

SISTEMA INÉDITO DE ESCAVAÇÃO DO METRÔ DO RIO VENCEU O “OSCAR” DE TÚNEIS

A maior obra de mobilidade do Rio de Janeiro foi vencedor do “Oscar” dos túneis. O inédito sistema de escavação de túneis utilizado na Linha 4 do Metrô do Rio de Janeiro esteve entre os finalistas do ITA Tunnelling Awards 2016, maior prêmio do setor de túneis do mundo, na categoria Inovação Técnica do Ano (Technical Innovation of the Year). O sistema foi criado para garantir que a obra fosse desenvolvida com segurança, sem afetar os bairros densamente povoados de Ipanema e Leblon, na zona sul carioca. Com ele foi possível construir os 5,2 quilômetros de túnel em subsolo composto por um misto de areia e rocha. Os novos métodos desenvolvidos por engenheiros brasileiros da Construtora Norberto Odebrecht (CNO) resultaram em uma obra sem desapropriações e com redução dos impactos na superfície

Finalista do ITA Tunnelling Awards 2016, a Linha 4 do Metrô do Rio de Janeiro venceu o “Oscar” dos túneis na categoria Inovação Técnica do Ano

(Technical Innovation of the Year), por meio de um sistema inédito de escavação em solo arenoso e área densamente povoada como a Zona Sul do Rio. Trata-se do maior prêmio do setor de túneis do mundo. O projeto é dos engenheiros da Construtora Norberto Odebrecht (CNO), e esteve entre os cinco finalistas do prêmio mundial. **Julio Pierri**, engenheiro da Odebrecht é o coordenador da área de engenharia do projeto da Linha 4 do Metrô do Rio. Ele trabalhou ao lado dos engenheiros **Alexandre Mahfuz** e **Carlos Henrique Turolla**, também da Odebrecht, com apoio da consultora MTC. O sistema é inovador porque eles criaram no laboratório da obra um polímero e uma técnica que permitiu escavar os túneis – em terreno de rocha e areia – com o mesmo Tunnel Boring Machine EPB (Earth Pressure Balance) híbrido – tatum – em uma área cheia de problemas de todos os tipos. Esta é a segunda edição do ITA Tunnelling Awards, prêmio concedido pela International Tunnelling and Underground Space Association (ITA) que condecora os melhores projetos, realizações e inovações do mundo. Os engenheiros da Odebrecht, que inscreveram o projeto no Prêmio, foram os profissionais brasileiros que disputaram, na categoria Inovação Técnica do Ano, com profissionais de Singapura, Finlândia, Noruega e Grã-Bretanha. Os vencedores de várias categorias foram anunciados durante cerimônia em Sin-

gapura, no dia 11 de novembro. No dia 12 de setembro o projeto dos engenheiros da Odebrecht foi apresentado em um Congresso técnico em Buenos Aires, na Argentina.

Além da equipe de engenheiros da Odebrecht, o maior e mais importante

prêmio da engenharia subterrânea internacional, o ITA Tunnelling Awards, teve outro brasileiro entre os finalistas. Trata-se do jovem engenheiro **Marlísio Oliveira Cecílio Junior**, atual presidente do grupo de Jovens Tuneleiros do Comitê Brasileiro de Túneis (CBT) e que



Equipe do Consórcio Linha 4 Sul, da esquerda para a direita: **Aluísio Coutinho**, gerente de produção; **Wilson Busanello**, gerente administrativo financeiro; **Marcos Vidigal**, diretor de contrato; **Julio Pierri**, coordenador de engenharia; **Carlos Henrique Turolla**, engenheiro consultor, atuando na operação do TBM; **Alexandre Mahfuz** (abaixado), coordenador do TBM



Marlísio Oliveira Cecílio Junior, atual presidente do grupo de Jovens Tuneleiros do Comitê Brasileiro de Túneis (CBT)

trabalha para a Tüv Süd/Bureau de Projetos. Ele esteve entre os finalistas na categoria “Jovem Tuleleiro do ano”. Este ano o ITA Tunnelling Awards recebeu 98 inscrições de 25 países, sendo que os 33 finalistas foram divididos em nove categorias.

Entre os 33 finalistas indicados pelo ITA estiveram representadas 14 nações, sendo que entre as nações com mais indicados a finalistas que o Brasil está Singapura com nove, China com cinco e Noruega também com cinco. Atualmente em Singapura existem cerca de 50 tuneladoras em operação. Trata-se de um país organizado em um conjunto de 63 ilhas que tem área aproximada de 700 quilômetros quadrados, da ordem de apenas o dobro da área da cidade insular de Ilha Bela no litoral norte do Estado de São Paulo, e que escava dezenas de quilômetros de túneis ao mês. Já na China existem mais de 100 tuneladoras em operação em um país de dimensões continentais e que escava centenas de quilômetros de túneis ao mês. A Noruega, por sua vez, com sua tradição de uso do espaço subterrâneo e escavações subterrâneas tem as mais variadas oportunidades de geração de projetos emblemáticos.

Segundo Tarcísio Barreto Celestino, presidente do Comitê Brasileiro de Túneis (CBT), a classificação de finalistas teve grande valor para o Brasil. “Em todas as categorias, houve inscrições de vários países do mundo, entre aqueles em que a indústria de construção de

túneis é praticada com grande intensidade, rigor e qualidade. Considerando a pequena atividade de construção de túneis em nosso país, quando comparada a de outros países, a presença de dois finalistas brasileiros foi uma inquestionável indicação da qualificação técnica dos autores, de suas empresas e do meio técnico de nosso país. Isto é também corroborado pela classificação de finalista no ano passado – o engenheiro Eloi Palma Filho, na categoria de Jovem Tuleleiro. O fato é motivo de regozijo para o Comitê Brasileiro de Túneis.”

No caso do sistema de escavação de túneis utilizado na Linha 4 do Metrô do Rio de Janeiro, a principal inovação foi a criação de um sistema inédito de escavação em solo arenoso. A equipe de engenheiros desenvolveu um sistema adicional específico para condicionamento do solo e mostrou, com isso, que é possível utilizar um Tunnel Boring Machine EPB (Earth Pressure Balance) híbrido em solo de areia com eficiência e segurança. O método alternativo seria o uso de uma tuneladora do tipo Slurry, normalmente utilizada em solos arenosos, porém ela ampliava o risco de recalques severos no solo, o que seria inadequado numa região com tantos edifícios.

Considerada o maior legado em mobilidade que a cidade do Rio de Janeiro ganhou com os Jogos Olímpicos 2016, a Linha 4 do Metrô foi a maior obra de infraestrutura urbana realizada nos últimos anos na América Latina. Construída em seis anos, dentro da média mundial para sua alta complexidade técnica, a nova linha metroviária cumpriu as normas internacionais mais rigorosas para a construção e operação de metrôs no mundo. O projeto utilizou tecnologias de ponta. O projeto representa a execução, de uma só vez, de toda a malha de metrô subterrâneo construída na cidade nos últimos 30 anos. Com a nova linha, cariocas e visitantes passam a ter uma alternativa de transporte rápido, moderno, eficiente e sustentável. A Linha 4 pode transportar 300 000 pessoas por dia, retirando das ruas cerca de 4 000 veículos por hora/pico no eixo Barra-Zona Sul.

No caso da Linha 4 foi usado pela primeira vez no mundo um EPB em solo arenoso em uma região densamente edificada e com grande circulação de pessoas e veículos. Antes, o equipamento só havia sido utilizado duas vezes nesse

tipo de solo, mas em trechos curtos e em áreas pouco ou nada povoadas. Para realizar o trabalho, foi criado um sistema interno para injetar diversos tipos de material para condicionamento do solo durante a escavação, como uma espuma com polímero customizado para o subsolo da Zona Sul do Rio. Isso ampliou a capacidade de operação da máquina EPB em areia, avançando pela primeira vez sua atuação na área que seria do tatuzão Slurry. O desafio foi imenso. Foi preciso construir o túnel debaixo do leito das ruas, sem passar por baixo de nenhum prédio e com o menor risco possível de recalque para os edifícios, que em alguns trechos estavam a apenas 12 metros do túnel. Não havia como usar o tatuzão Slurry, normalmente utilizado em solos arenosos, porque era muito arriscado pela possibilidade de provocar recalques severos e pela maior complexidade de operação. O EPB também não tinha um sistema de condicionamento de solo adequado às necessidades do projeto. Por isso, a saída foi desenvolver um modelo específico para aquela região.

O EPB híbrido possibilitou trabalhar com controle da pressão na frente da máquina e minimizar a possibilidade de recalques na superfície e edificações do entorno, além de proporcionar uma considerável redução no volume de materiais usados no condicionamento do solo e no consumo de energia. A aplicação desta tecnologia permitiu ainda reduzir a área de apoio à operação do equipamento, principalmente em uma região



Tarcísio Barreto Celestino, presidente do Comitê Brasileiro de Túneis (CBT)

densamente urbanizada da cidade e com um dos metros quadrados mais caros do país. Com a utilização do tatuzão EPB híbrido foi possível cruzar uma geologia complexa com eficiência e segurança, diminuindo os riscos de instabilidade. O terreno dos túneis incluía uma longa extensão de areia de praia delimitada por dois trechos de rocha altamente abrasiva.

O EPB híbrido foi fabricado por encomenda e na medida certa pela alemã Herrenknecht. Segundo Edson Peev, engenheiro sênior da Herrenknecht do Brasil, o Tatuzão TBM (Tunnel Boring Machine) tem 2 700 toneladas e 123 metros de comprimento por 11,5 metros de diâmetro, o equivalente a um prédio de quatro andares. “Para perfurar os túneis da Linha 4 do Metrô – Barra da Tijuca-Ipanema, entre a Estação General Osório e a Gávea, a potência da cabeça de corte da máquina foi de 4 200 kW e torque de 11 311 kNm. Este é o maior tatuzão da América Latina até o momento e o maior em obras metroviárias. Em breve, teremos um tatuzão do mesmo tamanho operando na Argentina, para um projeto ferroviário.”

Quantos metros por dia esse TBM está apto a escavar num terreno de rocha e areia e numa área densamente povoada e com grande circulação de pessoas e veículos como a Zona Sul do Rio? Qual a definição de EPB híbrido? – perguntamos a Edson Peev.

“A máquina tem capacidade para escavar e instalar em média até um anel por hora, que no caso deste projeto corresponde a 1,80 m/hora, ou 36 metros

DIVULGAÇÃO



Edson Peev, engenheiro sênior da Herrenknecht do Brasil

por dia, considerando-se 20 horas de operação. Esta produção foi alcançada pela máquina durante sua operação, porém, a produção média efetiva depende de vários outros condicionantes operacionais, além das condições geológicas. Normalmente, estima-se uma produção entre 12 e 20 metros por dia. EPB híbrido refere-se a uma máquina que pode operar tanto no modo EPB como em um modo diferente. Há basicamente três tipos de TBMs: TBM de frente aberta, TBM de Pressão Balanceada de Terra [EPB na sigla em inglês] e TBM Slurry. No caso da máquina empregada na Linha 4 do Metrô do Rio, o TBM foi projetado para operar no modo EPB, para escavação na areia, e no modo de frente aberta, para escavação em rocha. A máquina possui ainda um sistema mais

simples que permite o uso de Slurry em casos de necessidade, em que não se pode controlar a pressão na frente da máquina apenas com o modo EPB.”

Pode explicar, didaticamente, como o EPB híbrido pode operar com controle da pressão na frente da máquina? – indagamos de Peev.

“A principal característica das máquinas tipo EPB é que elas podem usar o solo escavado como meio de suporte. Uma roda de corte equipada com ferramentas de corte é pressionada contra o solo, escavando o material. O material do solo penetra a câmara de escavação através de aberturas na roda de corte, onde é misturado com a pasta de solo já existente dentro da mesma. Braços da roda de corte em conjunto com a antepara misturam esta pasta até atingir a textura requerida. A antepara transfere a pressão dos cilindros de avanço à pasta. Quando a pressão da pasta na câmara de escavação iguala a pressão do solo circundante e do lençol freático, o equilíbrio foi atingido. Um transportador tipo parafuso sem fim transporta o solo escavado desde a parte inferior da câmara de escavação até uma correia transportadora. A interação entre a vazão do parafuso sem fim e a velocidade de avanço do TBM garante que a pressão de suporte da pasta seja controlada com precisão. A pressão na câmara de escavação é continuamente monitorada através de sensores de pressão. Desta forma, o operador do TBM tem possibilidade de fazer o ajuste fino de todos os parâmetros de operação, mesmo em condições variáveis da geologia, permi-

Curiosidades da obra

A Linha 4 do Metrô (Barra da Tijuca-Ipanema) representa a execução, de uma só vez, da mesma extensão de metrô subterrâneo construída no Rio de Janeiro nos últimos 30 anos. São 16 quilômetros de extensão e seis novas estações: Nossa Senhora da Paz, Jardim de Alah, Antero de Quental, Gávea (prevista para 2018), São Conrado e Jardim Oceânico. O projeto utilizou tecnologias de ponta nacionais e internacionais para atravessar bairros densamente povoados, com menor impacto à superfície e aos moradores do entorno. Foram

cerca de 340 empresas envolvidas no empreendimento. Mais de 200 especialistas e consultores nacionais e internacionais – reconhecidos por entidades do setor de túneis e geotecnia – esmiuçaram o projeto, gerando mais de 3 000 documentos. Ao longo de seis anos, os canteiros passaram por auditorias externas e a construção recebeu a certificação de gestão de qualidade ISO 9001.

Quantidade de material escavado – Total: 2,84 milhões de m³, ou ≈ 1 136 piscinas olímpicas (uma piscina olímpica tem 2 500 m³).

Quantidade de concreto utilizado – Total: 665 346 m³, ou ≈ oito estádios do Maracanã (o Estádio do Maracanã tem 80 000 m³).

Quantidade de viagens de caminhão por dia para retirada de material – Total: 400 viagens por dia no pico da obra.

Quantidade de explosivos utilizados – Total: 1,64 milhão de toneladas ou ≈ 152 Réveillons em Copacabana (o Réveillon em Copacabana costuma utilizar 10 770 toneladas).

Quantidade de detonações – 8 556.

tindo altas velocidades e minimizando o risco de recalques ou pressão excessiva no solo. Para escavação na rocha, a máquina é convertida para o modo aberto, no qual a extração do material escavado é feita através de correia transportadora, com a roda de corte lançando o material diretamente nesta correia. Neste caso, não é feito o controle da pressão.”

A Linha 4 do Metrô do Rio de Janeiro (Barra da Tijuca-Ipanema) é a maior obra de infraestrutura urbana executada na América Latina nos últimos anos e de alta complexidade técnica. Foram cerca de 340 empresas envolvidas no empreendimento. Mais de 200 especialistas e consultores nacionais e internacionais – reconhecidos por entidades do setor de túneis e geotecnia – se debruçaram sobre o projeto, para estudá-lo minuciosamente, gerando mais de 3 000 documentos.

Julio Claudio Di Dio Pierri, engenheiro da Construtora Norberto Odebrecht é o coordenador da área de engenharia do projeto da Linha 4 do Metrô do Rio. Ele comandou equipe formada ainda pelos engenheiros Alexandre Mahfuz Monteiro e Carlos Henrique Turolla, ambos da Odebrecht, com apoio da consultora MTC.

Julio Pierri é graduado em engenharia civil pela Escola de Engenharia Mauá (SP), turma de 1984 e tem MBA em Administração de Negócios pela Fundação Getúlio Vargas (SP), em 2009. Atua há quase 30 anos na área da construção civil na Odebrecht, tendo exercido cargos importantes em cerca de 20 obras em diversos países do mundo, como Brasil, Argentina, Venezuela e Angola. Entre os empreendimentos, destacam-se o Polo Industrial de Viana – Angola; Águas Del Panamá – Argentina; e Casas Populares em Zango e Sapú – Angola. É especialista em obras metroviárias, tendo se destacado pela atuação em dez construções e expansões de metrô: Linha 4 do Metrô do Rio de Janeiro; Linha 4-Amarela do Metrô de São Paulo; Linha 4 Tramo Capuchinos-Plaza, em Caracas; Linha 1 do Rio de Janeiro, entre outras. Atualmente, é coordenador de engenharia na Linha 6-Laranja do Metrô de São Paulo, expansão metroviária que ligará o Centro à Zona Noroeste da cidade.

De seu lado, Alexandre Mahfuz é graduado em Engenharia Mecânica pela

Universidade Federal de Itajubá (Unifei), turma de 2005, e tem MBA em gerenciamento de projetos pela Fundação Getúlio Vargas/RJ (2009). Atua na área da construção civil desde 2006, na Odebrecht. É especialista em escavação mecanizada, tendo participado de empreendimentos importantes, tais como: Linha 4-Amarela do Metrô de São Paulo; Estação General Osório da Linha 1 do Metrô do Rio de Janeiro; Torres do Complexo Rubem Braga, no Morro do Cantagalo, no Rio de Janeiro; e Linha 4 do Metrô do Rio de Janeiro. Neste último, foi responsável pela operação do maior Tunnel Boring Machine (TBM) da América Latina, que escavou o túnel da nova linha metroviária na Zona Sul da cidade.

Em entrevista exclusiva à REVISTA ENGENHARIA, o engenheiro Julio Pierri, representando a equipe por ele comandada (que inclui os engenheiros Alexandre Mahfuz e Carlos Henrique Turolla) confirmou que a alta complexidade do projeto e o local onde era executado fez com que a Odebrecht tivesse que desenvolver uma nova forma de escavar o túnel em areia, passando entre edifícios comerciais e residenciais densamente povoados. “Nós desenvolvemos, em parceria com o fabricante Herrenknecht, um sistema interno no TBM – fabricado sob medida para o solo da Zona Sul carioca – com sistemas e modos de operação adicionais para injetar determinados tipos de material para condicionamento do solo durante a escavação, como uma espuma com polímero customizado para aquele subsolo.”

Pode explicar os detalhes da criação de um sistema interno para injetar esses determinados tipos de material para condicionamento do solo durante a escavação? Foi isso que ampliou a capacidade de operação do tatuzão EPB híbrido em areia? – perguntamos a Pierri.

“Estudamos a geologia de Ipanema e Leblon e desenvolvemos um sistema adicional para se injetar materiais diversos no solo arenoso, de forma a melhorar a sua granulometria, necessária à operação de um TBM EPB. Um dos materiais seria uma mistura de polímeros específica para condicionamento daquele tipo de terreno. Esse material era injetado durante o processo de escavação. Isso ampliou a capacidade de operação da máquina EPB em areia, avançando pela primeira vez sua atuação na área da

máquina Slurry. Desta forma, foi possível usar pela primeira vez no mundo um EPB em solo arenoso em uma região densamente edificada e com grande circulação de pessoas e veículos. Antes, o equipamento só havia sido utilizado duas vezes nesse tipo de solo, mas em trechos curtos e em áreas pouco ou nada povoadas. Em resumo, em vez de construirmos uma máquina para cada tipo de solo, geramos uma máquina que modifica o solo para o tipo de máquina, através de injeções multiprodutos. Antes, os equipamentos EPB só haviam sido utilizados duas vezes nesse tipo de solo arenoso, apenas com variações no modo de operação, sem um novo sistema específico.”

Vocês construíram o túnel da obra abaixo do leito das ruas, sem passar por baixo de nenhum prédio e com o menor risco possível de recalque para os edifícios, que em alguns trechos estavam a apenas 12 metros do túnel. Foi isso que determinou um modelo específico de máquina para aquela região, uma vez que era muito arriscado usar o Tatuzão Slurry? – indagamos de Pierri.

“O principal desafio desse projeto foi executar uma obra de tamanha complexidade no subsolo de bairros densamente povoados e com grande circulação de pedestres e veículos. A segurança era o principal requisito de qualquer metodologia que escolhêssemos. Optamos, então, por um traçado que não passasse por baixo de nenhum edifício, a fim de minimizar os impactos para os moradores, e conseguimos concluir as atividades com recalques controlados e sem qualquer dano estrutural aos imóveis da região. Para isso, foi necessário construir um TBM sob medida para o solo da Zona Sul carioca, que se intercala entre rocha e areia com alto nível de água, e inserir nele uma nova tecnologia de condicionamento do solo. Com a utilização do tatuzão EPB híbrido foi possível cruzar uma geologia complexa com eficiência e segurança, diminuindo os riscos de instabilidade.”

Como foi possível minimizar a possibilidade de recalques na superfície e edificações do entorno da obra? – insistimos com Pierri.

“Fabricado sob medida pela alemã Herrenknecht, o TBM iniciou a escavação em rocha a partir de uma caverna ao lado da já existente Estação General Osório, atravessou cerca de 5

quilômetros em solo misto de rocha e areia com alto nível de água até chegar ao Alto Leblon. O avanço médio da máquina era de 15 a 18 metros por dia. A cada avanço, a máquina instalava o revestimento do túnel com as aduelas – anéis de concreto – produzidas também sob medida para esse projeto. No total, foram feitas 2 754 aduelas. O EPB híbrido contou com um sistema interno inédito para injetar determinados tipos de material para condicionamento do solo, modificando-o durante a escavação. O objetivo era suprir o maciço com materiais de granulometria mais fina, indispensáveis à manutenção da estabilidade como uma espuma com polímero customizado para o subsolo da Zona Sul do Rio. Isso ampliou a capacidade de operação da máquina EPB em areia. As vantagens desse equipamento em relação ao Slurry são: possibilitar a escavação de materiais diferentes – rocha e areia – dentro de um mesmo túnel, flexi-

bilizando a utilização da tecnologia EPB; e garantir maior segurança de operação, possibilitando que a gente trabalhasse com controle mais preciso da pressão na frente da máquina e minimizando a possibilidade de recalques na superfície e edificações do entorno. Além de proporcionar uma considerável redução no volume de materiais usados no condicionamento do solo e no consumo de energia. A aplicação desta tecnologia permitiu ainda reduzir a área de apoio à operação do equipamento, principalmente em uma região densamente urbanizada da cidade e com um dos metros quadrados mais caros do país.”

Qual a estratégia usada para reduzir consideravelmente o volume de materiais usados no condicionamento do solo e no consumo de energia? – continuamos com Pierri.

“Os estudos em laboratório levaram à elaboração de polímeros específicos para o tipo de solo escavado.

Adotando os materiais corretos, conforme o tipo de solo que se escava, obtém-se uma maior redução do atrito gerado na câmara de escavação e, conseqüentemente, reduz-se o consumo de energia, além de outros benefícios para a máquina, como por exemplo, a redução do desgaste das ferramentas de corte.”

Como a aplicação da nova tecnologia permitiu reduzir a área de apoio à operação do equipamento em uma região tão complicada? – concluímos com Pierri.

“Com a utilização do EPB híbrido, toda a estrutura de suporte à escavação e as centrais de apoio ficavam instaladas no próprio subsolo, por onde foi iniciada a escavação, sem qualquer ocupação na superfície. Se fosse utilizado um TBM Slurry haveria necessidade de uma central a mais, de desarenação, estimada em mais de 400 metros quadrados, o que exigiria mais gastos com áreas de operação e/ou desapropriação.”

BERKES RECEBE PRÊMIO BARÃO DE MAUÁ, DA AEXAM

O vice-presidente de Assuntos Internos do Instituto de Engenharia (IE), Roberto Bartolomeu Berkes, foi premiado como Destaque Profissional Barão de Mauá no dia 26 de novembro, láurea concedida anualmente pela Associação dos Ex-Alunos do Instituto Mauá de Tecnologia (Aexam). A cerimônia de entrega do prêmio ocorreu no Espaço Apesp, na Rua Tuim, 932, bairro de Moema, na capital paulista.

Roberto Bartolomeu Berkes formou-se em Engenharia Elétrica no Instituto Mauá de Tecnologia em 1970. Além de integrar a diretoria do Instituto de Engenharia, Berkes coordena o Grupo de Trabalho de Trólebus na América Latina pela União Internacional de Transportes Públicos (UITP). Ele é funcionário da Empresa Metropolitana de Transportes Urbanos de São Paulo (EMTU-SP) desde 2007, sendo atualmente assessor na Auditoria da empresa.

ANDRÉ SIQUEIRA



Roberto Bartolomeu Berkes, vice-presidente de Assuntos Internos do Instituto de Engenharia

A Aexam foi fundada em 1967 com a missão de preservar a união entre os ex-alunos, os alunos e o Instituto Mauá de Tecnologia. Visa, entre seus objetivos, apoiar o desenvolvimento profissional, cultural e social de todos os ex-alunos, principalmente de seus associados, fomentando o sucesso profissional e pessoal de todos, por meio da integração e compartilhamento do conhecimento. Sua base principal constitui-se em ser o ponto de encontro para os ex-alunos ampliarem seu networking, visando o relacionamento social e profissional.

Segundo a Associação, o fundamental é que todos os ex-alunos sintam-se membros de uma respeitável instituição, podendo preservar seus símbolos e viver suas lutas. Por estas lutas, todos os colaboradores que atuaram no crescimento da entidade têm um profundo orgulho de terem construído a Associação dos Ex-Alunos do Instituto Mauá de Tecnologia, carregando-a definitivamente em seus corações.