

A política de desenvolvimento tecnológico do Metrô de São Paulo

Peter L. Alouche

Assessor Técnico do Metrô de São Paulo

INTRODUÇÃO

O Metrô de São Paulo é um empreendimento de altíssimo significado social para a cidade e de grande valor tecnológico para a engenharia nacional.

O que me proponho, é analisar um pouco das dificuldades que enfrentou a Companhia do Metrô na implantação desse empreendimento, os importantes desafios tecnológicos que teve que transpor, as novas responsabilidades que, por causa do seu sucesso operacional, foram-lhe agregadas, as dificuldades que enfrenta na transferência de sua tecnologia e por fim os perigos e ameaças que pesam em cima do grande acervo tecnológico acumulado.

Esse acervo tecnológico é, hoje, objeto de transferência para outras cidades do Brasil e do exterior.

Uma linha de Metrô é um projeto caro que envolve investimentos da ordem de um bilhão de dólares.

Os benefícios quantitativos desse investimento podem ser classificados em três tipos:

- os benefícios diretos decorrentes da melhoria do sistema de transporte de massa da cidade, a saber, a garantia para a população de um modo de locomoção rápido, seguro e confiável, a economia de combustível importado pela substituição do petróleo por energia elétrica nacional, a redução da poluição atmosférica, a redução dos tempos de deslocamentos na cidade, com a reordenação dos modos de transporte, o desafogo do sistema viário e, em consequência, a melhoria da qualidade de vida urbana;
- os benefícios indiretos para a cidade com os planos de reurbanização que automaticamente são realizados com as desapropriações efetuadas e a implantação da linha, estações do Metrô e dos terminais de integração;
- os benefícios colaterais que decorrem do impacto do investimento nos demais setores da economia devido às repercussões das relações intersetoriais, os mais beneficiados, sendo o da construção civil, o do material ferroviário, o de equipamentos eletro-eletrônicos, a metalurgia e a mecânica.

Esse trabalho pretende tratar tão somente de um dos aspectos desses benefícios colaterais, o tecnológico.

O Metrô de São Paulo tem sido um símbolo de avanço tecnológico na área de transporte urbano no Brasil. Ao ser implantado, apresentava uma tecnologia moderna que contrastava com o obsoleto dos ônibus, operados na sua maior parte por pequenas empresas privadas, sem condições de enfrentar a demanda crescente de transporte nas grandes regiões urbanas, e com a decadência da ferrovia, cuja esperança de remodelação só viria alguns anos depois, por influência inclusive do Metrô.

O que gostaria de analisar é como essa tecnologia se implantou no Metrô de São Paulo, quais são os pioneirismos tecnológicos que vencemos, quais as políticas de desenvolvimento tecnológico e de nacionalização que a companhia adotou, quais as dificuldades que enfrenta na transferência de sua tecnologia e, por fim, quais são os rumos que está tomando esse desenvolvimento tecnológico e o que representaria a dispersão ou a perda dessa tecnologia para o país.

AS PRIMEIRAS ETAPAS DA TECNOLOGIA NO METRÔ

O Metrô de São Paulo é um empreendimento que deu certo. Após dez anos de sucesso, demonstrou uma eficiên-

cia operacional e um desempenho internacionalmente reconhecidos. E deu certo porque, de início, teve um direcionamento na sua gestão em geral — e, mais especificamente, na gestão de sua tecnologia — sério e eficiente, progressista, voltado para o futuro. Sério na concepção, eficiente na sua execução, progressista na sua evolução e sempre procurando soluções modernas que fossem adequadas a médio e longo prazo.

E mais, todas suas decisões tecnológicas tinham como premissa primeira, um melhor desempenho do sistema que se traduzisse, em última instância, numa melhor qualidade de serviço oferecido à cidade. A tecnologia visava diretamente ao usuário que dela iria se servir.

As etapas dessa gestão tecnológica, embora não previamente estabelecidas de modo claro e definitivo, foram sendo executadas com sucesso graças, principalmente, ao entusiasmo e ao empenho de uma equipe coesa, cheia de idéias novas e liderada por homens capazes.

A primeira etapa dessa gestão consistiu em estudar, antes da implantação do empreendimento, e mesmo durante e depois dela, o que outras cidades do mundo tinham adotado como soluções para seu transporte de massa. Avaliar as informações, filtrá-las, ver o que se adaptava à nossa condição peculiar de cidade e de povo, estabelecer as modificações necessárias e pressentir como as condições tecnológicas e econômicas do país poderiam evoluir para, enfim, tomar a decisão de adotar esta ou aquela solução.

Logo de início a companhia promoveu a participação de seus funcionários em viagens técnicas, cursos e seminários, tanto no país como no exterior, preparando assim a formação de um núcleo de técnicos capacitados a absorver a tecnologia e até mesmo a prosseguir no seu desenvolvimento com a sua adaptação às condições nacionais.

A etapa seguinte se preocupou em implementar a solução decidida de modo criterioso, mas sempre perseguindo a meta de se atingir os parâmetros estabelecidos em projeto.

Produtos tiveram que ser desenvolvidos quando não havia, fabricantes e fornecedores criados quando não existiam. Para o financiamento dos projetos, os órgãos do governo estavam aí para que a eles se recorresse.

Se um estudo especial tinha que ser desenvolvido ou uma tecnologia nova criada ou adaptada, recorria-se à universidade ou a uma empresa especializada. Consultores internacionais foram procurados quando um assunto específico o exigia. Assim, além do núcleo interno, estimulou-se a participação dos consultores nacionais, que, da condição inicial de simples detalhistas, puderam constituir equipes que atingiram a plena capacitação em projetos metroviários. Para um equipamento novo, de muita responsabilidade, como o material rodante, por exemplo, um protótipo foi desenvolvido e testado em profundidade.

Bem antes da entrada do sistema em operação iniciou-se a etapa da preparação das equipes operacionais — operação e manutenção — dentro de uma visão tecnológica avançada para a época.

E quando tudo estava instalado, um extenso e profundo esquema de testes de aceitação pré-operacionais foi iniciado para que os sistemas só fossem entregues à equipe de operação depois de seus parâmetros perfeitamente ajustados e seu desempenho comprovado. O gerenciamento desses testes de aceitação, sob a liderança de uma equipe da companhia, foram em grande parte a razão do êxito da operação do Metrô. Esses testes que se prolongaram, inclusive

durante a fase operacional, realimentavam o projeto com dados essenciais para sua revisão e para a preparação dos novos sistemas.

O Metrô se comprovou, em suma, como um ótimo gestor sistêmico, integrando todos os subsistemas componentes de um empreendimento tão complexo como o transporte de massa. E esse papel só o operador é capaz de fazer.

Uma empresa privada é capaz de gerenciar com sucesso partes de um empreendimento desse tipo. Talvez até de toda sua implantação. Mas o sucesso tecnológico do empreendimento como um todo, incluindo sua operação com eficiência, segurança e confiabilidade, só é possível se a mesma equipe que concebeu o sistema, que coordenou a sua implantação, que verificou a sua pré-operação, é aquela que tem a responsabilidade de operá-lo.

A responsabilidade da empresa estatal no caso é total, e quando se pensa num serviço público, como o transporte de passageiros nas grandes zonas urbanas do Brasil, não há como fugir a essa realidade. Só a empresa estatal é capaz, no Brasil, de gerir e manter uma tecnologia de tão alta sofisticação, num empreendimento tão abrangente como o do serviço de transporte de uma cidade tipo São Paulo.

A POLÍTICA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Ao inaugurar a sua primeira linha, o Metrô de São Paulo já podia se orgulhar de um rol imenso de eventos tecnológicos, pioneiros não só no país como no resto do mundo, os quais tinha realizado com sucesso.

No campo da *tecnologia da engenharia civil*, a construção da linha Norte-Sul foi uma experiência ímpar que apresentou aspectos técnicos até então inéditos no Brasil, decorrentes desse tipo de obra em área urbana e dos métodos de construção aplicáveis.

Pela primeira vez utilizou-se no país o método em Shield de execução de túneis por via subterrânea, com a utilização de couraças metálicas de frente aberta ou fechada, onde se processa a escavação do terreno, seguida da montagem dos anéis, em operação coordenada que dá o fechamento ao túnel. Essa tecnologia difícil e complexa que, no entanto, evita a interdição das vias públicas durante a obra, deu ao Metrô e às empresas de projeto a construção um complexo domínio dessa importante técnica de construção de túneis.

O trecho sul da linha, escavado pelo método trincheira, também gerou novas tecnologias no campo da engenharia civil, como o escoramento de paredes verticais através de ancoragem em terrenos argilosos e o aperfeiçoamento das técnicas de paredes diafragma e de paredes de estacas justapostas.

A execução de túneis, seja pelo método couraça, seja pelo de trincheira, tecnologia já incorporada ao acervo do Metrô, recebeu contínuos aperfeiçoamentos. Nos trechos em couraça da linha Leste-Oeste, rígidos sistemas de controle de recalques resultaram em perfeita proteção às edificações existentes sobre o traçado ou nas imediações do túnel. Foram também introduzidas modificações na técnica executiva com substituição dos anéis importados por nacionais e realizadas experiências satisfatórias com anéis pré-moldados de concreto e juntas de vedação de neoprene. Nos túneis em trincheira iniciou-se o emprego do método "berlinense", isto é, sem câmara de trabalho entre a obra permanente e a

contenção da escavação e sem impermeabilização externa, sendo a estanqueidade do túnel assegurada pelas características rigorosamente controladas do concreto.

Algumas novidades tecnológicas foram introduzidas na execução do trecho em "Shield", como o rebaixamento parcial do lençol freático, junto ao Largo do Arouche, por meio de poços profundos a fim de baixar a pressão de ar comprimido dentro do túnel. Na estação Anhangabaú, foi executado um trecho de passagem subterrânea, numa área de alta concentração de redes de utilidades públicas, por meio de enfilagem de contorno, parede e tetos em tubos de aço, com encaixe lateral e cravados com macacos hidráulicos.

Os trechos em elevado propiciaram a introdução de técnicas modernas para construção de viadutos, desde a fase de projeto, com extensa aplicação de elementos estruturais — vigas, muros, passagens de emergência — modulados e pré-moldados. Canteiros de pré-moldagem, dispostos ao longo do traçado, centralizaram as operações de fabricação sendo eliminados os cimbramentos convencionais que aumentariam, acentuadamente, a complexidade logística da obra.

Finalmente, no prolongamento norte da linha Norte-Sul, que permitirá o estacionamento de dois trens e maior flexibilidade de manobra, está sendo utilizado o método NATM (New Austrian Tunneling Method).

Para o trecho em superfície, sobre o lastro, foi utilizado um tipo de dormente de concreto, monobloco, pretendido, abandonando a utilização tradicional de dormente de madeira, prática cara e ultrapassada.

Para seus cálculos o Metrô contou na primeira linha com a técnica de um consórcio teuto-brasileiro, de grande valia, porquanto possibilitou a definição das características técnicas das linhas do Metrô e o conhecimento dos novos métodos construtivos, já utilizados na Alemanha, mas ainda desconhecidos no Brasil.

Para sua segunda linha, a Companhia do Metrô contou somente com os seus próprios recursos técnicos e com a participação de firmas projetistas e empreiteiras nacionais.

O consórcio alemão tinha definido em normas técnicas a maior parte dos processos de cálculos necessários à elaboração dos projetos entre os quais o método de cálculo de estruturas de contenção de valas utilizando modelos unidimensionais, simplificados, em que a envoltória das pressões aplicadas pelo solo à parede é estimada baseando-se em hipóteses empíricas ou semi-empíricas. Os esforços internos na parede são determinados através de cálculos estáticos.

As projetistas nacionais desenvolveram e aplicaram nos novos projetos do Metrô um processo de cálculo evolutivo, que tinha surgido na França em 1971, permitindo a simulação das fases de execução da obra, considerando a parede como uma viga, de largura unitária, trabalhando assim com as estroncas e tirantes em regime elástico linear e incorporando a histerese do solo.

Outro modelo matemático foi desenvolvido pelos projetistas, sob a coordenação do Metrô, para a análise do comportamento de estacas quando sujeitas a esforços horizontais. Nele, em vez de considerar para o solo, a hipótese de Winkler, isto é, uma série de molas independentes envolvendo o conceito de coeficiente ou módulo de reação horizontal de difícil avaliação, tenta-se com as curvas tensão-deformação do solo obtidas através de ensaios triaxiais, caracterizar o mesmo por uma barra de comportamento reológico semelhante.

No que se refere ao *material rodante do Metrô*, já em 1968 nas discussões para estabelecer a especificação técnica dos carros da linha Norte-Sul, havia ainda dúvidas quanto à conveniência e a possibilidade da fabricação dos carros metroviários no país. O Metrô, porém, decidiu aceitar o grande desafio de partir para a produção dos mesmos no Brasil, optando por um modelo tecnológico próprio. Apenas alguns subconjuntos de nacionalização mais difícil, como o caso dos truques, foram inicialmente importados.

Essa opção levou à necessidade de um exaustivo programa de testes de protótipo, implicando em que o nível de qualidade e as exigências de desempenho fossem as mais rigorosas.

A decisão de se adotar o sistema de controle de propulsão na base do *Chopper* representou uma decisão extremamente arrojada para a época, visto que tal sistema se encontrava ainda nos primórdios de seu desenvolvimento nos principais Metrôs em operação. Somos o primeiro Metrô do mundo a ter iniciado, com êxito, sua operação comercial, adotando o sistema *Chopper*.

O Metrô de São Francisco, que o tinha também adotado, enfrentava um desastre tecnológico até hoje não inteiramente sanado. O Metrô de Paris experimentava essa nova tecnologia com timidez em uma ou outra de suas linhas.

Hoje, com exceção dos tradicionais ingleses, poucos são os Metrôs e ferrovias, que não adotam *Chopper* na sua tração.

Para a sua segunda linha, o Metrô decidiu elaborar, no país, toda a concepção dos novos carros, inclusive o desenho industrial dos mesmos, fato até então inédito no Brasil.

No campo da *Tecnologia da Engenharia de Sistemas*, a necessidade de equipamentos sofisticados, em vista dos altos padrões de segurança e confiabilidade adotados, representaram, em muitos casos, um pioneirismo no transporte metroviário. Destaca-se neste particular, a condução automática dos trens.

A supervisão centralizada da operação apresenta-se, mesmo hoje, depois de 14 anos de implantação, como um sistema dos mais avançados. Consiste no controle direto, por computadores *on line* e por uma complexa aparelhagem, da circulação dos trens, do fluxo dos passageiros, do desempenho dos equipamentos das estações e dos equipamentos elétricos das subestações.

Foi no campo da eletrônica que as conquistas tecnológicas do Metrô foram as mais contínuas. Por outro lado, são os sistemas eletrônicos que, além dos benefícios diretos e colaterais, provocam efeitos qualitativos mais intensos, como a elevação da qualidade de trabalho, uma maior oferta de trabalho, uma dinamização das universidades e institutos de pesquisa e um fortalecimento de nossa segurança sobre assuntos vitais para os destinos da comunidade.

Os principais sistemas eletrônicos no Metrô são: o controle da tração, a proteção automática dos trens, a operação automática dos trens, a supervisão automática da operação e do sistema de alimentação elétrica, controle de ventilação, a vigilância das áreas públicas por circuito fechado de televisão e o controle de arrecadação de passageiros.

Os requisitos de segurança levaram ao emprego de componentes vitais e ao desenvolvimento de técnicas de circuitos de falha-segura (*failsafe*) que vieram a revolucionar os conceitos de segurança.

Essas técnicas capacitaram a engenharia nacional a desenvolver sistemas complexos de variadas aplicações industriais. Por outro lado, a divulgação dessas técnicas provocou, em outros setores, uma nova mentalidade de segurança, hoje presente e evidente na operação do Metrô. Os benefícios chegaram a repercutir em outros modos de transporte e na engenharia de tráfego, onde se percebe claramente a introdução de novos padrões de segurança.

Os requisitos de flexibilidade, confiabilidade e disponibilidade, levaram, a par de especificações mais rigorosas, à aplicação no transporte público dos conceitos de MTBF (tempo médio entre falhas) e MTTR (tempo médio para reparação), que permitiram a medição da qualidade dos equipamentos. Isso resulta numa significativa melhoria nos padrões de qualidade do produto nacional, permite um processo de nacionalização de alto nível e contribui para a melhoria das normas técnicas nacionais.

O largo emprego de microprocessadores nos sistemas de automatização da operação, e mais recentemente no próprio sistema de tração dos trens, o desenvolvimento totalmente nacional da supervisão operacional da linha Leste-Oeste, utilizando-se computadores nacionais *on line*, o desenvolvimento de transmissão de dados, e atualmente a concepção de um sistema moderníssimo de controle operacional centralizado para a rede de tróleibus, são alguns aspectos desse desenvolvimento tecnológico no campo da eletrônica.

A informática foi, sem dúvida, também, um campo de pioneirismo no Metrô de São Paulo. Merecem destaque os programas de simulação que se referiam basicamente à eletrificação, sinalização e desempenho de trens, sempre levando em conta os aspectos operacionais. Na maioria dos casos, foram desenvolvidos em mais de uma versão, o que é explicado pelo pioneirismo dos empreendimentos e pelas dificuldades na obtenção de informações de forma sistemática e detalhada. À medida que essas versões foram sendo aperfeiçoadas, todo um conjunto de sistemas de computação passou a constituir ferramenta de apoio ao projeto e à construção de novas linhas, bem como à operação das linhas em serviço.

Desde o início da implantação da sua primeira linha, a Companhia do Metrô de São Paulo já se preocupava por uma engenharia de sistemas brasileira. Não existindo, na época, tecnologia nacional nessa área, o Metrô contratou a Engenharia de Sistemas com o fornecedor principal dos equipamentos, explicitamente, como parte do fornecimento. Assim, o contrato de fornecimento do sistema não foi *turn-key*, no sentido comum do termo. Pelas cláusulas do contrato de fornecimento do sistema para a linha Norte-Sul, o fornecedor se obrigava a fornecer todos os detalhes do projeto, não só do sistema como dos equipamentos, estes a nível de circuitos elétricos e eletrônicos e detalhes construtivos, incluindo-se, ainda, memoriais de cálculo de dimensionamento e o *software* completo de controle do processo.

Diversas instituições, tanto nacionais como estrangeiras, foram consultadas para, juntamente com o Metrô, analisar, discutir, revisar ou aprovar o projeto.

Institutos de pesquisa nacionais tais como o FDTE e a UNICAMP foram contratados para a análise de áreas específicas, propiciando, dessa forma, uma absorção maciça de tecnologia.

Com a conclusão da linha Norte-Sul e com o objetivo de transferir a tecnologia absorvida, o Metrô procurou esti-

mular a criação de empresas de consultoria que pudessem atender ao desenvolvimento de toda a Engenharia de Sistemas da sua segunda linha.

Esse programa de incentivo a empresas nacionais no campo da Engenharia de Sistemas, resultou na produção de projetos perfeitamente adaptados às condições do país, na fabricação de equipamento no Brasil com índice de nacionalização dos mais elevados, na consolidação e desenvolvimento de uma tecnologia própria, na geração de pesquisa nacional, na ampliação do fornecimento de produtos para o mercado interno e mesmo externo, na elevação do nível de especialização de mão-de-obra profissional e na formação, enfim, das bases necessárias para a absorção de *know-how* em áreas de maior sofisticação tecnológica, não só no campo do transporte, como também em processos industriais congêneres.

No projeto de implantação da Rede Metropolitana de Tróleibus, estamos utilizando o mesmo esquema, desenvolvendo empresas nacionais para a implementação do controle operacional centralizado, para o esquema de bilhetagem e para o sistema de informação operacional.

A POLÍTICA DE NACIONALIZAÇÃO

A *política de nacionalização* foi sempre diretriz da Companhia do Metrô.

Desde o início, o Metrô enfatizou a necessidade de rejeição de algumas falsas idéias que ainda constroem a ação dos empresários brasileiros:

- o desenvolvimento tecnológico exige recursos financeiros fora do alcance das empresas de países como o nosso;
- o desenvolvimento tecnológico necessita de escala econômica que dificulta a participação de pequenas e médias empresas;
- o desenvolvimento tecnológico é monopólio dos países altamente industrializados.

A carência de técnicos especializados, quando do planejamento da primeira linha — Norte-Sul —, forçou, como foi dito, a contratação inicial de consultoria estrangeira, o que foi feito de modo a permitir aos engenheiros nacionais a discussão das soluções tecnológicas e a participação real nas decisões de projeto. Desde o começo do projeto da primeira linha, a Companhia do Metrô investiu na formação de um núcleo de técnicos brasileiros capacitados a absorver a tecnologia metroviária, a adaptar soluções utilizadas em outros países às condições locais e a prosseguir no desenvolvimento permanente de novas soluções.

Além desse núcleo tecnológico interno estimulou-se, também, a participação de empresas nacionais nos projetos para a Companhia, empresas essas que da condição inicial de simples detalhistas, puderam constituir equipes que atingiram a plena capacitação em projetos metroviários, tornando o país auto-suficiente no setor.

A mesma diretriz foi seguida quanto a construtores e fabricantes de equipamentos, reforçando e estimulando o parque industrial para o fornecimento de equipamentos com a qualidade exigida. Foi um grande desafio enfrentado com sucesso pela indústria nacional que hoje produz cerca de 95% dos equipamentos necessários à implantação do sistema. O impulso dado à indústria de construção civil para o atendimento das obras é considerado de grande importância. As economias paulista e nacional foram estimuladas

de modo significativo, tanto a nível de desenvolvimento tecnológico como de geração de empregos.

Evidentemente, a nacionalização de qualquer produto envolve um fator mercadológico, geralmente restritivo, com a limitada demanda implicando, freqüentemente, em custos maiores de certos equipamentos, se comparados com o similar estrangeiro.

No entanto, foram abertas novas perspectivas para a indústria brasileira, incluindo possibilidades de exportação.

Para a segunda linha, a Leste-Oeste, visando à economia de divisas e à adoção definitiva de uma tecnologia nacional, estabeleceu-se um amplo programa de nacionalização a curto e a longo prazos, em praticamente todos os setores, incluindo planejamento, projeto, obra e fornecimento de equipamentos. Isso criou condições para o desenvolvimento de novas empresas de consultoria, projeto e gerenciamento, novos fornecedores e novas oportunidades para as universidades e centros de pesquisa. Permitiu, também, à indústria brasileira atingir plena maturidade e independência na produção de equipamentos.

Os frutos dessa política já se fazem sentir a tal ponto que grupos nacionais competem, em igualdade de condições, com tradicionais participantes internacionais de concorrências públicas para estudos, consultoria, projetos e implantações de importantes sistemas de transporte público no exterior. Caracas, Medelin, Argel e Bagdá são alguns exemplos dessa realidade.

A eficácia da política de nacionalização pode também ser medida pela elevação significativa dos índices de fabricação no Brasil dos projetos, obras e equipamentos, comparando-se aquilo que se conseguiu na linha Leste-Oeste com o que se obtivera na linha Norte-Sul.

Paralelamente à política de nacionalização na implantação de novos sistemas, a Companhia do Metrô mantém, desde 1975, um programa de nacionalização de sobressalentes para a manutenção, com objetivo de minimizar o risco de falta de peças de reposição, absorver e fixar tecnologia, além, evidentemente, de economizar divisas para o país. De 1975 a 1977, 826 itens foram nacionalizados, o que representou em divisas poupadas na aquisição do primeiro lote, uma economia de US\$ 43.000.

Já em 1978, os 155 itens nacionalizados representaram US\$ 1.693.000. De 1975 a 1984, os 1412 itens representaram uma economia de divisas de US\$ 5.500.000. Incorporando ao primeiro lote, os posteriores que deixamos de comprar no exterior, esse valor chegaria a US\$ 11.000.000 e a US\$ 33.000.000 se a ele incorporarmos os custos indiretos de impostos, taxas, fretes etc.

A TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA

O acervo tecnológico acumulado no Metrô de São Paulo em quinze anos de existência — com engenheiros de projetos e obras experimentados e familiarizados com as peculiaridades desse tipo de obra urbana e com a complexidade dos seus equipamentos, com as equipes de operação e manutenção implantadas, com as firmas brasileiras de engenharia maduras, com o imenso parque industrial nacional perfeitamente apto a fornecer todos os tipos de equipamentos solicitados e com as nossas universidades e centros de pesquisas modernizados e capacitados — é hoje objeto de transferência para outras cidades e outros países.

A tecnologia metroviária paulista está à disposição das cidades que dela necessitam, mediante consultoria que o Metrô de São Paulo está apto a prestar. Isso já vem ocorrendo, como é o caso de convênios de treinamento de operadores e pessoal de manutenção para o Metrô de Caracas e de cooperação técnica e operacional com o Metrô do Rio de Janeiro. Por outro lado, o Metrô de São Paulo, através de um convênio com a EBTU, forneceu consultoria para a implantação dos trens metropolitanos de Recife (Metrorec), Porto Alegre (Trensurb) e Belo Horizonte (Demetrô). Enfim, em consórcio com empresas de engenharia nacionais, colabora na implantação do Metrô de Bagdá, com execução de projetos para onze quilômetros de linha e onze estações.

O Metrô de São Paulo que participa de 10% desse consórcio tem entre outras, a tarefa de treinar os técnicos iraquianos, trabalho que não tem sido fácil, considerando de um lado a cultura e a língua do nosso cliente e do outro, a gestão de venda de serviço para a qual uma estatal não está preparada. De fato, uma empresa estruturada para implantar um empreendimento de um bilhão de dólares, enfrenta, com dificuldade, um contrato de um milhão, e precisa se preparar para isso.

O metrô está aprendendo, tentando se estruturar para tal. Mas terá que se preparar muito se quiser ganhar, por exemplo, o contrato com o Metrô de Argel. E imagino o mesmo para uma outra estatal de transportes, a FEPASA, que poderá ganhar um grande contrato para a remodelação das ferrovias iraquianas.

RUMOS DA GESTÃO DA TECNOLOGIA NO METRÔ DE SÃO PAULO

Com a operação comercial de suas duas linhas de Metrô bem sucedida, com seu sistema de integração com outros modos bem implantado e com o sucesso da operação de seus terminais de ônibus intermunicipais, a Companhia do Metrô começou a receber do Governo outras incumbências. A mais importante é, sem dúvida, a atual implantação da Rede Metropolitana de Tróleibus, que, além de estabelecer um novo sistema moderno de transporte de média capacidade, num corredor quase exclusivo, envolve todo um projeto de renovação urbana e viária.

Todo o gerenciamento das atuais redes de ônibus intermunicipais da região metropolitana também passou para a responsabilidade do Metrô além da operação das linhas de ônibus que atendem o novo aeroporto e dos terminais correspondentes. Para não falar do prolongamento da linha Norte-Sul do Metro até Tucuruvi e da linha Paulista. Tudo exigindo muito acervo tecnológico. Tudo por conta do incontestável sucesso tecnológico do Metrô. Sem, porém, uma estruturação urgente da gestão de seu desenvolvimento tecnológico, a Companhia corre grandes riscos de perder esse acervo, irremediavelmente.

Apesar do sucesso tecnológico e conseqüentemente de uma boa gestão de sua tecnologia, a Companhia do Metrô de São Paulo, absorvida nos seus primeiros anos de vida por um ritmo desenfreado de projetos e obras, com metas sempre difíceis de serem atingidas, descuidou um pouco da institucionalização dessa tecnologia.

Muitos de seus técnicos saíram pelo Brasil afora para ajudar a construir ou renovar, com seu talento e seus conhecimentos, outros empreendimentos. As empresas nacionais

ligadas ao transporte urbano aproveitaram sobremaneira essa mão-de-obra de primeira grandeza: a CMTC, a FEPA-SA, a REDE, a CBTU, a EBTU, a CET, o DSV, a Secretaria dos Transportes, além de muitas empresas privadas especializadas em engenharia de transporte.

O Metrô de São Paulo tornara-se uma universidade de transporte; não houve, porém, a preocupação sistemática de substituir e renovar no Metrô tais recursos humanos. O nível salarial que caíra substancialmente na Companhia, a crise econômica que refreava os investimentos e impedia o recrutamento de novos técnicos e, sem dúvida, a falta de uma política interna clara de desenvolvimento tecnológico, começaram a ameaçar o imenso acervo tecnológico acumulado pela companhia.

Por outro lado, havia uma nítida sensação de que tal acervo difuso pela Companhia e fora dela, deveria ser fixado, canalizado e quase catalogado para não ser perdido. Tentativas diversas, mas isoladas, foram tomadas nesse sentido pelas várias administrações ao longo dos anos: criou-se em meados dos anos 70 um Núcleo de Tecnologia que tentou reunir em torno dele tudo o que representava "tecnologia" na Companhia. Apesar de um bom trabalho a favor da nacionalização de componentes, esse Núcleo não podia dar certo porquanto não surgia de uma discussão participativa de todo o Metrô e nem conseguiu um real envolvimento dos diferentes setores.

Estudos, a esta altura, foram desenvolvidos para indicar o caminho que deveria seguir o gerenciamento da tecnologia. Apresentaram diversas alternativas institucionais para a organização e desenvolvimento de um centro de desenvolvimento tecnológico e chegaram até a um projeto de estrutura para o mesmo. Não deu em nada...

Durante a fase de recessão dos investimentos, técnicos da Companhia preocupados com a fixação da tecnologia, iniciaram um trabalho sério de elaboração de manuais de engenharia e de preparação de ciclos de seminários técnicos, cujo objetivo seria reunir e desenvolver as informações tecnológicas do sistema metroviário, como se a tecnologia pudesse ser contida numa enciclopédia. Mas apesar do apoio formal da Diretoria, a iniciativa que não mereceu prioridade, acabou se traduzindo na realização de um seminário e na edição de dois volumes do manual: um de comunicação visual e outro que pessoalmente escrevi e que seria o primeiro tomo do manual, reunindo nele uma visão geral da Companhia, de seu acervo tecnológico, de seus projetos, construção, operação e manutenção, e de seus equipamentos. Esse manual foi editado na comemoração dos quinze anos da Companhia. Depois dele, nada mais.

Os contratos de transferência de tecnologia que a Companhia tinha assinado com o Metrô do Rio, com o Metrô de Caracas e depois com a EBTU e, através de um consórcio, com o Metrô de Bagdá, levou a Diretoria a criar um Núcleo de Transferência de Tecnologia para a administração comercial desses contratos. Esse núcleo não poderia pretender gerenciar a tecnologia do Metrô, nem era sua função. Nem mesmo o Conselho de Transferência de Tecnologia que a ele foi agregado, poderia assumir tal responsabilidade.

Como uma tentativa séria de se atacar o desenvolvimento tecnológico pela frente, a Diretoria do Metrô criou, há seis meses, um Conselho de Desenvolvimento Tecnológico — CDT, ligado à Presidência da Companhia e que reúne técnicos das mais diferentes áreas da Companhia, com reco-

nhecida contribuição a dar na tecnologia do Metrô e no seu Gerenciamento. Tenho a pesada responsabilidade de coordenar esse Conselho.

A gestão da Tecnologia do Metrô, é tarefa difícil e complexa. Mas logo entendemos que ela só teria sucesso se dela participasse a Companhia como um todo. A própria política de desenvolvimento tecnológico deveria ser estabelecida através de discussão ampla e participativa de maior número de funcionários. O CDT recorreu à universidade para pedir ajuda. O Instituto de Administração da USP tinha um programa de administração em ciência e tecnologia, o PACTO, que colocou à nossa disposição. Através dele organizamos seminários que estão em curso e deverão constituir-se na primeira ferramenta para os técnicos do Metrô, de modo participativo, estabelecerem os caminhos do desenvolvimento da Tecnologia Metroviária. Os primeiros subsídios no sentido de se estabelecer a política de desenvolvimento tecnológico da Companhia já foram gerados.

Permitir-me-ei transcrever aqui as principais proposições para as missões dessa política:

- Fixar, preservar e desenvolver o patrimônio tecnológico, do qual a companhia é detentora, considerando os pesados investimentos públicos realizados e seu cunho social.
- Buscar a crescente conscientização da comunidade metroviária composta de dirigentes, funcionários e usuários em relação ao papel e importância da manutenção e do desenvolvimento do acervo tecnológico da empresa como forma de garantir a qualidade dos serviços oferecidos à comunidade.
- Dar ênfase ao desenvolvimento de tecnologias, próprias de transportes urbanos de massa, em nível de processos e de equipamentos, priorizando aquelas relativas ao sistema metroviário e de tróleibus urbanos. Para realizar atividades de desenvolvimento, a política estimulará a formação e ampliação das capacidades de pesquisa tecnológica em nível interno da empresa, bem como estabelecerá convênios e mecanismos de apoio e cooperação com outros centros e instituições de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia de transportes urbanos de massa em nível nacional e internacional.
- Induzir o surgimento de competências nacionais nas áreas de pesquisas tecnológicas de transportes urbanos de massa — metroviário e tróleibus — bem como fortalecer a capacidade industrial brasileira através do uso do poder de compra da companhia na busca de índices cada vez maiores de nacionalização das atuais e das novas tecnologias emergentes neste campo.
- Estimular o crescimento constante do “capital humano” da empresa, representado pelo seu atual corpo técnico administrativo, visando cultivar e desenvolver novos talentos nas áreas de gestão, inovação, operação e transferência de tecnologia. O oferecimento de oportunidades sistemáticas de reciclagem e formação serão buscados face às necessidades constantes de atualização com as novas tecnologias de processo, operação e equipamentos emergentes na área de transportes urbanos de massa.
- Buscar a organização e sistematização de esforços tecnológicos já existentes nas diversas unidades da companhia, bem como estimular a implantação de novas atividades diretas e indiretamente relacionadas com o processo de pesquisa e desenvolvimento tecnológico metroviário.

Em síntese, a política de desenvolvimento tecnológico procurará colocar a questão da tecnologia na Companhia como uma das prioridades essenciais a serem consideradas no esforço presente e futuro de manutenção e aprimoramento dos padrões de qualidade dos serviços ofertados aos usuários. Para que isto ocorra, a capacidade de geração de tecnologias nacionais existentes dentro e fora da empresa deve ser apoiada e fortalecida.

Tudo indica que a tarefa de vulto que a Companhia do Metrô deverá desenvolver nos próximos anos, será a organização de um Centro de Pesquisa e Desenvolvimento que reúna todas as atividades ligadas à tecnologia metroviária.

O que se estará decidindo são os rumos tecnológicos do Metrô para o ano 2000. Os ganhos diretos e indiretos de uma obra como o Metrô são incalculáveis para a cidade e seus benefícios tecnológicos incomensuráveis para o país. Salvar essa tecnologia é tarefa patriótica. O perigo é eminente quando se notam pressões no sentido de esvaziar a Companhia de suas decisões tecnológicas. Sua manutenção na mão de técnicos do Metrô é vital para sua sobrevivência. Há, porém, um constante fluxo de deserção da Companhia de técnicos especializados sem que haja a preocupação — ou a possibilidade — de sua reposição. A política governamental de admissão e de salários são impedimentos reais para isso.

Numa hora em que se discute a empresa estatal, é importante que se leve em conta que só ela é capaz de ser depositária da tecnologia específica acumulada. No caso do Metrô de São Paulo, as empresas privadas foram, sem dúvida, geradoras de grande parte do acervo tecnológico acumulado. Mas nenhuma delas é capaz de ter domínio sistêmico de toda a tecnologia que a operadora do empreendimento detém.

O que está em jogo, na realidade, é junto com a sobrevivência da empresa estatal operadora, a própria sobrevivência da tecnologia nacional.

BIBLIOGRAFIA

ALOUCHE, Peter L. – *Comissionamento ou Testes de Aceitação na Implantação de um Projeto*. Curso de Aperfeiçoamento em Administração de Projetos, Instituto Mauá de Tecnologia, outubro de 1984.

— Gerenciamento da Tecnologia no Metrô de São Paulo. *II Simpósio Brasileiro de Gerência de Empreendimentos*, agosto de 1985.

— A Gestão de Tecnologia: O caso do Metrô de São Paulo. *X Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia - USP*, outubro de 1985.

CASTRO, Cássio Florivaldo – *Política e Estágio da Nacionalização dos Projetos e Obras do Metrô*. Seminário: Desenvolvimento da

Tecnologia Nacional no Metrô de São Paulo, no Instituto Engenharia, junho de 1979.

COSTA, Benedito Luiz – *Política e Estágio de Nacionalização dos Equipamentos Eletrônicos e Electro-Mecânicos*. Seminário: Desenvolvimento da Tecnologia Nacional no Metrô de São Paulo, no Instituto Engenharia, junho de 1979

— Metrô — Um Caso de Absorção da Tecnologia. *Revista Brasileira de Tecnologia*, dezembro de 1983.

IA-FEA-USP – CDT-Metrô Subsídios para a formulação da Política de Desenvolvimento Tecnológico da Companhia do Metropolitano de São Paulo. São Paulo, abril 1986.

KEHL, Sérgio Penna – *O Desenho Industrial no Processo de Desenvolvimento Tecnológico do Metrô de São Paulo*. Seminário: Desenvolvimento da Tecnologia Nacional no Metrô de São Paulo, Instituto Engenharia, junho de 1979.

PACTo – *Proposta de julho de 1985*, da Fundação Instituto de Administração ao Metrô, dentro do Programa de Administração em Ciência Tecnológica.

REIS DE ANDRADE A.M. Claret – Desenvolvimento Tecnológico do Metrô de São Paulo. *Revista do Instituto de Engenharia*, novembro de 1984.

Renove sua Assinatura da

Revista de Administração

FEA — USP

Caixa Postal 11498

05499 — São Paulo