre o uso e ocupação do solo. Caso contrário, como a própria matéria alerta, continuaremos a assistir a uma escalada de tragédias ambientais. Quem viver, verá."

**Luiz Augusto Pereira de Almeida**  
Diretor da Sobloco Construtora e membro do Conselho Consultivo do Secovi São Paulo – SP

## ÁREAS DO PORTO - ALGUMAS SUGESTÕES

"Tempos atrás, mais exatamente em 2019, sugeri que a região do Valongo, caso fosse retomada a proposta de revitalização, também abrigasse um 'Port Center', reunindo todos os órgãos que atuam no Porto de Santos. Seria uma forma já adotada em outros portos de otimização e agilização de processos, pela articulação de ações conjuntas. Foi mais ou menos nessa época que foram iniciadas tratativas para a implantação de um 'Port Community System' (PCS) por aqui.

Ainda aguardamos ansiosamente cenas dos próximos capítulos sobre o PCS.

Nesse meio tempo, foi retomada a discussão sobre a revitalização da área do Valongo, que evoluiu de forma extremamente positiva, com a Autoridade Portuária de Santos, a Prefeitura de Santos e operadores portuários privados emparceirando as obras necessárias nas áreas dos Armazéns 4 a 6, algo inédito no âmbito da relação porto-cidade, muito bem-vindo, aliás.

Melhor, ainda, também está em pauta a revitalização das áreas dos Armazéns 1 a 3.

É o Parque Valongo tomando forma!

A revitalização prevê atividades nas áreas de gastronomia, cultura, turismo, náutica, eventos e contemplação, e contribuirá significativamente para a revitalização do Centro Histórico de Santos.

Junto às iniciativas de repovoamento dos bairros lindeiros, que também será beneficiada pela geração de empregos que se espera, a expectativa é de que o Centro Histórico recupere o esplendor de outrora, e volte a fervilhar com o ir e vir de santistas, por trabalho ou lazer, e turistas.

Haveria espaço para essa área também abrigar

setores administrativos de empresas portuárias?

Caso isso seja possível, tal ocupação proporcionaria mais espaço para as áreas operacionais, otimizando a capacidade estática e dinâmica de terminais.

Não seria um 'Port Center', mas esse tipo de ocupação pode incluir a recuperação e manutenção do patrimônio histórico portuário.

Lembro que uma das questões que eram consideradas no início dos processos de revitalização de áreas portuárias desativadas, no Brasil, era de como viabilizar a autossustentabilidade financeira das atividades a serem implantadas.

A Estação das Docas, em Belém/PA, considerada uma referência, precisa de aporte financeiro do governo estadual. De outro lado, o Pier Mauá, parte do Porto Maravilha, no Rio de Janeiro/RJ, está diretamente associado ao terminal de cruzeiros.

É certo que a possível transferência do terminal de cruzeiros de Outeirinhos para o Valongo será mais uma importante iniciativa para a revitalização do Centro Histórico, incrementando o turismo e atividades culturais, que já contam com o Museu Pelé, a Igreja do Valongo, a Estação do Valongo, o Bonde Turístico, os Teatros Coliseu e Guarany, Casa de Fronteira Azulejada, Casa do Trem Bélico, Monte Serrat, Museu de Arte Sacra, Memorial e Palácio José Bonifácio, Fundação Arquivo da Memória, Igreja do Rosário, Complexo do Carmo, Panteão dos Andradas...

Mas, voltando a questão de otimização de áreas operacionais de terminais arrendados, consta que a Autoridade Portuária de Santos dispõe, dentre outros imóveis, um que, salvo engano, está atualmente ocioso: o antigo Restaurante Portuário, na esquina da Av. Mário Covas com o Canal 6, que já foi ocupado pelo OGMO-Santos e pela Fundação CENEP-Santos.

Esse prédio é amplo e o pé-direito do terreno pode comportar mezaninos ou, até, um novo pavimento, a ver.

Estando, de fato, ocioso, essa edificação não poderiam sediar áreas administrativas e órgãos intervenientes, quem sabe o tal 'Port Center'? Enfim, são apenas sugestões."

**Adilson Luiz Gonçalves**  
Escritor, Engenheiro, Pesquisador  
Universitário e membro da Academia  
Santista de Letras  
Santos - SP



### Como contatar a BRASIL ENGENHARIA

Comentários sobre o conteúdo editorial da BRASIL ENGENHARIA, sugestões e críticas devem ser encaminhadas para a redação: Rua Almansa, 141 - 41 - CEP 05717-210 - São Paulo - SP - WhatsApp (11) 99915-2520 - ou por E-mail: engenho@uol.com.br

As cartas à redação devem trazer o nome, endereço e número da cédula de identidade do leitor, mesmo aquelas enviadas pela internet. Por questões de espaço e clareza a revista reserva-se o direito de resumir as cartas.

## Projetos para Trânsito e Transporte

Funcionais - Básicos - Executivos

Infraestrutura Urbana,

Rodoviária e Metroferroviária.

Sinalização.

Segurança Viária.

Polos Geradores de Tráfego.

Cicloviárias, Pesquisas.

Estudos de Tráfego.



Qualidade é o nosso  
principal compromisso

+55 11 3129-7612  
www.qualitasurbis.com.br

## UMA LEI DE LICITAÇÕES MODERNA VALORIZA O MELHOR SERVIÇO DE ENGENHARIA

PEDRO MARANHÃO\*

Publicada em 1º de abril de 2021, a Lei 14.133/2021, a Nova Lei de Licitações, substituiu a obsoleta – e muito criticada – Lei 8.666/1993 que regulava o processo de compras e contratações públicas até então. Ao priorizar o menor custo inicial para a administração pública, sem considerar com o rigor necessário o custo total do contrato nem os critérios qualitativos e a saúde econômica das empresas, toda a sociedade arca com consequências danosas para o desenvolvimento do país. Essa ingrata herança do século passado pode finalmente ser corrigida por um projeto de lei em discussão do Congresso Nacional que, se aprovado, aperfeiçoará o modelo de contratações públicas de obras e serviços de engenharia.

O Projeto de Lei 5.401/2023, de autoria do deputado Arnaldo Jardim (Cidadania/SP), busca corrigir as fraquezas da lei vigente. O PL atualiza a Nova Lei de Licitações e a aplicação da modalidade de pregão para contratações de obras e serviços de engenharia, o que inclui o sistema de gestão de resíduos sólidos. Neste setor, a flexibilização inadequada para a contratação de serviços especializados por pregão eletrônico resultou na aprovação de propostas com valores irrealistas, tornando os serviços muitas vezes inexequíveis, de baixa qualidade, com longos atrasos e até cancelamentos de contratos.

Após a aprovação do Projeto de Lei, espera-se que a qualificação da empresa, os recursos disponíveis, a expertise, a inovação tecnológica e outros atributos passem a ser considerados durante o processo licitatório, tudo de acordo com o estabelecido no edital e delineado pelo orçamento definido. Assim, afastam-se aventureiros que, quase sempre, utilizam-se das falhas do sistema legal para vencer a concorrência, apresentando preços que, em vez de representar economia para os cofres públicos, acabam gerando ainda mais despesas com serviços precários que, muitas vezes, são descontinuados, com prejuízos para todos.

O texto apresentado pelo deputado Arnaldo Jardim define medidas que, se adotadas de forma plena, serão decisivas para reduzir

o tão prejudicial cenário de obras paralisadas ou inacabadas que se espalham pelo país há tantos anos. No setor de manejo de gestão de resíduos sólidos, por exemplo, pode contribuir para a expansão dos aterros sanitários pelo Brasil e extinção dos lixões, além de garantir serviços de coleta ininterruptos e pautados pela qualidade em todos os municípios brasileiros.

A iniciativa na Câmara dos Deputados converge com outro PL que acaba de ser aprovado no Senado Federal, o PL 3.954/2023, que também estabelece novas regras para contratação pública de obras e serviços de engenharia. O texto já aprovado pelo Senado define que o pregão eletrônico somente pode ser aplicável para a contratação de serviços orçados com valor inferior a 1,5 milhão de reais. Acima desse valor, a Administração Pública só poderá efetuar contratações através de concorrência que considere tanto qualificação técnica quanto preços apresentados pelos concorrentes.

Em ambas as propostas, o foco é o bom uso do dinheiro público, que passará a ser aplicado de maneira mais adequada e de acordo com a qualidade técnica que os serviços exigem e a população merece. A experiência mostra que, quando o critério de escolha é apenas o menor preço, na certa haverá algum prejuízo à longo prazo. Não por acaso a sabedoria popular costuma dizer que o barato sai caro.

Com essas alterações legais, ficam assegurados critérios que deveriam ser inegociáveis, mas que eram ignorados em contratações de empresas de engenharia sem a capacitação adequada que apresentavam preços convidativos. A situação chega, inclusive, a colocar em risco a segurança do trabalhador, que deve ser garantida com equipamentos de qualidade e treinamentos constantes.

A Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente - ABREMA, ao lado de outras entidades ligadas a serviços de engenharia, defende a aprovação do PL conforme proposto por Arnaldo Jardim. Mais que segurança jurídica para contratante e contratado, o projeto de lei amplia o respeito à sociedade que financia essas contratações e exige serviços de qualidade, prazos adequados e sem desperdícios de recursos públicos. É um direito de todos e uma obrigação da Administração Pública.

\* **Pedro Maranhão é economista, presidente da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente - ABREMA**  
E-mail: [abrema@abrema.org.br](mailto:abrema@abrema.org.br)



Pedro Maranhão, presidente da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente

FOTO: DIVULGAÇÃO



## 2024: UM ANO DE DISRUPÇÃO E DE CRESCIMENTO DO MERCADO DE ENGENHARIA

POR MARCUS GRANADEIRO\*

Neste ano de 2024, prevemos um crescimento significativo na adoção de processos de digitalização nas atividades de supervisão e gerenciamento.

Em termos normativos, temos duas excelentes ocorrências: o vencimento da segunda fase da implantação de BIM do Decreto nº 10.306 de 2 de abril de 2020, que estabelece a utilização do “Building Information Modelling” a partir de 2024 na execução direta ou indireta de projetos de engenharia e arquitetura, assim como no gerenciamento de obras, abrangendo a orçamentação, a planificação e o controle das execuções, além da atualização do modelo e de suas informações quando construído (as built). A segunda ocorrência é a publicação da Norma ISO para a versão 4.3 do padrão IFC, incorporando elementos para a maioria das obras de infraestrutura.

Sob o ponto de vista da tecnologia, haverá um grande avanço em termos de integração, digitalização e processos. A integração deve ser catalisada com o avanço dos padrões abertos, promovendo uma adaptação entre as aplicações por meio da independência dos dados em relação a elas. Com os dados podendo migrar entre as tecnologias, é possível agregar mais profissionais, aplicações e soluções, sendo este o cenário básico para projetos de maior porte e para as estratégias de cidades inteligentes.

Novidades como IDS (padrão para definição de requisitos) e conceito de passaporte de produtos, que é uma espécie de dicionário de dados dos elementos BIM, devem ser disseminadas, permitindo integrações e digitalizações inovadoras ao longo de 2024.

Os dados ganharão destaque, enquanto a modelagem BIM deve avançar além dos elementos gráficos, reforçando o que vem sendo chamado de “data-driven”, sendo essa tendência um dos objetivos de programas considerados modelos, como o programa inglês de fomento ao BIM.

Indo mais a fundo neste conceito, é possível citar a abordagem Data-Centric, que busca a convergência de dados provenientes de diversas fontes e sistemas, construindo uma visão coesa e holística. Ao adotar esse conceito, as empresas envolvidas com o BIM têm a oportunidade de aprimorar suas práticas, reconhecendo o valor crítico dos dados em todos os estágios do ciclo de vida de um projeto de construção.

Uma consequência desse movimento é a obtenção de um foco maior em processos. Isso significa que uma simples coleta de dados de obra, sem a associação com o workflow

para garantir sua qualidade, ou elementos como GPS para apoiar a conformidade da coleta, trarão risco à produção do modelo. Este deve ser o tema mais complexo de ser abordado, pois trata-se de processos em uso e arraigados na cultura das empresas, ou seja, fatalmente será o maior desafio.

Somado a esse cenário, as nuvens de pontos poderão ser um “game changer” dentro deste movimento, principalmente se associadas com tecnologias de Inteligência Artificial e Realidade Virtual. Nos últimos anos, o foco foi no aprendizado da aquisição destas nuvens, que eram normalmente utilizadas para levantamento dos ativos para projetos de “retrofit” ou como ferramenta para produção de “as built”.

Em 2024 veremos o avanço do uso na supervisão e no gerenciamento, com os algoritmos de Inteligência Artificial apoiando no controle qualitativo e a comparação com BIM no avanço físico. Os recursos de Realidade Virtual serão muito úteis para uma imersão no ativo e na construção, até mesmo como uma documentação viva do avanço, trazendo uma tendência em que as fotos bidimensionais e os relatórios descritivos se tornarão coisas do passado.

Diante dessa realidade, podemos escolher se olhamos o copo como meio vazio ou meio cheio. Com o cenário complexo em que estamos vivemos e com todas estas possibilidades, é possível afirmar que nunca tivemos uma janela tão clara para a disrupção, assim como para novos players e, como consequência, o crescimento deste mercado.

Porém, para alcançarmos esse oásis do setor de Engenharia, é preciso apos-

tar em novas tecnologias, na digitalização e na consagrada Transformação Digital. E quando falamos em inovação, precisamos ter em mente que os investimentos em recursos tecnológicos requerem a mudança do “modus operandi” anterior, alterando os processos e os entregáveis. Uma cultura de mudança precisa ser estabelecida para que os investimentos em inovação façam sentido.

E na soma de tudo isso, não podemos esquecer do ESG (do inglês Environmental, Social and Governance), que passou a ser uma imposição do mercado e trazem na esteira práticas importantes, mas que requerem o investimento em tecnologia.

No final do dia, o movimento correto de digitalização deve envolver um pensamento estratégico e ter como premissa a definição dos objetivos do negócio com uma lista de propósitos a serem alcançados.

**\* Marcus Granadeiro é engenheiro civil formado pela Escola Politécnica da USP, sócio-diretor do Construtivo, empresa de tecnologia com DNA de engenharia, membro do RICS - Royal Institution of Chartered Surveyors (MRICS) e do ADN (Autodesk Development Network) e certificado em Transformação Digital pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT)**



Marcus Granadeiro, sócio-diretor do Construtivo

FOTO: DIVULGAÇÃO

## PROBLEMAS SANITÁRIOS NO INTERIOR DO ESTADO DE SÃO PAULO NA DÉCADA DE 1930<sup>(1)</sup>

JOSÉ EDUARDO W. A. CAVALCANTI\*

Um dos mais importantes problemas pela sua feição endemoepidêmica e social na década de 30 do século passado que afetava as populações do interior era a ação devastadora que exerciam as três principais endemias: as verminoses, o impaludismo (malária) e o tracoma.

As verminoses aniquilavam o homem rural diminuindo sua capacidade produtiva preparando campo para irrupção de outras doenças; o impaludismo instalava-se como endemia transformando suas vítimas em verdadeiros “zumbis”; o tracoma levava quase sempre a defeitos permanentes de visão chegando a causar cegueira.

Em São Paulo, excluindo o Vale do Paraíba, a malária existia em toda parte ao longo dos grandes rios e seus afluentes, além de extensas faixas do litoral e muitas das que se expandiam para o planalto invadindo a zona urbana de muitos municípios.

Um inquérito feito à época sobre a extensão deste mal identificou a existência de malária em 97 municípios, dos quais 43 nas próprias zonas urbanas. A barragem das dunas na orla do litoral e os represamentos irregulares dos rios, bem como o afloramento das águas do subsolo causavam a multiplicação dos mosquitos transmissores da febre.

O único medicamento defensivo e curativo disponível era a quinina responsável pela diminuição da mortalidade pela malária. Embora o consumo deste remédio tivesse crescido desde 1903 chegando a 30.000 kg em 1933 sua distribuição era irregular agravada pela paralisação da fabricação do cloridato de quinina entre nós, após a grande guerra obrigando o governo a importar a matéria-prima.

Outra doença que grassava no interior do estado era o amarelão, que embora não fosse tão dramática como a malária, era insidioso, pertinaz e depauperante nas palavras de Armando Salles de Oliveira, presidente do estado à época. Entretanto, o índice de infestação de mais de 90% em algumas cidades atacando desde crianças até pessoas em idade avançada.

Além destas endemias, destacavam-se as doenças infecciosas agudas, dentre as quais a febre tifoide e as disenterias dada a ausência de recursos higiênicos malgrado a abundância de sol e ar puro, predados característicos da área rural. O mesmo se podia dizer das disenterias bacilar e amebiana tão comuns no interior.

Em 1933, os estudos estatísticos sobre a mortalidade causada pela febre tifoide nos 250 municípios do interior paulista registraram 525 óbitos, cerca de 10% dos casos realmente verificados.

Outras doenças, como varíola, meningite cérebro-espinal

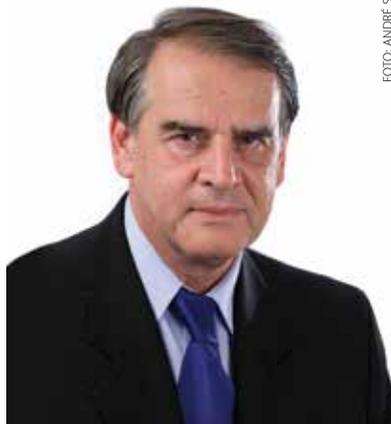
epidêmica, peste bubônica e outras doenças transmissíveis não adquiriam grande importância por não serem muito complexas e graças às medidas específicas aplicadas contra elas pelo governo do estado.

Por outro lado, a construção e a ampliação dos leprosários, a criação de dispensários e a criação do Instituto de Leprologia por parte do governo contribuíram para o combate à terrível lepra.

Em 1924 foram recenseados no estado 8.000 leprosos. Falceram daquele ano até 1934, 2.300 doentes. Estavam internados naquele ano 3.600 e outros 400 achavam-se em tratamento nos ambulatórios. Com a entrega em 1934 dos 1.000 leitos que estavam em construção praticamente se resolveu o problema da lepra no estado.

Por fim, São Paulo perdeu durante o ano de 1933, em seus 250 municípios, cerca de 2.200 vidas ceifadas pela peste branca correspondente aproximadamente à existência de 17.000 doentes de tuberculose. Perderam-se também nestes mesmos municípios 28.000 crianças de menos de 1 ano sobre cerca de 150.000 nascimentos, das quais perto de 11.000 nascidas mortas.

FOTO: ANDRÉ SIQUEIRA



José Eduardo W. A. Cavalcanti,  
engenheiro consultor

Num exame das verbas destinadas aos serviços de higiene pública, fica-se surpreendido por sua insignificância dentro do orçamento do estado. Em 1934, estavam destinados apenas 3,6% dos recursos, sendo que 2,9% para a Capital, com uma população de 1 milhão de habitantes (92,8% do total destinado aos serviços sanitários), e 0,7% deste valor para o interior, com uma população de 6 milhões de habitantes (7,1%). Este número destoa dos países civilizados que destinavam cerca de 10% do orçamento total.

Para minorar o problema, o governo de Armando Salles de Oliveira prometeu em 1934 efetuar algumas modificações de ordem técnico-administrativa que se resumiram a:

- Criação de um organismo dotado de capacidade suficiente para centralizar a administração dos serviços do interior;
- Divisão do estado em distritos sanitários, instalando uma unidade sanitária em cada município com população superior a 20.000 habitantes;
- Subordinação direta dos distritos sanitários à inspetoria geral do interior;
- Instituição da carreira sanitária para o pessoal que serve no interior.

Este era em resumo o quadro sanitário do interior do estado de São Paulo na década de 1930.

*(1) Texto extraído do discurso de Armando Salles de Oliveira proferido em Espírito Santo do Pinhal, em 30 de setembro de 1934.*

\* José Eduardo W. A. Cavalcanti é engenheiro consultor, conselheiro do Instituto de Engenharia de São Paulo  
E-mail: [jewacavalcanti@gmail.com](mailto:jewacavalcanti@gmail.com)



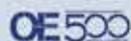
## SERVIÇOS

- Gerenciamento de empreendimentos
- Engenharia do Proprietário
- Projetos básicos e executivos
- Consultoria de engenharia



## ÁREAS

- Saneamento
- Transportes
- Infraestrutura
- Meio Ambiente
- Energia
- Óleo e Gás



## OTIS BRASIL

### EMPRESA SELECIONADA PARA MODERNIZAR O ELEVADOR LACERDA

A Otis Brasil foi selecionada para modernizar os quatro elevadores do histórico Elevador Lacerda em Salvador (BA). O anúncio ocorre no momento em que o local comemora seus 150 anos. A Otis Brasil faz parte da Otis Worldwide Corporation, empresa líder mundial na fabricação, instalação e manutenção de elevadores e escadas rolantes. A modernização trará nova tecnologia e

estética para os elevadores, incluindo portas automáticas Prima da Otis, iluminação em LED e instalação de sistema de climatização em todas as cabinas, que contarão ainda com pisos de granito, subteto em aço inox escovado, sistema de viva-voz para comunicação com os passageiros, e novos revestimentos para os painéis laterais e de fundo. As botoeiras internas



DIVULGAÇÃO

e de andar do modelo Jade Basic da Otis terão um novo visual com indicadores de posição e direção digital.

## SCANIA

### NOVA LINHA SUPER PARA OPERAÇÕES OFF-ROAD



DIVULGAÇÃO

A Scania anuncia a terceira fase de lançamentos do portfólio de caminhões Euro 6, agora com a Nova linha Scania XT Super para todos os segmentos off-road. Com a novidade, a marca contempla, a partir de dezembro, o novo trem de força Super para as outras aplicações que faltavam, principalmente para a mineração. Os produtos passam a receber a nova caixa de transmissão Heavy Planetary, ainda mais robusta para os modelos fora de estrada, freios CRB mais Scania Retarder de série,

opções de eixos e bogies para atender a diversas especificações, além de aumento dos intervalos de manutenção, novas soluções de serviços com o Scania PRO e maior segurança na operação com o Scania Zone, que permite controlar a velocidade da frota por meio de cercas virtuais. Com todas estas novidades, a linha Scania passa a oferecer ainda mais produtividade, robustez, segurança, economia de combustível em menores ciclos e reduzido custo por tonelada produzida.

## BH AIRPORT

### PRIMEIRO AEROPORTO NEUTRO EM CARBONO NO BRASIL

Após um ano de dedicação à agenda ESG e fortalecimento das práticas ambientais, sociais e de governança, o BH Airport acaba de se tornar o primeiro aeroporto neutro em carbono do Brasil. A conquista foi possível depois que o aeroporto, que já havia sido certificado em nível 2 pelo ACA, atendeu a todos os requisitos necessários da certificação no nível 3 (que trata do engajamento dos parceiros), e obteve a certificação de nível 3+, que atesta que o aeroporto cumpre com todos os requisitos anteriores e, além disso, faz a compensação das emissões residuais sobre as quais o aeroporto tem controle com créditos de carbono de alta qualidade.

"Essa conquista mostra o nosso compromisso efetivo com a sustentabilidade, sobretudo no que tange às ações de descarbonização gradativa, com objetivos e metas claras para alcançar a neutralidade das emissões de carbono. Já tínhamos recebido o selo de Aeroporto Verde e tudo isso fomenta a nossa posição de aeroporto mais sustentável do país", ressalta o diretor-presidente do BH Airport, Daniel Miranda.



DIVULGAÇÃO

## AVEVA

# O PAPEL DA DIGITALIZAÇÃO PARA ACELERAR A DESCARBONIZAÇÃO

Durante a COP28, a empresa defendeu como a inovação digital está impulsionando as estratégias de descarbonização em todo o mundo e o papel que a inteligência digital industrial exerce na condução da circularidade. A AVEVA, líder global em software industrial, impulsionando a transformação digital e a sustentabilidade, demonstrou na COP28 – Conferência sobre Mudanças Climáticas da ONU – como alavancar dados em uma economia industrial conectada pode acelerar o caminho para um futuro sustentável. Na avaliação do CEO da AVEVA, Caspar Herzberg, o mundo deve reduzir drasticamente

DIVULGAÇÃO



de desperdício. O setor industrial responde por um quarto das emissões globais. "Todos os dias, nossos clientes provam que a digitalização permite que as empresas industriais promovam reduções mensuráveis de carbono, inclusive para indústrias tradicionalmente intensivas em energia. Na AVEVA, nossa ambição é acelerar a inovação de baixo carbono e impulsionar a circularidade e a eficiência em toda a cadeia de valor", destaca.

## SIEMENS

# NOVAS SOLUÇÕES PARA IMPULSIONAR RESULTADOS COM GÊMEO DIGITAL E IA

Com soluções HEEDS AI Simulation Predictor e Simcenter Reduced Order Modeling, projetos inovadores e de alto desempenho podem ser produzidos com mais rapidez usando o conhecimento e o aprendizado de estudos de simulação histórica.

A Siemens Digital Industries Software estabeleceu uma referência em inovação no campo de simulação de engenharia com o lançamento de duas soluções pioneiras: o software HEEDS™ AI Simulation Predictor e o software Simcenter™ Reduced Order Modeling.

Essas ferramentas permitem que os engenheiros eliminem os desafios mais complexos que afetam os fabricantes, proporcionando desempenho preditivo com velocidade, precisão e eficiência. O HEEDS AI Simulation Predictor da Siemens abre novas possibilidades para os fabricantes, permitindo que as equipes de engenharia aproveitem o potencial da modelagem preditiva baseada em IA avançada. Como uma nova adição ao portfólio Siemens Xcelerator, essa solução pode revolucionar a exploração espacial de projetos.

## VOLVO TRUCKS

# FH ELECTRIC RECEBE O PRÊMIO "CAMINHÃO DO ANO 2024"

O Volvo FH Electric foi escolhido o "Caminhão Internacional de 2024". A Volvo Trucks conquistou novamente a mais prestigiada premiação global do setor de caminhões, desta vez com um modelo elétrico. É a primeira vez que um caminhão elétrico recebe esse prêmio, concedido pela International Truck of the Year, que reúne um renomado grupo de jornalistas que cobrem o setor na Europa. Roger Alm, Presidente da Volvo Trucks, recebeu o prêmio em cerimônia na exposição de transporte Solutrans, em Lyon, França. "Estou muito orgulhoso deste reconhecimento altamente conceituado

recebido pelo Volvo FH Electric. Pela primeira vez na história, um veículo elétrico foi eleito como 'Caminhão do Ano'. Nosso modelo representa uma nova era no transporte rodoviário. Ganhar este prêmio demonstra claramente que a mudança para o transporte com emissões zero já está acontecendo," comenta Alm. "Este sucesso é baseado em um forte trabalho em equipe, com paixão e dedicação dos nossos colegas da Volvo. É também fruto de uma cooperação muito próxima com os nossos clientes, parceiros e fornecedores", afirma o presidente da Volvo Trucks.



DIVULGAÇÃO

## PASSARELLI

# ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO APRIMORA SANEAMENTO BÁSICO EM ARAGUAÍNA (TO)

A Passarelli Engenharia concluiu a construção da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Lontra, uma obra realizada para a BRK Ambiental, no município de Araguaína, no Tocantins. O projeto marcou a entrada da companhia na Região Norte e demonstra seu compromisso contínuo de conduzir soluções de infraestrutura e saneamento inovadoras e sustentáveis, a fim de melhorar a qualidade de vida das pessoas por meio da engenharia. A construção da ETE Lontra, que teve início em janeiro de 2021, ocupa uma área de aproximadamente 50.000 metros quadrados e tem capacidade de tratar 395 litros/segundo de esgoto, que beneficiará aproximadamente 196.000 habitantes da região. Durante a obra, a execução da estação gerou mais de 190 empregos diretos e 950 empregos indiretos.

CREA-SP

## PRIMEIRA MULHER ELEITA PARA PRESIDÊNCIA

Mais de 22.000 profissionais da área tecnológica de São Paulo votaram nas eleições do Sistema Confea/Crea, formado pelas autarquias que representam as profissões das Engenharias, Agronomia e Geociências (17/11/2023), e elegeram a primeira mulher para a presidência do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado (Crea-SP). A engenheira civil Lígia Marta Mackey recebeu 67% dos votos válidos, sendo a escolhida entre 14.687 eleitores, conforme apuração anunciada pela Comissão Eleitoral Federal (CEF) em transmissão que aconteceu no canal do Confea no YouTube logo após o pleito. Formada pela Escola de Engenharia de Piracicaba (EPP) da Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba (FUMEP), Lígia foi vice-

DIVULGAÇÃO



presidente do Conselho paulista em 2022 e assumiu a liderança por um período de seis meses, quando o presidente Vinicius Marchese esteve licenciado. A autarquia nunca havia eleito uma mulher para a função em 90 anos de história.

VOLVO CE

## NOVA ESCAVADEIRA PARA TRABALHOS PESADOS

O modelo é destinado para os segmentos de pedreiras, obras de infraestrutura pesada e mineração. A nova escavadeira incorpora todas as características da marca já conhecidas e muito valorizadas pelo mercado. É uma tecnologia de ponta que inclui um sistema hidráulico ágil, o motor Volvo D8 com alta eficiência de combustível e o exclusivo modo ECO, também da Volvo. A EC350DL tem tempos de ciclos rápidos, alto poder de escavação e baixo consumo de combustível.

"A EC350DL possui robustez estrutural elevada

o que distingue as escavadeiras Volvo. O sistema hidráulico, que movimenta toda a máquina, é ágil, harmônico e extremamente avançado, com um gerenciamento de ponta. O controle de potência da bomba hidráulica é do tipo eletro-hidráulico, para maior precisão no controle da vazão do sistema, melhorando a eficiência do equipamento. A eletrônica Volvo permite ajustes finos para cada operação", afirma Boris Sánchez, head de gerenciamento de produtos e serviços de produtividade da Volvo Construction Equipment na América Latina.



DIVULGAÇÃO



DIVULGAÇÃO

BRASILIT

## NOVA LINHA DE FABRICAÇÃO EM PERNAMBUCO

O Grupo Saint-Gobain, responsável pela marca Brasilit, inaugurou (29/11/2023) uma nova linha em sua unidade fabril de Recife (PE). Com um investimento de aproximadamente 70 milhões de reais, a nova unidade foi projetada para aumentar sua manufatura de produtos em fibrocimento ao ano, para atender ainda melhor e com mais agilidade e proximidade a região. A planta vai gerar cerca de 50 novos postos de trabalho diretos e a nova linha de produção de Recife aumentará em 50% a capacidade produtiva e é referência no mercado em alta tecnologia e sustentabilidade, concebida dentro modelo de manufatura 4.0, onde 100% dos operadores são totalmente conectados. A planta apresenta melhor eficiência energética, redução importante na emissão de CO<sup>2</sup> contando com reúso de água no processo fabril.

ABSOLAR

## ENERGIA SOLAR DEVE TRAZER MAIS INVESTIMENTOS EM 2024 AO BRASIL

Projeções inéditas da Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica (ABSOLAR) apontam que, em 2024, os novos investimentos gerados pelo setor fotovoltaico poderão ultrapassar a cifra de 38,9 bilhões de reais, incluindo as usinas de grande porte e os pequenos e médio sistemas em telhados, fachadas e terrenos. Segundo a avaliação da entidade, a fonte solar fotovoltaica deverá gerar mais de 281.600 novos empregos em 2024, espalhados por todas as regiões do Brasil, além de proporcionar uma arrecadação extra de mais de 11,7 bilhões de reais aos cofres públicos. Pela projeção, em 2024, serão adicionados mais de 9,3 gigawatts (GW) de potência instalada, chegando a um total acumulado de mais de 45,5 GW, o equivalente a mais de três usinas de Itaipu e que representam um crescimento de mais de 26% sobre a potência solar atual do País (hoje em 36,1 GW).

**INGERSOLL RAND**

## **AR COMPRIMIDO MOVE OS TRENS DO AEROMOVEL ATÉ OS TERMINAIS DO AEROPORTO DE GUARULHOS**

*Sistema pneumático é alimentado por 18 compressores de ar*

O Aeromovel, trem autônomo que levará os passageiros da Estação Aeroporto, Linha 13-Jade da CPTM, aos terminais de embarque do Aeroporto de Guarulhos, está previsto para entrar em funcionamento no primeiro semestre de 2024. O projeto conta com um elo fundamental da Ingersoll Rand, empresa especializada em compressores de ar com tecnologia avançada. A companhia forneceu de forma exclusiva e adaptada à finalidade, 18 compressores de ar, que farão o comando pneumático para controle dos veículos. O serviço para levar passageiros aos terminais 1, 2 e 3 do Aeroporto de Guarulhos será um grande adendo para a mobilidade urbana.



*Sala de compressores Ingersoll Rand*



*Harumi Itiki, Gerente de Contas Estratégicas da Ingersoll Rand*



*Eduardo Franco, Diretor de Vendas da Ingersoll Rand*

A cada hora, o Aeromovel tem capacidade de transportar 2.000 passageiros em cada sentido. Serão dois trens circulando e, o tempo de viagem, partindo da estação da Linha 13-Jade da CPTM, até a parada final (Terminal 3), é de apenas seis minutos. O trem é 100% automatizado, ou seja, não necessita de condutor. Para tornar este projeto possível, os compressores de ar da Ingersoll Rand atuam de forma a alimentar as válvulas de controle pneumático do sistema de movimentação do Aeromovel. A Gerente de Contas Estratégicas da Ingersoll Rand, Harumi Itiki, explica em detalhes o processo de implementação dos compressores.

"Cada ponto de alimentação de ar possui dois compressores, onde um será operacional para alimentar o processo e outro ficará como backup. Caso ocorra alguma queda de pressão na linha de descarga, o equipamento reserva entrará em operação de maneira automática por meio do controlador integrado. A troca de compressor operacional também pode ser realizada de maneira remota", aponta. Harumi comenta ainda que a solução foi projetada para ter a maior eficiência possível. "Foi considerado em projeto o fornecimento de reservatórios que funcionarão como pulmão para a linha pneumática. Essa solução foi pensada com o objetivo de aumentar a eficiência do processo, evitando que o compressor fique operando 100% do tempo,

o que garante maior eficiência ao projeto. O reservatório também funciona como um amortecedor de pulsação, evitando flutuações de pressão no sistema pneumático", indica a profissional.

### **RÁPIDO, AUTÔNOMO E SUSTENTÁVEL**

O Aeromovel, além de oferecer uma nova possibilidade à população com uma solução moderna, tem a operação sustentável. Alinhado ao conceito de "Making Life Better" da empresa – sempre em busca de melhorar a vida dos funcionários, da sociedade, dos clientes e do planeta – o projeto de mobilidade urbana trará facilidade e agilidade para os passageiros do aeroporto de Guarulhos. O veículo autônomo também não faz qualquer emissão quando se movimenta e se conecta aos valores ESG (sigla para sustentabilidade, governança e social), da Ingersoll Rand, de acordo com Eduardo Franco, Diretor de Vendas da empresa.

"O impacto ambiental do Aeromovel é quase nulo, uma vez que o sistema pneumático é alimentado por nossos compressores de ar com alta eficiência. O projeto tem total sinergia com os nossos valores ambientais, já que assinamos o compromisso de diminuir nossas emissões de carbono em 60% até 2030 e ter toda a nossa operação global com 100% de energia renovável até 2050", aponta o executivo.

## TELEFÔNICA BRASIL

### VIVO INCORPORA 200 CARROS ELÉTRICOS À FROTA



A partir de dezembro, a frota de veículos operacionais da Vivo, maior empresa de telecomunicações do país, ganha o reforço de 200 carros elétricos, resultado da parceria da empresa com a Renault, um dos principais players na fabricação de veículos elétricos. Os modelos Renault Kangoo E-Tech 100% elétricos serão utilizados na operação da Vivo em São Paulo, Campinas, Rio de Janeiro, Curitiba e no Distrito Federal, como parte da estratégia de conectar negócio, inovação e sustentabilidade. Com a iniciativa, a Vivo torna-se a primeira empresa do setor no país

a eletrificar parte da sua frota. "O uso dos carros elétricos faz parte de nossas iniciativas pelo desenvolvimento sustentável. Iniciamos nos grandes centros para assegurar que o abastecimento da frota seja proveniente de energia renovável, o que é uma premissa para a Vivo, pois todo nosso consumo de energia elétrica provém de fontes 100% renováveis, desde 2018. A iniciativa pode evoluir, à medida em que as opções de recarga avancem", revela o Diretor de Patrimônio, Logística e Compras da Vivo, Caio Guimarães.

## KOMATSU

### MUDANÇAS NA DIVISÃO DE EQUIPAMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Paulo Torres, que desempenhava há quase sete anos a função de diretor de Desenvolvimento de Negócios na Divisão de Equipamentos de Mineração, assume a Diretoria de Vendas e Marketing da Divisão de Equipamentos de Construção, na posição de Chrystian Moreira Garcia, que, após seis anos, deixa a companhia. Torres, que passa a se reportar à Kota Isoda, vice-presidente da Komatsu Brasil Internacional Ltda., dará continuidade ao trabalho de fortalecimento da imagem da marca Komatsu e da rede de distribuidores, além do desenvolvimento do portfólio de produtos da Divisão de Equipamentos de Construção. O novo diretor de Vendas e Marketing é formado em Engenharia Mecânica, possui MBA em Marketing, pós-graduação em Engenharia Econômica e especialização em Liderança. Possui

33 anos de empresa e, durante sua atuação na Divisão de Mineração, introduziu novos produtos no Brasil e foi responsável pela conta Vale em âmbito global e pelo segmento de Produtos Subterrâneos. Sob sua gestão, a Komatsu alcançou 90% de market share em carregadeiras no território brasileiro.



## ATLAS AGRO

### PRIMEIRA FÁBRICA DE FERTILIZANTES VERDES

O projeto de construção da primeira fábrica de fertilizantes nitrogenados verdes do hemisfério sul, que será instalada na cidade de Uberaba (MG) pela Atlas Agro, empresa suíça com foco na produção de fertilizantes nitrogenados com zero emissões de carbono, segue a passos largos na região e avança em direção a fase do projeto de engenharia. A planta produzirá ainda hidrogênio verde e amônia verde neste mesmo local, sendo estes insumos essenciais para a produção dos fertilizantes verdes.

Em outubro passado a Atlas Agro iniciou o processo de seleção de fornecedores nacionais e internacionais para as etapas de estudo básicos e desenho do projeto de engenharia, além de definir os parâmetros para um contrato de construção.



## F2B

### USINAS DE ENERGIA SOLAR EM LAGOS DE MINERAÇÃO

Empresa já tem mapeado um potencial de instalação desses empreendimentos em Minas Gerais e Mato Grosso, com possibilidade de investimentos que somam mais de 180 milhões de reais nos próximos dois anos.

A F2B, empresa brasileira especializada em projetos de geração fotovoltaica em espelhos d'água, aposta no desenvolvimento do novo mercado de energia solar flutuante em lagos de mineração no País. A companhia acaba de consolidar um modelo de negócios para transformar as áreas alagadas do processo de mineração em centros de comercialização de energia renovável no mercado livre para atender consumidores comerciais e empresariais.

# MOVAX

# Getefer

Distribuidor Autorizado  
(11) 99937.1995 - (11) 99900.5433  
WhatsApp: (11) 94298.3254  
E-mail: [getefer@getefer.com.br](mailto:getefer@getefer.com.br)  
[www.getefer.com.br](http://www.getefer.com.br)



SISTEMAS DE CONTROLE MOVAX  
MCS Pro | MCS Lite



Movax  
SG-30R | SG-40R



Movax  
SG-75V



Martelos bate-estacas Movax  
DH-20 | DH-30

# Sempre em frente sobre os trilhos

*Com otimismo e precisão cirúrgica, Vicente Abate, presidente da Abifer, fala sobre o Aeromovel e, ainda, sobre o presente e o futuro do transporte ferroviário em São Paulo, no Brasil e no mundo*



FOTO: ANDRÉ SIQUEIRA



FOTO: ANDRÉ SIQUEIRA



FOTO: ANDRÉ SIQUEIRA





FOTO: MONTAGEM COM FOTOS DE ANDRÉ SOUZEIRA E DIVULGAÇÃO



# Vicente Abate

Presidente da Abifer

O futuro não existe para ser temido, e, sim, para ser construído, por meio do planejamento e dos esforços que a gente tem que envidar para que isso aconteça. Na área do transporte ferroviário, essa é uma realidade acachapante, que merece TODA a atenção, porque está se lidando com a qualidade de vida de milhões e milhões de pessoas que, diariamente, utilizam e dependem desse importantíssimo modal. Então, a manutenção de níveis cada vez mais superlativos de eficiência, rapidez, conforto e comodidade no atendimento de suas necessidades e dos serviços a elas não é opção, e, sim, obrigação de todos aqueles que operam no setor.

Para fixar ainda mais essa proposta, a Revista **BRASIL ENGENHARIA** realizou uma entrevista com uma das lideranças mais icônicas e influentes do setor, o presidente da Associação Brasileira da Indústria Ferroviária (Abifer), Vicente Abate. E nela, com a coragem, clareza e ousadia que lhe são habituais, ele nos falou não só sobre o avanço exponencial que o projeto do Aeromovel do GRU Airport trará para seus usuários e para o transporte de passageiros em São Paulo já no 1º Semestre de 2024, como também nos deu suas sinceras opiniões sobre como vencer os desafios do presente, para desenhar um futuro cada vez mais auspicioso, a ser conquistado e percorrido velozmente sobre os trilhos de nossas ferrovias. Sem dúvida alguma, uma viagem e um trajeto que, realmente, valem muito a pena fazer e percorrer.

**– Vicente, depois de terminar 2022 como um dos piores anos da história para o setor ferroviário de passageiros (entrega zero), o ano de 2023 começou a apresentar os primeiros sinais da retomada para o setor ferroviário de passageiros. Qual a situação atual desse segmento?**

“Bem, felizmente, como previsto, o segmento de trens de passageiros iniciou sua recuperação em 2023, depois de anos sem encomendas, com entregas de 136 carros para os mercados interno e de exportação. E, a partir de agora, os volumes começarão a

se acentuar, com entregas previstas de 274 carros em 2024. Com forte movimento voltado ao mercado externo, nesse total estão incluídas as entregas de seis carros para o Chile pela Marcopolo Rail, bem como da continuidade das exportações da Alstom para os metrô de Taipei, Bucareste e Santiago. Já no mercado interno, estão previstas a continuidade das entregas para a ViaMobilidade e a para a Acciona, além de seis carros para o projeto do Aeromovel do Aeroporto de Guarulhos, também a serem entregues pela Marcopolo Rail.”

**– E no segmento de vagões de carga, também muito importante na atividade de vocês?**

“Os dados ainda não estão fechados, mas temos a previsão de que foram entregues 1.271 unidades em 2023, sendo que 62 deles foram exportados para a África. E, para 2024,

são previstas entregas de 1.600 unidades – um número 26% maior do que em 2023, incluindo mais 62 vagões para a África também.”

**– Falando especificamente destes últimos, como você avalia a importância e a contribuição que a conclusão do projeto do People Mover do GRU Airport dará para o transporte coletivo urbano de São Paulo?**

“Obviamente sem desprezar outros modais de transporte, qualquer que seja o equipamento ferroviário, ele é sempre importante para otimizar o transporte de passageiros nas cidades. E,

dentro dessa proposta, o projeto do Aeromovel deverá oferecer logicamente uma expressiva contribuição. E isso, por vários motivos. Primeiro porque ele é um equipamento extremamente sustentável, com tração pneumática, que representa emissão zero de gases de efeito estufa. Em seguida, além da questão do conforto e comodidade para os passageiros, ele tem como destaque a rapidez do transporte, uma vez que vai percorrer o trajeto de suas três estações, entre o ponto a junção com a Linha 13-Jade da CPTM e os terminais do aeroporto em até – e apenas – seis minutos, contra os 25 minutos que os ônibus que prestam atualmente esse serviço de transporte demandam para cumprir esse percurso, porque eles precisam entrar na Rodovia Hélio Smidt, que geralmente tem trânsito intenso. Então, com esse novo modal, os usuá-

**“O equipamento ferroviário é sempre importante para otimizar o transporte de passageiros nas cidades”**

FOTO: DIVULGAÇÃO



FOTO: ANDRÉ SIQUEIRA



FOTO: ANDRÉ SIQUEIRA



rios poderão contar com um transporte limpo, sustentável, veloz, seguro e regular. E assim como eles, estou muito ansioso para ver o Aeromovel rodar, o que deve acontecer, em fase de operação assistida, provavelmente já no início do 2º Trimestre de 2024.”

**– Podemos imaginar a sua ansiedade, que, acreditamos, tenha sido um pouco atenuada em uma recente visita que você fez ao site do Aeromovel em Guarulhos, não é?**

“Verdade! Fomos convidados, juntamente com alguns representantes do Instituto de Engenharia de São Paulo para visitar o canteiro de obras e o pátio de fabricação do Consórcio AeroGRU no início do último mês de dezembro, e ficamos realmente impressionados com a magnitude do projeto, que está praticamente concluído e pronto para entrar na fase de comissionamento. Fomos calorosamente recebidos pelo CEO da Aerom, Marcus Coester, pelo diretor Operacional da Aerom, Eduardo Chrysostomo, pelo representante da empresa, Flaminio Fichmann, e pelo consultor de Transportes Pedro Sazz, e tivemos mais uma vez a certeza de que ali está sendo implantado um sistema de tecnologia extremamente avançada, que constituirá um exemplo não só para os aeroportos do Brasil, como para aqueles de todo o mundo. Isso porque se trata de uma solução moderna, eficiente e muito inteligente para fazer a conexão do GRU Airport ao Centro e a outras regiões de São Paulo, como, aliás, acontece nos sistemas que servem os mais importantes aeroportos internacionais, que são, via de regra e de certa forma, distantes das cidades. Esse é um equipamento que além de utilizar a Linha 13-Jade da CPTM, desde a Estação Luz, para levar os passageiros com rapidez e segurança até os três terminais do Aeroporto de Guarulhos. E, além de tudo isso, outra característica importante do Aeromovel reside no fato de que, por ser um sistema de transporte em via elevada, ele não interfere no solo, o que resulta em uma não interferência nos equipamentos e espaços que já existem.”

**– E, até mesmo em função daquilo que viu por lá, como você analisa o grau de inovação aplicado nesse projeto genuinamente**

**brasileiro, que além de ser totalmente automatizado e com propulsão pneumática, conta com outros sistemas, atributos e vantagens bastante diferenciadas no âmbito do transporte por vias elevadas?**

“Bem, mesmo que a existência do *People Mover* que já existe no Aeroporto Salgado Filho, em Porto Alegre, já represente e comprove a eficiência e o sucesso do sistema, no comparativo entre aquele e o Aeromovel de Guarulhos, já se observa uma evolução tecnológica sensível neste último, como vários aperfeiçoamentos, tais como a melhoria da aerodinâmica e a

concepção mais moderna dos veículos, entre outras coisas. E além de a tecnologia que está sendo aplicada nele ser 100% nacional, como você ressaltou, temos que dar um voto de reconhecimento ao saudoso Oskar Coester, que eu tive o prazer de conhecer, por ele ter sido um visionário na proposição desse equipamento já na década de 1960, integrando ao projeto todos os importantes atributos de sustentabilidade que, como inventor, ele já propunha desde então, nos projetos anteriores, até chegar ao fantástico e superlativo resultado atual. E a boa notícia é que essa evolução tecnológica do Aeromovel é constante e deve ter continuidade em projetos futuros, como, aliás, atestou uma demonstração técnica do sistema feita na cidade de Canoas, no Rio Grande do Sul, se não me engano no começo de 2023, de um projeto com trajeto maior do que o de Guarulhos – que, entretanto, ainda não foi devidamente contratado à Aerom –, que foi muito bem aceita pelo governo municipal de lá, e que, provavelmente, trará níveis ainda mais aperfeiçoados de inovação tecnológica do que o *People Mover* do GRU Airport.”

**– E ainda falando sobre a questão da tecnologia nacional implementada ao projeto do Aeromovel, cujo conteúdo nacional chegou aos quase 100%, seguramente a materialização do Aeromovel de Guarulhos também representa uma vitória da indústria**

**metroferroviária brasileira. Como você avalia a legitimidade dessa afirmação?**

“Com certeza, essa é uma vitória da indústria brasileira. Contudo, vale lembrar que muito embora a gente tenha outros tipos de equipamentos nacionalizados e efetivamente instalados no país, a contribuição internacional – notadamente aquela oferecida para os nossos metrô, trens metropolitanos, monotrilhos e ainda os trens regionais, inclusive movidos a hidrogênio –, são tecnologias cuja concepção vem de fora do Brasil, naturalmente por meio das empresas associa-

das à Abifer, como é o caso daquela que construiu a via do Aeromovel de Guarulhos. Assim, inegavelmente, a tecnologia é 100% nacional, não há o que discutir. Porém, o equipamento em si tem um grau 3% a 5% de participação de tecnologia internacional, o que, sim, é muito pouca coisa, mas isso precisa ser esclarecido. Então, a indústria nacional – ‘satélite’, eu diria – foi acionada para produzir os motores elétricos com o leme invertido que pressuriza o ar no duto de vento que se tem abaixo da via elevada do Aeromovel, bem como os trucks, fabricados respectivamente pela Weg e pela Randon, empresas brasileiras. E isso facilita muito a manutenção, a reposição e o estoque de peças sobressalentes, além da própria assistência técnica, dentro da proposta de uma integração de alto nível.”

**– Voltando ao exemplo de Canoas, isso então significa que a aplicação do sistema Aeromovel em outras cidades e capitais brasileiras para eficientizar o transporte de passageiros nas áreas urbanas – em especial, atendendo aos aeroportos – possa ser plenamente viável?**

“Eu diria que essa é uma questão de cunho comercial da própria Aerom, que é a fabricante e a desenvolvedora do projeto, que sei já está se movimentando bastante nesse sentido. No caso específico dos aeroportos que operem dentro do modelo e das características similares, acredito que a

**“O sistema vai levar os passageiros com rapidez e segurança até os terminais do Aeroporto de Guarulhos”**

solução do Aeromovel possa, sim, ser uma opção viável. Por exemplo, vejo que ele seria a solução mais próxima da realidade, algo com relação ao aeroporto do Galeão, em função da distância que ele tem do Centro do Rio de Janeiro. Naturalmente, seria um *People Mover* um pouco diferente, com um trajeto maior do que aquele do Aeromovel de Guarulhos, porque não existe nenhuma linha ferroviária que chegue diretamente nele. Assim, o Aeromovel poderia ser o equipamento que faria o transporte de um ponto central da capital fluminense, ou de algum ponto ligando o próprio sistema do VLT do Rio ao Galeão. Lá existe, inclusive, a Av. Brasil, que tem condições de poder ser utilizada. Não sei se a Aerom está visualizando isso, mas é uma forma de poder atender. Então, de forma geral, acredito que quaisquer aeroportos, dentro de circunstâncias específicas, poderiam adotar esse sistema também, aliás, como vem sendo feito no mundo todo.”

**– Em uma recente entrevista, o diretor presidente da CPTM, Pedro Moro, afirmou que a expertise da companhia será fundamental para projetos de expansão sobre trilhos no estado de São Paulo, e que a companhia deverá participar de uma potencial agência reguladora desse modal de transporte, além de gerenciar os projetos de ligações ferroviárias atualmente em estudos e que incluem trens entre cidades do interior do estado. Sabemos, naturalmente, que essa dinâmica carece e certamente dependerá de definições de planejamento**

**futuras. Mas, em linhas gerais, o que já existe de concreto no que tange a essa proposta, a fim de proporcionar uma melhor e mais ampla utilização do transporte sobre trilhos?**

“Esse, realmente, é um sonho do nosso setor. Ter uma autoridade metropolitana capaz de regular, fiscalizar e implementar novos modos de transporte, envolvendo não só trilhos, mas pneus também, é um anseio antigo não só da Abifer, como também de outras entidades de classe, como é o caso do Instituto de Engenharia de São Paulo e a da própria ANPTTrilhos. Assim, embora a gente não saiba exatamente em que ponto estamos hoje no processo e quando essa solução vai ser implementada, acreditamos que ela seria boa para todos, e seria muito importante que a CPTM e o Metrô abraçassem a ideia se alinhassem a essa nossa intenção. Já existe uma agência em São Paulo, que é a ARTESP, e, obviamente, não queremos duplicar nenhuma atribuição ou situação, ou seja, trazer alguma coisa nova para replicar o que já existe. Mas, naturalmente, o governo e as entidades de classe podem conversar no sentido de criar um braço da ARTESP para cuidar da parte de trilhos, da forma que nós pensamos que possa ser feito. E na questão da expansão da CPTM, nós estamos contando muito com isso, e entendemos que ter-

mos essa possibilidade fortaleceria sobremaneira o transporte sobre trilhos. A CPTM está se modernizando, o governo de São Paulo tanto na questão do Metrô quanto da CPTM tem procurado conceder atribuições à iniciativa privada. Não estou querendo dizer com isso

que o governo e ambas as empresas não o sejam capazes de cumpri-las, mas naturalmente a iniciativa privada tem mais porte financeiro para poder fazer os investimentos, já tem a expertise de operações, e conta com empresas familiarizadas

com esse tipo de atuação, inclusive no transporte automotivo, como é o caso do Grupo CCR, que tem as Autobans, a Ecorodovias, e os sistemas da Anchieta-Imigrantes e o da Ayrton Senna. Então, acredito que uma ação nesse sentido seria muito importante.”

**– E a questão do concessão da CPTM relacionado ao Trem Intercidades: como fica nessa história?**

“Creio que ela vai ser muito fortalecida nessa situação, quando a gente chegar lá no dia 29 de fevereiro de 2024, data em que está marcado um leilão na B3 para o Trem Intercidades. Outro grande sonho ferroviário nosso é ter um trem regional desse porte, fazendo o transporte expresso entre São Paulo, Jundiaí e Campinas, ao longo de um trajeto de cerca de 100km, e também por meio da Li-

**“Também vejo que o Aeromovel seria a solução mais próxima da realidade com relação ao Aeroporto do Galeão”**

FOTO: ANDRÉ SIQUEIRA



FOTO: ANDRÉ SIQUEIRA



FOTO: ANDRÉ SIQUEIRA



nha 7-Rubi do Trem Metropolitano de São Paulo, um trem parador como acontece no mundo inteiro. Então, estamos ansiosos para que esse leilão seja bem sucedido em 29 de fevereiro. E a gente prevê que a coisa não vá parar por aí.”

**– O que está por vir?**

“Bem, temos há muito tempo um eixo cruzado com centro em São Paulo, vindo de Campinas e indo para Santos, e, no sentido de cruz, incluindo Sorocaba e São José dos Campos. Então, nós temos aí quase 600km de vias já existentes que podem ser revitalizadas, e fazer os trens regionais, que são de enorme importância no mundo todo também – como acontece na Europa, na Ásia e ainda nos Estados Unidos –, que, muito provavelmente, apresentarão inovações tecnológicas trazidas pela indústria ferroviária. E, como eu mencionei aí atrás, estamos trabalhando muito com a questão do hidrogênio, que ainda não é uma realidade no país, mas já existem hubs portuários perfeitos para a produção desse gás, além de fabricantes de eletrolisadores aqui no Brasil. Quer dizer, a plena implementação do hidrogênio é meramente uma questão de tempo para virar realidade no país. Por meio das matrizes internacionais das associadas da Abifer, vamos trazer a locomotiva com célula combustível com célula de hidrogênio, o trem movido a hidrogênio, como hoje já acontece na Europa, e mesmo o VLT de hidrogênio que já é uma realidade na Coreia do Sul, que, seguramente, proporcionarão um salto tecnológico fenomenal no Brasil.”

**– E quando tudo isso deverá chegar por aqui?**

“Ainda não dá para precisar o tempo, mas não vai demorar muito para que tenhamos todos esses equipamentos aqui no Brasil. Como inovação que já aportou por aqui temos uma locomotiva de manobras 100% a bateria, desenvolvida em 2020 por um dos fabricantes associados à Abifer, que hoje opera na Vale em Vitória/ES, e já sendo exportada para os Estados Unidos também. E outro associado nosso, instalado no país, está desenvolvendo locomotivas de linha lá na Califórnia, nos Estados Unidos, movidas 100% a bateria e a hidrogênio. Então, em pouco tempo seguramente teremos essas tecnologias colocadas à disposição do nosso transporte ferroviário por aqui, seja este de carga, seja de passageiros.”

**– Sem dúvida, o Brasil precisa mergulhar nesse futuro o mais rapidamente possível, a fim de gerar a eficiência que tanto precisamos em nossas ferrovias.**

“Sem dúvida. Mas isso não é só uma questão de eficiência em transporte, como também de sustentabilidade. Embora a meta da plena descarbonização e da transição energética esteja aparentemente muito distante, lá longe em 2050, temos que agir já. E isso, notadamente, em função da questão das mudanças climáticas que estão sendo observadas no mundo inteiro. Não dá e nem pode ser diferente. E as fontes de energia, como o uso do hidrogênio, das baterias e de outros elementos fontes, estão aí para a gente utilizar e fazer essa transformação. Nós não podemos chegar ao ponto em que, lá em 2050, aquele um grau e meio Celsius adicional à temperatura do planeta seja atingido sem a gente fazer nada. E para isso, contamos com o auxílio estratégico crescente e fundamental do desenvolvimento tecnológico, aportado não só pelos associados da Abifer, como também da Absolar e da ABEÉólica, duas entidades que também estão envidando gigantescos esforços para a produção do hidrogênio e do hidrogênio verde.”

**– Ou seja, a mensagem final é: precisamos investir pesado nisso.**

“Exatamente. O investimento é o ponto crucial. Mas, olha: projetos existem, dinheiro se consegue, a vontade política parece existir por parte dos nossos governos Federal e Estaduais, Então, creio que nos encontramos em uma situação em que tudo está convergindo para que a gente possa seguir o caminho da transição energética e da descarbonização dos transportes. Tudo, sem dúvida, conspira para isso.”



Plataforma para gestão de atividades de campo

Família de aplicativos para celular - RDO, RNC, FVS e Checklist de QSMS

Evidências são associadas ao cronograma e ao modelo BIM



O módulo de Supervisão da plataforma Colaborativo automatiza todo o processo de acompanhamento da obra, controle de qualidade, segurança do trabalho e rotinas de manutenção predial. A maneira mais simples e rápida de digitalizar o processo de supervisão dentro da metodologia BIM.



A possibilidade de parametrizar a ferramenta para diferentes contratos é algo que vemos como um “aluguel de inteligência”.

Ettore Bottura,  
sócio-diretor da Systra



construtivo.com

São Paulo - SP • +55 11 3044 2520  
Porto Alegre - RS • +55 51 3012 5737

# Marcus Coester

*Presidente da Aerom*



# Aeromovel do GRU Airport: o novo orgulho da mobilidade urbana brasileira

O presidente da Aerom, Marcus Coester, fala da materialização de um projeto de tecnologia absolutamente inovadora, que, certamente, já está inspirando ideias e chamando a atenção de especialistas em transporte e da população de todo o planeta.

O People Mover do GRU Airport já é uma realidade. Com previsão de entrada em operação ainda no 1º Semestre de 2024, ele representa não só uma solução extremamente eficiente e inovadora para a mobilidade urbana de São Paulo, como

também uma grande vitória da tecnologia de transporte brasileira e, porque não dizer, mundial.

Para conhecer informações importantes e revelar detalhes desse magnífico projeto, a Revista **BRASIL ENGENHARIA** foi conversar com Marcus Coester, presidente da Aerom, empresa do sólido grupo que leva o seu sobrenome. E dessa nossa conversa, surgiu esta entrevista que você passa a ler agora. Confira e embarque na vibração positiva que ele transmite!



FOTOS: DIVULGAÇÃO AEROM

**BRASIL ENGENHARIA - Marcus, como está estruturado atualmente o Grupo Coester?**

**MARCUS COESTER** - Atualmente, o Grupo Coester é dividido em duas operações principais. Temos a Coester Automação, que, como o próprio nome diz, é uma empresa de soluções, produtos, equipamentos e sistemas de automação industrial, e a Aerom, que é a nossa empresa de sistemas de transporte. Ou seja, a Aerom é um "spin-off" que saiu da Coester Automação nos anos de 1970, e virou uma empresa com um propósito próprio, embora ambas compartilhem de áreas comuns, como Administrativo, Contábil e TI, por exemplo. Porém, a natureza das duas é bem diferente. Enquanto a Coester Automação é uma empresa que tem negócios muito estáveis e regulares, que tem hoje uma taxa de crescimento de 20% a 25% ao ano, que praticamente dobra de tamanho a cada quatro anos, e tem ocupado um bom espaço em algumas áreas como siderurgia e saneamento, que tem trazido muitas oportunidades novas para nós. Trata-se, então, de uma empresa de perfil mais tradicional – embora muito inovadora –, em termos de portfólio, produtos, projetos e seu mercado de atuação, que vem conquistando espaço dentro de uma lógica mais previsível em termos de resultados operacionais.

**BRASIL ENGENHARIA - E a Aerom, como entra nessa história?**

**MARCUS COESTER** - Bem, ela é uma empresa que tem por característica apresentar resultados semelhantes àqueles que a gente vê em um gráfico de eletrocardiograma, tendo como "picos" nele a execução de alguns contratos muito grandes e muito desafiadores, mas com

duração maior. Assim, a característica marcante da empresa é o desenvolvimento de poucos contratos, mas de natureza muito intensa e dinâmica, como é o caso do processo em consórcio agora em andamento no Aeroporto de Guarulhos. Costumo brincar que a Aerom é um negócio de nove dígitos. Mas, veja bem: não que a empresa vá faturar isso, mas que lida com empreendimentos de grande porte, envolvendo a mobilidade urbana, e que facilmente atingem a casa de valor de 1 bilhão de reais ou, às vezes, cifras ainda maiores, cuja parte da tecnologia, entretanto, atinge apenas uma fração disso.

**BRASIL ENGENHARIA - Já que você falou em números, qual é o faturamento atual de cada uma das empresas?**

**MARCUS COESTER** - A Coester Automação é uma empresa de porte entre médio e grande, dependendo das suas categorias de atuação, com faturamento um pouco abaixo de 100 milhões de reais por ano. Por sua vez, a Aerom, como eu disse, em função de seu modo de operação, pontuado na execução de projetos de mobilidade, não tem uma regularidade de faturamento. Atualmente, temos negócios como o Aeromovel do GRU Airport, que é um projeto de 300 milhões de reais, e boas perspectivas a partir do recentemente divulgado "Novo PAC em Mobilidade Urbana", que dará prioridade aos transportes de alta e média capacidade, para reduzir o tempo de deslocamento nos grandes centros urbanos e melhorar a qualidade de vida da população, contemplando a retomada das obras paralisadas nos últimos anos, e o incentivo à renovação de frota, a fim de melhorar o conforto e segurança dos passageiros, bem como estimular a produção de veículos e equipamentos pela indústria nacional.

**"Conseguimos qualidade excepcional na construção das vigas dentro de uma tolerância de 3 mm de precisão"**

**BRASIL ENGENHARIA - Mas, no âmbito do Novo PAC, naturalmente os People Movers, por suas características de inovação, devem surgir como alternativa mais eficiente em termos de urbanismo no comparativo com modais de transporte, digamos, mais convencionais. Como você avalia tais diferenciais de competitividade do Aeromovel em relação a modais como metrô, trens urbanos, VLTs, BRTs e corredores de ônibus como solução de mobilidade urbana?**

**MARCUS COESTER** - Bem, sem dúvida o Aeromovel é uma alternativa mais inteligente e apta aos desafios da mobilidade nas cidades. E, de forma geral, isso vem ao encontro da constatação óbvia de que, quando se fala em mobilidade urbana, é preciso cada vez mais soluções inovadoras e de baixo custo no âmbito dos modais, uma vez que os investimentos nesse tipo de infraestrutura, não só no Brasil, como também em toda a América Latina, ainda são insuficientes para atender às demandas de transporte da população. Por conta disso, me parece natural que soluções mais inteligentes, mas não somente relacionadas aos People Movers, têm um potencial de crescimento enorme à sua frente, principalmente no que tange ao atendimento de áreas mais carentes, nas quais as pessoas passam de três a quatro horas no transporte. E a tecnologia pode contribuir de reduzir esses tempos, e eficientizar esses trajetos, entregando mais conforto e qualidade de vida a essas pessoas.

**BRASIL ENGENHARIA - Sabemos que o Aeromovel foi uma solução criada por seu pai, o Oskar Coester, e implementada no Rio Grande do Sul já no final da década de 1980. Ou seja, os sistemas de transporte em vias elevadas não são, efetivamente, algo que se possa chamar de "novo", não é mesmo?**

**MARCUS COESTER** - Essa é uma história

bastante interessante. Na verdade, como você falou, o transporte por vias elevadas nas cidades é uma ideia que sempre esteve presente e atrelada a visões futuristas e visionárias, desde os tempos em que Júlio Verne, no século 19, escreveu seus livros. Seguindo esse perfil, quando, em 1955, Walt Disney inaugurou a sua Disneylândia na Califórnia, no Estados Unidos, ele já colocou lá uma atração chamada “Future Land”, na qual instalou o desenho de um monotrilho, modalidade do qual deriva o Aeromovel. E tudo isso, serviu de inspiração para o meu pai criar, no início da década de 1960, um protótipo dele. Porém, de lá para cá, assim como aconteceu com as viagens espaciais, o conceito de transporte por vias elevadas de alta capacidade não evoluiu com a velocidade que se imaginava, e só agora ele está voltando com força. E isso não no âmbito da ficção científica, mas, sim, por motivos práticos, para que se consiga vencer os desafios da mobilidade urbana nas cidades sem a necessidade de fazer grandes intervenções em suas arquiteturas, e de forma economicamente viável, ou seja, com custo muito menor do que construir uma linha de metrô, por exemplo. E, nesse contexto, a solução do Aeromovel tem algumas vantagens e diferenciais importantes de performance em relação ao sistema de transporte por monotrilho, como, por exemplo, a estabilidade que proporciona maior conforto aos passageiros, uma vez que, dinamicamente falando, ele roda em cima de trilhos metálicos, e se movimenta por meio da propulsão pneumática, com uma coluna de ar – o barco – que leva energia cinética ao veículo.

**BRASIL ENGENHARIA - Em termos de evolução, a partir do protótipo criado pelo Oskar, quais foram os principais aperfeiçoamentos tecnológicos e de inovação que o projeto recebeu de lá para cá?**

**MARCUS COESTER** - A partir da primeira concepção do Aeromovel nos anos de 1960, as principais evoluções foram basicamente de natureza técnica, como, por exemplo, a de melhorar o sistema de rolamento, utilizando rodas resilientes sobre trilhos, a de aperfeiçoar a parte de automação, a partir do uso de sistemas mais eficientes de pressurização e vazão de ar e de inversores de frequência, que controlam a velocidade dos ventiladores, além da melhoria dos sistemas de suspensão. E há outras tecnologias que ainda vão ser

certamente adotadas nos próximos projetos, como, por exemplo, as de utilização de um sistema autônomo de baterias a bordo, para eficientizar as utilidades dos veículos, uma tecnologia que cresceu exponencialmente nos últimos dez anos, e vai estar presente no Aeromovel nas próximas versões dos carros. Isso tudo, sem falar nas atualizações que certamente serão feitas nas áreas de trilhos, de rodas, de usinagem e de produção civil, com o aperfeiçoamento da qualidade das vigas, que deverão ser construídas com precisão ainda maior do que são feitas hoje. Enfim, estamos diante de um processo de evolução constante e contínua.

**BRASIL ENGENHARIA - Mudando um pouco o rumo da nossa conversa, a gente sabe que o sistema do Aeromovel recebeu e continua recebendo algumas críticas, inclusive partindo dos meios acadêmicos, quanto à sua viabilidade econômica. Como a Aeromovel rebate?**

**MARCUS COESTER** - Bem, na verdade isso é uma coisa inerente à aplicação da inovação. Assim, é natural que tudo que é novo, e, mais do que isso, único e inovador, gere esse tipo de críticas da área acadêmica, e até seja alvo de preconceitos de alguns setores mais convencionais da indústria. E isso vem acontecendo desde os anos de 1960, ou seja, desde a concepção do sistema. Perguntas do tipo “Como funciona essa coisa de pegar energia elétrica e transformá-la em pressão de ar e, depois, em movimento?”. Ou então, “Isso não gera perda de 15% ou mais de eficiência energética?”. Sim, isso existe, como em qualquer área da Física. O melhor exemplo é o Motor Ciclo Otto, de combustão interna, que desperdiça 85% de energia em calor, exigindo até a instalação de um radiador para refrigerá-lo, o que não deixa de ser um paradoxo. Já um motor elétrico não tem isso, é uma situação inversa: ele tem 85% de eficiência, que vira movimento, e não calor. Contudo, e em especial, a experiência que tivemos com o Aeromovel do Aeroporto Salgado Filho, em Porto Alegre – que, em agosto de 2023, completou dez anos de funcionamento –, nos trouxe algumas comprovações muito importantes não só ligadas à questão da sua eficiência

técnica e energética, como também em relação à sua economicidade relacionada aos seus custos operacionais, de manutenção e segurança, aspectos que, inclusive, foram monitorados e comprovados pela linha da Trensurb, operada por uma empresa de ilibada competência técnica. Tendo como ponto central a energia, o sistema do Aeromovel surpreendeu positivamente, porque, segundo o monitoramento dessa linha da Trensurb, o gasto energético por passageiro (Watt/Passageiro/ km), que é o que importa no final do dia, revelou que este representa apenas um custo operacional de 0,17 de reais, enquanto que o de um ônibus, baseado no consumo energético de óleo diesel, representa algo em torno de um terço do valor da passagem técnica do veículo, que é mais ou menos 1,50 de reais

hoje em dia. E, embora a linha do Aeromovel do Salgado Filho seja, claro, muito pequena, de apenas 1 km, o custo operacional dela é de 10.000 reais para 20.000Kwh/mês, o que é muito pouco, quase o consumo de um pequeno prédio de três andares ou de um negócio de uma pes-

soa física. E essa comprovação foi muito importante para nós, porque ela nos trouxe, com dados e fatos, a evidência da eficiência energética da tecnologia.

**BRASIL ENGENHARIA - Falando agora especificamente sobre o Aeromovel do Aeroporto de Guarulhos, foi bastante noticiado na imprensa que a fase de licitação e negociação para a escolha da empresa e do consórcio AeroGRU para materializar o projeto foi um tanto conturbada, incluindo obstáculos legais, o que acabou gerando atrasos no cronograma de implantação do sistema. Além disso, vocês competiram com um peso pesado internacional bastante renomado, que, aliás, foi inicialmente considerado pelo GRU Airport como opção preferencial, em função de a proposta dessa empresa ser considerada, “mais segura”, embora o custo dela fosse muito superior àquele orçado pela Aerom. Como foi esse processo, e como esse imbróglio foi resolvido?**

**MARCUS COESTER** - Em primeiro lugar, é preciso dizer que o edital de Guarulhos

**“Um dos requisitos do edital foi também a utilização de uma Norma metroviária europeia – a CENELEC”**



FOTOS: DIVULGAÇÃO AEROM

foi muito bem elaborado, inclusive porque ele chamava os concorrentes para “fornecer e operar” o sistema pelo período de dez anos. Ou seja, era uma combinação, em que não adiantava apenas entregá-lo a um custo mais baixo, mas que fosse operacionalmente mais caro. Então, esse foi um critério muito inteligente utilizado pelo GRU Airport, que eliminou algumas discussões, por exemplo, sobre equipamentos sobressalentes, evitando possíveis conflitos comerciais, uma vez que quando você tem que fazer as duas coisas, isso naturalmente já racionaliza o processo. Outra coisa importante é que eles estabeleceram um critério que levou em conta a equação de 70% técnica e 30% preço. Na parte técnica nós tivemos um empate com o outro concorrente que chegou junto com a gente na fase final, que propunha um sistema tracionado a cabo, bem mais caro, mas que certamente teria dificuldades grandes de ser fornecido na dimensão de 3km que a especificação que o edital trazia, porque o sistema de cabo tem uma limitação intrínseca que é o tamanho de “loop” de cabo, cujo limite não excede a distância de 1Km, exigindo o uso de uma multiplicidade de cabos, o que tornaria a complexidade do projeto muito grande, o que não acontece com o Aeromovel, porque a propulsão a ar não se limita a um elemento físico ou mecânico. Então, foi uma escolha técnica pelos critérios objetivos do edital, que obviamente também levou em consideração o fato de que a Aerom e seu consórcio apresentaram um preço que era quase a metade do nosso concorrente. Foi um processo importante para o nosso aprendizado, diante de uma proposta construída com muito rigor de Engenharia, que é a essência do Aeromovel e da nossa empresa. E o que é impor-

**“O sistema Aeromovel é uma tecnologia sustentável e genuinamente brasileira e extremamente eficiente”**

tante destacar também é que nossa proposta foi plena, baseada no fornecimento de sistemas de primeiríssima linha, a partir de uma lógica fundamentalmente racional. Ou seja, sem envolver a oferta de uma solução de baixo custo.

**BRASIL ENGENHARIA - E como foi feita a escolha das empresas parceiras para integrar o consórcio AeroGRU?**

**MARCUS COESTER** - Bem, isso teve início com uma reunião entre a Aerom e a HTB, especializada em gerenciamento de empreendimentos, que é o braço brasileiro de uma construtora alemã, e à época estava concluindo a ampliação do Aeroporto Salgado Filho, em Porto Alegre, e que nos chamou muita atenção pela eficiência e velocidade da edificação, condizente com a realidade daquilo que teríamos que fazer em Guarulhos, uma obra rápida, em um aeroporto em operação, com consequentes particularidades e restrições por conta disso. Em seguida, convidamos uma empresa que já tinha experiência em trabalhar com a HTB, a FBS uma construtora brasileira mais “hard” e muito competitiva sediada em São Paulo, com grande “expertise” no setor aeroportuário, e por fim a TSI-nfra, que é sucessora da Toshiba no Brasil, especializada em sistemas elétricos. E assim formamos um time bastante coeso e complementar integrado à Aerom, responsável pela parte de tecnologia do projeto, cuja atividade conjunta já antevemos que vá continuar no futuro, de forma bem afinada para o desenvolvimento de novos e sucessivos empreendimentos, principalmente no setor aeroportuário.

**BRASIL ENGENHARIA - E qual foi o passo a passo das fases de materialização desse projeto?**

**MARCUS COESTER** - Bem, tivemos zero de desapropriações, todo o empreendimento está sendo realizado dentro da área concedida pelo aeroporto, não houve praticamente nenhuma interferência estrutural no âmbito da Engenharia, graças à capacidade da Aerom em fazer curvas e acíves para via elevada do Aeromovel, utilizando peças pré-moldadas, que oferecem uma gama enorme de possibilidades, evitando soluções mais radicais sempre visando ao conforto dos passageiros, que é o principal limitador das questões geométricas da linha, focando na simplicidade. Assim, por exemplo, na Estação Aeroporto da CPTM, a única intervenção que fizemos foi a remoção de uma parede. No Terminal 3 do aeroporto, retiramos apenas um vidro divisório, deixando o acesso livre e direto do Aeromovel a ele. Já no Terminal 1, próximo à estação da CPTM, criamos uma solução interessante, a partir do aproveitamento do declive do terreno, permitindo o acesso praticamente ao nível da rua à área de embarque do aeroporto. Já o Terminal 2, esse sim foi um grande desafio, que, acredito, teve bastante influência em gabaritar nosso projeto na parte técnica do edital, uma vez que não fazia sentido criar uma estação dentro do estacionamento para que as pessoas fossem obrigadas a andar cerca de 150 metros até chegar à entrada. Então, por meio de um exercício de Engenharia Estrutural e Civil, encontramos uma solução criando o acesso pelo mezanino do 3º andar, removendo uma parede e colocando algumas vigas na área de embarque, colocando uma plataforma horizontal dentro e rente ao próprio terminal. Complementarmente, formatamos outras soluções inteligentes em termos de edificações para a acomodação dos sistemas elétricos e de sua subestação, do CMO – que é casa de manutenção e controle, que fica lá junto à CPTM –, e no que diz respeito a fundações e, ainda, aos pilares, que optamos por fazer “in loco”, em vez de usar pré-moldados.

## **BRASIL ENGENHARIA - E a construção das vigas, que sempre são um grande desafio nas obras de vias elevadas?**

**MARCUS COESTER** - Bem, no caso dessa obra, isso realmente foi um pouco mais complicado, porque no Aeromovel as vigas funcionam também como dutos pneumáticos, elas precisam ter uma precisão construtiva muito grande. Por meio da experiência adquirida no aeroporto de Porto Alegre e em nossas obras anteriores, a gente conseguiu uma qualidade excepcional na construção das vigas dentro da tolerância de 3 milímetros na precisão do concreto, ou seja, uma peça com mais ou menos 120 toneladas com uma precisão milimétrica nas partes internas do duto, com um acabamento perfeitamente liso e perfeito. Esse, aliás, é um aspecto que atesta a evolução da tecnologia, que nos permitiu criar formas e ligas de concreto mais líquidas e, portanto, mais moldáveis. Além disso, optamos por fazer vigas maiores, de até 34 metros de comprimento, contra o tamanho tradicional de 25 metros, porque ter menos pilares era outra exigência do edital. E o mais curioso que a gente percebeu foi a dificuldade de movimentar essas vigas com esses 9 metros adicionais do canteiro de obras até o lugar onde elas teriam que ser instaladas. Isso, realmente, foi bastante complicado: tivemos até que remover placas de trânsito, porque vigas desse tamanho não fazem curvas. Então, foi interessante ver como aspectos que aparentemente são irrelevantes precisam de criatividade para serem resolvidos.

## **BRASIL ENGENHARIA - Depois de tudo isso que você explicou, acreditamos que vocês estejam muito próximos à entrada em operação do Aeromovel do GRU Airport? Qual é a previsão atual?**

**MARCUS COESTER** - Bem, em novembro de 2023, fundimos a última das 116 vigas do projeto, e desmobilizamos a parte de pré-moldagem. Em dezembro de 2023, nós a içamos, e partimos para a instalação de algumas peças especiais, nos desvios, como os aparelhos de mudanças de via. Daí, o processo mais intenso será o da instalação dos equipamentos como trilhos, vedações, válvulas, guarda-corpos, sistemas de alerta. Com isso, o sistema deverá estar totalmente concluído e montado, inclusive com a chegada dos três veículos, na segunda metade de fevereiro de 2024. A posta em marcha e

o uso da tecnologia, entretanto, terá que obedecer um requisito um pouco mais complexo, porque um dos requisitos do edital foi também a utilização de uma Norma metroviária europeia – a CENELEC, do Comitê Europeu de Normalização Eletrotécnica –, que exige a certificação de um grau altíssimo de confiabilidade que admite uma falha a cada 100.000 anos de qualquer componente crítico que possa causar um acidente ou uma fatalidade. E esse processo de Engenharia torna o comissionamento dessa posta em marcha sujeito a uma análise ultrarigorosa de cada circuito e de cada elemento que precisa ser testado e certificado. Por exemplo, se especificarmos que o tempo de abertura e fechamento de uma porta do veículo tem que ser de tantos milissegundos, algo que um programador de software faz em apenas dez minutos, dentro da lógica CENELEC isso leva cerca de duas semanas para ser analisado e certificado: alguém vai ter que especificar, outra pessoa vai ter que implementar esse teste, uma terceira pessoa vai dizer como isso vai ser testado, e uma quarta pessoa vai testar.

E isso é absolutamente necessário, porque em uma operação aparentemente simples é que se cometem os erros mais estúpidos. E esse é um processo que vai levar de três a quatro meses, para que o sistema esteja em funcionamento, dada à necessidade do rigor de segurança, iniciando-a possivelmente em etapas por horários, até chegar à sua operação plena. Então, em função de tudo isso e da duração do tempo de comissionamento, creio que é legítimo dizer que isso deve acontecer ainda no 1º Semestre de 2024.

## **BRASIL ENGENHARIA - E, em termos gerais, como você avalia a contribuição que o Aeromovel irá proporcionar ao GRU Airport e, claro, aos usuários do sistema?**

**MARCUS COESTER** - Eu vejo isso principalmente de duas formas. A primeira contribuição está relacionada à própria eficiência do aeroporto e à conexão entre a Estação Aeroporto da CPTM e os terminais do GRU Airport, por meio da qual as companhias aéreas vão poder operar com tempos muito mais previsíveis de deslocamento e do trânsito dos passageiros dentro do local.

Além disso, certamente iremos observar uma otimização com relação a serviços, como aqueles prestados por restaurantes, bancos e hotéis, que ficarão totalmente à disposição dos usuários do aeroporto. E o segundo ponto é que o Aeromovel conectará o GRU Airport, que é o maior aeroporto da América Latina, ao sistema metroviário de São Paulo, que também é um dos mais importantes da região, ao Centro da cidade, a exemplo do que acontece em Londres, que também tem seu aeroporto um pouco distante. Então, vejo o propósito desse People Mover de forma muito positiva. E isso, sem falar que o sistema Aeromovel é uma tecnologia sustentável e genuinamente brasileira e extremamente eficiente, e que utiliza a cadeia produtiva nacional, prestigiando enormemente a nossa indústria, que tem tecnologia e fornecedores de

primeiríssima linha, e que tem inspirado muita gente a vir de fora para conhecer o projeto que eles, de maneira brilhante, nos auxiliaram a materializar.

**“Dentro do Novo PAC em Mobilidade Urbana, temos em submissão ao menos três projetos em âmbito nacional”**

## **BRASIL ENGENHARIA - Finalmente, gostaríamos de saber se, além do Aeromovel do GRU Airport e dos projetos instalados em Jakarta, na Indonésia, e do Aeroporto Salgado Filho, em Porto Alegre, respectivamente inaugurados em 1989 e em 2013, existem outros projetos relacionados ao People Mover em vista na Aerom, ou já em andamento hoje em dia?**

**MARCUS COESTER** - O “pipeline” de projetos que estamos cotando, composto não só pelo Aeromovel, como também de outros sistemas de mobilidade elevada, é muito amplo. Atualmente, estamos participando de cerca de 140 deles, nos mais diversos lugares do Brasil e do mundo. Contudo, o passo e a lógica de infraestrutura desses empreendimentos infelizmente são muito lentos. São projetos que às vezes precisam de três, quatro ou até mais anos em sua fase de concepção, de discussões, de planos diretores e de licenciamento, e por aí vai. Objetivamente, dentro do Novo PAC em Mobilidade Urbana, temos em submissão ao menos três projetos em âmbito nacional, e dentro das ligações aeroportuárias mais uns três ou quatro também, todos com graus de maturação diferentes. Então, deveremos ter várias e muito boas novidades em breve! 🚀

# CONSÓRCIO EM AFINADÍSSIMA

POR MARCUS FREDIANI

*União de objetivos das empresas participantes do Consórcio AeroGRU foi a mola-mestra da materialização do projeto do Aeromovel do GRU Airport*



# AEROGRU COMPASSO DE SINTONIA



**A**pós vencer, em 2019, a fase de licitação e de tramitação de todas as autorizações relacionadas ao processo, no dia 8 de setembro de 2021, o Consórcio AeroGRU – formado pelas empresas Aerom, HTB Engenharia e Construção, FBS Construtora e TS Infraestrutura – e o então ministro da Infraestrutura do Brasil, Tarcísio de Freitas, assinaram o aditivo contratual para a construção do *Automated People Mover* (APM) / Aeromovel do GRU Airport, concessionária que administra o Aeroporto Internacional de São Paulo.

A partir daí, o projeto, que previa a construção de uma via elevada exclusiva com 2,7 quilômetros de extensão e quatro estações, conectando a estação Aeroporto de Guarulhos, da Linha 13-Jade da Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) a cada

um dos Terminais 1, 2 e 3 do complexo aeroportuário, finalmente passou a acelerar e começou a tomar corpo.

Naturalmente, o momento da assinatura do contrato foi de grande alegria e satisfação para os integrantes do Consórcio AeroGRU, uma vez que representava a conclusão de uma trajetória que já durava há quase uma década. Naquele dia, um dos que mais comemoraram o fato foi **Diego Abs**, que contabiliza quase duas décadas de trabalho na empresa, na qual entrou como estagiário e evoluiu profissionalmente – recebendo, inclusive, a mentoria do próprio Oskar Coester –, até ocupar,

hoje, o cargo de gerente de Tecnologia e Engenharia da Aerom, sendo o principal responsável pelo processo técnico de implantação no GRU Air-

port, abrangendo as etapas de especificação, projeto, suprimentos, acompanhamento da fabricação, montagem e comissionamento.

“Líder do grupo, o time de Engenharia da Aerom cuidou integralmente da produção dos projetos executivos de tecnologia, e também exerceu a função de

Acompanhamento Técnico do Empreendimento (ATE), apoiando as demais empresas nas particularidades desse projeto absolutamente inovador, concentrando-se, por exemplo, no rigoroso atendimento às tolerâncias milimétricas de fabricação das vigas de concreto que servem de duto de propulsão, tendo elas logrado pleno êxito em tal requisito, haja vista o perfil de excelência do resultado final”, conta Diego.

Vale lembrar que a ativa liderança da Aerom no projeto do APM do GRU Airport teve como principal parâmetro a bem-sucedida experiência da companhia gaúcha no desenvolvimento do sistema análogo e o efetivo início de operação, em 2013, da linha do Aeromovel ligando a Estação Aeroporto da Empresa de Trens Urbanos de Porto Alegre (Trensurb) ao Aeroporto Internacional Salgado Filho. Mas, é claro, com todos os subsistemas submetidos a um extenso e criterioso processo de atualização tecnológica, modernização e de melhoria, que atestou a robustez e confiabilidade dos aspectos fundamentais do sistema.

“Entretanto, além desses aperfeiçoamentos e das diferenças em extensão e número de estações do projeto atual, tivemos como diferencial a questão da operação sincronizada de veículos trafegando simultaneamente em sentidos opostos por meio do emprego

*“O time de Engenharia da Aerom cuidou integralmente da produção dos projetos executivos de tecnologia, e também exerceu a função de Acompanhamento Técnico do Empreendimento”*



FOTO: DIVULGAÇÃO

Diego Abs, gerente de Tecnologia e Engenharia da Aerom

de um *by-pass*, ou zona de ultrapassagem em via dupla, com a adoção de aparelhos de mudança de via nas extremidades. E, entre outras coisas, isso exigiu, por exemplo, o desenvolvimento e a homologação dos equipamentos, utilizando máquinas de chave com Tempo Médio entre Falhas (MTBF) de três milhões de ciclos, com fornecimento pela indústria nacional, a partir da adaptação de uma tecnologia normatizada de robôs industriais de uso consagrado, bem como da observância de uma ampla disponibilidade de peças sobressalentes”, explica o engenheiro.

Outro desafio enfrentado pela Aerom foi, ainda, o cumprimento da exigência da certificação internacional de segurança global do sistema pelas normas europeias CE-NELEC no nível máximo SIL4, um requisito inédito no mercado mundial de *Automated People Movers*, que tipicamente adere à norma norte-americana ANSI / ASCE 21. “E isso colocou nosso sistema na mesma categoria de segurança de usinas nucleares, nas quais uma eventual falha crítica é esperada somente após um intervalo de tempo médio entre 10.000 e 100.000 anos de operação, tudo atestado por entidade acreditada independente com sede na França,

após rigorosa análise de mais de 250 documentos comprobatórios”, destaca Diego Abs.

## DIVISÃO INTELIGENTE DE TAREFAS

Em face à necessidade de acelerar as obras do sistema para entregá-las ao aeroporto e aos seus usuários no

roGRU. E as tarefas foram muito bem divididas entre elas.

Assim, o projeto do *People Mover* com tecnologia Aeromovel foi implantado por uma modalidade de consórcio de quatro empresas, chamado de “horizontal”. Ou seja, as quatro participaram do empreendimento como um todo para obtenção do resultado final

na sua proporção, que nesse caso é de 25% de cada uma.

O b v i a m e n t e cada empresa contribuiu mais no que diz respeito às suas especialidades. Nesse caso, a Aerom figurou como a detentora da tecnologia Aeromovel, enquanto as construtoras especializadas HTB e a FBS contribuíram nas obras civis, e a TS Infra – empresa com grande experiência na implantação de sistemas de energia, tecnologia da informação e projetos de mobilidade – cuidou dessa parte. E, com efeito, a *expertise* conjunta dessas sólidas empresas, bastante habituadas a lidar com mega instalações, e seguindo as rígidas e rigorosas especificações da inovadora tecnologia desse sistema de transporte, definitivamente fez toda a diferença.

“O modelo escolhido para implantar o Aeromovel do GRU Airport, o consórcio horizontal, foi muito feliz, pois agregou as visões e as qualidades de cada um desses parceiros para que as decisões fossem tomadas com



**Orgulho em contribuir com a mobilidade urbana no Brasil**

A ASVOTEC participa do projeto AeroGRU com o fornecimento de **53 válvulas** controladoras do fluxo de ar. Com quase **60 anos de história**, a empresa é especializada em projetar e fabricar válvulas especiais de grande porte, além de outros equipamentos sob encomenda para a indústria.

**Descubra o mundo de soluções da ASVOTEC!**

-  [www.asvotec.com.br](http://www.asvotec.com.br)
-  [vendas@asvotec.com.br](mailto:vendas@asvotec.com.br)
-  (19) 3879-8777



menor tempo possível, um dos grandes diferenciais do APM de Guarulhos tem sido, sem dúvida alguma, a perfeita interlocução técnica e a integração em alto nível dos esforços das empresas selecionadas pela Aerom para serem suas *partners* no Consórcio Ae-

FOTO: RICARDO MARTINS



Paulo Benites, vice-presidente da TS Infra

consciência e segurança. Todas elas aportaram seus valiosos conhecimentos, e o processo decisório sempre ocorreu de forma harmônica. Constituímos uma equipe de gestão que foi a responsável pela implantação, não como colaboradores de uma ou outra empresa, mas como um grupo unido em torno de um objetivo comum, que era o de viabilizar essa obra que é um grande marco da engenharia nacional”, destaca **Paulo Benites**, vice-presidente da TS Infra.

## INTEGRAÇÃO PERFEITA DE OBJETIVOS

E o sentimento do executivo da TS Infra seguramente também advém da constatação de que ambas as constru-

toras parceiras do APM de Guarulhos têm ampla *expertise* nas áreas em que atuam, especialmente no campo da infraestrutura, e são dotadas com portfólios exemplares.

Por exemplo, a HTB é dona de um retrospecto emblemático no setor aeroviário, pelo fato de contar em sua bagagem com o projeto de expansão do Aeroporto Salgado Filho, de Porto Alegre/RS, onde foi responsável pelas edificações de acesso público – tais como as áreas

de estacionamentos e parte dos terminais de passageiros (*landsides*) –, até os

setores com acesso restrito daquele modal, tais como pátios de aeronaves, *taxiways*, pistas de pouso e decolagem, vias de serviços, sistemas de auxílio à navegação, muros e guaritas, os chamados *airsides*.

Por sua vez, a FBS, reconhecida pelo seu compromisso constante de oferecer soluções inovadoras para os seus clientes no âmbito da Engenharia de valor, por meio de

**“Um extenso e criterioso processo de atualização tecnológica, modernização e de melhoria, atestou a robustez e confiabilidade dos aspectos fundamentais do sistema”**



Içamento de viga, etapa já concluída



Super guindaste utilizado no içamento das vigas

FOTOS: DIVULGAÇÃO

uma abordagem que sempre busca maximizar os investimentos nas obras colocadas sob sua responsabilidade, também interagiu com disposição total no projeto, apoiando a iniciativa e exercendo um papel decisivo na viabilização das obras do Aeromovel de Guarulhos, sobressaindo mais uma vez no âmbito da construção civil, graças ao reconhecido trabalho desenvolvido por sua competente equipe de profissionais e especialistas, bem como por sua atuação produtiva ao lado de seus parceiros de consórcio em prol de tão emblemático cliente.

Assim, operando em sintonia com a Aerom e com a TS Infra, tanto a HTB quanto a FBS concluíram muito rapidamente as fundações das vias do Aeromovel, e fizeram o mesmo com a concretagem dos pilares e vigas do APM, sendo que a construção e içamentos destas últimas, aliás, têm tudo a ver com o sucesso do projeto, destacando-se como um dos seus principais diferenciais. Isso porque são as vigas que permitiram a marca de flexibilidade ao modal, com curvas verticais e horizontais com baixos raios de curvatura, bem como a consequente facilidade na transposição de interferências a baixo custo e alta eficiência.

### PRECISÃO MILIMÉTRICA DAS VIGAS

Com efeito, falando das vigas integradas ao projeto do Aeromovel do GRU Airport, é importante dizer que sua concepção estrutural foi caracterizada por um alto grau de complexidade. Tendo uma seção quadrada e aberta em sua face superior, a fim de fornecer a passagem do mastro que conecta o veículo à sua placa de propulsão – componentes vitais do seu sistema de propulsão pneumático –, elas demandaram precisão meticulosa em sua construção, constituindo um desafio operacional à parte na fabricação de tais estruturas de concreto.

E a explicação disso é o fato de que os níveis de tolerância exigidos na fabricação das vigas e em

**VAHLE**

**111 YEARS - FROM PIONEERS TO INNOVATORS**

O grupo VAHLE fornece sistemas de transmissão de energia e dados para aplicações industriais para equipamentos móveis em uma ampla gama de mercados. A VAHLE tem uma longa história de sucesso, caracterizada por um espírito pioneiro, inovador e com tecnologias voltadas para o futuro, que começou em 1912 na Alemanha. Desde então, a VAHLE cresceu para fornecer seus produtos e serviços em 53 países ao redor do mundo. No Brasil estamos localizado na cidade de Itu – São Paulo, onde aplicamos nossas soluções a mais de 40 anos.

**VAHLE SISTEMAS ELÉTRICOS - BRASIL**

Entre em contato conosco:  
 Fone: (11) 4025-3700/3799  
 WhatsApp: (11) 98732 - 5308  
 E-mail: info.br@vahle.com  
 instagram: vahle\_brasil

Endereço:  
 Avenida das Araras, 361  
 Bairro: Jardim Paraíso I  
 Itu - SP  
 CEP: 13.302-190

sua montagem eram da ordem de apenas 3 milímetros. E, por conta dessa necessidade absoluta, o trabalho exigiu a utilização de equipamentos de tecnologia de ponta, além da intervenção de profissionais do mais alto gabarito, para que a HTB e a FBS conseguissem resolver a questão a contento, garantindo todos os diferenciais técnicos

e de qualidade em sua execução.

“Tivemos, de fato, muitos desafios ao longo do projeto. Mas todos foram enfrentados e vencidos com as melhores práticas da Engenharia e com os melhores parceiros do mercado. E tudo nele foi superlativo. Por exemplo, nas obras civis, utilizamos o maior guindaste do Brasil para içar vigas de 30 metros e 120



## A FORÇA DA INDÚSTRIA METROFERROVIÁRIA BRASILEIRA

POR PETRAS AMARAL SANTOS\*

O Brasil dispõe de capacidade industrial instalada, *expertise* e tecnologia para avançar no transporte sobre trilhos e atender à crescente demanda nacional e internacional. A criação da Marcopolo Rail, há quase cinco anos, e os importantes contratos fechados no Brasil e no exterior para fornecimento de veículos demonstra esse potencial para avançarmos no transporte metroferroviário.

No início de 2024, a Marcopolo Rail vai entregar o primeiro *People Mover* fabricado para o Consórcio AeroGRU e desenvolvido para operar no Aeroporto de Guarulhos, fazendo a integração entre a Linha 13-Jade da CPTM e os três terminais aeroportuários e o estacionamento. Esse projeto é um exemplo de solução voltada para as necessidades de deslocamento de passageiros de forma rápida e eficiente, garantindo conforto e segurança com padrão ferroviário internacional e contribuindo positivamente para a mobilidade de milhões de passageiros que passam pelo aeroporto paulista durante o ano.

Aos poucos, estão surgindo vários outros projetos em diversas cidades brasileiras de estudos para implantação de novos ramais ferroviários, bem como a revitalização de ramais existentes, o que torna ainda mais importante a con-



solidação da indústria nacional de material rodante e sua cadeia de fornecimento no Brasil.

A Marcopolo Rail tem capacidade para desenvolver e produzir localmente modais ferroviários adequados à potencial demanda do mercado brasileiro e latino-americano, o que nos permitirá atuar como protagonistas no desenvolvimento do setor nos países vizinhos, produzindo veículos com preços competitivos e qualidade equivalente aos demais concorrentes internacionais.

Também ao longo de 2024, vamos fazer a entrega de três composições de dois carros para a Empresa de Los Ferrocarriles del Estado (EFE) Trens de Chile, empresa pública responsável pela gestão



FOTOS: DIVULGAÇÃO

da rede ferroviária do país, o que reforça a nossa posição como importante player no cenário metroferroviário internacional, considerando o potencial estratégico de produção, bem como a capilaridade da Marcopolo para atendimento ao continente. O fornecimento dos trens ao Chile fortalecerá nossa atuação e favorecerá a entrada em outros mercados da América Latina, com possibilidade de expansão da mobilidade sobre trilhos.

Os trens produzidos deverão operar na linha Talca-Constitución, um circuito interurbano de transporte de passageiros de média distância, com 88 quilômetros de extensão e 11 estações. O sistema faz parte do programa Trens de Chile e passou recentemente por melhorias em sua infraestrutura. Atualmente, o ramal conecta as zonas rurais do vale central e da zona costeira, na região do Maule. Os veículos para a EFE serão bidirecionais, com cabines de operação em cada extremidade. As composições terão capacidade para transportar 223 passageiros, sendo 80 sentados e 143 em pé, e vão contar com climatização, espaço destinado para pessoas com mobilidade reduzida, além de um sanitário adaptado. O contrato inclui também o fornecimento de material ro-



toneladas por sobre a cobertura metálica no trecho junto ao Terminal 2 de passageiros. E a obra foi realizada sem nenhuma intercorrência, com peças fabricadas no canteiro de obras que implantamos no sítio aeroportuário próximo ao edifício-garagem do Terminal 3. Dessa forma, ela foi praticamente 'invisível' aos usuários do aeroporto, porque, no momento em que se tornou perceptível, já estava pronta", finaliza Paulo Benites, VP da TS Infra.

dante, peças de reposição e manutenção.

Por tudo isso, destaco que o futuro da mobilidade é multimodal e o setor metroferroviário apresenta grande potencial e capacidade para atender adequadamente à crescente demanda da população, tanto para os segmentos urbanos e intercidades quanto para o turístico. Trens atendem a várias necessidades no que se

refere à capacidade, distância e velocidade. Eles também se alinham às tendências mundiais de mobilidade relacionadas à conexão e ao compartilhamento, uma vez que são complementares aos outros modais como bicicletas, motocicletas, carros, ônibus e aviões.

Além de impulsionar a própria mobilidade, melhorando substancialmente

os grandes fluxos de pessoas nas áreas urbanas, as soluções metroferroviárias favorecem atividades econômicas em geral e, em especial, o turismo. No setor turístico, o trem, em si, já é uma atração.

**\*PETRAS AMARAL SANTOS**  
é gerente executivo da  
unidade *Marcopolo Rail*



*Trem do Pampa, Marcopolo Rail*

FOTO: DIVULGAÇÃO

## FORNECEDORES

A seleção correta dos fornecedores envolvidos no projeto do Aeromovel do GRU Airport foi, e continuará sendo no futuro, um diferencial que garantirá boa qualidade dos serviços e o sucesso do empreendimento.

A explicação é óbvia, mas ainda assim merece ser enfatizada: um dos pilares da gestão empresarial e do sucesso de qualquer projeto de Engenharia é selecionar boas parcerias e manter um produtivo relacionamento com elas. E os motivos disso são vários, a começar pelo fato de que o trabalho dos parceiros pode ser um diferencial para a lucratividade da empresa.

Porém, muito além de oferecer uma boa negociação de preços, a gestão de fornecedores pede a análise de outros elementos determinantes, como qualidade, prazo de entrega e cumprimento de requisitos legais e técnicos. Ou seja, ela precisa “conter” um alto grau de confiança embutido.

E tal cuidado já começa a ser notado a partir de sua parte estrutural do Aeromovel de Guarulhos, uma vez que o projeto apresentado pela Aerom foi algo que pode ser chamado de “projeto específico de obra especial”. E isso já pôde ser notado a partir das peças de concreto nele utilizadas, cuja fabricação demandou o uso de fôrmas/moldes metálicos muito diferentes daquilo que se pode chamar de “padrão” no mercado latino-americano e mundial.

“Para se ter uma ideia da complexidade desse desafio, para atingir o grau de especificidade apresentado pelo projeto, precisamos produzir fôrmas que atendessem à necessidade de superelevação, além de fôrmas curvilíneas das peças de concreto. Logo, para realizar esse tipo de equipamento, tivemos que fazer uso de todo o apurado *know-how* de nossa empresa e do nosso corpo técnico. E esses moldes foram milimetricamente desenvolvidos para suportar toda a carga de concreto e ferragem necessária para a obra civil, garantindo uma tolerância máxima de 2mm em cada peça”, explica **Rodrigo Luís Zocatelli**, sócio da Formatec Tecnologia em Formas Metálicas, destacando a acurácia do resultado.

Nesse sentido, Rodrigo também destaca a perfeita interação técnica com os demais integrantes do Consórcio AeroGRU, uma vez que a sinergia entre as empresas se deu sempre a quatro mãos, por meio do estabelecimento de um processo de comunicação contínuo no tocante ao desenvolvimento da melhor maneira de produzir os equipamentos necessários, a fim de que se obtivesse o êxito esperado no projeto.

E o currículo da empresa na área é bastante robusto. Especializada no fornecimento de fôrmas metálicas para qualquer segmento da construção civil, a Formatec é notadamente reconhecida nesse mercado, já tendo sido fornecedora para a Linha 13-Jade da CPTM, a Ponte do Rio Guaíba, a Transposição do Rio São Francisco, no estado da Paraíba – obra ainda em andamento – e, também para a Arena MRV, o novo estádio do Atlético de Minas Gerais. Além disso, vale ressaltar que a Formatec não desenvolve apenas fôrmas metálicas, mas também trabalha com a mais completa linha de centrais e usinas de concreto, com o objetivo de fornecer soluções personalizadas, proporcionando aos clientes maior comodidade e confiabilidade. “Dessa forma, seja o projeto de grau básico ou de nível complexo, a Formatec, com certeza, foi a empresa certa para garantia da tranquilidade no fornecimento de fôrmas metálicas para o APM do GRU Airport”, faz questão ainda de registrar o sócio da empresa.

## SISTEMAS DE PROPULSÃO IMPECÁVEIS

Dado o nível de inovação embarcada na tecnologia do Aeromovel, outro cuidado extremamente necessário na seleção dos fornecedores do projeto do Aeroporto de Guarulhos foi a questão da utilização dos componentes de seu engenhoso e diferenciado sistema pneumático de propulsão, que utiliza soluções bastante específicas em sua operacionalização. Assim, de saída, o Consórcio AeroGRU convidou a Asvotec Termodustrial para fornecer componentes exclusivos ao seu desenvolvimento.

E as credenciais para isso foram mais do que eloquentes. Ao longo de seus quase 60 anos de história, par-

ticipando de diversos projetos especiais no Brasil e no mundo – a grande maioria dos quais voltados para a indústria pesada, desde a construção de grandes plantas de processo, siderúrgicas, petroquímicas, refinarias, plataformas de petróleo, até a construção de plantas de testes de turbinas de avião, para o transporte de pessoas e cargas –, ela surgiu como opção ideal. Reforçou também a escolha o fato de que a Asvotec já mantém uma interação técnica com a Aerom há mais de sete anos, com o desenvolvimento do projeto das válvulas especiais e construção de protótipos, com todas as validações necessárias para esse tipo de projeto.

Especializada em projetar e fabricar válvulas especiais de grande porte, além de outros equipamentos especiais sob encomenda, a empresa aplicou soluções específicas, criadas a partir cálculos mecânicos, simulações fluido-dinâmicas (CFD) e validações com testes de funcionamento em fábrica. “Fornecemos para o projeto do APM do GRU Airport, 53 válvulas controladoras do fluxo de ar, que foram instaladas dentro da via elevada pela qual ela vai transitar. Foram equipamentos enormes de metal-mecânica, projetados e produzidos totalmente em nossa fábrica em Monte Mor, no interior de São Paulo”, lista **Christian Mader**, diretor geral da Asvotec.

Ainda segundo o executivo, toda a equipe da companhia teve enorme orgulho de participar desse projeto de mobilidade urbana, que possui grande eficiência energética, baixa emissão de poluentes e altíssimo conteúdo de Engenharia e fabricação brasileiras. “Sabemos que para um país crescer, ele precisa de uma boa malha de transporte urbano, além de uma indústria nacional forte”, sublinha.

## RODANDO POR TRILHOS SEGUROS

Parceira estratégica da Aerom há mais de 40 anos, a já septuagenária Pandrol, empresa global de tecnologia metroferroviária, teve esses fortes laços de aliança estendidos às metas do Consórcio AeroGRU no projeto de Guarulhos. E dada essa relação longa e madura entre os dois *players*, foi possível desenvolver uma larga *expertise* para poder atuar de maneira

mais dinâmica nas demandas apresentadas pela fabricante gaúcha, e apresentar soluções efetivas para as particularidades do Aeromovel de Guarulhos.

Objetivamente, a contribuição da companhia para esse fantástico empreendimento foi provê-lo com os sistemas de fixação elástica Pandrol Vanguard e das soldas aluminotérmicas para trilhos, soluções estas que colocam a empresa em posição de liderança mundial do segmento ferroviário, com histórico de desenvolvimento de soluções robustas para as demandas de transporte de cargas e de passageiros, em inúmeras obras de mobilidade urbana sobre trilhos. E isso, sempre dentro da proposta de desenvolver soluções customizadas para as necessidades do mercado metroferroviário em nível mundial.

“O Vanguard é um sistema de fixação ideal quando a transmissão de vibrações e ruídos da pista para construções próximas precisa ser reduzida. Isso é conseguido por meio de uma rigidez vertical excepcionalmente baixa, alcançando, portanto, altos níveis de isolamento vibratório entre o trilho e a laje ou dormente. Ao mesmo tempo, não compromete o controle do movimento lateral da cabeça do trilho e da bitola dinâmica. E, no caso específico do APM de Guarulhos, nossas soluções visaram a atender plenamente aos requisitos técnicos da tecnologia do Aeromovel, tanto em termos de performance quanto de viabilidade econômica”, explica **Marco Stail Filho**, gerente comercial da unidade de negócios para as Américas da empresa. “E, de cada novo projeto, conseguimos aprimorar nossa sintonia com a Aerom, o que certamente contribui para o crescente sucesso da tecnologia Aeromovel pelo planeta”, faz questão de pontuar.

### SISTEMAS DE FUNCIONAMENTO INFALÍVEIS

Ainda no que tange ao sistema de propulsão do APM do Aeroporto de Guarulhos, outro gigante do ramo industrial que participou do projeto foi a filial brasileira da Ingersoll Rand, multinacional norte-americana que há 160 anos fornece uma ampla variedade de compressores de ar do-

tados com tecnologia avançada, alta confiabilidade e pouca manutenção, para garantir a seus clientes altos níveis de produtividade.

No projeto em questão, a empresa forneceu a solução completa de geração e tratamento de ar comprimido necessário para o comando do circuito pneumático responsável pelo acionamento dos trens, com tecnologia, aliás, aplicada com sucesso absoluto em várias linhas de metrô no Brasil, tanto nas oficinas quanto em suas fases de construção.

“Desenvolvemos esses sistemas especificamente para atender às necessidades do Consórcio AeroGRU, a partir da utilização de compressores do nosso portfólio adaptados pelo nosso Departamento de Engenharia, com o acréscimo de painéis de controle exclusivos para suprir as expectativas operacionais desse nosso cliente. Isso porque, como se trata de um sistema que vai operar 24 horas por dia, não podíamos considerar nenhuma parada, nem mesmo para manutenções periódicas. Assim, nossa solução foi toda pensada para ser a prova de falhas. E, no caso de um dos compressores precisar de manutenção, ou tiver algum tipo de falha, um segundo equipamento entrará em funcionamento automaticamente para alimentar a linha”, explica **Harumi Itiki Nalessio**, gerente de Contas Estratégicas da empresa.

Ainda segundo conta a executiva, iniciada ainda na fase de concorrência, a parceria da Ingersoll Rand com a Aerom demandou inúmeras reuniões entre as áreas de Engenharia de ambas as empresas para que o melhor escopo pudesse ser definido. “Ou seja, trabalhamos como um time, com muita interação e troca de informações. Por isso, tivemos muito orgulho de fazer parte desse projeto que, certamente, será um cartão postal de São Paulo. Nossos compressores de ar são de alta eficiência e vão ao encontro de nossos valores ambientais. Inclusive, dentro dessa proposta de sustentabilidade, assinamos um acordo global com o compromisso de diminuir a emissão de carbono em 60% até 2030, e ter toda a nossa operação com 100% de energia renovável até 2050”, complementa Harumi.

Por sua vez, a Copabo Indústria

também deu sua colaboração a essa parte da iniciativa, por meio do fornecimento de borrachas de vedação do rasgo dos dutos do Aeromovel. E isso foi feito a partir do desenvolvimento de um produto exclusivo, em um processo que envolveu o Departamento de Engenharia da empresa, a do seu fabricante – a Continental Soluções de Tecnologia –, e ainda aquela da Aerom.

“Posso afirmar com toda convicção que a interação técnica com o projeto não poderia ter sido melhor, porque tanto a Copabo quanto os outros integrantes do Consórcio AeroGRU sempre se mantiveram dispostos a somar e interagir de modo muito satisfatório, resultando num produto de alta tecnologia, fornecido nos lances solicitados e no prazo estimado pelos mesmos. E para isso também, contou a nossa *expertise* no fornecimento desse material, uma vez que, além de sermos líderes no fornecimento de esteiras transportadoras, também somos fornecedores do Aeromovel hoje em pleno funcionamento no Aeroporto Salgado Filho, na cidade de Porto Alegre/RS”, salienta **Marcos Antão**, gerente comercial da Copabo.

### ELETRIFICAÇÃO DE ALTÍSSIMA EFICIÊNCIA

Outra parceria de peso no projeto foi, ainda, a estabelecida com a Siemens Brasil, que desenvolveu especialmente para o Aeromovel do GRU Airport sistemas elétricos, de automação e de comunicação dotados com tecnologia do maior grau de eficiência e segurança existentes. Aliás, dado o seu elevado nível de confiança em sistemas, a empresa alemã também deverá fazer parte do grupo de fornecedores do projeto do Aeromovel de Canoas/RS, município que já apresentou a Fase 1 do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que prevê a construção de uma via elevada exclusiva, com 4,7 km de extensão e sete estações, ligando os bairros Guajuviras e Mathias Velho, integrado com a estação da Trensurb, com investimento previsto de 755 milhões de reais.

A seu turno, a Vahle Sistemas Elétricos, forneceu o sistema de eletrificação que, de forma segura e efi-

ciente, alimentará o Aeromovel do GRU Airport em todo o seu percurso, a partir da criação de uma solução inteligente que possibilitará aos veículos trabalhar simultaneamente na via partindo de sentidos opostos, mantendo-os eletrificados mesmo na troca de vias.

Empresa especializada em sistemas de transmissão de energia e dados para equipamentos móveis, a Vahle tem larga experiência mundial no setor, como atestam, por exemplo, a utilização deles nas quatro novas estações ferroviárias no centro da cidade de Saragoça, na Espanha, o *People Mover* automatizado que transita em via elevada em Veneza, na Itália, e o “Trem do Devoto”, na cidade de Aparecida/SP, aqui no Brasil.

“Nesses projetos, utilizamos como base de nossa solução um produto que já produzimos a mais de 40 anos na nossa fábrica na Alemanha: o barramento blindado modelo U25. Porém, para um projeto inovador como o *People Mover* de Guarulhos, foi necessário desenvolver componentes especiais que pudéssemos aplicar esse modelo. Assim, foram desenvolvidos funis de transferência e coletores especiais, a fim de possibilitar as trocas de via em alta velocidade, utilizando o barramento blindado, que é fundamental para garantir a segurança do sistema e sua eficiência ao longo dos anos”, revela **Ricardo Paro**, gerente nacional de Vendas da companhia.

## AUTOMAÇÃO COM DISPONIBILIDADE TOTAL

Destaque na seara da automação, por sua vez a Metal Work Brasil foi contratada pelo Consórcio AeroGRU para fornecer ao projeto sistemas de controle de velocidade e frenagem, que operam por meio de *dumpers* de alta velocidade instalados ao longo da via e, ainda, no controle das manobras dos carros, todos com dispositivo integrado de travamento mecânico e atuadores que são controlados por circuitos eletropneumáticos com redundâncias e interface para comandos eletrônicos, para garantir total segurança e alta disponibilidade em sua operação. E, para isso, todos os equipamentos tiveram que ser customizados para aplicação

no APM do GRU Airport, o que, para validá-los e obtenção de certificação de seu funcionamento, exigiu que passassem por rigorosos gigatestes, simulando milhares de acionamentos em uma via em operação.

“Levando em conta esses requisitos, todas essas etapas precisaram ser analisadas, a partir até mesmo da qualidade do ar comprimido, que necessita ter alto grau de filtragem a seco para garantir a integridade dos elementos na automação. Com esse objetivo, foram aplicados sistemas de alta performance em separação do condensado e filtrado ao mesmo tempo, o que permite que se elimine a necessidade de manutenção na limpeza dos reservatórios e drenos automáticos. E isso, conjugado ao sistema que permite de forma inovadora a troca dos elementos filtrantes com sistema em operação, resultou em um significativo aumento da disponibilidade do sistema, reduzindo a necessidade de paradas para manutenção”, detalha **Hernane Cauduro**, diretor da Metal Work.

Além disso, o executivo da companhia ainda faz questão de registrar que tanto os circuitos eletropneumáticos quanto os atuadores aplicados também têm certificação de disponibilidade, o que permite se ter conhecimento prévio da vida de cada elemento antes de qualquer risco de pane, requisito decisivo para a escolha da empresa. “Além disso, os indicadores de alta disponibilidade das eletroválvulas, bem como os atuadores aplicados no projeto são certificados para oferecerem *interface* para receber a lógica eletrônica”, complementa.

## VEÍCULOS COM QUALIDADE SUPERLATIVA

E foi especialmente levando essa premissa em consideração para garantir os resultados em termos de qualidade do produto, que a cadeia produtiva estratégica para a materialização do projeto do Aeromovel do Aeroporto de Guarulhos teve como diferencial o envolvimento majoritário de fornecedores previamente homologados e bem-sucedidos da Aerom, como os do Aeroporto Internacional Salgado Filho, cuja operação completou dez anos em 2023.

Assim, entre os parceiros desse time de frente, um dos que mais se destacaram foi a Marcopolo Rail, unidade de negócios do grupo multinacional brasileiro Marcopolo, e que integra a *expertise* deste na produção de carrocerias ao desenvolvimento de produtos metroferroviários.

A atuação a Marcopolo nesse segmento teve início em 2015, com a parceria firmada com a Aerom para o desenvolvimento e fornecimento de cabines (carroçarias), a partir do nosso modelo Auster A200, para os veículos do *Automated People Mover* (APM) da empresa que já operavam no Aeroporto de Porto Alegre, com uma série de inovações tecnológicas, incluindo sistemas de aberturas, climatização, *layout* de assentos e materiais e *design* modernos relacionados ao setor. Além disso, o A200 tinha capacidade para 300 passageiros, o dobro do A100, que já circulava também em caráter experimental desde a abertura ao público da conexão metrô-aeroporto, em agosto de 2013.

“O resultado alcançado nesse projeto reforçou o posicionamento de ingressarmos nesse novo segmento de maneira forte, não somente por meio de projetos isolados ou pontuais, mas com visão de negócio. Entre as principais vantagens competitivas estavam a utilização de componentes fabricados no Brasil, a capacidade de escala e a sinergia com nossas outras plantas fabris, além da presença global da Marcopolo e de sua ampla rede de pós-vendas no país e na América Latina”, explica **Petras Amaral**, gerente executivo e *head business* da Marcopolo Rail.

Ato contínuo, no âmbito do material rodante, a Marcopolo Rail foi convidada pelo Consórcio AeroGRU para produzir os três veículos, compostos por dois carros cada, que vão circular na conexão entre a Linha 13-Jade da CPTM e o Aeroporto de Guarulhos. E estes representam o “estado da Arte” no que diz respeito a trens dotados com maior requinte e sofisticação, uma vez que neles foram utilizados sistemas consagrados, como rodeiros e sistemas de freios ferroviários – respectivamente fornecidos pela *top of business* italiana Lucchini RS e pela tradicionalíssima empresa checa DAKO-CZ –, o que tornou a associa-



FOTO: ANDRÉSQUEIRA

ção com a tecnologia rodoviária da Marcopolo superlativa e ainda mais confiável e segura no projeto do Aeromovel de Guarulhos.

### CONFORTO E SEGURANÇA PARA OS PASSAGEIROS

Nessa equação, além da estética visual modernista também apresentada pelos trens da Marcopolo Rail, as questões relacionadas à funcionalidade, ao conforto dos passageiros e à segurança das plataformas foram igualmente consideradas e receberam atenção especial na concepção dos veículos.

Exemplo disso foi a marcante presença da Somax Ambiental e Acústica – empresa de capital nacional certificada internacionalmente, com sede no Rio de Janeiro – na lista dos fornecedores do *People Mover* do GRU Airport. Além de fabricar turboventiladores industriais para exercer o serviço pesado de alto rendimento energético na propulsão dos veículos, ela também supriu os veículos com diversas soluções no campo da Engenharia Acústica, controle de ruídos e de vibração, e tratamento do ar, incluindo equipamentos, como atenuadores de ruído cilíndricos, portas acústicas com visores, alçapões acústicos, conjuntos de painéis e de revestimento acústico, bem como de desumidificação, climatização e ventiladores industriais.

Ainda envolvendo as questões essenciais acima descritas, outra empresa que brilhou por sua atuação no empreendimento foi a Wolpac Controles Eficientes, que, com sua experiência de quase 60 anos em controles de acesso, demonstrou como a

flexibilidade de customização é fundamental para projeto de transporte público, levando em consideração as necessidades relacionadas ao fluxo previsto de passageiros e as características arquitetônicas do Aeromovel de Guarulhos, plasmadas especificamente na aplicação das portas de plataforma ideais para o projeto.

“Embora Porta de Plataforma seja um produto de linha Wolpac, a solução para o *People Mover* do GRU Airport foi concebida a quatro mãos, com as premissas do projeto seguidas com rigor, envolvendo um nível altíssimo de segurança, denominado SIL3, que engloba questões estruturais, redundância e segurança dos usuários”, argumenta **Elisabete Pandolpho**, gerente comercial da Divisão Transportes LATAM da companhia.

Para tanto, segundo explica a executiva, foram realizadas reuniões semanais durante todo desenvolvimento do projeto, nas quais a *interface* com os outros fornecedores foi fundamental para o desenvolvimento do funcionamento das soluções necessárias e desenho das customizações de funcionamento. “Além disso, montamos um protótipo na nossa fábrica, que nos permitiu simular as *interfaces* de funcionamento e segurança, antes do início da entrega dos equipamentos”, ilustra o elevadíssimo grau de cuidado da empresa com relação à criação de tais equipamentos.

### INFORMAÇÃO E ATUALIZAÇÃO EM TEMPO REAL

Complementarmente, levando em consideração a importância da correta orientação dos usuários que do modal partindo da estação da Li-

nha 13-Jade da CPTM de Guarulhos até o GRU Airport, a Mobitec Brasil, pertencente ao norte-americano Luminator Technology Group, maior empresa de sistemas de informação a passageiros em nível mundial, forneceu ao novo APM toda a parte de *infotainment*, por meio da instalação de telas de TFT de 21” e 29” *double*, nas quais além de apresentar informações do sistema, como aquelas das próximas paradas dos trens, também serão exibidas peças de publicidade e noticiários.

“O *hardware* já faz parte do portfólio do grupo, mas a integração que estamos implantando nas estações e dentro e fora dos trens, em parceria com a empresa SNEF, traremos ainda informações de tempo de chegada e saída dos aviões do aeroporto de Guarulhos, proporcionando uma integração absolutamente inovadora na América Latina”, exulta **Rafael Rossi**, gerente comercial de Assistência Técnica da Mobitec.

E a empresa oferecerá ainda todo o suporte técnico e a assistência 24 horas, sete dias por semana ao sistema, compreendendo peças de reposição e técnicos altamente capacitados para sua ininterrupta e perfeita operação. Aliás, como registra Rafael, já tem seu uso plenamente consolidado desde 2016, quando a Mobitec o instalou no Aeromovel do Aeroporto de Porto Alegre, juntamente com a Aerom e a Marcopolo. “E, desde então, temos recebido inúmeras consultas de várias operadoras de modais semelhantes para atender aos passageiros com esta, que é a melhor e mais inovadora solução do mercado à finalidade a que se destina”, conclui. 📍



Pedro Moro, presidente da CPTM

## Interconexão fundamental

*Pedro Moro, presidente da CPTM, fala sobre a importância do People Mover do GRU Airport – o Aeromovel – para o transporte rápido, confortável e seguro de passageiros*

A Companhia Paulista de Trens Metropolitanos (CPTM) é uma sociedade de economia mista operadora de transporte ferroviário vinculada à Secretaria dos Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo. Atualmente, segundo informações de seu site, ela tem hoje 196km de linhas e 57 estações operacionais, atende 18 municípios e se apresenta como a melhor alternativa para atenuar o problema da mobilidade na Região Metropolitana de São Paulo, promovendo constantemente obras de melhoria e modernização do sistema ferroviário por ela administrado.

E em sua missão de prestar serviço de transporte público propiciando mobilidade com excelência e acesso a serviços associados ao transporte, proporcionando uma experiência única aos passageiros, a companhia entende como bastante positiva a decisão tomada na esfera da iniciativa privada pela concessionária do GRU Airport, de oferecer aos cidadãos os serviços do *People Mover*, trem automático

que ligará a Linha 13-Jade da CPTM aos terminais do Aeroporto Internacional de Guarulhos, que tem previsão de entrega no 1º Semestre de 2024.

Acerca do tema, a Revista **BRASIL ENGENHARIA** conversou com Pedro Moro, diretor presidente da CPTM. E nesta entrevista exclusiva, ele expõe a relevância da conclusão do projeto do Aeromovel, que, sem dúvida alguma, trará uma grande contribuição para a mobilidade urbana de São Paulo. Confira!

**– Como você avalia a importância, o nível de eficiência e de complementaridade que o People Mover, o Aeromovel do Aeroporto de Guarulhos, dará ao transporte público de São Paulo?**

“A complementaridade para os serviços na mobilidade urbano é, hoje, fundamental. E quanto mais esses modais se interconectarem, melhor será para a população. E isso vale para qualquer tipo de modal, desde bicicletas até aplicativos, táxis, ônibus e metrô, que constituem a intermodalidade tradicional, e também agora para o Aeromovel, que vai fazer a

ligação de um trecho específico e privado no Aeroporto de Guarulhos, junto ao sistema de alta capacidade de transporte de passageiros da CPTM, que pode fazer com que as pessoas tenham mais conforto e uma utilização maior do serviço.”

**– Em função das particularidades e especificidades do projeto, quais são os principais benefícios que o senhor enxerga no sistema do People Mover, no que tange a seus aspectos técnicos, construtivos e de adequação ambiental e urbanística?**

“A solução do *People Mover* foi bastante adequada para o tipo de traçado escolhido, atendendo a algumas características interessantes e bastante específicas do modal. Por exemplo, devido ao fato de se trabalhar apenas com vigas e pilares pré-moldados, a implantação do projeto é muito rápida e ‘leve’, no sentido de não ser complicada. Além disso, nesse projeto ele tem um raio de curvatura muito acentuado e muito maior do que qualquer outro sistema metroferroviário, que facilita bastante a implantação desse tipo de serviço

de conexão em trajetos curtos entre as estações. Ambientalmente, o *People Mover* atende a todos os requisitos urbanísticos, porque tem praticamente nenhuma emissão de poluentes. Complementarmente, ele é um projeto que tem uma característica muito interessante, que é o potencial de fazer essa ligação entre os serviços de alta e média capacidade, tendo como ponta final a baixa capacidade. Assim, quando nós estudamos e fizemos o projeto em conjunto, principalmente da parte da ligação da CPTM, ficamos bastante surpresos com o alto grau de inovação e de facilidade de implantação desse projeto.”

**– A operação do Aeromovel, cujo início está previsto para o 1º Semestre de 2024, prevê a gratuidade de seu uso pelos passageiros. Tendo em vista a questão da sustentabilidade da operação, a não cobrança de passagens poderá ser mantida indefinidamente ou, em algum momento, estas poderão vir a ser cobradas dos usuários?**

“Veja bem, esse é um processo exclusivo e privado, cuja relação comercial está totalmente a cargo do Aeroporto de Guarulhos. O aeroporto é uma concessionária de serviço público, com contrato ainda em situação de continuidade por vários anos, e, dentro dele, a forma que foi colocada prevê a gratuidade. Depois do final desse contrato e, eventualmente, de um novo processo de concessão do aeroporto, aí serão as regras do Governo Federal que irão definir a situação. Esse não é um serviço operado pela CPTM, e, portanto, a tarifação dele é um assunto único e exclusivo do setor privado do Aeroporto de Guarulhos.”

**– De que forma o presente projeto do People Mover I Aeromovel se integra às outras ações empreendidas atualmente pela CPTM, tais como a da recente inauguração da extensão do Serviço Expresso Aeroporto até a Estação Palmeiras-Barra Funda, criando novas e importantes possibilidades de conexão para quem utiliza o Aeroporto de Guarulhos?**

“Como eu já mencionei aí atrás, a intermodalidade – ou seja, as conexões entre os diversos modais de transporte – é fundamental para melhorar a vida dos cidadãos, os tempos de deslocamento, o seu conforto, porque, quando isso acontece, se ganha principalmente qualidade de vida. Nesse sentido, a ligação do *People Mover* com os terminais de Guarulhos, seja para os passageiros, seja para quem trabalha no aeroporto, que representa seguramen-

te uma parcela significativa de usuários, isso trará um ganho de qualidade de vida para as pessoas, que poderão fazer uso de um serviço, como é o caso do Expresso Aeroporto da CPTM, que liga as estações da Barra Funda e da Luz em cerca de 30-35 minutos, à Estação Aeroporto, e de lá, diretamente, sem precisar sair de suas instalações, pegar um outro serviço de transporte rápido, que vai deixar os usuários nos terminais do Aeroporto de Guarulhos, para embarcar em uma viagem, para buscar algum parente, para trabalhar ou até para somente visitar o aeroporto. Então, essa conexão entre esses dois modais, a Linha 13-Jade e o *People Mover*, é fundamental para ganhos de qualidade de vida das pessoas, de conforto e de rapidez em seu deslocamento.”

**– Existem outros projetos em estudo – ou, efetivamente, em andamento –, contemplando novas conexões ou extensões de linhas da CPTM direcionadas ao Aeroporto de Guarulhos?**

“Não. Não há atualmente estudo sobre novas conexões para o Aeroporto de Guarulhos. A Linha 13-Jade é a única que temos no momento, embora tenhamos estudos de ampliação dela em direção a Bonsucesso, que é o bairro após o aeroporto, bem como ao Centro de São Paulo, e às regiões do Ipiranga e do ABC, para melhorar sua distribuição. Os serviços do Expresso Aeroporto da Estação Barra Funda e da Estação da Luz até o Aeroporto de Guarulhos serão mantidos, e não têm previsão de ampliação, até porque, como você disse, acabamos de inaugurar a extensão Barra Funda, um polo central extremamente importante, com terminais rodoviários e urbano, próximo à Marginal Tietê, e de fácil acesso para entrada e saída de veículos.”

**– Em função de suas vantagens e aspectos positivos e intrínsecos como modal de transporte, o People Mover tem potencial para ser uma solução viável a ser aplicada no futuro em outros lugares da Região Metropolitana de São Paulo?**

“Acompanhando a implantação do projeto do *People Mover*, notamos que o *People Mover* é uma solução rápida e bastante interessante para transportes de baixa e média capacidade, a fim de se poder fazer ligações, por exemplo, entre pontos finais e terminais metroferroviários e alguns modais que necessitem de uma ampliação também de média capacidade. Ou então, eventualmente, para a ligação

entre cidades conurbadas, ou algo nesse sentido, de forma rápida, limpa e com uma facilidade muito grande de implantação, necessitando de poucas desapropriações, o que torna o *People Mover* extremamente interessante para cidades com alta densidade populacional, como São Paulo e Campinas, por exemplo, que podem se apropriar de um sistema como esse, que apresenta características de inovação bastante notáveis.”

**– Em uma recente entrevista, você afirmou que o governo entende que a expertise da CPTM será fundamental para projetos de expansão sobre trilhos no estado de São Paulo. Objetivamente, qual será a importância da companhia no processo? E qual espaço e soluções inovadoras como o People Mover poderão vir a ter nele?**

“Realmente, a CPTM tem um *expertise* bastante ampla para planejamento, gerenciamento e até implantação de serviços ferroviários. Temos uma equipe de engenheiros, arquitetos, pessoas especializadas em operação e em manutenção, que nos permite pensar no futuro da mobilidade de São Paulo na parte de trilhos de trens. Essa é uma das funções que a companhia tem, juntamente com a Secretaria de Transportes Metropolitanos, que está sendo efetivamente exercida. Assim, estamos estudando algumas possibilidades de ligações entre cidades da RMSP com trens, aproveitando as faixas de domínio existentes ou subutilizadas. São projetos que a gente tem elencado e vem discutindo com outros órgão do governo, como a Secretaria de Parceria e Investimento, a fim de detectar as melhores oportunidades de parcerias com a iniciativa privada, como é o desejo do governador Tarcísio de Freitas de retomar o transporte de passageiros por trilhos, de forma cada vez mais forte e ampla no estado de São Paulo. Esse é um papel que a CPTM tem e vem cumprindo, e creio que a companhia pode se tornar cada vez mais importante nesse sentido, como um órgão de planejamento do transporte sobre trilhos, bem como auxiliar ou fazer parte de uma agência reguladora na área, que precisa apresentar robustez ante a possíveis concessões que virão pela frente, como os Trens Intercidades (TIC) que já estão lançados e aqueles que deverão ainda vir no futuro, como os de São José dos Campos, Sorocaba e Santos. Temos que pensar em todos eles, bem como procurar fortalecer a regulação desses serviços para o bem da população.” 



FOTO: ACERVO AEROM

Oskar Coester

## Uma trajetória calcada no orgulho de ser brasileiro

*Com engenhosidade, vivacidade e brilho inigualáveis, Oskar Coester, o inventor do Aeromovel, deixou o exemplo de que transformar sonhos em realidade sempre é possível*

“O mundo só se move por causa dos sonhadores”. A icônica frase, de autoria do saudoso Oskar Coester, idealizador do Aeromovel, talvez fosse, por si só, suficiente para revelar a envergadura do caráter de um grande homem. Porém, no caso dele, ainda parece acanhada para definir o que ele viveu, efetivamente realizou ao longo de sua passagem sobre a Terra.

Sim, assim como os grandes gênios da Humanidade, mais do que sonhar, ele materializou muitos de seus sonhos em prol do benefício e do bem-estar da sociedade, entre outras coisas – e em especial –, no campo da mobilidade urbana, criando uma nova e engenhosa solução para transportar pessoas com rapidez, conforto e segurança. E como o homem pode sempre sonhar e realizar, abriu portas para que outros, a partir de seu exemplo, possam sempre evoluir e perpetuar aperfeiçoar as ideias de seu legado.

Com efeito, quase faltam termos e adjetivos para definir a grandeza da herança que ele deixou. Ser humano de caráter ilibado, cientista e inventor visionário, gênio inovador, líder motivador e professor generoso, empresário de sucesso dotado de competência extrema, competidor inteligente e justo, todos os aspectos de sua existência podem ser tratados com superlativos.

### CIENTISTA INCANSÁVEL

E tudo começou no dia 26 de setembro de 1938, quando o filho de imigrantes alemães que ganhou o imponente nome de Oskar Hans Wolfgang Coester nasceu em Pelotas, no Rio Grande do Sul, e, já na infância, passou a demonstrar enorme interesse pelo transporte e pela tecnologia, quando fugia da sala de aula para ver os trens na estação de sua cidade, e desmontava e remontava relógios para entender seu funcionamento.

Movido pelo seu interesse no funciona-

mento das máquinas, em 1952, aos 14 anos, o guri passou no exame de admissão na Escola Técnica de Pelotas, unidade de ensino fundada na década de 1940 pelo então presidente Getúlio Vargas, como parte do projeto político governamental de incentivar a indústria e a tecnologia nacionais.

Ali, ao longo de sua formação, o jovem passava longas horas nas oficinas da escola, muitas vezes madrugada adentro, absorto no trabalho com motores e em diferentes experimentações científicas. Essa fixação pela mecânica lhe rendeu o apelido de “O Cientista” entre os professores e colegas, e acabou resultando ainda em um projeto próprio de criação de um motor à combustão interna de dois cilindros.

No decorrer de sua formação, o rapaz cursou modelagem, fundição, mecânica e elétrica. Simultaneamente, começou a desenvolver um interesse especial pela aviação. Dedicado a essa aspiração, projetou e construiu em um dos galpões da escola pelotense um protótipo de pulsojato. E ao acioná-lo pela primeira vez, em uma madrugada até então silente, gerou um barulho ensurdecedor que acabou por acordar com alarme toda a vizinhança, sem que esta soubesse que se tratava do experimento de um de seus alunos mais ousados e criativos.

### VARIG: UM DIVISOR DE ÁGUAS

Aos 17 anos, já com o diploma de técnico nas mãos, Oskar decidiu deixar Pelotas para, literalmente, alçar voos mais arrojados. Assim foi para Porto Alegre, com o objetivo de ingressar na portentosa Viação Aérea Rio-Grandense - a Varig -, que então despontava como a principal empresa aérea nacional na década de 1950, matriculando-se na Evaer, escola de Aeronáutica criada pela companhia para fortalecer seus planos de expansão do mercado, uma das pioneiras em ensino da aviação no país, e uma das mais importantes na América Latina, na qual se laureou e iniciou sua carreira como técnico em mecânica e eletrônica de aviões.

Coincidentemente, isso não poderia ter acontecido em melhor momento, uma vez que, além do forte aquecimento do mercado, a indústria mundial de aviação passava por grandes transformações ditadas pela transição da tecnologia de hélice para a de jato. E a Varig, então vivendo sua “Era Dourada” sob o comando de seu emblemático presidente, Ruben Martin Berta – que viria a se tornar o mentor e um grande amigo de Oskar –, se destacava globalmente como uma das protagonistas nesse processo, com a incorporação de dois Boeings 707 à sua frota. Ato contínuo, a instrumentação interna de voo também



FOTO: ACERVO AEROM

### Histórica - Varig

passava por grandes mudanças e, para fazer frente a esse novo momento, a empresa estava contratando pessoas do setor técnico para realizar a manutenção e receber treinamentos para lidar com tais novas aeronaves.

Dessa forma, assim entrou para a companhia gaúcha, Oskar, foi designado para a equipe técnica e, com apenas 18 anos, foi enviado a Renton, cidade do estado norte-americano de Washington, nos Estados Unidos, para receber treinamento na sede da Boeing. E a experiência adquirida ao longo dos 13 anos em que trabalhou como gestor da área de Manutenção Técnica de Aeronaves da Varig – na época uma das maiores e mais conhecidas companhias aéreas privadas do mundo – foi de grande importância em sua carreira.

### EVOLUÇÃO ACELERADA

Entretanto, tudo isso ainda parecia pouco para o espírito inquieto e intrépido do jovem Oskar Coester. Por conta disso, em 1960, com pouco mais de 20 anos de idade, ele resolveu encarar mais um grande e arrojado desafio: o de empreender. Assim, em paralelo à sua atuação na Varig, ele fundou a Industrial e Comercial Rio-grandense (ICR), empresa própria na qual trabalhava nas horas vagas e finais de

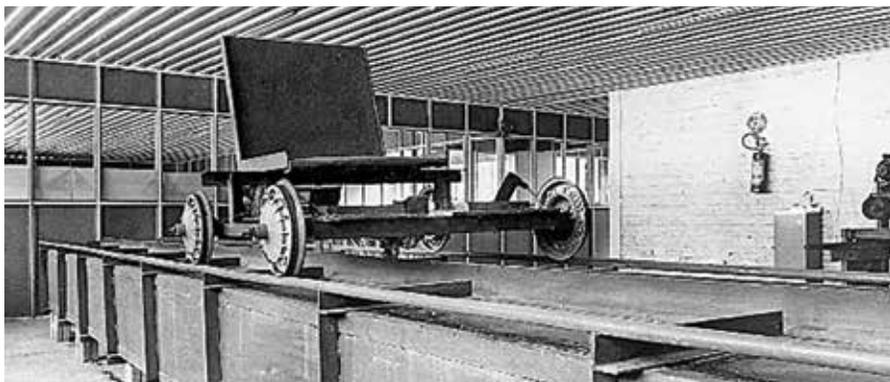


FOTO: ACERVO AEROM

### Histórica - protótipo Aeromovel

semana, desenvolvendo projetos eletrônicos diversos, tais como sistemas servomecânicos, equipamentos de navegação e de pilotagem automática de navios.

Até que, em 1970, após a morte de Rubem Berta, Oskar decidiu deixar a Varig, e passou a dedicar-se exclusivamente à sua empresa e a seus projetos em sua pequena empresa, que já havia ganhado o nome de Coester Ltda. Pouco depois, com o crescimento da indústria naval, fundou, em São Leopoldo, no Rio Grande do Sul, a Coester S/A – Equipamentos Eletrônicos, a única empresa à época na América Latina que projetava e fabricava sistemas giroscópicos, de navegação e ecossondas para a Marinha Brasileira, que equipou mais de 350 navios, incluindo grandes petroleiros.

E a evolução do empreendedor mostrou-se muito rápida após isso. Em função do contínuo sucesso alcançado em seus negócios, não demorou muito para Oskar dar alguns passos que se mostraram decisivos para pavimentar o crescimento de sua empresa. Assim, em 1977, comprou a Inbrasin, empresa ligada à fabricação de agulhas magnéticas, transferindo sua sede do Rio de Janeiro para o parque industrial de São Leopoldo. E, no

ano seguinte, adquiriu o controle acionário da Metalúrgica Alpair, nessa mesma cidade.

Não por mero acaso, a vinda da Alpair para o já bem azeitado Grupo Coester funcionou como plataforma estratégica para a materialização de um revolucionário projeto do empresário gaúcho. E isso ficou claro a partir do novo nome que ele escolheu para rebatizar aquela empresa, que passou a se chamar Aeromovel Brasil S/A. E, nela, ele daria seu próximo grande passo na direção da inovação: a solução tecnológica capaz de melhorar e qualificar o transporte urbano em um cenário de cidades cada vez mais congestionadas pelo trânsito.

Assim, antes mesmo de concluir a aquisição do controle acionário da Alpair, Oskar registrou, em 1977, o requerimento da primeira patente da inovadora solução tecnológica de mobilidade de passageiros por via elevada, movida por propulsão pneumática, hoje conhecida como o Sistema Aeromovel, o engenhoso *People Mover* que acabaria por dar notoriedade internacional ao seu inventor.

### UMA IDEIA GENIAL

A bem da verdade, a concepção do primeiro protótipo do Aeromovel era um sonho



FOTO: ACERVO AEROM

### Histórica – projeto Aeromovel



FOTO: ACERVO TRENSURB

### Oskar Coester - inauguração do Aeromovel em Porto Alegre (RS), 2013

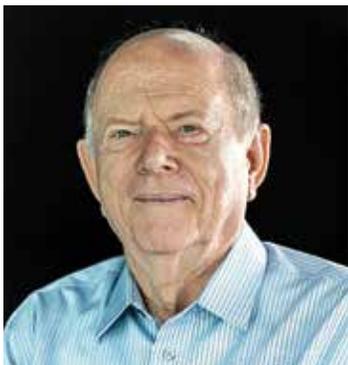


FOTO: MANGEL PETRY

Oskar Coester



FOTO: ACERVO AEROM

Oskar Coester – inauguração do Aeromovel em Porto Alegre (RS), 2013



FOTO: EURICO SALES

Oskar Coester

bastante antigo de Oskar Coester, quando, no final da década de 1960, morando no bairro do Leme, no Rio de Janeiro, o genial empresário gaúcho percebeu que, ao se deslocar de sua casa até o Aeroporto Internacional do Galeão, gastava mais tempo percorrendo 20 km em terra do que os 1.124 km que separam o Rio de Janeiro de Porto Alegre por via aérea.

E, em meio a uma dessas morosas viagens no já emaranhado trânsito da capital fluminense, veio-lhe à mente a lembrança de um antigo diálogo mantido com o seu mentor Ruben Berta no pátio do Aeroporto de Seattle, nos EUA, no qual este lhe disse: "Oskar, de nada vai adiantar mais aumentar a velocidade dos aviões. O problema, na verdade, é chegar até o aeroporto." Essa provocativa frase do antigo presidente da Varig permaneceu latente em sua cabeça por longos anos, até que, vislumbrando um novo patamar de oportunidades, ele decidiu encarar o maior desafio de sua vida: a criação do Aeromovel.

Assim, com o apoio de sua esposa Elida, que embarcava nos projetos de futuro do marido, a partir de 1977 Oskar foi pouco a pouco testando possibilidades e, entre avanços e recuos, testes e ensaios noites e fins de semana adentro, acabou gradualmente engendrando o projeto de um veículo totalmente automático, leve e sem carregar o

peso morto de equipamentos de um trem, e, ainda, que não queimava combustível para se mover, porque era movido a ar, e trafegava como uma espécie de "barco a vela invertido", rodando rapidamente como um avião sobre trilhos suspensos sobre as cidades, portanto imune a congestionamentos de trânsito.

Ato contínuo, partindo de um simples protótipo para um ocupante, feito nos galpões de sua fábrica, em apenas três anos – e já com a devida patente industrial concedida por um órgão de certificação britânico –, o projeto passaria para uma linha de demonstração na Feira de Hanôver, na Alemanha, configurando-se como um dos grandes destaques daquele evento realizado em 1980.

Mais testes e avaliações ratificadas por parceiros indicando a viabilidade técnica e econômica para a utilização da tecnologia em sistemas de transporte urbano de média capacidade, propulsão exterior ao veículo implementada e certificada, comprovando que o sistema era superlativamente capaz de controlar pressão, direção e velocidade, conferindo-lhe segurança, e, ainda, com construção aprovada pelo Ministério dos Transportes, já em 1983 foi inaugurada a linha-piloto no centro da capital gaúcha, junto à orla do Guaíba, atraindo a atenção de especialistas do mundo inteiro.

## ESCALADA DE SUCESSOS

Comprovando a eficiência do sistema, o projeto alçou voos sobre o mundo. Em uma experiência única na vida, em 20 de abril de 1989, Oskar e Elida Coester, e ao lado do então presidente da Indonésia, Hadji Mohamed Suharto, participaram da cerimônia de inauguração da linha do Sistema Aeromovel em Jakarta, em operação até os dias atuais, e lá conhecido como "Tithan Samirono", em tradução livre, "O Menino do Vento".

E o projeto consolidou-se em 2013, com o início das operações do invento de Oskar no Aeroporto Internacional Salgado Filho, que já transportou milhões de passageiros, e, agora, com brilho excepcional, com a futura inauguração, ainda no 1º Trimestre de 2024, da linha do Aeromovel do GRU Airport. Enquanto isso, os projetos de novas implantações do *People Mover* do saudoso Oskar Coester estão em estudos de prospecção, multiplicando-se pelo Brasil e por todo o planeta.

Tudo isso, sem dúvida alguma, faz parte da trajetória e do exemplo da vida de um homem de estatura ímpar, e de um empreendedor carismático e incansável, que sempre professou sua proposta de servir à sociedade, bem como o orgulho de ser brasileiro, mantendo sempre vivas a centelha, a inspiração e a permanente crença de servir nosso país. 



FOTO: NILTON SANTOLINI

Oskar Coester



FOTO: NILTON SANTOLINI

Oskar Coester – inauguração do Aeromovel em Porto Alegre (RS), 2013



FOTO: MANGEL PETRY

Oskar Coester junto ao veículo geração 6

# “People Mover, a tecnologia indicada para as cidades brasileiras”

## Análise comparativa das tecnologias existentes

PETER ALOUCHE\*

O transporte nas cidades, grandes e médias, está em profunda transformação, fruto do surgimento das novas tecnologias e plataformas, e também em função das tendências e novos hábitos da sociedade, principalmente depois da pandemia do COVID19. A escolha do transporte através de aplicativos no celular, o compartilhamento do automóvel, o surgimento de carros e ônibus elétricos autônomos em faixas exclusivas, as ciclovias, o aluguel de bicicletas (elétricas ou não) e patinetes, além do crescimento do número de motos, têm levado os urbanistas e planejadores a procurarem, cada vez mais, modos de transportes coletivos, de menor capacidade, os VLTs e os “People Mover” que são veículos elétricos, automáticos, sem condutores, que circulam em elevado.

O “People Mover” - APM (Automatic People Mover) surge como um transporte de pequena e média capacidade ecológico e eficiente para ligar duas áreas distantes de 2km a 5km, com uma demanda contínua de usuários. Os People Mover se espalham em muitas cidades ao redor do mundo, principalmente no EUA e na Ásia, servindo aeroportos e outros grandes centros de compras ou lazer.

A implantação de “People Mover” nas

cidades brasileiras pode contribuir para transformar e renovar os centros urbanos de modo sustentável. Além de representar uma nova oferta no sistema de transporte, tem grandes efeitos potenciais sobre o ambiente econômico geral, ambiente social e natural da cidade. No Brasil só há, por enquanto, um People Mover em operação, o Aeromovel que liga o Aeroporto de Porto Alegre ao metrô da Trensurb.

A implantação de People Mover num sítio urbano pode ter efeito nos mais diversos campos, sobre a demanda por transporte em primeiro lugar, sobre os valores imobiliários ao longo da linha, sobre o desenvolvimento de negócios, comércio, empregos, e também sobre os espaços públicos, a sua segurança, sobre a própria imagem da aglomeração, sem esquecer os ganhos em ruído, poluição do ar e consumo de energia. Assim, a implantação de uma linha de People Mover não age tão somente como solução de transporte, mas como elemento de uma revolução urbana.

### O QUE É O PEOPLE MOVER – APM ?

O People Mover ou APM (Automatic People Mover), consiste num sistema de transporte com veículos pequenos elétricos automatizados, sem condutor, que circulam em unidades simples ou em composições de múltiplos carros guiados em vias especiais.

O APM usa veículos de pequena ou média capacidade, com 100 a 300 pessoas por composição, em elevado e é muito utilizado para ligar terminais de aeroportos, com linhas de metrô ou ferrovia, servindo também ao transporte para centros de compras ou de lazer, ou, como no Japão, ligando pequenas comunidades (muitas criadas no mar) aos sistemas estruturais de transporte etc. O intervalo entre composições pode chegar a 60 segundos.

Como circulam em faixa própria, em elevado, tecnologicamente podem ser considerados como pequenos metrôs com seus veículos assentados ou sobre rodas de aço ou sobre pneus de borracha.

Atualmente existem APMs principalmente nos grandes aeroportos de transferência, como o Aeroporto Internacional de Dubai, o Aeroporto de Atlanta e o Aeroporto Paris Charles de Gaulle. Os primeiros APMs surgiram no EUA no Aeroporto de Tampa (1971) e no de Seattle-Tacoma (1973). Atualmente há mais de 60 APMs no mundo inteiro, servindo aeroportos. No Brasil, há um People Mover, em operação há 6 anos, o Aeromovel, ligando o Aeroporto de Porto Alegre com a linha metroviária da Trensurb.

### TECNOLOGIA DO PEOPLE MOVER

A Tecnologia do People Mover tem evoluído ao longo das últimas décadas.

São três as principais tecnologias de APMs em operação no mundo:

- People Mover Tipo Monotrilho;
- People Mover Tipo Cable Car;
- People Mover Tipo Aeromovel.

**People Mover tipo monotrilho** - O People Mover tipo Monotrilho consiste em veículos elétricos com motor de propulsão interno ao veículo, com pneus de borracha que trafegam sobre estruturas de concreto. Embora eficazes, estes sistemas tem um custo muito elevado e são bastante pesados em função dos motores e equipamentos de tração embarcados, o que conseqüentemente exige infraestrutura de sustentação igualmente pesada e cara. É a tecnologia



Figura 1 - People Mover – Aeroporto Internacional de Tampa (EUA) - Bombardier



Figura 2 - People Mover tipo Cable Car de Veneza – Dopplemayr



Figura 3 - People Mover tipo Cable Car Aeroporto de Oakland (EUA) – Dopplemayr

mais consolidada, principalmente no EUA, com o mais recente sistema deste tipo o do Aeroporto de Tampa (Flórida), figura 1. É, em princípio, a mesma tecnologia utilizada nos grandes monotrilhos tipo “metrô Leve” que têm capacidade muito maior e que operam em algumas cidades japonesas. Há duas linhas de monotrilho em implantação em São Paulo, a Linha 15-Prata, em

permanente com uma casa de máquinas, além de custo elevado. A Dopplemayr (figuras 2 e 3), empresa austriaca, é a maior fornecedora dos cable cars, embora exista também uma outra, a francesa POMA (figuras 4 e 5) que também adaptou suas gôndolas das estações de esqui, em veículos que assentam sobre colchão de ar e são puxados por cabos. A POMA inaugu-



Figura 4 - People Mover do Aeroporto do Cairo, Egito - POMA

operação parcial, cuja operação deixa muito a desejar, e a Linha 17-Ouro em construção com problemas técnicos e contratuais de fornecimento.

**People Mover tipo cable car** - É um People Mover que surgiu com a adaptação das gôndolas para estações de esqui, convertidas para o plano horizontal. Os fabricantes adaptaram veículos sobre pneus que rodam sobre estruturas de aço ou concreto. O movimento ocorre através de cabos de aço tracionados por imensos carretéis mecânicos localizados nas extremidades das linhas. Elas apresentam relevantes limitações técnicas, como o comprimento do cabo de aço, sua ligação mecânica

rou, no Egito, um People Mover automático, tracionado por cabo interligando os terminais do Aeroporto do Cairo. Também forneceu People Mover para os aeroportos de Cincinnati em Detroit e de Zurique na Suíça. Sua mais grave limitação está relacionada ao comprimento máximo do cabo de aço, em segmentos de aproximadamente 1.000 metros, além de seu problema de segurança que depende da resistência do cabo.

**People Mover tipo Aeromovel** - É um tipo de “People Mover”, desenvolvido no Brasil (Rio Grande do Sul), com uma tecnologia inédita, que emprega o princípio exclusivo da propulsão pneumática, viabilizada por um fluxo de ar de baixa pressão e alta vazão. A propulsão utiliza ventiladores industriais estacionários, normalmente localizados junto às estações de passageiros. A pressão de ar atua sobre placas de propulsão fixas ao veículo que se deslocam dentro do duto da via, resultando no empuxo de propulsão. A aplicação comercial internacional do Aeromovel foi em Jacarta – Indonésia (figura 6), em operação desde abril de 1989 e em Porto Alegre conectando o Aeroporto Salgado Filho ao Metrô da Trensurb (figura 7), em operação desde 2013. Há também, em implantação um Aeromovel que vai ligar a Estação da CPTM, em Guarulhos, aos terminais do Aeroporto de Cumbica.

### ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS TRÊS TECNOLOGIAS DE APMs

A seguir será feita uma análise técnica comparativa sumária das três tecnologias de APMs, MONOTRILHO, CABLE CAR e AEROMOVEL, sob diferentes aspectos, mostrando as vantagens e desvantagens de cada uma e sugerindo qual seria a tecnologia que, em cada aspecto é a mais indicada para as cidades brasileiras.

Porém, antes de apresentar esta análise



Figura 5 - People Mover de Perugia (Itália), POMA, construído por Leitner



Figura 6 - Aeromovel de Jacarta – Indonésia - COESTER

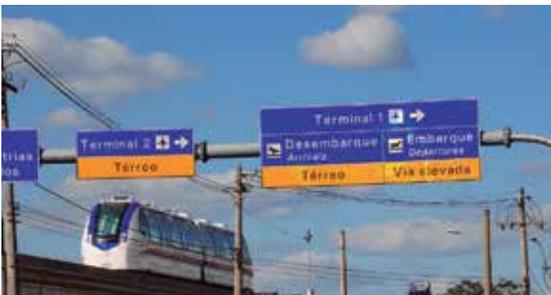


Figura 7 - Aeromovel de Porto Alegre - COESTER

comparativa entre as três tecnologias, e só a título de referência, vale a pena mencionar uma outra Análise Comparativa, realizada em 2013, numa Comunicação Técnica feita pela Empresa Lindau, encomendada pelo fabricante Doppelmayr, no Congresso da Associação Nacional de Transportes Públicos realizado no Rio de Janeiro. O trabalho faz uma análise comparativa entre tecnologias de sistemas APMs implantados e operando em alguns países para aferir a “performance” entre eles. Foram selecionados quatorze sistemas e algumas variáveis também escolhidas para as análises comparativas, como extensão, número de estações, tipo de linha, capacidade, velocidade máxima, custo de operação, fabricante, e custo de implantação.

Apesar da análise ter sido muito interessante e em alguns aspectos entrando em considerações técnicas com profundidade, o estudo peca por aparentar (talvez fosse até essa a intenção) um documento de “marketing” da Empresa patrocinadora do estudo. A Doppelmayr é detentora da tecnologia de sistemas de transporte de pessoas por cabo, com o sistema APM com propulsão externa ao veículo. Ao afirmar no artigo, por exemplo, que é detentora mundial, da tecnologia de sistemas de transporte de pessoas “que disponibilizou ao mercado, o sistema APM com propulsão externa ao veículo”, deixou de mencionar a Tecnologia brasileira do Ae-

romovel, tecnologia brasileira, também com propulsão externa ao veículo, em operação, na época, em Jacarta, na Indonésia, desde 1989 e em Porto Alegre desde 2013. Também não citou o People Mover POMA com tração a cabo.

A análise comparativa, a seguir, embora subjetiva, será baseada em dados técnicos concretos obtidos de sistemas de transportes em operação pelo mundo. Os aspectos que serão analisados são:

- 1) Complexidade da tecnologia;
- 2) Segurança na circulação dos veículos;
- 3) Segurança de evacuação dos usuários em caso de pane no elevado;
- 4) Uso de rodas de borracha x rodas de aço;
- 5) Peso dos veículos;
- 6) Energia necessária para tração;
- 7) Confiabilidade e disponibilidade operacional;
- 8) Custo de implantação e operação;
- 9) A vida útil do People Mover;
- 10) Dependência externa do fornecedor.

### 1) Complexidade da tecnologia

A Tecnologia do MONOTRILHO é de grande complexidade por ser uma tecnologia específica para cada fornecedor. O nome monotrilha me parece inadequado, porque o veículo não assenta sobre trilho. Apresenta a particularidade de ter rodas de pneus especiais (na grande maioria fornecidos pela francesa Michellin), tanto para a circulação na via quanto para guiar o veículo. O veículo carrega nele seu motor de tração e sistema de frenagem, o que o torna pesado. Sua manutenção é muito complexa e custosa. O monotrilha apresenta problemas, a começar pelo uso de pneus de borracha, poluidores, inseguros e que elevam o consumo de energia. Tem também outras dificuldades como os mecanismos dos aparelhos de mudança de vias, track switch (figura 8), lentos e caros. Na questão de segurança, o monotrilha apresenta uma grande adversidade em caso de pane ou incêndio, para a evacuação dos passageiros.

A Linha 15-Prata do Metrô de São Paulo é o exemplo da complexidade dessa tecnologia, ainda não totalmente dominada no Brasil. A Linha 17-Ouro do Metrô mostrou que uma tecnologia que dependa de um determinado fornecedor estrangeiro, não é



Figura 8 - Track switch do monotrilha



Figura 9 - Sky Train – Vancouver

adequada para o Brasil. A tecnologia que já obteve grande desenvolvimento no Japão está em franco declínio (figuras 9 e 10).

A Tecnologia do CABLE CAR é de grande complexidade por ser uma tecnologia específica para cada fornecedor (Doppelmayr, austríaca ou POMA, francesa). O veículo é traçado e freado através de um cabo preso ao veículo. Usa como via, um trilho de aço auto-sustentável assentado numa viga em I, que forma a superfície de rolamento e guiamento. O veículo não tem unidade de motores, caixas de câmbio de bordo ou freios. A complexidade dessa tecnologia reside no mecanismo que aciona os cabos a partir de uma casa de comando e nas interfaces entre o veículo e via, em função das tolerâncias que são exigidas no projeto e instalação. Sua manutenção é muito complexa e custosa. Foi implantada em diversas cidades do mundo, geralmente para distâncias curtas até 1.000 m (figura 11).

O AEROMOVEL é uma tecnologia inovadora, brasileira que, embora muito simples, tem algumas particularidades específicas que exigem um alto padrão de fabricação, como as válvulas de acionamento e o sistema de vedação. No Aeromovel os veículos são movidos a ar e não carregam motores de tração (figura 12). Estes são estacionários do tipo industrial. O elevado para sustentação do Aeromovel é formado de vigas de concreto do tipo caixão, que formam um duto de ar embaixo da via. Cada veículo é

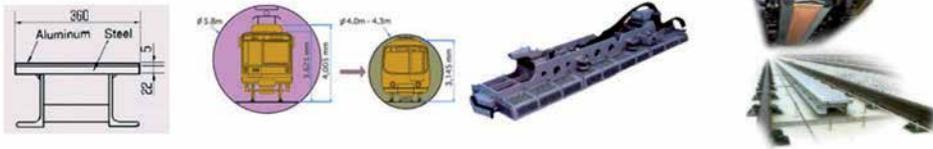


Figura 10 - Tipologia do motor linear

ligado por um mastro a uma placa - um “pistão” - dentro deste duto de ar. O Aeromovel está alinhado com as tendências tecnológicas do futuro, que rejeita os equipamentos caros, complexos, ineficientes, ambientalmente e economicamente menos sustentáveis. Sua manutenção é muito simples e barata porque usa componentes padronizados industriais robustos de prateleira com uma rede de assistência técnica em território nacional. Embora haja por enquanto poucas cidades que adotaram o Aeromovel, Jacarta e Porto Alegre, por exemplo (figura 13), a tecnologia é muito promissora pelas grandes vantagens que tem em relação às outras tecnologias como se verá a seguir.

**2) Segurança na circulação dos veículos**

Em termos de Segurança, o Aeromovel é certamente o APM que apresenta maior índice de segurança, porque é o único que tem uma segurança “intrínseca” sem risco de colisão entre os veículos, devido à compressão de ar dentro do duto de propulsão. Como é impulsionado por pressão de ar, forma-se entre um veículo e outro uma bolsa de ar que impede a colisão. As rodas de aço não são para tração e são de aço o que torna a circulação muito segura. Tem por outro lado um sistema de sinalização automática, como qualquer sistema ferroviário. A segurança do Cable Car depende totalmente do cabo que tem a responsabilidade de impulsionar e frear o veículo. Por outro lado o uso de rodas de pneus para seu sustento é considerado um ponto fraco. A sua segurança é considerada frágil porque depende unicamente da resistência do cabo e da sustentabilidade das rodas de pneus.

A segurança do monotrilho é ainda mais frágil porque as rodas de pneus de borracha não só sustentam os veículos e os guia, mas são responsáveis pela tração e frenagem. Apesar de ter o sistema de sinalização ferroviária, este não se comprovou eficiente como mostrado na Linha 15-Prata do Metrô de São Paulo. E as rodas de pneus por serem pressionadas na viga, estão sujeitas a explosão e podem provocar incêndio do veículo, perigo que aliás, se tem confirmado na linha 15-Prata, com o estouro dos pneus que

atingiram o espaço da rua, além do risco de descarrilamento.

**3) Segurança de evacuação dos usuários em caso de pane no elevador**

Este é um elemento de extrema importância e gravidade. Em caso de pane, com o veículo parado na via elevada, a evacuação dos usuários tem que ser feita com toda segurança, considerando inclusive as pessoas com dificuldade de locomoção. O Aeromovel é certamente um People Mover totalmente seguro, porque os usuários podem descer sem nenhum problema pela frente do veículo, e caminhar com toda tranquilidade pela via que é totalmente livre sem obstáculos. No caso do Cable Car, em caso de queda de energia, o único modo de evacuar os usuários é através do apelo aos bombeiros.

No caso do monotrilho também, a não ser que as duas vias estejam próximas e que haja ainda energia na outra linha; pode-se então recorrer ao veículo da via oposta para estacioná-lo junto ao veículo bloqueado e os usuários poderiam passar de um veículo para outro. Operação não tão simples. A passagem de emergência, estreita e vazada além de muito alta que o Metrô de São Paulo construiu junto à via nas linhas 15-Prata e 17-Ouro, é impraticável como os testes o demonstraram.

**4) Uso de rodas de borracha x rodas de aço**

O Aeromovel e o APM a Motor Linear usam rodas de aço, como a maioria dos sis-

temas metroferroviários, enquanto o monotrilho e o Cable Car usam rodas de pneus. A vantagem dos pneus de borracha em vez dos trilhos é uma aceleração mais rápida e uma distância de frenagem mais curta, ideal para viagens curtas e também para distâncias mais longas em um aeroporto.

É indiscutível que rodas de pneus apresentam grandes inconvenientes em termos de poluição atmosférica (em função das películas emitidas), de energia, de custo de manutenção e principalmente de segurança com a possibilidade de estouro dos pneus e até de incêndio. O Aeromovel usa rodas de aço que circulam sobre trilhos. As rodas de aço sobre trilhos, sem a função de tração no caso do Aeromovel, têm duração muito maior que nos VLTs e metrô sem precisar que sejam trocados. No caso do monotrilho, os pneus de borracha têm que ser substituídos frequentemente com a conseqüente parada operacional e a um custo significativo. Por outro lado com o atrito no concreto guia, os pneus danificam a superfície do concreto o que exige manutenção frequente, além de ser fonte de partículas poluidoras do ar.

**5) Peso dos veículos**

O Cable Car e o Aeromovel levam uma grande vantagem em relação ao Monotrilho e ao APM a Motor Linear, porque seu veículo não carrega o motor de tração o que torna o veículo leve, com todas as vantagens decorrentes em termos de leveza da estrutura da via e da energia despendida em peso morto. Mas é preciso ressaltar que embora os veículos do Cable Car, em si, sejam de fato leves, o peso real do conjunto é muitíssimo maior pois os cabos de aço estão permanentemente atrelados em um loop, impactando muito na potência instalada.

**6) Energia necessária para tração**

O Monotrilho e o APM a motor linear são os sistemas que mais energia precisam para tracionar os veículos. O monotrilho,



Figura 11 - Cable Car Aeroporto de Oakland

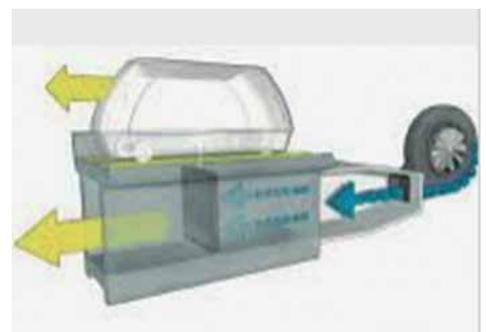


Figura 12 - No Aeromovel os veículos são movidos a ar



Figura 13 - Aeromovel é excelente para curtas distâncias

além de carregar o motor de tração e frenagem, necessita de mais energia por causa do atrito dos pneus na pista. O APM a Motor Linear apresenta muita perda de energia. Aliás é esse baixo índice de eficiência energética que fez com que a tecnologia não se propagasse pelo mundo. No caso do Cable Car, a energia necessária para tracionar o veículo também é alta em função do peso dos cabos. O tensionamento dos cabos na polia de tração localizada na casa de máquinas exige uma energia de muito esforço. O Aeromovel é o People Mover mais eficiente em termos energéticos, por ter seu veículo acionado por pressão de ar de baixíssimo consumo. O Aeromovel usa pelo menos 30% menos energia do que outras tecnologias.

### 7) Confiabilidade e disponibilidade operacional

Para avaliar a vida útil dos APMs, dois fatores são indicativos: o primeiro é a necessidade de manutenção e renovação exigida pela tecnologia; o segundo fator são os eventos graves que acontecem durante a operação dos sistemas.

Quanto à manutenção, a tecnologia do monotrilho apresenta problemas nos mecanismos de mudança de via, nos truques e nos pneus de borracha, reduzindo a confiabilidade e disponibilidade da operação. Bastaria observar o que tem acontecido na

Linha 15-Prata do Metrô de São Paulo, sem falar do monotrilho da Linha 17-Ouro sem previsão de ser concluída.

A confiabilidade e disponibilidade do Cable Car é relativamente baixa em função da complexidade do mecanismo de tração e frenagem, localizados na casa de máquina e que exige manutenção constante. Há evidências de que a dependência total de um extenso e pesado cabo de aço móvel, com especializadas e complexas máquinas de tração, além dos específicos dispositivos de grip (atracação dos veículos ao cabo), podem causar, como já causaram, inaceitáveis paradas não programadas para manutenção: caras e demoradas. Quanto ao Aeromovel, a sua manutenção é muito simples o que o torna muito confiável e disponível. Ele comprovou, nos seus mais de 30 anos de operação contínua, em Jacarta e quase oito anos de operação contínua no Aeroporto de Porto Alegre, uma alta confiabilidade não tendo apresentado problemas de pane.

### 8) Custo de implantação e operação

Embora eficazes os APMs do tipo Monotrilho, têm um custo muito elevado e são bastante pesados em função dos motores e equipamentos de tração embarcados, o que conseqüentemente exige uma infraestrutura de sustentação igualmente pesada e cara. O mais recente sistema deste tipo entrou em operação no Aeroporto de

Tampa (Flórida) em 2018 e custou mais de 180 milhões de dólares por quilômetro. O APM a Motor Linear tem basicamente o mesmo custo por ser um sistema tipo metrô leve.

No caso do APM tipo Cable Car da Doppelmayr o custo de implantação é também elevado, como se constatou no caso do Cable car de aeroporto de Oakland (Califórnia), cujo custo chegou a 100 milhões de dólares por quilômetro.

O Aeromovel, por ser uma tecnologia brasileira, com seus equipamentos simples do tipo industrial, tem um custo que não chega a um terço dos outros sistemas.

### 9) A vida útil do People Mover

Em termos de vida útil dos sistemas, o Cable Car tem a desvantagem de depender da vida útil dos cabos de tração e frenagem. É de aproximadamente de 15 anos. A partir daí todo o sistema precisa ser substituído. No caso do Monotrilho se a manutenção é bem feita (com a troca constante de pneus), a vida útil pode chegar a 20 ou 25 anos. Para o APM a Motor Linear é maior. No caso do Aeromovel, em função da sua simplicidade e robustez de seus componentes a vida útil é ainda maior chegando aos 40 anos ou mais. O único elemento que pode no Aeromovel ser sujeito a uma vida útil menor é a borracha de vedação do bloco por onde é pressionado o ar, mas de fácil substituição.

### 10) Dependência externa do fornecedor

Os APMs tipo Monotrilho, Motor Linear e Cable Car são tecnologias de fornecedores estrangeiros. Os equipamentos e componentes são produzidos fora do Brasil e ficam portanto sujeitos à importação e limitados ao fabricante exclusivo, podendo causar falta de assistência técnica especializada no Brasil e provocar longas paradas operacionais. Foi o caso recente do monotrilho da Linha 15-Prata do Metrô de São Paulo, paralisado por longo período e dependente da presença de técnicos enviados especialmente do Canadá para o devido suporte técnico



Figura 14 - Conexão por Aeromovel da Linha 13-Jade da CPTM com o Aeroporto de Guarulhos, traçado em execução pelo Consórcio AeroGru



- Traçado: 1.200 metros
- Estações:
  - Tietê-Portuguesa
  - Campo de Bagatell (interligação com o futuro corredor 23 de Março)
  - Anhembi

Figura 15 - Linha do Aeromovel em São Paulo, estudo de Conexão Anhembi

**Tabela 1 - Conclusão da análise comparativa dos APMs**

ASPECTO ANALISADO	APM MONOTRILHO	APM CABLE CAR	APM AEROMOVEL
Complexidade da tecnologia	Complexa. Depende de cada fornecedor. Track switch complexo. Ainda não totalmente dominada no Brasil	Complexa e depende de cada fornecedor. Centro de máquina que aciona os cabos complexo. Ainda não dominada no Brasil	Simples. Tecnologia criada no Brasil. Totalmente dominada
Segurança na circulação dos veículos	Não é absolutamente seguro. Depende da perfeição da instalação, da complexidade dos Track Switch e por causa dos pneus de borracha que podem estourar (ver L15)	Não é absolutamente seguro porque depende dos cabos de tração que podem romper	Absolutamente seguro. Tem até uma segurança intrínseca (colchão de ar) que impede que dois veículos se choquem
Segurança de evacuação dos usuários em caso de pane no elevador	Em caso de pane ou incêndio a evacuação dos usuários é muito difícil. Se a outra via é próxima poderia se evacuar por um veículo vindo em sentido contrário e parando junto. Mas precisa da linha ter energia	Em caso de pane só o auxílio de bombeiros	Segurança total pela pista de rolamento
Uso de rodas de borracha x rodas de aço	Rodas de borracha são poluidoras, e há necessidade de sua substituição constante, provocando a parada dos veículos e criando um acúmulo de pneus de que é necessário se desfazer	Embora não submetidas à tração, as rodas de borracha são poluidoras, e há a necessidade de sua substituição constante	Rodas de aço não submetidas à tração. Tem portanto uma vida útil muito longa sem necessitar de manutenção
Peso dos veículos	O veículo é pesado porque carrega o motor de tração, com estruturas mais pesadas e mais energia de tração	O veículo não carrega um motor de tração, mas o peso do cabo de tração torna o conjunto pesado	O Aeromovel é um veículo muito leve. É tracionado por um fluxo de ar externo. A estrutura é muito leve e a energia de tração muito pequena
Energia necessária para tração	É alta por passageiro transportado quando comparada com um metrô	É alta por causa do peso dos cabos de tração	A energia necessária é muito baixa. O Aeromovel usa pelo menos 30% menos energia do que outras tecnologias
Confiabilidade e disponibilidade operacional	O exemplo das linhas 15 e 17 do Metrô, comprova que a confiabilidade do monotrilho não tem índices elevados	A confiabilidade não tem sido muito alta nos sistemas em operação do mundo	O Aeromovel de Jacarta e de Porto Alegre comprovam um altíssimo nível de confiabilidade
Custo de implantação e Operação	O custo de implantação é muito alto como tem sido comprovado nos últimos sistemas implantados	O custo de implantação é muito alto como tem sido comprovado nos últimos sistemas implantados	Por ser uma tecnologia simples com implantação muito rápida, seu custo é muito menor que o dos outros APMs
A vida útil dos sistemas	A vida útil depende da manutenção que é complexa	A vida útil depende da manutenção que é complexa	A vida útil é muito alta porque a manutenção é muito simples
Dependência externa do fornecedor	É totalmente dependente do fornecedor estrangeiro e de suas peças de reposição	É totalmente dependente do fornecedor estrangeiro e de suas peças de reposição	Não há nenhuma dependência de fornecedor externo

e manutenção do sistema. O Aeromovel é a única tecnologia totalmente brasileira e seus equipamentos, em grande parte industriais, são fabricados no Brasil (tabela 1).

Em resumo, o AEROMOVEL se apresenta como o APM mais eficiente em termos energéticos e tem menor custo para sua construção, operação e manutenção. Requer menos espaço para implantação e tem um mínimo de interferência no meio urbano onde é inserido, por seu processo de construção, comparado com outros sistemas em elevado. O Aeromovel está alinhado com as tendências tecnológicas do futuro, que rejeita os equipamentos caros, complexos, ineficientes, ambientalmente e economicamente menos sustentáveis. É portanto o mais indicado para ser implantado em cidades brasileiras, como está sendo implantado em Guarulhos, São Paulo.

A título de Exemplo de Viabilidade de implantação do Aeromovel em cidades brasileiras estão apresentados nas figuras 14 e 15, alguns projetos que foram estudados com profundidade para a São Paulo. 

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALOUCHE, PETER - "Metrô: definindo os termos..." - REVISTA ENGENHARIA, Engenho Editora Técnica Ltda. / Instituto de Engenharia, N. 607/2014.
- [2] COESTER, MARCUS; ALOUCHE, PETER - "Aeromovel: Tecnologia Brasileira de Automated People Mover" - REVISTA ENGENHARIA, Engenho Editora Técnica Ltda. / Instituto de Engenharia, - N. 641/2019.
- [3] GARRETT, BANNING - "The Inherent Economic and Environmental Advantages of Aeromovel Technology" - Coester Group - 2018.
- [4] DOPPLEMAYR - "Automated People Mover tracionado a cabo, uma nova e sustentável tecnologia - Estudo de Caso de Veneza" - ANTP/2013.

*\* Peter Alouche é engenheiro electricista, formado no Mackenzie, pós-graduado para mestrado em Sistemas de Potência na Poli-USP, com diversos cursos de especialização em transporte público na Europa e Japão. Foi durante 35 anos assessor técnico da presidência do Metrô de São Paulo e representante da Companhia na UITP e no CoMET. Foi professor titular de linhas de transmissão nas Escolas de Engenharia da FAAP e do Mackenzie. Hoje é Consultor independente nas áreas de tecnologia de Transporte. Tem inúmeros artigos publicados em revistas especializadas do Brasil e do exterior E-mail: peter.alouche@uol.com.br*

# Estratégias subterrâneas mais do que vitoriosas

*Os túneis do Metrô de São Paulo se destacam como verdadeiras obras-primas da Engenharia moderna, em função do altíssimo grau de precisão aplicado em sua construção. E um dos mais renomados e respeitados especialistas do setor explica o porquê*

**S**em dúvida alguma, a construção de túneis é uma das mais complexas e desafiadoras empreitadas no âmbito da Engenharia Civil de precisão. Isso porque, para edificá-los é necessário considerar uma série de fatores, como o tipo de solo, a profundidade do túnel, o tráfego de superfície e o impacto ambiental, entre outros aspectos.

Os métodos construtivos de túneis podem variar bastante, e exigir diferentes ferramentas e mecanismos para a sua realização. Porém, basicamente, os quatros tipos mais utilizados no mundo da construção civil são o de Vala a Céu Aberto (VCA); o “New Austrian Tunneling Method” (NATM) – que é sinônimo de “Túnel Mineiro”, embora a terminologia mais aceita e recomendada atual e globalmente para discriminá-los seja “Sprayed Concrete Lined” (SCL) –; e o Método Shield, que utiliza as chamadas tuneladoras do tipo “Tunnel Boring Machine” (TBM), que são máquinas utilizadas na escavação de túneis com seção transversal circular.

“Cada método tem sua aplicabilidade, dependendo da extensão do túnel, ocupação em superfície, profundidade, seção de escavação e tipo geológico-geotécnico de maciço. Por exemplo, túneis curtos – isto é, menores do que 3km – e/ou com seção variável de escavação, ou maciço muito heterogêneo do ponto de vista geológico, em geral são escavados pelos métodos convencionais VCA ou NATM. Já túneis mais longos, com seção constante, ou construídos em áreas com restrições ambientais ou de patrimônio histórico em geral, os túneis mecanizados, do tipo Shield, são os adotados. Contudo, em ambos os casos, a viabilidade econômica é fundamental”, explica o geólogo, professor da disciplina “Túneis de Obras Subterrâneas” da Universidade Presbiteriana Mackenzie, e há 38 anos, assessor técnico da Cia. do Metropolitano de São Paulo, Hugo Cássio Rocha (veja o gráfico da figura 1).

Porém, ao contrário do que muita gente

pensa, quando se fala de metrôs, os túneis construídos pelos métodos VCA e NATM não são mais comuns, e nem mesmo os mais utilizados na maior parte dos metrôs do mundo. Com efeito, no Metrô de São Paulo, o método predominante em extensão utilizado é o Shield, como atesta o gráfico da figura 2, demonstrando a distribuição dos métodos construtivos adotados em suas linhas 1-Azul, 2-Verde, 3-Vermelha, 4-Amarela, 5-Lilás e 6-Laranja, tanto naquelas em operação quanto em construção.

## MITOS E VERDADES

Ainda falando da viabilidade econômica, embora de indiscutível importância na viabilização dos projetos de metrôs, as tuneladoras TBM ainda são muito caras, demandam muito tempo para serem construídas, não raro, precisam ser feitas sob medida para cada um deles, o que, para alguns críticos do sistema, interfere de maneira brutal nos custos do projeto.

Entretanto, Hugo Rocha rebate tais posicionamentos. “Dependendo da extensão do túnel, a amortização do custo de uma tuneladora, independentemente da tecnologia utilizada, mostra que, em geral, é mais econômica do que a execução dos túneis pelos métodos convencionais. Assim, a afirmação de que ‘as TBMs ainda são muito caras’, não se justifica, pois os preços são os mesmos no mundo todo, e sua utilização passa necessariamente por uma avaliação de custo benefício”, argumenta.

E o especialista vai além, dando como exemplo prático o que acontece com a construção de um túnel de 6km com a utilização de uma tuneladora que custa 30 milhões de dólares, algo em torno de 150 milhões de reais pelo câmbio atual, cujo custo do equipamento responde por aproximadamente 50% do custo do túnel pronto. “Ou seja, temos uma conta de 150 milhões de reais divididos por 6.000 metros, cujo resultado é de 25.000 reais por metro, portanto 50.000 reais por metro de túnel pronto, enquanto o custo médio de túneis urbanos de seção aproximada

de 100 metros quadrados está em torno de 150.000 a 200.000 reais por metro quadrado. Em outras palavras, não é o custo da tuneladora que encarece o túnel. Ou seja, outros custos têm mais influência”, argumenta.

Outro mito relacionado ao sistema derubado por Hugo diz respeito à possibilidade de ampliação do diâmetro da cabeça de corte dos “tatzões”, que permitiria oferecer maior flexibilidade em sua aplicação. “Não existem evoluções revolucionárias de cabeça de corte. As máquinas são projetadas para os maciços onde serão escavados os túneis. Assim, apenas o aumento do diâmetro pode não ser uma boa alternativa, caso se precise mesmo aumentar o diâmetro. Isso precisa ser acompanhado pelo aumento da potência dos motores e dos macacos de empuxo, com a eventual troca do rolamento central da máquina, bem como do aumento da couraça. Ou seja, é quase como construir uma máquina nova, e muitas vezes não vale a pena”, pontua.

Dessa forma, ainda segundo ele, a adoção de TBMs nos projetos do Metrô de São Paulo, não diferentemente do que acontece em outras cidades do mundo, tem se efetivado principalmente devido à viabilidade técnico/ econômica e, também, pela questão da previsibilidade de custo e do cronograma da obra, uma vez que, sendo adequadamente estudadas e projetadas, as tuneladoras apresentam menos “surpresas” durante a construção dos túneis, diferentemente do

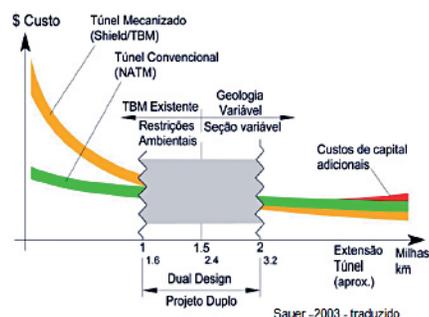


Figura 1

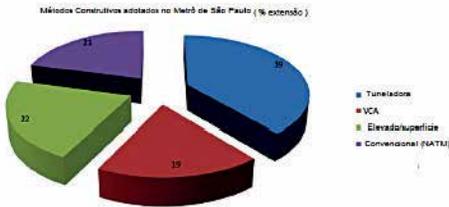


Figura 2

que acontece com aquela dos túneis convencionais, que variam a cada metro escavado. “E outro diferencial importante é que uma tuneladora, em São Paulo escava, em média, 13 metros por dia, enquanto a escavação de túnel convencional avança apenas 1 metro por dia, lembrando que os túneis convencionais têm aplicações específicas em estações, túneis de acesso e ventilações, e as VCAs para acesso a regiões onde os túneis são iniciados”, faz questão de registrar.

### APERFEIÇOAMENTOS CONSTANTES

Independentemente dessas constatações, abrindo um necessário parêntese, Hugo Rocha destaca que a construção de túneis convencionais pelo método NATM apresentaram alguns sensíveis aperfeiçoamentos ao longo dos últimos anos, tais como o uso de concreto projetado como escoramento com concreto projetado especial, inclusive com a utilização de concreto via úmida e projeção por braços robóticos.

”Por sua vez, as Valas a Céu Aberto (VCA), além dos métodos usuais de escoramento – tais como paredes-diafragma, estacas escavadas de grande diâmetro, contraentadas com estroncas metálicas, de concreto ou tirantes – também evoluíram sobremaneira nesse período com a adoção da tecnologia de poços circulares com concreto projetado (também chamado ‘Poço NATM’, devido à sua semelhança), e até mesmo poços múlti-

plos secantes, metodologia esta desenvolvida pela Engenharia nacional, e que vem sendo adotada em vários outros países”, ressalta Hugo Rocha (veja o gráfico da figura 3).

Nesse ponto, o geólogo ainda destaca o valeroso auxílio nas obras dos túneis proporcionado pela utilização cada vez mais ampla de algumas máquinas convencionais e equipamentos de apoio nos projetos atuais no Metrô de São Paulo, como é o caso das hidrofresas para execução de paredes-diafragma em subsolos profundos.

“As hidrofresas são equipamentos agora disponíveis no mercado brasileiro, mas já bastante utilizadas na Europa e Japão há muitos anos. O projeto básico da Linha 4-Amarela já previa sua utilização. Elas são recomendadas para terrenos de elevada resistência, até mesmo rochas brandas. E, devido à tecnologia embarcada, permitem uma maior precisão na verticalidade das paredes, além de permitir a execução de juntas muito mais estanques do que as diafragmadeiras convencionais. São adequadas também para terrenos arenosos, só não são muito indicadas para terrenos argilosos muito coesivos devido ao fenômeno de “clogging” que ocorre nos dentes de corte”, explica o especialista.

Evolução e aperfeiçoamentos importantes também podem ser observados na produção das aduelas de concreto das linhas 2-Verde, 4-Amarela, 5-Lilás e 6-Laranja do Metropolitano paulistano, que são pré-fabricadas em uma unidade de pré-moldados, curadas por 28 dias até atingirem a resistência exigida, sendo posteriormente levadas ao canteiro de obras e instaladas no túnel pela tuneladora. “Contudo, não adotamos no Metrô de São Paulo, como não se adota em lugar algum do planeta – inclusive já houve experiências malsucedidas nesse sentido no exterior – o processo de extrusão e cura de concreto pela tuneladora, uma vez que este não atinge a resistência necessária para a velocidade da TBM”, enfatiza Hugo.

### TECNOLOGIAS MIRABOLANTES

Quando o assunto é o futuro dos métodos de escavação de túneis, muito tem se falado da viabilidade técnica e econômica da utilização de algumas tecnologias mais emergentes – e pretensamente promissoras – que exploram novos jeitos de construir-los. É o caso, por exemplo,

dos minirobôs “zumbantes” no subsolo por meio de tubos pré-perfurados, o que, na prática, poderia permitir a construção de túneis “ao contrário”; dos robôs de perfuração que utilizam plasma, e prometem ser capaz de cavar túneis 100 vezes mais rápido e até 98% mais baratos do que os sistemas de perfuração existentes; e da metodologia de perfuração com gases superaquecidos para o corte de rochas duras. Isso, sem falar ainda das soluções de atualização das TBMs, como aquelas que estão sendo ensaiadas pela nova empresa de Elon Musk, a Boring Company, está desenvolvendo seu próprio tipo de TBM que pode ser lançado da superfície para cavar túneis subterrâneos, padronizando os dispositivos de perfuração de túneis em todos os projetos, sem precisar construir uma nova máquina para cada projeto específico.

Contudo, Hugo Rocha se mostra cético com relação a todas elas. “Nenhuma dessas tecnologias tem qualquer comprovação, e esses números são totalmente fantasiosos. Um aspecto que pouco vem sendo considerado é a variabilidade da geologia e da resistência dos solos e das rochas. Em congressos de entidades sérias como a Associação Internacional de Túneis e Espaços Subterrâneos (ITA) até o momento não foram apresentados casos reais e aplicáveis dessas ‘mágicas’. Complementarmente, não haveria razão alguma para os grandes fabricantes de equipamentos de escavação, que pesquisam isso há anos, não passarem a adotar tais metodologias milagrosas. No caso da Boring Company, Elon Musk criticou muito a produtividade dos equipamentos existentes. Porém, na prática, ele nunca conseguiu produtividade nem próxima das vigentes. Segundo palestra no 5º Congresso Brasileiro de Túneis (CBT), ministrada por um ex-presidente da ITA, a Boring Company teria adquirido um equipamento antigo da Lovat – antigo fabricante canadense de TBMs –, e tentado adaptá-lo, mas, sem sucesso”, finaliza o assessor técnico do Metrô de São Paulo.

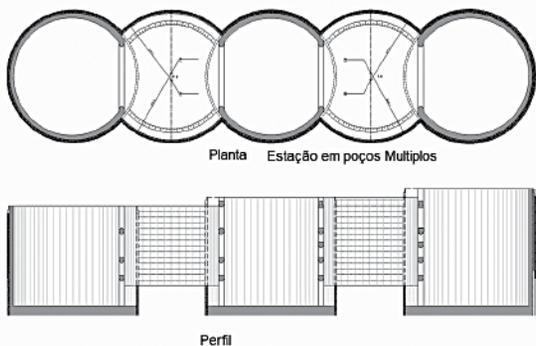


Figura 3



Hugo Cássio Rocha, geólogo, assessor técnico da Cia. do Metropolitano de São Paulo

# O Metrô de São Paulo e o remanejamento da Adutora do Rio Claro

MARCEL SALOMÃO OLIVEIRA\*

**D**esde o início da construção da primeira linha metroviária na cidade de São Paulo, em 14 de dezembro de 1968, por conseguinte a primeira linha metroviária do Brasil, a Companhia do Metrô de São Paulo tornou-se protagonista em alguns episódios marcantes da história da engenharia nacional. O uso da tuneladora SHIELD, o popular Tatução, para escavar e construir os túneis no centro da cidade; a implosão do Edifício Mendes Caldeira - a primeira implosão do Brasil com esta magnitude; na primeira década do século 21, a implantação das modernas estações da Linha 4-Amarela, todas com o viés de mitigar impactos ambientais. Estes eventos foram consagrados como referências de pioneirismo e tecnologia. Chegamos a mais um. Com o início das obras da futura Estação Santa Clara, em maio de 2021, bem como o desenvolvimento dos projetos executivos, foi necessário aprofundar os estudos com relação a adutora do Rio Claro, interferência de grande porte com diâmetro de 2.500mm localizada na área de influência das escavações.

Em dezembro de 2021 foi realizada a primeira reunião com a Sabesp, a fim de obter mais informações sobre a confirmação do traçado e as características desse aqueduto. As informações foram coletadas e foi identificado que a adutora original, datada de 1939, é composta de aço doce e sua seção possui 2.500mm de diâmetro, formada por chapas calandradas com espessura  $\frac{1}{2}$ " unidas por rebites. Também foi confirmado um remanejamento dessa adutora realizado em 1982, onde o trecho em aqueduto de concreto foi desativado e substituído por tubulação de aço com espessura de  $\frac{9}{16}$ " e diâmetro de 2.500mm da adutora rebitada (figuras 1 e 2).

Para confirmação do cadastro foi



Figura 1 - Adutora Rebitada de 1939



Figura 2 - Adutora remanejada na década de 1980 e aqueduto de concreto desativado na época

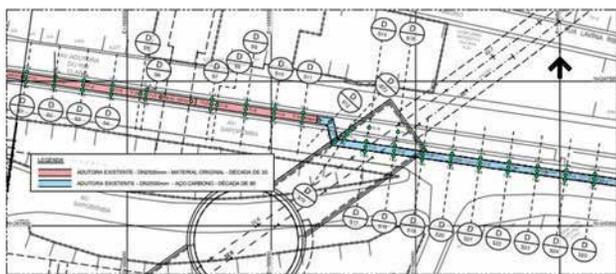


Figura 3 - Traçado da adutora e seções de instrumentação (em vermelho adutora de 1939 e azul remanejamento de 1982)

realizado o levantamento geofísico utilizando o Georadar, equipamento que emite impulsos eletromagnéticos capaz de detectar materiais de diferentes propriedades no subsolo. Além disso, realizamos prospecções para confirmação in loco desse traçado. Após esses levantamentos foi feita a instrumentação de todo esse aqueduto para a etapa de escavação do poço do corpo da estação. No total foram instaladas 25 seções de monitoramento com três instrumentos por seção ao longo de toda adutora. Cada seção é composta por um instrumento instalado diretamente na geratriz superior da adutora (ponto D) e os outros

dois no solo em ambos os lados no nível da geratriz inferior (pontos A e B), figura 3.

Para possibilitar a escavação do poço com segurança foi solicitado à projetista a análise estrutural desse aqueduto e análise do acréscimo de tensões devido as deformações impostas pelos recalques previstos em projeto para a etapa de escavação do poço.

Conforme as análises da projetista, foi verificado que, para recalques até 10mm, o acréscimo de tensões na adutora seria demasiadamente baixo, e, portanto, a segurança desse aqueduto estaria preservada.

O projeto de instrumentação e área de influência previa recalques dessa magnitude. Durante as escavações do poço foi constatado o comportamento previsto em projeto conforme figuras 4 e 5.

Com o desenvolvimento dos projetos executivos para a etapa de escavação do túnel de plataforma e chegada da TBM (Tunnel Boring Machine) na Estação Santa Clara, foi constatado que a adutora em operação não suportaria os recalques previstos para essa etapa e o remanejamento foi necessário para garantir a segurança da adutora (figura 6).

Diante da necessidade de remanejamento da adutora do Rio Claro, diversas reuniões entre as equipes de engenharia do Metrô, Sabesp, Consórcio Construtor Linha 2-Verde e projetistas foram realizadas para definição dos parâmetros de projeto e execução. Rigorosas análises foram realizadas para elaboração dos



Figura 7 - Traçado do remanejamento

projetos de remanejamento, dentre elas, hidráulicas, hidromecânicas, geotécnicas, estruturais, interferências, pavimentação, orçamentárias e cronograma.

Segundo os estudos hidráulicos e hidromecânicos, a seção pôde ser reduzida para 1.800mm de diâmetro no trecho linear e a espessura de 1/2". As peças de redução possuem espessura de 5/8" e diâmetro de 2.500mm x 1.800mm. As curvas possuem diâmetro de 2.500mm e espessura de 5/8". Já as peças de transição (em formato de "Y") possuem diâmetro de 2.700mm e espessura de 3/4" (figura 7).

A princípio, a vala de assentamento da adutora seria em perfil pranchado, contudo após avaliação de campo, foi necessário alterar o trecho da vala mais próxima aos taludes do corpo da estação para a metodologia de solo grampeado, pois foi verificado que os grampos do talude da estação poderiam interferir nos perfis, caso fosse utilizado o método de perfil pranchado nessa região (figura 8).

Com o objetivo de evitar vibrações na adutora durante a cravação dos perfis para vala em perfil pranchado, foi adotado a metodologia de pré-furo, onde a perfuração é executada antes da instalação dos perfis, de modo evitar a cravação e conseqüente vibração.

Durante a etapa de desenvolvimento dos projetos de remanejamento da adutora, foram iniciados os estudos de desvio de tráfego para a Av. Sapopemba sentido bairro.

Como a adutora está localizada na Av. Sapopemba, importante via arterial, diversos estudos de tráfego foram realizados para definição do melhor traçado do desvio pela CET. O desenvolvimento urbano e tipologia de uso e ocupação da região foi um desafio para os estudos do traçado alternativo, pois a região conta com poucas avenidas, sendo as mesmas distantes entre si, onde há muitos estabelecimentos comerciais que poderiam ter seus acessos prejudicados. Além disso, as ruas do entorno da estação, em sua

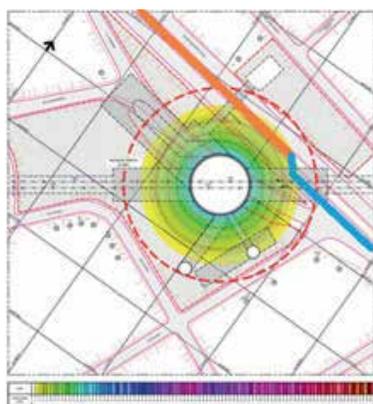


Figura 4 - Área de influência da escavação do poço

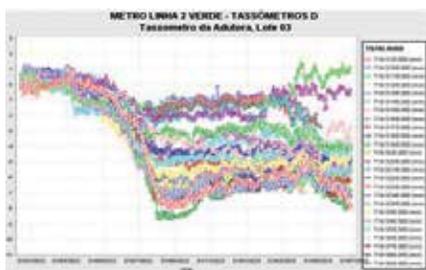


Figura 5 - Gráfico de recalques da adutora durante a etapa de escavação do poço

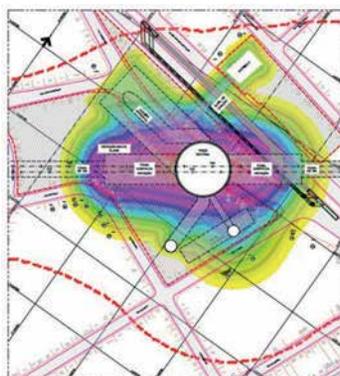


Figura 6 - Área de influência da escavação do túnel de plataforma



Figura 8 - Planta de vala de assentamento da tubulação



Figura 9 - Desvio alternativo do tráfego da Av. Sapopemba - sentido bairro

maioria, são estreitas e majoritariamente residenciais oferecendo pouca opção do desvio para o tráfego da avenida.

Após todos os estudos de viário foi estabelecido o projeto, sendo necessário o ajuste de raios de curvas e novos pontos para o desvio dos ônibus, além do recapeamento e sinalização das vias do desvio e vias de acesso local para o

comércio (figura 9).

Em 21 de janeiro de 2023 foi implantado o desvio de tráfego na Av. Sapopemba dando início as atividades preliminares de fechamento e isolamento da área para as atividades de remanejamento da adutora. Em 30 de janeiro foi iniciada a execução dos pré-furos da vala de perfil pranchado e em 7 de fevereiro foi iniciada a escavação da vala em solo grampeado (figuras 10 e 11).

Segundo as normas da Sabesp, para o assentamento e aterro da tubulação é necessária a execução de aterro hidráulico de areia com compactação superior a 70% para o lançamento da tubulação. Nesta condição, foram utilizados a grua, pórtico com talha e escavadeira conforme as condições do local de lançamento, e, em suma, a maioria dos tubos tinha comprimento de seis metros, favorecendo o lançamento (figuras 12, 13 e 14).



Figura 10 - Pré-furos, vala em perfil pranchado e assentamento da adutora



Figura 11 - Vala em solo grampeado, assentamento da adutora e aterro hidráulico

Além da montagem da tubulação da nova adutora, era necessário construir uma nova caixa de válvula de ventosa, pois a caixa de válvula em operação estava dentro da área de influência das escavações do túnel, e, portanto, foi desativada (figura 15).

Todos os tubos foram entregues com os revestimentos internos e externos conforme padrão Sabesp. Somente nas extremidades, onde se localizam o biséis de solda, a tubulação não possui revestimento. Para execução das soldas foram utilizados eletrodos revestidos E 6010 para todas as etapas de solda de 4mm - 5mm, como ponteamento, raiz, enchimento e acabamento, conforme figura 16. Todas as soldas foram inspecionadas por inspetor qualificado, onde foram utilizados líquido penetrante e ultrassom. Após as soldas, é realizado a proteção da solda com o primer e posteriormente utilizada fita de proteção mecânica imediatamente antes da execução do aterro.



Figura 12 - Lançamento e montagem do trecho linear



Figura 13 - Etapas de montagem à montante



Figura 14 - Etapas de montagem à jusante

Conforme avaliado, os pontos mais críticos de montagem da tubulação foram as interligações à montante e à jusante com a adutora em operação. Para possibilitar a montagem, a derivação envolveu a adutora em operação através de dois segmentos bipartidos com diâmetro de 2.700mm, sendo o espaço anelar preenchido por groute, possibilitando a continuidade do fornecimento de água até o dia da paralisação para os serviços finais de interligação, conforme fotos das figuras 17 e 18.



Figura 15 - Caixa de válvulas da ventosa



Figura 16 - Etapas de solda



Figura 17 - Etapas de montagem da derivação à montante



Figura 18 - Etapas de montagem da derivação à jusante



Figura 19 - Dia da paralisação – Serviços de interligação à montante – Interligação da adutora remanejada em 1982



Figura 20 - Dia da paralisação - Serviços de interligação à jusante - Interligação da adutora remanejada em 1939

Conforme estudos de abastecimento da Sabesp, a melhor data para a paralisação seria no dia 19/06/2023. A previsão de duração para a operação de paralisação do fornecimento totalizava 22 horas, sendo cinco horas para descarregamento da adutora, 15 horas de serviço e duas horas para recarregar a adutora.

Um plano de contingência foi elaborado para relacionar todos os riscos e contingências necessárias para o dia da paralisação. Foi provido redundância de todos os insumos, equipes e equipamentos para evitar que algum imprevisto pudesse prejudicar a operação.

Às 21 horas de 19/06/2023, foi realizada a interrupção do fornecimento de água para possibilitar os serviços finais de interligação da adutora remanejada. Para isso foi necessário cortar a tubulação da adutora esvaziada nas extremidades da derivação, soldar as calotas torisféricas nessas extremidades, cortar internamente a adutora para possibilitar o fluxo na adutora remanejada e desativar o trecho remanejado. Além disso, seria necessário cortar a adutora esvaziada e montar o conjunto hidromecânico da válvula de ventosa (figuras 19 e 20).

A operação da paralisação e interligação foi um sucesso, sendo iniciado no horário e data programados e finalizado às 17 horas, com antecedência de duas horas ao previsto inicialmente, totalizando 20 horas. A agilidade da operação permitiu que o abastecimento de água da região não fosse prejudicado.

Missão cumprida! O Metrô, o Consórcio Construtor Linha 2-Verde e a Sabesp concluíram em 20 de junho de 2023, o remanejamento da Adutora do Rio Claro, equipamento octogenário e que atende diariamente mais de dois milhões de consumidores. O compromisso do Metrô e das demais empresas envolvidas foi exitoso. O remanejamento e a modernização do revestimento da adutora, que contou com o trabalho de 100 operários, 26 técnicos e 12 engenheiros em trabalhos ininterruptos, o que incluiu sábados, domingos e feriados, foi um sucesso. Em breve, a cidade contará com novas estações metroviárias na zona leste e terá um ganho histórico de mobilidade e qualidade de vida para os passageiros. 🚇

\***Marcel Salomão Oliveira** é engenheiro civil, Departamento de Obras Civas da Linha 2-Verde do Metrô de São Paulo  
E-mail: [msoliveira@metrospp.com.br](mailto:msoliveira@metrospp.com.br)

# Os deslizamentos translacionais rasos naturais nas encostas da Serra do Mar – diagnóstico do fenômeno

ÁLVARO RODRIGUES DOS SANTOS\*

**A** imponente escarpa da Serra do Mar, responsável, por obséquio de sua topografia acidentada, pela conservação do pouco que nos resta da Mata Atlântica na região sudeste brasileira, cumpre uma espetacular função ambiental, determinante na equação climática regional. Claro, além de sua importância

cênica, ecológica, turística, histórica e cultural. Essa escarpa serrana, que desde tempos pré-coloniais impõe uma enorme dificuldade de transposição para homens e cargas na ligação litoral-interior, tem origem tectônica por reativação da Falha de Santos, ocorrida ao final do Cretáceo, há cerca de 65 milhões de anos, a uma distância, mar adentro, de perto de 60 km da atual orla litorânea do sudeste brasileiro. A escarpa ocupa sua atual posição geográfica fruto de um prolongado processo de regressão erosiva.

Preteritamente, desde o início do período Terciário, em ocasião de paleoclimas áridos com chuvas torrenciais, ambiente geológico em que a cobertura vegetal recolhia-se a pequenos refúgios (Aziz Ab'Saber), os solos então formados durante o clima quente/úmido, e então desprotegidos, eram lavrados violentamente por em eventos pluviométricos intensos, conformando momentos geológicos de acelerada regressão geomorfológica da escarpa.

Em intervalos geológicos e climáticos quentes e úmidos, como o atual, quando estabelece-se o domínio pleno da floresta atlântica (floresta ombrófila densa), a regressão erosiva da escarpa da Serra do Mar desacelera-se, dando-se apenas restritamente como consequência de deslizamentos isolados em episódios de chuvas

intensas, e, em maiores períodos de recorrência, por miríade de deslizamentos concomitantes em eventos de elevada pluviosidade concentrada. Em ambos os casos, obedecendo o mesmo padrão pluviométrico: alguns dias de chuvas ininterruptas (chuvas de saturação) culminados por um episódio pluviométrico de grande intensidade (chuva de deflagração). Mas, em termos de capacidade de movimentação de solos, na atual condição climática pode-se dizer que o processo mais radical de erosão regressiva da escarpa apresenta-se contido, latente, como consequência da espetacular proteção proporcionada pela floresta.

## O PRINCIPAL TIPO DE MOVIMENTO DE MASSA NATURAL NAS ENCOSTAS DA SERRA DO MAR

O principal tipo de deslizamento natural na Serra do Mar, por sua distribuição e frequência, é o translacional raso ou planar. Esses deslizamentos mobilizam quase que exclusivamente o horizonte superior de solos superficiais. Somente em sua “raiz”, ou seja, no local de sua origem/início, há, eventualmente, mobilização de materiais do horizonte imediatamente inferior de solo de alteração de rocha, saprolítico. São os deslizamentos translacionais rasos, por sua grande área de distribuição e pela frequência de ocorrência, aqueles que devem inspirar o maior cuidado para os empreendimentos humanos que se façam necessários na Serra do Mar. A Geologia de Engenharia brasileira proporcionou nas últimas décadas um considerável avanço da compreensão da dinâmica evolutiva desse tipo de deslizamento, atingindo o que se pode considerar um estágio avançado de conhecimentos, informando adequadamente, a todo tipo de atividade humana interessada, sobre “onde”, “quando” e “como” esses deslizamentos ocorrem (figura 1).

Aspectos que chamaram a atenção na observação dos deslizamentos translacional



Figura 1 - Escorregamento Translacional Raso (ou Planar) típico. Local: Morros de Santos e São Vicente. Notar a proximidade da “raiz” da crista do espigão e a pouca profundidade dos solos superficiais mobilizados (Foto Arquivo IPT)



Figura 2



Figura 3

raso e que orientaram os estudos a respeito.

- Sistemática proximidade da raiz (parte superior) do deslizamento da crista de espigões;
- preferencialidade por encostas retilíneas;
- probabilidade de ocorrência já a partir de declividades de 35° a 40°;
- não existe uma superfície de ruptura nos moldes clássicos, o que há é um colapso dos parâmetros de resistência gerando uma condição de desmonte hidráulico.

### SEÇÕES ESQUEMÁTICAS TÍPICAS DOS DESLIZAMENTOS TRANSLACIONAIS RASOS NA SERRA DO MAR

A raiz constitui o “centro nervoso” do deslizamento. Aí, e só aí, acontecem os fenômenos hidráulicos e geotécnicos que na verdade determinam o desenvolvimento ou não do fenômeno. A profundidade alcançada na raiz é sempre superior àquela apresentada no corpo do escorregamento. Via de regra, na raiz são também mobilizados

materiais envolvendo o solo saprolítico. O corpo do escorregamento é mobilizado pelo arraste promovido pelo material proveniente do “desmonte hidráulico” da raiz. Ou seja, não há uma superfície de ruptura clássica entre o corpo do escorregamento e o maciço (figura 2).

O deslizamento translacional raso é um dos únicos movimentos de massa naturais nas encostas da Serra do Mar. Ou seja, pode ocorrer sem a intervenção do homem. O mapeamento de sua maior ou menor incidência natural revela as zonas da Serra de maior ou menor instabilidade potencial. Hoje, sua dinâmica, ou seja, o onde, o quando e o como ocorrem, está adiantadamente equacionada, o que, juntamente com outros conhecimentos geotécnicos correlatos da Serra, proporciona informações suficientes para que as obras de engenharia na Serra sejam corretamente projetadas e construídas, e, portanto, coroadas de sucesso (figura 3).

Imagens dos catastróficos eventos ocorridos no ano de 1967 em Caraguatatuba – SP (figura 4) e Serra das Araras – RJ (figura 5), tragédias que levaram à morte mais de 2.000 brasileiros. Os fenômenos típicos de eventos dessa escala de grandeza não constituem um tipo diferenciado de deslizamentos, mas sim a conjugação de milhares de deslizamentos translacionais rasos (planares) naturais e induzidos, cuja dinâmica é descrita adiante. Observar a constante proximidade das raízes dos deslizamentos das cristas dos espigões. A confluência do material terroso, rochoso e vegetal resultante desses deslizamentos para talvegues de vales provocaram várias corridas de detritos com enorme e trágico poder destrutivo. A foto da figura 4 – Arquivo Nelson Infanti, e a foto da figura 5 – Geological Survey Professional Paper 697.

**Diagnóstico:** A Geologia de Engenharia diz onde, quando e como ocorrem os escorregamentos translacionais rasos na Serra do Mar.

**O ONDE** – Os deslizamentos translacionais rasos são notadamente associados à faixa de terreno superior de encostas retilíneas com inclinações superiores a 35° e 40° encimadas por rupturas de declive positivas. O que coincide, via de regra, com a faixa de passagem da crista para as encostas dos espigões. Rupturas de declive referem-se a alterações sensíveis na inclinação topográfica dos terrenos. Podem ser positivas quando se passa de uma inclinação menor para uma inclinação maior, ou negativas, quando em uma sequência inversa. Notar nas fotos que registram grandes eventos de escorregamentos na Serra do Mar a invariável proximidade das raízes desses escorregamentos da crista dos espigões.

**O QUANDO** – A ocorrência generalizada desses escorregamentos está comprovadamente relacionada a históricos pluviométricos caracterizados por prolongadas chuvas de saturação culminadas com episódios de alta pluviosidade concentrada, situação típica dos meses de verão. Ainda que a relação chuvas/ deslizamentos seja específica de cada sub-região da Serra do Mar, pode-se ter como indicação geral que as probabilidades de ocorrência desse tipo de movimento de massa são reais e crescentes a partir de históricos pluviométricos caracterizados por episódios pontuais de chuvas maiores de 100 mm/dia antecedidos por 3 ou 4 dias de chuvas de saturação.

**O COMO** – A dinâmica desses escorrega-

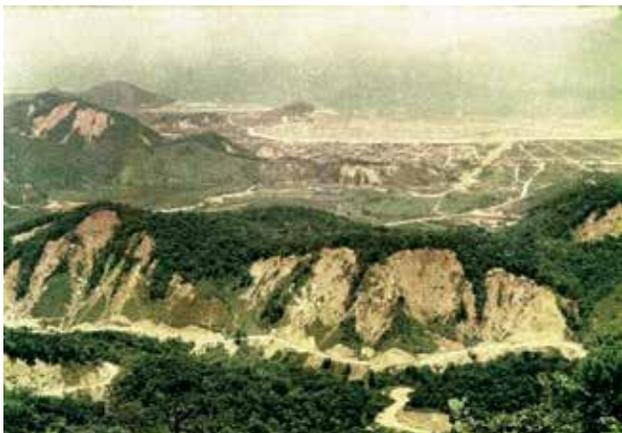


Figura 4



Figura 5



Figura 6

mentos é associada às trincas de tração e ao solo distendido, altamente permeável, normalmente ocorrentes em uma faixa de terreno de largura média em torno de 2 a 3 metros, paralela e próxima à linha de cumieira (crista) dos espigões, logo abaixo

da ruptura positiva de declive aí presente. Essa faixa de terreno corresponde a uma zona de tração máxima promovida pelas diferenças de intensidade do rastejo dos solos superficiais a montante e a jusante da ruptura de declive (intensidade de rastejo quase nula no trecho convexo da crista do espigão e intensidade máxima de rastejo ao longo do trecho retilíneo da vertente que se desenvolve logo a seguir). Essas trincas e essa faixa de solo distendido de alta permeabilidade relativa, fatores ampliados quando de chuvas de saturação prolongadas, permitem, quando de episódios de alta pluviosidade concentrada, uma direta, volumosa e rápida penetração de água nos horizontes dos solos superficiais e solos saprolíticos, com saturação completa e formação de bolsões instantâneos de água que, a depender da relação de esforços resistentes e atuantes, podem provocar um verdadeiro desmonte hidráulico na “raiz” do deslizamento. Por força das trincas de tração e do solo distendido de alta permeabilidade, os fenômenos hidráulicos/ geotécnicos na “raiz” do deslizamento planar são totalmente diferenciados daqueles que ocorrem ao longo da extensão longitudinal jusante de todo o deslizamento, ou seja,

enquanto na “raiz” há um desmonte hidráulico instantâneo, o material a jusante da raiz é mobilizado por arraste ou sobrecarregamento, mecanismos obviamente facilitados pelo estado geral de saturação dos solos superficiais nos episódios de

chuva descritos, não se estabelecendo em nenhum momento uma superfície clássica e contínua de ruptura. A análise de uma cicatriz de um deslizamento translacional raso evidencia claramente essa observação, com a “raiz”, via de regra apresentando uma profundidade maior que o corpo restante do escorregamento, inclusive com comum mobilização local de ao menos parte do horizonte de solo saprolítico.

As fotos das figuras 6 e 7 estão mostrando o episódio de inúmeros deslizamentos translacionais rasos (planares) ocorridos em 1985 nas encostas do vale do Rio Mogi. Esses deslizamentos estão relacionados ao início de fenecimento da vegetação arbórea provocado pela poluição do Pólo Industrial de Cubatão. O fato comprova o efetivo papel da vegetação na estabilidade das encostas, acrescentando-se que os escorregamentos foram potencializados já a partir somente da perda de parte das copas da vegetação arbórea, uma vez que a malha de enraizamento ainda estava totalmente preservada. Notar a invariável proximidade das raízes dos escorregamentos das cristas dos espigões, mostrando sua nítida relação com a faixa de tração máxima de solos (trincas e alta permeabilidade) situada logo abaixo da ruptura positiva de declive (fotos das figuras 6 e 7 - Arquivo IPT).

#### As corridas de detritos e os deslizamentos translacionais rasos.

Em sua expressiva maior parte as corridas de detritos, eventos de maior poder destrutivo na Serra do Mar, ocorrem pela conjugação dos materiais (solo, rocha, água, restos vegetais) trazidos para o eixo de talvegue por inúmeros deslizamentos planares que ocorrem simultaneamente nas vertentes de vales serranos.

#### O nível d'água e os deslizamentos.

O NA do lençol freático é normalmente profundo na escarpa da Serra do Mar, especialmente nas zonas das encostas onde se dão os deslizamentos translacionais rasos, não se associando nunca, portanto, à dinâmica desses fenômenos. De uma forma geral, no contexto da Serra, os horizontes inferiores drenam os horizontes superiores.

#### A floresta e os deslizamentos.

A vegetação natural da Serra do Mar (Floresta Atlântica de Encostas - Floresta Ombrófila Densa) constitui o único, e espetacular, fator externo inibidor dos



Figura 7



Figura 8

deslizamentos e de todas as formas de movimentação superficial dos terrenos, cumprindo esse papel por meio dos seguintes atributos:

- impede a ação direta das gotas de chuva no solo através das copas e da serapilheira;
- impede a ação erosiva das águas de chuva por meio de raízes superficiais e da serapilheira;
- retém por molhamento de todo o edifício arbóreo parte da água da chuva que chegaria ao solo;
- dilui no tempo o acesso das chuvas ao solo;
- retira por absorção, e devolve à atmosfera por evapo-transpiração, parte da água infiltrada no solo;
- agrega, “coesiona” e retém os solos superficiais através de uma formidável malha superficial e subsuperficial de raízes.

A imagem da figura 8 está mostrando o aspecto extremamente denso da diversificada vegetação (notar as mais diferentes cores das copas arbóreas), com as copas formando um único e solidário corpo vegetal. A vegetação constitui o único, mas fantástico, fator externo de proteção das encostas contra escorregamentos.

O importantíssimo papel da floresta na contenção das encostas da Serra do Mar ficou nitida e didaticamente evidenciado por ocasião dos escorregamentos generalizados que ocorreram nas encostas do Vale do Rio Mogi no final do verão 1984/1985 (vide foto da figura 8). Como consequência da intensa poluição atmosférica gerada pelo pólo industrial de Cubatão, a floresta de porte arbóreo vinha sofrendo um acelerado processo de fenecimento ao longo desse vale.

Sem mesmo ter sido iniciado o processo de apodrecimento das raízes, apenas o processo de desfolhamento do estrato arbóreo provocado pela poluição foi suficiente para a quebra do equilíbrio entre os agentes resistentes e os agentes promotores de deslizamentos. Outra constatação demonstra a capacidade de proteção oferecida aos solos superficiais pela floresta. Mesmo em chuvas de grande intensidade, as águas das drenagens que correm da Serra para a Baixada permanecem cristalinas, sem nenhum turvamento que possa suscitar a remoção de solos por erosão.

### **A ENGENHARIA GEOTÉCNICA E OS DESLIZAMENTOS TRANSLACIONAIS RASOS**

Especialmente a partir de 1975, com os estudos de Morgenstern e Mattos, e mais adiante, de Wolle, Pedrosa, Abramanto e Carvalho, os engenheiros geotécnicos dedicaram especial atenção ao equacionamento físico-matemático dos deslizamentos translacionais rasos naturais, associando-os, de uma forma geral, à perda de resistência, por eliminação da coesão aparente dos solos superficiais, como consequência da ação de frentes de saturação de fluxo vertical. Carvalho (Carvalho, C. S., 1989), em sua dissertação de mestrado, salienta a importância da condutividade hidráulica dos solos superficiais como fator essencial na dinâmica dos deslizamentos translacionais: “Dada a heterogeneidade característica dos solos coluvionares superficiais da Serra do Mar, os esforços nesse sentido (aperfeiçoamentos na metodologia utilizada para a determinação da condutivi-

dade hidráulica saturada na velocidade de infiltração), devem direcionar-se para a definição de ensaios, de campo e laboratório, que permitam reproduzir mais fielmente as condições preexistentes na natureza, e para a utilização, na análise da estabilidade de taludes, de modelos que incorporem a variação espacial da condutividade hidráulica na área em estudo.”.

Vale lembrar o registro do engenheiro Costa Nunes, em 1969, sobre o evento catastrófico da Serra das Araras ocorrido no ano de 1966 (jan./fev.): “a chuva torrencial demoliu hidráulicamente a cobertura de solo das encostas... mantos de alteração deslizaram pela encosta abaixo num estado de liquefação completa do solo.”. ☹

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

[1] SANTOS, ÁLVARO RODRIGUES DOS – “A grande barreira da Serra do Mar: da trilha dos tupiniquins à Rodovia dos Imigrantes” – Livro. Editora O Nome da Rosa – São Paulo/2004 – 2ª Edição – 2023 – livre acesso em <http://www.arsgeologia.com.br/>

\* **Álvaro Rodrigues dos Santos** é geólogo, Ex-Diretor de Planejamento e Gestão do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Autor dos livros “Geologia de Engenharia: Conceitos, Método e Prática”, “A Grande Barreira da Serra do Mar”, “Diálogos Geológicos”, “Cubatão”, “Enchentes e Deslizamentos: Causas e Soluções”, “Manual Básico para elaboração e uso da Carta Geotécnica”, “Cidades e Geologia”. Consultor em Geologia de Engenharia e Geotecnia E-mail: santosalvaro@uol.com.br



## Transversalidades

**N**ova crônica e, aqui, evito abordar “Engenharia Reversa, BIM, IA etc.”. Há uma saturação, na mídia, redes sociais, destes temas.

Inspiro-me em uma frase secular “Urbis et Orbis”, usada até hoje em comunicação social. “Fale de sua aldeia e estará falando para o mundo”!

Acredito, assim, ser mais interessante, compartilhar experiências importantes, pelas quais passei, seus erros & acertos.

E chamo-as de “Transversalidades”, conceito bastante usado, hoje.

Por exemplo, não adianta citar em sua empresa, como “Visão e Missão”, cuidados com o Meio Ambiente se isso não passa de uma placa em sua sala.

Se uma construtora que prega esse cuidado, fazendo uma terraplenagem urbana, causar um lamaçal aos vizinhos à obra. Todos os setores tem que ter essa diretriz.

Conceito que atravessa a empresa em todos os departamentos! Portanto seguindo uma “Transversalidade”.

Quando jovem engenheiro me concentrava pontualmente. Cuidava daquilo, tão somente... Minha curiosidade e atenção foram me mostrando essas ligações.

Revelações inesperadas, às vezes, mostrando-se à medida de minha busca.

Quer essa busca fosse, pessoal ou profissional, no desenvolvimento de um projeto.

Conto agora um processo que começou há uns 50 anos e que não terminou. Embora pessoal, acredito ser bastante didático. Urbis & Orbis!

E “Senta que lá vem história!”.

Cursando engenharia (EESC-USP) consegui entrar no distinto São Carlos Clube como sócio militante nadador. A minha obrigação era treinar e obter resultados nas competições. Facilitava-me o buraco na sede de campo do clube, contíguo ao campus da escola. Passava por esse buraco e partia para os treinos.

Nadava provas longas, 400m e 1.500m. Nas provas locais, ia bem, mas nas regionais, não. Um descendente germânico, do Colégio Koelle, de Rio Claro e celeiro de bons nadadores, chegava sempre vários segundos à minha frente. Não conseguiria, agora, lembrar seu nome (“a vida é muito curta para se aprender alemão”, dizia Bertrand Russell).

E meu excelente técnico, professor de Metalurgia (depois diretor da EESC-USP), Rubens Lima Pereira, dizia que eu era muito rígido e tratava a água como se tivesse manejando uma enxada (referência da minha infância em Brotas).

Numa transversalidade, uma amiga de Brotas, mas estudante em São Paulo, reclamava que não conseguia me ensinar a dançar. Era muito duro!

E me presenteou, nos idos de 1960, com um livro de Yoga,

do Professor Hermógenes.

Lá havia um ótimo passo a passo das ásanas. Nunca tinha ouvido falar, mas comecei a praticar na república onde morava. Tão estranho que fazia as posturas escondido!

E veio a flexibilização, controle e consciência muscular. E, também, bons rodopios no rock & roll. E nas competições. Meus tempos de provas caíram estrepitosamente! E ganhava as competições regionais, bati os recordes são-carlenses de 400m e 1.500m.

Logo veio a técnica de Pranayama, o método hindu de respiração (que diz que só usamos 40% de nossa capacidade vital).

Já em São Paulo esses “ganhos” me possibilitaram entrar nos campeonatos de “Águas Abertas” (rios, mar, represas, lagos). Tive a honra de representar a Scania Vabis, Brasken, Mercedes Benz e Círculo Militar. Parei na Pandemia/ Covid. E, claro, pretendo retornar!

Com o Pranayama aprendi a controlar sentimentos fortes como a ira no trânsito, a descoberta que sua conta bancária “secou”, a bronca do chefe ou, pior, da esposa!

Então veio a Meditação. Limpar a mente, simples na teoria mas que exige persistência na sua aplicação. Aprender que só o momento existe. Parar de viver em dias inexistentes, o de ontem e o de amanhã!

Essas transversalidades foram me oferecendo novas possibilidades e infinitas probabilidades. Consegui unir esses conhecimentos ao dia a dia. Seja no trabalho, no esporte, na vida... Aliás Yoga = União!

Essas transversalidades servem para qualquer época ou partes de nossa vida. Atenção, paciência, respeito a tudo. Todas as pessoas podem lhe ensinar algo. Ouça-as!

Vastos horizontes começam a se revelar!

No meu caso um mero método de “ginástica” revelou como corpo e mente trabalham juntos.

E me ajudou a viver melhor, ouvir mais, dar atenção às pessoas. Todas! Na empresa, na Academia, na rua... Enxergar o próximo, relacionar-se melhor e, portanto, contribuir mais com o meio em que você vive.

Assim é importante a atenção, olhar com curiosidade para possíveis “elos” por mais insignificantes que sejam. Não a toa a estória de “puxar um fio e descobrir o rabo do elefante surgiu na Índia!

Analise esses elos, essas ligações, não desprezando nada. Explorando-os. E preparando-se para uma forte e espantosa transformação, e evolução, do cenário e dos seus horizontes.

Saí do “bem nadar” para o “bem viver”. Seja o ator protagonista, de sua vida! Saindo da plateia...

É o que desejo aqui para todos, deixando um fraterno “Namastê!” 🙏

**NESTOR SOARES TUPINAMBÁ**

é engenheiro, mestre em Urbanismo e consultor de Transportes

E-mail: nstupinamba@uol.com.br

# SIGA NO INSTAGRAM BRASIL ENGENHARIA



# A força feminina na presidência do CREA-SP



**P**ela primeira vez em seus quase 90 anos de história, o Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Estado de São Paulo (Crea-SP) tem uma mulher ocupando o cargo de presidente da entidade. Trata-se da engenheira civil Lígia Marta Mackey, que venceu as eleições do Sistema Confea/Crea, realizadas em novembro passado, e, desde o mês de janeiro de 2024, passou a comandar a autarquia para a gestão 2024-2026.

Formada pela Escola de Engenharia de Piracicaba (EPP) da Fundação Municipal de Ensino de Piracicaba (FUMEP), Lígia foi vice-presidente do Conselho paulista em 2022 e assumiu a liderança por um período de seis meses, quando o presidente Eng. Vinicius Marchese esteve licenciado. Na bagagem para enfrentar o desafio, Lígia soma passagens pela Associação de Engenharia, Arquitetura, Agronomia e Geologia de Rio Claro (AERC), na qual foi presidente por dois mandatos; pela União das Associações de Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos da Baixa e Média Mogiana (UNABAM), em que foi coordenadora; e pela diretoria de Entidades de Classe do Conselho.

“Desde que soube o resultado das eleições, me sinto constantemente honrada e grata. Sei que o desafio não é pequeno, pelo contrário, estamos falando de um universo de 350.000 profissionais e 95.000 empresas. Mas, depois de 30 anos de carreira, entre a construção civil, o associativismo e a integração com o Sistema Confea/Crea, estou certa de que não há momento melhor. Sinto-me pronta para lutar pelas nossas profissões”, comemora a nova presidente.

Sem dúvida alguma, a conquista de Lígia é bastante emblemática, e considerada por ela uma vitória para todas as mulheres da área. “Quando entrei no mercado, éramos apenas 15 mulheres em uma turma de 120 alunos. Fui a quinta engenheira formada da minha cidade, Rio Claro. E mesmo depois de formar, foi difícil conquistar espaço. Aonde quer que chegasse, eu era muito questionada. Precisei ser bastante firme e persistente para conseguir trabalhar. Então, para mim chegar até aqui é um feito bastante simbólico, e o resultado concreto de que estamos avançando em direção a uma sociedade com mais equidade de gênero”, faz questão de destacar.

Com efeito, o Crea-SP tem olhado bastante para o tema da igualdade de gêneros. Como a própria Lígia explica, apesar de as mulheres serem maioria na sociedade, ainda são minoria na área tecnológica. E, quando falamos de cargos de gestão, mais ainda. Por isso, o Sistema Confea/

Crea criou o “Programa Mulher”, que tem como principais objetivos aumentar a presença feminina na área tecnológica, empoderar essas profissionais, capacitá-las para o mercado de trabalho e promover esse novo e benfazejo equilíbrio.

**LÍGIA MARTA MACKEY**  
é engenheira civil, presidente do CREA-SP

“Sim, esse é um desafio e tanto. Mas, estamos avançando. Em 2021, quando o referido programa foi criado, as mulheres eram apenas 14% dos profissionais registrados no Brasil e, agora, somos mais de 19%. O reconhecimento da capacidade técnica sem distinção do gênero é o que permite multiplicar os espaços ocupados por mulheres nos cursos, no mercado de trabalho e na sociedade. Acredito que podemos contribuir com isso compartilhando respeito e orientando sobre diversidade e inclusão”, sublinha Lígia. “Fortalecendo o ‘Programa Mulher’, sei que chegaremos lá. Além disso, ganhamos um reforço importante para alcançar esse objetivo com a criação da Comissão Especial de Igualdade de Gênero e Diversidade. Com essa atuação conjunta, será possível superar esses obstáculos”, acrescenta.

Dessa forma, “crescimento”, “inovação”, “empreendedorismo” e “desenvolvimento” são as palavras-chave que deverão nortear a gestão da engenheira Lígia Marta Mackey nos próximos anos, para seguir fazendo do Crea-SP a plataforma de serviços completa dos profissionais da área tecnológica e uma referência no setor público. E, segundo ela, a última gestão foi a mais inovadora da história da entidade, demonstrando claramente a rota a ser seguida.

Nesse sentido, aliás, o Crea-SP já conta com diversas iniciativas de sucesso. Entre elas, destacam-se o “Crea Lab”, o “Crea Inova”, a rede “Crea Lab Coworking”, os cursos híbridos do “Crea Capacita”, os desafios do Hackathon, o programa “De Olho nas Cidades” – o “estágio-visita” da entidade, que opera, trazendo os alunos de universidades de todo o estado de São Paulo para uma imersão dentro do Conselho –, e ainda o “Clube de Vantagens”, que oferece cupons de descontos para compras, além de um serviço de cashback, que pode ser utilizado para zerar a anuidade dos profissionais filiados.

“A área tecnológica é essencial para o desenvolvimento das cidades. E esses programas estão consolidados, são reconhecidos no Brasil todo e tornam o trabalho mais eficiente. Claro, é uma responsabilidade muito grande dar continuidade a esse legado. Mas, felizmente, conto com o apoio de profissionais comprometidos nessa transformação”, finaliza Lígia, com muita confiança.

## A Influência da



Quando os romanos chegaram na Gália, no primeiro século antes de Cristo, tiveram uma enorme surpresa.

Até então, os romanos utilizavam ânforas de barro para fermentação e conservação dos vinhos, bem como no seu transporte. As primeiras tinham o fundo chato e não precisavam ser deslocadas, enquanto as segundas terminavam numa ponta que era encaixada em tábuas com furos, afixadas nos navios que as transportariam, mormente no Mar Mediterrâneo.

O exército romano, chefiado por Júlio César, verificou que a cerveja, que os gauleses adoravam, era conservada em grandes tonéis de madeira construídos especialmente para esta finalidade. Apesar do grande conhecimento vitícola e vinícola dos romanos, este tipo de vasilhame não era conhecido por seus produtores.

A partir daí o processo de envelhecimento do vinho jamais seria o mesmo, pois os barris de madeira, especialmente os de carvalho e quando são novos, aportam ao nobre líquido aromas e gostos típicos, o mais conhecido deles o de baunilha.

Modernamente quase todos os vinhos de guarda passam por criação em barricas novas de carvalho, por exemplo Bordeaux e Borgonha (tanto para os tintos de Pinot Noir como para os brancos de Chardonnay), embora algumas regiões não gostem de utilizá-las, como Jerez, Porto e Champagne.

Para entender os efeitos que a madeira exerce no vinho, temos que considerar o tipo da madeira, o tamanho do barril e sua idade.

A madeira mais utilizada, e que mais à frente discorreremos com detalhes, é o carvalho. Outras madeiras podem ser utilizadas, mas não aportam sabores e aromas interessantes aos vinhos.

A idade do barril também é importante. Quando ele é novo, aporta muitos sabores e aromas, mas este efeito desaparece com o tempo, por isto os grandes vinhos trazem sempre escrito em seu rótulo a inscrição "barril de primeiro uso". A partir do segundo ano de utilização esta influência vai desaparecendo, cessando totalmente com cinco anos de uso, pois com o tempo os poros da madeira nova terminam entupidos pelos vinhos. Alguns produtores extravagantes passam seus vinhos por madeira nova duas vezes, e dizem que o vinho passou 200 por cento em madeira.

Os barris de carvalho europeu são muito caros. Um recipiente de 225 litros, típico de Bordeaux, pode custar mais de 500 euros, e são usados, como vimos, por pouco tempo.

Alguns países e regiões produtoras, por isto, utilizam tonéis de 3.000 litros (ou até maiores), feitos de outras madeiras, que recebem tratamento para serem impermeáveis e não aportarem sabores aos vinhos. Neste caso, a ideia é

outra, é que os vinhos envelheçam sem serem perturbados por nenhuma influência externa. Rioja e parte dos Barolo utilizam esta metodologia.

Os polifenóis presentes nas células de carvalho emprestam ao vinho seus componentes aromáticos, enquanto os taninos que são aportados diferem daqueles que se originaram nas cascas e engaços das uvas. Eles dão ao vinho adstringência e encorpam a estrutura dos vinhos de guarda.

A fabricação dos barris é arte muito antiga, intitulada tanoaria, e os tanoeiros ainda hoje realizam um trabalho





# madeira no vinho



**IVAN CARLOS REGINA**

é engenheiro do setor de transporte público, autor dos livros "Vinho, o Melhor Amigo do Homem" e "Harmonizando Vinho & Comida"  
E-mail: ivanregina@terra.com.br

artesanal magnífico.

As tábuas retiradas das árvores são fendidas, e não serradas, e descansam alguns anos antes de serem utilizadas. As aduelas são então cingidas e encaixadas manualmente por arcos metálicos constituindo o formato cilíndrico oco que tanto conhecemos.

Quando um vinho vai ser colocado em barris de carvalho, o enólogo deve decidir a procedência da madeira que vai utilizar, quanto por cento de seu vinho vai repousar em madeira (pois não é preciso que cem por cento do vinho

permaneça em barris, ele pode ser envelhecido parte em madeira e parte em grandes tonéis de madeira neutra, inox ou epóxi,

e depois do envelhecimento misturados) e o grau de queima dos barris. Os barris, antes de serem preenchidos com vinho, tem sua madeira interna queimada com maçarico. Quanto mais intensa a queima maior é o aporte de sabores e aromas. Uma queima intensa empresta ao vinho sabores e aromas empíreumáticos ou defumados. Uma queima leve provoca sabores e aromas delicados de baunilha. Assim cabe ao profissional do vinho decidir que tipo de queima irá utilizar.

Agora, precisamos entender que para a passagem em madeira o vinho precisa ter, anteriormente a este processo, uma estrutura que permita suportar o acréscimo de sabores que mencionamos. Por isto, uvas que dão origem a vinhos de pouco corpo (como a Gamay e a Sauvignon Blanc, apenas como exemplos), não passam por envelhecimento em barris de madeira.

O processo de educação do vinho em madeira é reservado aos vinhos que já têm estrutura maior, como a Cabernet Sauvignon, a Merlot ou a Sirah.

Por este processo ser muito expensivo, como vimos, muitos produtores se valem apenas de grandes pranchas de carvalho que metem nos reservatórios neutros onde os vinhos repousam. Muitas deles se valem ainda de "sachês" com gosto de madeira, e, logicamente, estes métodos, embora muitas vezes sejam aceitos pela legislação vinícola, não costumam dar resultados muito bons, sendo apenas uma falsa emulação do processo de envelhecimento natural do vinho.

Um conceituado produtor de um país vizinho ao nosso jateia seu vinho, em alta pressão, por sobre ripas de carvalho para "arrancar" da madeira moléculas que lhe aportem sabor. O resultado, contudo, é deplorável.

Os barris de carvalho francês são os mais reputados e caros do mundo. Eles vêm dos bosques de regiões preservadas na França, como Limousin, Allier, Nièvre e Vosges. Aportam aos vinhos um delicado gosto que os entendidos reconhecem região por região. A madeira proveniente do Leste Europeu também é muito boa. Também temos carvalhos originários da América do Norte, e eles aportam aos vinhos normalmente aromas de côco queimado, mais intensos e presentes que os do Velho Mundo.

Nós, como não somos enólogos, não precisamos nos preocupar com estas complicadas decisões, apenas saber como se dá a influência da madeira no vinho para podermos apreciar melhor esta nobre bebida, que tanta alegria aporta aos homens e mulheres no planeta Terra. Saúde! 🍷



FOTO: MONTAGEM COM FOTOS DA SHUTTERSTOCK E PHOTODISC

# LIVROS TÉCNICOS

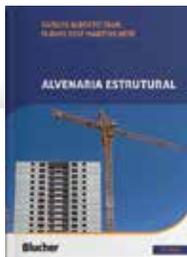
## **TAUIL, Carlos Alberto; NESE, Flávio José Martins. Alvenaria estrutural (2ª edição).**

São Paulo - SP, Editora Blucher, 2023, 312p.

"Após alguns anos de vivência projetando, construindo e buscando melhores formas de arquitetar moradias, conheci a moderna Alvenaria Estrutural com blocos de concreto. Este sistema construtivo, muito flexível em termos de aplicabilidade a qualquer tipologia de projeto, vem sendo aprimorado a cada ano, permitindo mais fluidez ao trabalho", Carlos Alberto Tauil.

"As paredes deixam de ser apenas paredes para se tornar Sistemas de Alvenaria, um conjunto de atividades que envolve a execução das alvenarias, a execução virtual usando processos BIM, e a gestão da sua execução pensando em todas as interfaces com as quais as alvenarias se comunicam na obra.

Executar um Sistema de Alvenaria é muito mais do que apenas executar uma parede; a visão do todo, a gestão do projeto e da execução são fundamentais para o objetivo que se quer atingir", Flávio José Martins Nese.



## **FERRAZ, Nelson Newton. Guia da construção civil: do canteiro ao controle de qualidade.**

São Paulo - SP, Oficina de Textos, 2019, 187p.

Esta obra se destina a todo aquele que quer iniciar ou se aprimorar na carreira da nobre arte construtiva. O objetivo não é realmente ensinar a executar uma tarefa ou serviço dentro de uma obra, mas sim explicar como e porque se faz aquele serviço. Não é necessário ter a habilidade de assentar tijolos para executar uma parede, contudo

é preciso saber como se executa esse serviço para poder acompanhá-lo e/ou supervisioná-lo. Para todos os serviços, a ideia é exatamente essa: eu não executo tal tarefa, mas sei exatamente como (e porque) se deve executá-la. Lembre-se sempre de que você terá a responsabilidade técnica objetiva sobre todos os serviços executados, e uma pequena falha pode vir a ser desastrosa!



## **GOMIDE, Tito Lívio Ferreira. Lívio Gomide (in memoriam). Manual de grafoscopia (4ª edição). Silvia Matsu Eguti, e Stella Marys Della Flora (contribuição técnica, novas ilustrações e revisão).**

São Paulo - SP, Leud Editora, 2023, 264p.

Destaca-se a Grafoscopia dentre as disciplinas da Criminalística, em decorrência do crescimento das fraudes documentais no mundo globalizado. Essa constatação, aliada à reduzida literatura simples e objetiva sobre o tema, levou os autores a produzirem este excelente "Manual de Grafoscopia", que permite aos estudiosos uma introdução fácil e agradável no aprendizado básico da matéria. Com uma sistematização moderna e clara, o livro aborda a teoria elementar com conceitos inéditos, além de apresentar ilustrações gerais das principais fraudes gráficas, recomendações indispensáveis na elaboração de um documento seguro, modelos de laudos e legislação pertinente.

Trata-se de obra singular, utilíssima aos profissionais das áreas jurídica, empresarial e de segurança, possibilitando a prevenção das fraudes e o entendimento de laudos periciais.



## **ARAÚJO, Wilson Gonçalves de. O fantástico mundo dos sistemas elétricos de potência - volume 2.**

Rio de Janeiro - RJ, Editora Ciência Moderna, 2023, 158p.

Neste livro são abordados assuntos relacionados a redes elétricas trifásicas e equilibradas, bem como uma análise detalhada das características de operação dos transformadores nas suas formas extrínseca e intrínseca, como seu circuito equivalente, reflexão de impedâncias, ensaios a vazio e curto-circuito, regulação de tensão e as diversas relações entre tensões e correntes.



## **CORRÊA, Roberto Machado. Desenho técnico civil: projeto de edifícios e outras construções.**

São Paulo - SP, Editora LTC, 2019, 256p..

O desenho técnico de projeto de edifícios é uma linguagem usada pelos profissionais da área de arquitetura, engenharia e construção. Como toda linguagem técnica, ela deve ser clara e ter uma única interpretação para evitar erro de projetos que podem ocasionar prejuízos com desperdícios e atrasos na sua elaboração e na execução da obra ou do serviço, assim como problemas de uso e manutenção predial.

Ao mesmo tempo que se deve ter atenção na elaboração dos desenhos, compatibilizando com as disciplinas de projeto (arquitetura, estrutura e instalações prediais), é necessário elaborar esses desenhos com rapidez, sem perder a precisão. Nos escritórios de projeto de edifícios, o volume de trabalho muitas vezes pode ser alto, com prazos curtos de entrega.

Desenho Técnico Civil propõe um roteiro de como elaborar cada tipo de desenho de projeto de edifícios com rapidez, precisão e organização.



## **PINHEIRO, Antonio Carlos da Fonseca Bragança; CRIVELARO, Marcos. Materiais de construção (3ª edição).**

São Paulo - SP, Editora Érica, 2020, 184p.

O livro Materiais de Construção aborda os conceitos ligados à ciência e à engenharia de materiais no setor de construção civil, apresentando sua evolução desde a Antiguidade até o início do século XXI. Trata da exposição dos ensaios e os critérios para seleção dos materiais (metais, cerâmicas, compósitos, semicondutores e biomateriais), com destaque para normalização, unidades e notação científica. Discorre, ainda, sobre temas como argamassa armada e suas técnicas de execução, sistemas de pintura, polímeros na construção civil e vidro inteligente.





**PEREIRA, Mario Jorge.**  
**Energia: eficiência & alternativas.**

Rio de Janeiro - RJ, Editora Ciência Moderna, 2023, 332p.

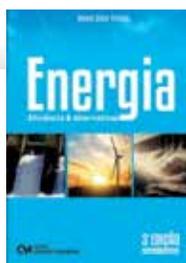
Este livro aborda o assunto eficiência energética e os sistemas alternativos para a geração de energia. Nesta nova edição, ocorre a ampliação deste assunto. A importância da preservação das fontes não renováveis, sustentabilidade e uso mais econômico da energia elétrica.

A geração de eletricidade por meio das hidrelétricas e pequenas centrais (PCH), onde são abordadas suas principais características técnicas. A importância do Fator de Potência. Ainda, os princípios de funcionamento dos equipamentos elétricos (Motores e Capacitores).

A Eficiência Energética nas indústrias e residências. Abordagem detalhada da Norma "ISO 5001 Sistemas de Gestão de Energia". Programas previstos pela ANEEL e a Certificação LEED.

Nessa edição, as informações foram atualizadas e ampliadas nos itens relacionados aos Sistemas Alternativos para Geração de Energia: Gás Natural, Eólica, Solar e Nuclear.

Outro tema ampliado se refere aos sistemas alternativos para movimentação veicular: GNV e os Carros Elétricos e Híbridos. Ainda, o caso "Conversão de Equipamentos Elétricos para Gás Natural" etc.



**MARINHO, Andréa Cito.**  
**Habita verde - uma questão de sobrevivência.**

Rio de Janeiro - RJ, Editora Ciência Moderna, 2023, 238p.

Os temas abordados neste livro levam o leitor por uma jornada de conscientização dos problemas habitacionais nos moldes atuais, que se agravam com os desastres ambientais e conflitos humanos. O livro traz à tona, as técnicas construtivas autóctones, desenvolvidas através do tempo por povos milenares, que empiricamente encontraram na natureza, as soluções sustentáveis para proteger seus habitantes das intempéries. Mostra técnicas vernaculares de construção, utilizando recursos naturais renováveis e reutilizáveis, pelos cinco continentes, para que as lições do passado ajudem a construir as habitações sustentáveis do futuro.



**CARVALHO JÚNIOR, Roberto de.**  
**Instalações elétricas e o projeto de arquitetura (10ª edição).**

São Paulo - SP, Editora Blucher, 2023, 350p.

Com uma trajetória de mais de três décadas dedicada à função de projetista de instalações, o engenheiro acumulou vasta experiência para identificar uma série de desafios relacionados à compatibilização entre instalações prediais com o projeto de arquitetura e demais projetos desenvolvidos. A primeira parte deste livro apresenta os conceitos fundamentais das instalações elétricas prediais, abrangendo entrada e fornecimento de energia elétrica, padrão de entrada, central de medição, carga elétrica total instalada, quadro de distribuição de circuitos, prumada elétrica, divisão e dimensionamento de circuitos, dispositivos de proteção para baixa tensão, aterramento do sistema, componentes utilizados nas instalações etc. Na segunda parte, o livro aborda tanto as interações físicas quanto funcionais das instalações elétricas com a arquitetura, bem como as mais recentes inovações, tecnologias e novos conceitos no âmbito das instalações elétricas prediais.



**KERZNER, Harold.**  
**Gerenciamento de projetos: uma abordagem sistêmica para planejamento, programação e controle.**

São Paulo - SP, Editora Blucher, 2015, 782p.

Nesta obra clássica, tradução da décima primeira edição norte-americana, o Dr. Kerzner traz para o leitor o estado da arte do gerenciamento de projetos, alinhado com o PMIs PMBOK® Guide.

Com a leitura desta obra, o profissional de gerenciamento de projetos e o estudante que se dedica a aprendê-lo saberão como adotar uma metodologia de gerenciamento de projetos e utilizá-la constantemente, comprometer-se com o desenvolvimento de planos eficazes no início de cada projeto, fornecer aos executivos as informações voltadas para o patrocinador do projeto (e não as informações de gerenciamento do projeto), focar nas entregas, em vez de focar nos recursos, cultivar a comunicação eficaz, a cooperação e a confiança para alcançar rápida maturidade em gerenciamento de projetos, eliminar reuniões improdutivas etc.



**CARVALHO JÚNIOR, Roberto de.**  
**Patologia dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários (4ª edição, volume 1).**

São Paulo - SP, Editora Blucher, 2021, 264p.

Em trinta anos de atuação como projetista de instalações prediais, o engenheiro Roberto de Carvalho Júnior constatou diversas causas de patologia endógenas em sistemas prediais hidráulicos e sanitários que foram originadas por fatores inerentes à própria edificação, como falhas de projeto, falhas de execução, má qualidade dos materiais e mau uso das instalações. Como professor de disciplinas de instalações prediais em faculdades de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, o autor observou a carência e a importância de uma bibliografia que atendesse às necessidades de aprendizado e consulta sobre patologia dos sistemas prediais de água fria, água quente, esgoto e águas pluviais.

Este livro foi desenvolvido com a finalidade de transmitir a engenheiros civis, arquitetos, projetistas e alunos dos cursos de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo, fundamentos teóricos e soluções práticas sobre manifestações patológicas em sistemas prediais hidráulicos e sanitários.



**MEDEIROS, Damascynlito.**  
**Eletrônica moderna básica.**

Rio de Janeiro - RJ, Editora Ciência Moderna, 2022, 388p.

No século XX aconteceu a 3ª revolução industrial com o advento de altas tecnologias da comunicação que deu ao mundo a computação, a informática e telefonia móvel - celulares. E o fulcro dessa revolução tem início na descoberta dos dispositivos eletrônicos, estudados na eletrônica moderna, que possibilitou o desenvolvimento das altas tecnologias, que culminou na construção dos circuitos impressos e integrados.



# BIM na transformação digital da engenharia e construção



O setor da construção civil é um dos motores da recuperação econômica brasileira. Em 2022, cresceu 6,9%, conforme dados do Produto Interno Bruto divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), no primeiro semestre de 2023, o setor gerou 169.531 novos empregos formais, apontando crescimento de 7%. Sabe-se, entretanto, que a construção é um setor tradicionalmente conservador, no qual as empresas vêm demonstrando resistência à adoção de soluções tecnológicas.

Em 2022, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) patrocinou uma pesquisa, realizada pelo BIM FORUM BRASIL (BFB) com cerca de 10.000 profissionais, para identificar o cenário da digitalização das engenharias e da arquitetura brasileiras. De forma geral, ainda há uma grande predominância de uso de tecnologias 2.0, consideradas de pouca digitalização; seguida de uma parcela moderada de profissionais que conhecem tecnologias 3.0, mais modernas; e uma parcela pequena com conhecimentos concretos sobre tecnologias 4.0, como realidade aumentada, realidade virtual, internet das coisas, entre outras.

A Sondagem de Transformação Digital nas Empresas Brasileiras, realizada trimestralmente pela ABDI e pela Fundação Getúlio Vargas (FGV), revelou que entre os setores da economia, a construção é o que possui o menor índice de transformação digital, o que menos solicita crédito para iniciativas voltadas à transformação digital e o que menos participa de editais e programas de incentivo à transformação digital – recorte do primeiro trimestre de 2022 ao primeiro trimestre de 2023.

A transformação digital no setor da construção é baseada no uso intensivo de Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), incluindo novas formas de funcionamento e interação entre indivíduos, empresas e governos. Não se trata apenas de digitalizar processos analógicos ou agregar tecnologias aos processos tradicionais, mas sim de uma mudança completa de estratégia.

Entre as ferramentas capazes de apoiar as empresas do setor no seu salto tecnológico está o Building Information Modelling (BIM). A ABDI entende BIM como um fator disruptor, não apenas no desenvolvimento de projetos ou execução de obras, mas especialmente na maneira inteligente de gerir os espaços.

A ABDI tem contribuído com os esforços dos governos federal, estaduais e municipais na disseminação do BIM, participando das discussões entre setor público,

academia e indústria.

Em 2018, com o Decreto nº 9.377, foi lançada a Estratégia Nacional de Implementação de BIM BR, que estabelece objetivos para um período de 10 anos. Obras e serviços de engenharia contratados por órgãos da Administração Pública Federal passaram a ser executados em BIM a partir de janeiro de 2021. De acordo com o decreto 10.306/2020, a exigência acontece em três fases, sendo a primeira em 2021, a segunda a partir de 2024, e a terceira em 2028. Além disso, a nova lei de licitações, Lei nº 14.133/21, prevê o uso preferencial de BIM nas licitações para contratação de obras públicas, já a partir de 2024.

Alinhada com a Estratégia BIM BR, a ABDI tem trabalhado diretamente em três dos seus objetivos: na difusão dos benefícios da metodologia BIM, no desenvolvimento de uma Plataforma para hospedar a Biblioteca Nacional BIM (BNBIM) e no estímulo a capacitações em BIM.

A Plataforma BIM BR é um portal do governo federal, administrada pela ABDI, que hospeda a única biblioteca BIM desenvolvida integralmente com recursos públicos no Brasil. A BNBIM possui um acervo de mais de 2.000 objetos, aproximadamente 315.000 downloads realizados e mais de 27.000 usuários cadastrados.

Em outubro de 2020, a ABDI lançou o Democratizando BIM, um curso online para viabilizar o acesso a conhecimentos básicos sobre BIM. A repercussão foi tão positiva que mais quatro módulos foram criados, entre 2022 e 2023. Até o momento, mais de 7.400 profissionais concluíram os cursos.

Junto com o BFB, a ABDI vem elaborando um Guia Orientativo de Contratos em BIM. A ideia é ajudar tanto o setor da construção nos seus contratos com o poder público, como auxiliar agentes públicos a elaborarem, avaliarem e fiscalizarem contratos em BIM.

Com previsão de lançamento para o primeiro semestre de 2024, está em desenvolvimento o Guia Orientativo de Desenvolvimento de Objetos BIM para Fabricantes de Insumos, que atuará na sensibilização do setor produtivo sobre a importância de bibliotecas BIM para a competitividade das empresas.

As iniciativas da ABDI, alinhadas a legislações e estratégias governamentais específicas, têm potencial para preparar o Brasil para os desafios e oportunidades da Construção 4.0. Este é um passo crucial para a consolidação de uma indústria de construção mais inteligente e eficiente, contribuindo para o desenvolvimento sustentável do país. 

**CECÍLIA VERGARA SOUVESTRE**  
é advogada, ex-presidente da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)

www.brasilengenharria.com



# Marcopolo Rail

Fornecedora estratégica dos  
**People Movers do GRU Airport**



Atendendo aos mais exigentes regulamentos internacionais de segurança, o material rodante Marcopolo Rail vai **transformar a experiência dos passageiros** no Aeroporto Internacional de Guarulhos. Como fornecedores oficiais do consórcio AeroGru, esta é mais uma grande entrega de trens com tecnologia e inovação produzida no Brasil.



Marcopolo **RAIL**

Trilhando caminhos para o futuro.

