



AEAMESP



IMPLANTAÇÃO DE NOVOS SISTEMAS DE METRÔ DIMENSÕES TECNOLÓGICAS A CONSIDERAR - RECOMENDAÇÕES À LUZ DA CIBERNÉTICA

Laurindo Martins Junqueira Filho



AEAMESP



20ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
PRÊMIO DESENVOLVIMENTO E TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIOS
CATEGORIA 3
IMPLANTAÇÃO DE NOVOS SISTEMAS DE METRÔ
DIMENSÕES TECNOLÓGICAS A CONSIDERAR
Recomendações à luz da Cibernética

Apresentação

O Brasil vem encontrando enormes dificuldades para construir e operar com êxito novos sistemas de metrô e assemelhados. Apesar de haver recursos de **investimento** para tal (inclusive a fundo perdido), constatam-se restrições severas de recursos para **custeio** e **despreparo** generalizado das equipes técnicas, gerenciais e de dirigentes. Com o objetivo de mitigar as suas próprias dificuldades de vir a conceber, planejar, projetar, construir, operar e manter seus sistemas de metrôs, importantes cidades brasileiras desejosas de desenvolver seus próprios sistemas complexos de transporte têm procurado insistentemente a cooperação tecnológica do Metrô de SP.

Para contribuir com o esforço nacional de melhoria da qualidade da vida e da circulação urbana, bem como com o esforço de redução dos custos logísticos urbanos elevadíssimos que o Brasil possui, tomou-se aqui a iniciativa de buscar sistematizar ao menos parte da experiência acumulada ao longo de mais de quatro décadas, de formação de quadros dirigentes, gerenciais e técnicos de metrôs e serviços assemelhados, voltada para o “*start up*” de dezenas de empreendimentos de transporte público coletivo, no Brasil e no Exterior. Este trabalho também está sendo preparado para consubstanciar o módulo operacional de um curso a ser ministrado para equipes de novos metrôs, atendendo a iniciativa do BIRD.

As bases deste trabalho se assentam sobre um acúmulo de experiências formado a) quando do intenso relacionamento pessoal e coletivo das equipes técnicas do Metrô de SP com um



AEAMESP



sem-número de equipes de outros metrô e de outros empreendimentos de transporte público coletivo do Brasil e do Exterior; b) experiências concretas de outras instituições e empresas públicas de transporte, de trânsito, de planificação e de desenvolvimento urbano, brasileiras e estrangeiras; e c) iniciativas correlatas feitas sob a égide da ONU-PNUD e da ANTP. E, por ser um caso particularmente interessante para os dias atuais (considerando as atuais dificuldades generalizadas de licenciamento ambiental encontradas no Brasil), baseamo-nos também em: d) experiência adquirida no órgão licenciador, quando do processo de aprovação dos licenciamentos ambientais de duas linhas (15 e 17) de metrô leve do tipo monotrilho. Embora aqui tratadas ainda de forma resumida, considerando-se as necessárias restrições de tamanho do texto, próprias da XX Semana de Tecnologia Metroferroviária da AEAMESP, o texto integral – muito maior - poderá ser disponibilizado oportunamente.

2

Assim, o objetivo central deste artigo é o de resgatar da experiência acumulada durante os processos de posta em marcha (“*start up*”) de metrô e de outros empreendimentos de circulação urbana, quais seriam as diversas classes de fatores tecnológicos essenciais, isto é, de caráter determinante, que devem ser levados em conta como condição *sine qua non* em grandes e complexos sistemas de engenharia voltados para o transporte público e coletivo urbano, especialmente quando forem metrô.

A esses fatores estamos dando, aqui, o nome de “**dimensões tecnológicas**”. Assim, as medidas de cunho estratégico de um metrô deverão considerar ao menos **cinco dimensões**, as quais, como se fossem eixos de ação diversos, mas mutuamente interferentes, constituem a ossatura do empreendimento. Ao invés de apenas serem tidas como vetores distintos, essas medidas, na verdade, deverão estar dispostas de acordo com arranjos



AEAMESP



sinérgicos, como se de fato fossem dimensões diferentes de um mesmo edifício a ser construído, ou de um mesmo problema complexo a ser resolvido. Entende-se que todo empreendimento de serviço público deveria buscar harmonizar o mais prodigamente possível essas várias componentes. Por “*dimensões*” entendemos aqui o conjunto mínimo de variáveis significativas, necessário para determinar de forma inequívoca cada um dos “pontos” que compõem a topologia do “*espaço tecnológico*” a ser tratado. Essas medidas estratégicas podem ser de ordem administrativa, organizacional, política, ambiental, técnica (no sentido estrito) etc. A título de obter maior clareza, por “*complexo*” aqui entendemos o caráter do sistema em que múltiplas variáveis agem de forma simultânea e mutuamente interferente. E por “*crítico*” entendemos o caráter do empreendimento que exerce funções fundamentais para a sociedade, como é o caso do transporte coletivo e público e, particularmente, do metrô. A falta desse serviço, em sendo ele “*essencial*”, como é o caso do transporte público coletivo, segundo o Art. 30,V, da Constituição Federal, é causadora de transtornos muito relevantes, não sendo, portanto admissível.

Resumo

Contrariamente ao senso comum, nenhum projeto complexo de engenharia – e, em especial, de metrô - pode culminar em iniciativa bem sucedida se vier a se resumir apenas aos aspectos básicos do *hardware* que o constitui e comumente vem a caracterizar. Por *hardware* se está aqui entendendo o conjunto de equipamentos e de instalações que constituem a estrutura básica sobre a qual se assentam todas as demais atividades de serviço público de transporte, próprias de um metrô. Essa visão da engenharia, que foi bem sucedida até há algumas décadas, está se mostrando anacrônica e perdendo eficácia, diante de exigências de um novo tipo.



AEAMESP



Somam-se aos aspectos de *hardware*, outros aspectos de ordem igualmente tecnológica, os quais impõem não só a adequação estrutural e organizacional dos empreendimentos, como a formação específica do corpo dirigente e técnico das novas empresas de metrô. A rigor, isso valeria também para outros empreendimentos de caráter crítico e complexo (isto é, essenciais para o funcionamento do país e dotados de inúmeras variáveis presentes, todas elas mutuamente interferentes), como a construção de estradas, de usinas, de ferrovias, de corredores de ônibus e de grandes edifícios e instalações, além dos próprios metrôs. Na verdade, hoje em dia, nenhum grande empreendimento deveria prescindir da necessidade ingente de ampliar o leque de dimensões tecnológicas que o constitui. Como o mundo vem cada vez mais instalando empreendimentos de caráter complexo, também tem cabido às empresas e instituições levar adiante grande parte da tarefa de entender o que está a ocorrer no ambiente social, técnico e empresarial que envolve externamente esses empreendimentos e de, na tentativa de resolver os problemas de novo tipo que vêm surgindo, assumir várias e cada vez mais inusitadas *dimensões* de atuação.

Na verdade, as soluções de transporte mais duradouras e efetivas não deveriam se resumir, jamais, a medidas simplesmente de “*hardware*”, quer dizer, atinentes a equipamentos e dispositivos de locomoção de pessoas etc. Ao contrário, a observação cuidadosa dos exemplos bem sucedidos na história, de meios, organizações e sistemas de transporte, revela a existência neles de uma conjunção virtuosa de várias dimensões tecnológicas simultâneas, mutuamente concatenadas e sinérgicas nos resultados que produzem, ou seja, passíveis de vir a se potencializar reciprocamente, produzindo efeitos gerais que vão muito além daqueles que poderiam resultar da simples “soma” das várias partes componentes do empreendimento.

De nada adiantaria um “*hardware*” avançadíssimo (por exemplo, um computador que possuísse dispositivos muito avançados) se não fossem os “*softwares*” que os comandam. Também, um mesmo *hardware* pode servir para várias funções. O caso da roda é um paradigma, visto sua utilidade tão arraigada e o fato de ter sido inventada várias vezes...



E, ao final, se a conjunção dessas duas dimensões não viesse a sujeitar-se à operação adequada de seres humanos (que as planejam e programam) ela não viria a se constituir em uma organização (“*orgware*”) eficaz, ou seja, cumpridora das funções para ela pretendidas. E assim por diante, a essa composição até aqui tripartite devem ainda ser acrescentadas uma dimensão utilitária para os seres humanos (“*usuware*”) e uma dimensão ambiental (“*ambientware*”). Essas cinco dimensões têm que, hoje em dia, fazer parte da concepção de todo e qualquer metrô ou outro meio de transporte, sob o risco de, em não o sendo, ele vir a ter sua consecução imensamente prejudicada e até mesmo vir a se tornar insustentável.

Os meios de transporte não se resumem apenas ao **hardware** neles utilizado, ou seja, aos dispositivos, equipamentos, veículos e instalações construídos para viabilizar a locomoção de pessoas. Além dele, o **software** (quer dizer, os planos, programas e procedimentos) que regulam esse *hardware* é quem pode comandar as partes “materiais” que o compõem; sem ele, os equipamentos etc. não poderiam ter qualquer função utilitária mais complexa. Indo mais além, *software* e *hardware* são orientados pelo **orgware**, isto é, pela organização que



AEAMESP



reúne o empreendedor de transporte (o ser humano dotado de recursos financeiros, tecnológicos, de capacidade administrativa e técnica, de vontade para empreender etc.) aos planos, programas, procedimentos e aos equipamentos passíveis de viabilizar a prestação do serviço. Indo ainda mais além, os aspectos relacionados ao *usuware* (ou *customware*), referentes ao atendimento dos cidadãos, ou seja, à relação dos usuários entre si mesmos e destes com o serviço produzido (e vice-versa), fazem parte inalienável do rol de aspectos que constituem um empreendimento de transporte. De fato, o usuário integra pessoalmente o processo produtivo das viagens produzidas por um metrô. Não só o produto do serviço (a viagem) é destinado ao seu atendimento, como sua própria cooperação na produção das viagens é fundamental para obter melhor qualidade de serviço. Mas a constituição de todo e qualquer meio, sistema, organização e rede de transporte tem que levar em conta um aspecto que vem se impondo como dos mais difíceis de tratar, sendo considerado como indispensável para os empreendimentos mais impactantes sobre o seu entorno: o *ambientware*. Esse aspecto atine à relação do empreendimento com o ambiente em que ele se insere, com a sua vizinhança, com os beneficiários que usufruem dos resultados do serviço, mesmo sem serem seus usuários, e com a cidade como um todo.

I. Introdução

Dotados de muitas variáveis, os empreendimentos ditos complexos têm-se mostrado um enorme desafio a ser vencido pela engenharia brasileira e mundial, dadas as inúmeras e crescentes vicissitudes pelas quais todas as suas etapas constitutivas têm enfrentado. Não há empresa nem dirigente de qualquer um deles que não venha se deparando com um rol crescente, variado e cada vez mais árido, de dificuldades a eles antepostas, seja por organizações sociais ou técnicas, seja por instituições públicas e privadas. Qualquer



AEAMESP



açodamento ou tentativa de “pular etapas”, quando da implantação de qualquer um desses empreendimentos de caráter complexo, como um metrô, por exemplo, poderá vir a resultar em atrasos, óbices políticos e sociais de monta, com os consequentes aumentos de custo, a ponto de poder torná-lo insustentável. Essas dificuldades poderiam ser evitadas, quem sabe, caso uma compreensão mais adequada da realidade estivesse presente desde a concepção inicial. Dirigentes, gerentes e técnicos - todos - têm enfrentado uma gama de vicissitudes inusitada, para cujo enfrentamento sua formação escolar acadêmica e sua experiência anterior em obras de menor complexidade, não lhes deram respaldo algum. Esse tem sido um problema generalizado a desafiar todos os projetos de metrôs no Brasil, segundo depoimentos abalizados de autoridades competentes.

Todo e qualquer serviço público de transporte e, em especial, os de metrô, ao se constituir, visa colocar à disposição dos cidadãos serviços que obedecem a políticas, planos, programas e procedimentos bem determinados, os quais são executados por profissionais humanos que atendem a necessidades de outras pessoas, cidadãos usuários ou beneficiários, levando em conta certas condições ambientais atinentes ao entorno generalizado do empreendimento. A par de produzir efeitos **positivos** para a cidade (esta é, em última instância, a intenção primordial de se vir a instalá-lo), os metrôs são, também, produtores de inexoráveis impactos urbanos **negativos**. Várias são as dimensões a ser enfocadas num projeto de metrô - que não somente aquelas estritamente técnicas - para que se possa vir a cumprir o desígnio a que ele se propõe. A sua efetividade social, ou seja, a sua adequação às necessidades humanas e sociais locais, depende de que vários requisitos complexos venham a agir de modo concatenado e sinérgico. Esse âmbito mais amplo constitui o chamado “**ambiente generalizado**” em que ele irá operar. E esse âmbito não pode ser restringido apenas ao meio natural, devendo, sim, ser estendido ao meio antrópico, isto é, às condições

humanas e sociais que ele impactará (seja com benefícios, seja com prejuízos). Entende-se aqui que os cidadãos são seres humanos que resultaram da evolução das condições naturais, as quais culminaram por produzir a vida gregária e urbana cidadã atual, não podendo ser pura e simplesmente abstraídos das considerações ambientais.

De fato, nenhum projeto de engenharia que implique grande repercussão social e técnica, poderá mais continuar a se resumir (ou, mesmo, a dar prioridade excessiva) apenas aos aspectos básicos do *hardware* que o constitui, sob a pena de tornar-se multiplamente insustentável – e não só do ponto de vista entendido como atinente ao “meio” ambiente. A postura técnica de restringir os projetos de engenharia a considerações unicamente “materiais”, ou seja, à parte mais “dura” (“*hard*”) da tecnologia aplicada - atitude essa que poderia até mesmo ser considerada como “de boa técnica” e “bem sucedida” até há algumas poucas décadas -, está ela hoje observando perdas crescentes de eficácia e, por isso, se tornando inadequada quanto a atender requisitos de novos tipos, impostos por expressivas mudanças que vêm ocorrendo na sociedade organizada, em todo o mundo.

II. Diagnóstico

Há, de fato, no Brasil, dezenas de bilhões de dólares disponíveis para serem aplicados em transporte urbano, contrapondo-se ao recesso mundial desse setor, causado pela crise econômica mundial. Mas, ainda no Brasil, constata-se uma enorme dificuldade em fazer com que esses recursos de fato venham a fluir dos cofres públicos e se tornem realizações concretas e, em processos lícitos e eficazes, contribuam para “**por o país nos trilhos**”. As tentativas de diminuir os proibitivos custos logísticos das cidades e da nação têm sido quase todas elas baldadas de insucesso, nas últimas décadas. Pensadores da política de desenvolvimento têm atribuído à insuficiente concretização dos grandes projetos logísticos



AEAMESP



brasileiros, nos últimos anos, a queda brutal da expectativa mundial de que iríamos nos tornar na “bola da vez”, no contexto econômico global. A incapacidade de gastar produtivamente os recursos abundantes que possuímos, e de resolver as dificuldades pungentes para melhorar a infraestrutura de circulação urbana (especialmente metrô) e a logística nacional, tem como uma de suas razões principais o **despreparo técnico generalizado** das equipes de governo locais e federais, segundo avaliação de órgãos da União e de várias entidades públicas interessadas em construir metrô. Ambos – os entes locais e os federais - têm pedido ajuda do Metrô de SP para tal, e este trabalho nasce para tentar mitigar ao menos uma parte da deficiência constatada.

Parte crucial dos óbices que o Brasil vem enfrentando para se livrar o mais rapidamente da precariedade da circulação urbana em suas principais cidades, e de vir a aplicar com maior presteza os recursos financeiros de que de fato dispõe para tal fim, advém da dificuldade encontrada pelos responsáveis quanto a mudar a forma antiga (e superada) de projetar sistemas complexos de transporte, passando a assumir visões mais consonantes com as novas realidades. Técnicos, engenheiros e dirigentes de projetos importantes para o País têm sido cada vez mais surpreendidos pela imposição de empecilhos ao avanço condizente de seus trabalhos. E essas dificuldades são mútuas, ou seja, afetam não só órgãos de fomento, de financiamento e de aprovação dos projetos, como também os postulantes. E a tentativa de corrigir as falhas importando especialistas estranhos às realidades concretas locais, acostumados a situações outras que não as brasileiras atuais, mesmo que de metrô estrangeiros bem sucedidos, aponta para caminhos ainda mais tortuosos. Assim, seria a formação de quadros locais, baseada na experiência bem sucedida de outros, é que permitirá sair do impasse em que estamos.



AEAMESP



Nada melhor do que buscar a história do Brasil para visitar experiências exemplares anteriores – mesmo que antigas - de empreendimentos paradigmáticos, para neles poder identificar fatores críticos de sucesso ou de fracasso e para poder, daí, formar um quadro de referência para os atuais empreendimentos. De fato, cidades enormes como SP, representam, no dizer dos especialistas em desenvolvimento global, um caldo de cultura privilegiado para o avanço de soluções tecnológicas mundialmente inovadoras. As grandes descobertas da humanidade sediaram-se quase sempre em grandes cidades. O que aqui se faz é buscar ordenar as várias partes identificáveis dessas componentes das tecnologias e dos empreendimentos a que elas deram origem, de molde a buscar obter resultados que possam vir a ser profícuos para os novos projetos de metrô e semelhantes que buscam a nossa cooperação.

Caso I: o engenho de açúcar e de álcool brasileiro - um modelo primordial de empreendimento complexo e bem sucedido de engenharia

10

A engenharia brasileira deve muito de suas origens aos engenhos de açúcar e de álcool, que tão proliferaram em nosso país desde o século XVI, por conta dos desbravadores lusos. Nós, brasileiros, pouco ou nada nos advertimos sobre a importância desse fato, no passado e no presente. Mesmo mundialmente, a importância da saga lusa dos descobrimentos e das colonizações de tantos países de todo o Globo, ainda é recalcitrante em atribuir ao povo português o mérito que teve. Hoje, o Brasil é um dos maiores fabricantes globais dessas *commodities*. Não por menos um dos mitos fundacionais brasileiros está associado a Anhanguera, bandeirante que teria obtido a anuência do cacique Tibiriçá, pai da índia Bartira, quanto a suas pretensões de conquista do território brasileiro, queimando álcool como se fora água, com a intenção de assustar os indígenas recalcitrantes às suas intenções.



AEAMESP



O empreendimento político, comercial, científico e religioso das imensamente ousadas navegações marítimas ibéricas conseguiu reunir conhecimentos científicos e tecnológicos mundiais de ponta, à época, não só atinentes às viagens marítimas, como também à exploração comercial das riquezas do país, como o pau Brasil e a cana de açúcar. Talvez viesse a ser fastidioso elencar as componentes tecnológicas desse empreendimento monumental... Para sermos breves, apesar da enorme importância que teria tido a Escola de Sagres em Portugal para o desenvolvimento do mundo moderno (a qual tem sido tão negligenciada pela cultura exageradamente anglicista e galicista dos tempos atuais), foi essa “escola”, sob o manto real e comercial de um notável grupo liderado pelos irmãos Duarte, que conseguiu reunir um sem-número de técnicas, tecnologias e conhecimentos científicos de ponta, os quais vieram a permitir aos povos ibéricos navegar não meramente por mares adentro, mas por oceanos afora, para empreender um caminho alternativo às Índias, que não as rotas terrestres, e buscar fontes outras de alimentos, de madeira, de especiarias etc.

11

De fato, a engenharia brasileira tem no engenho de açúcar e de álcool aquela que é uma aplicação exemplar de cadeias técnicas, tecnológicas e científicas à produção de insumos energéticos (alimentos e combustíveis), fundamentais para a vida humana em sociedades urbanas. Um engenho de açúcar e álcool não se resume, somente, a uma roda d’água que gira indolente, sob o ranger dos dentes das engrenagens e dos eixos, que se movem pelo passar das águas correntes. Ou a uma moenda que, atrelada a uma junta de bois ou de escravos, com sua engrenagem pivotada a um eixo, se deixa animar para moer a cana de modo irrefreável, compassando por séculos todos os ritmos das fazendas e também os ritmos que regeram parte expressiva da cultura brasileira, arraigada nessa exploração agrícola. O *engenho de açúcar*, que tantas fortunas logrou fazer e que tantas desgraças trouxe para tantas famílias de escravos e também de senhores de engenho, não deveria



AEAMESP



jamais ser resumido, como muitas das vezes em que é tratado o é, a uma mera aplicação virtuosa de um príncipe *hardware*, composto de máquinas que giram com forças brutais, que se fazem mover sem peias, às vezes até mesmo sob chicote... Mais do que equipamentos mecânicos (engrenagem, eixo, roda e força d'água ou animal, moenda...), há também, associada, a milenar técnica química e bacteriológica envolvida na fermentação da garapa da cana... E ainda há a caldeira que, sob o fogo aplicado ao mosto borbulhante, faz fluir para a serpentina refrigerada pela água cadente de um rio, o vapor sublimado, que se reduz logo depois a um espírito mavioso em sua clareza e em seu potencial de armazenar energia e de alegrar corações e mentes. Então, além desse *hardware* surpreendente, há o *software* aplicado à aração, ao plantio, à capinação, à colheita, à moenda, à fermentação, à produção, à estocagem, à comercialização e à distribuição do açúcar e do etanol, agora transformados em mercadorias... Sob a égide de um clima global que move as estações do ano em cada país consumidor, primeiramente o açúcar e depois também o álcool, invadiram os escaninhos das despensas caseiras de todo o Globo, num momento em que as cidades medievais haviam sido infladas repentinamente pelas populações fugidias das invasões bárbaras.¹

Para viabilizar a produção e a comercialização do açúcar e do álcool, veio a se desenvolver o *orgware* do empreendimento, que dava vazão à produção obtida pelo *hardware* e pelo *software* do engenho, isto é, a organização da força de trabalho, do plantio, da armazenagem, do transporte dos insumos e dos produtos, das aduanas, dos portos e do

¹ Quando os antigos vilarejos da Idade Média europeia, que hoje em dia são grandes cidades e metrópoles, assistiram às sucessivas invasões de hordas expulsas pelos bárbaros, a carência de energia para alimentar as pessoas e para aquecê-las do frio se tornou o motivo básico para que coubesse aos ibéricos empreender as grandes conquistas oceânicas. Os alimentos teriam que ser conservados por longos períodos, tanto nas longas rotas das navegações, quanto nas cidades, à espera do inverno. O uso de novas fontes de proteínas e de especiarias tornou-se vital para os europeus, pois as provindas do Oriente tinham tido suas rotas interrompidas pelos árabes e otomanos. Os caminhos terrestres para as Índias, todos, foram tomados por assaltantes e cobradores de pedágios, fazendo faltar às cidades europeias o sopro de vida das proteínas.

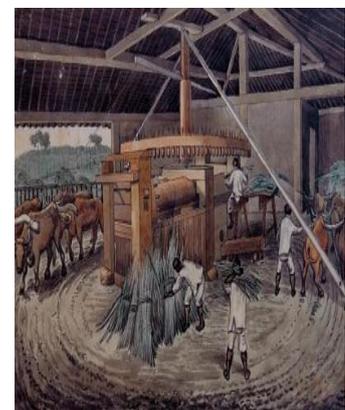
mercado consumidor. E há, também, os aspectos econômicos de venda, de securitização, de financiamento da produção e da distribuição global dos produtos, sem os quais nada poderia ser feito. O presumidamente “simples” canavial teve que ser complementado por muitos agregados tecnológicos externos, todos eles imensamente inovadores para a época.

Quase 500 anos passados, nos dias de hoje há, ainda, o aproveitamento dos restos da palha, do bagaço e dos rejeitos da cana, dantes subaproveitados ou descartados, para produzir energia elétrica, cujo excedente é vendido. Nos dias atuais, os canaviais e os mais de 400 enormes engenhos¹, os quais geram mais de um milhão de empregos no Brasil, estão sendo forçados seguidamente, muito mais do que antes (quando se produziam rejeitos imensamente poluidores para o ambiente à volta das plantações e das usinas), a atenderem a requisitos ambientais crescentes, aos quais aqui vamos nomear pelo neologismo de *ambientware* (“*coisa ambiental*”), à falta de termo melhor.



O Triângulo rural do Nordeste: casa, engenho e capela, 1937, Manuel Bandeira

Fundação Gilberto Freyre



Moenda de açúcar movida por boi 1840

Museu Hercules Florence

De forma semelhante, embora moldada por circunstâncias diferentes, muitas das dificuldades hoje enfrentadas pelos metrô, quando de suas construções, originam-se de causas que bebem nas mesmas fontes das usinas de açúcar. Para que as atividades que

¹ Segundo consta, 60 usinas teriam falido, de 2008 para cá, devido à política de subsídio à gasolina...



AEAMESP



poderiam ser entendidas como “precípuas da engenharia” possam se realizar de modo **eficiente** e **eficaz**, isto é, sem óbices (muitos deles totalmente estranhos ao desempenho estrito dessa profissão) e atendendo aos preceitos normais e consuetudinários da engenharia, essas atividades estão tendo que atender a outros preceitos mais, referentes, agora, à **efetividade** social e econômica do empreendimento.¹ E tem cabido aos técnicos e engenheiros desenvolver conhecimentos novos e mais amplos, não ensinados nas escolas tradicionais, para que seus projetos de metrô possam vir a obter sucesso. Faltaria à Engenharia, hoje - arrisca-se aqui a dizer -, incrementar as considerações atinentes à *efetividade* dos empreendimentos, na formação acadêmica dos engenheiros.

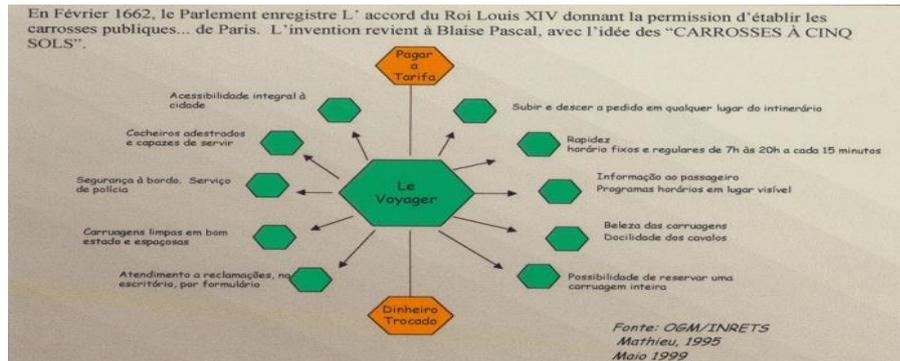
Caso II: os primeiros serviços públicos de ônibus francês (1662) e inglês (1829)

O primeiro serviço de transporte público coletivo (“*carrosses publiques*”) consta ter sido adotado na França, em Paris. Ele foi regulamentado pelo Estado, sob a égide do Rei Luís XIV, tendo sido instalado e operado pelo famoso matemático Blaise Pascal, inventor das calculadoras mecânicas. A permissão do serviço foi autorizada em fevereiro de 1662 pelo Parlamento, com o “*de acordo*” real, vindo a receber o nome de “***Carrosses à Cinq Sols***”, em referência à sua tarifa de uso (5 Sols). Ele tinha, como se pode ver no quadro abaixo, requisitos de qualidade surpreendentemente atuais... Não deixa de ser impressionante a divisão entre as atribuições que cabiam ao usuário e as que cabiam ao fornecedor do serviço. Ao usuário incumbia “pagar a tarifa de 5 Sols” e usar “dinheiro trocado”, e ao prestador cabia um rol mais extenso de obrigações: pontos de parada “a pedido”; rapidez, programa horário fixo, período de operação e intervalo entre carruagens com informação em lugar visível (*software*); amplidão, beleza, limpeza e boa conservação do (*hardware*) das

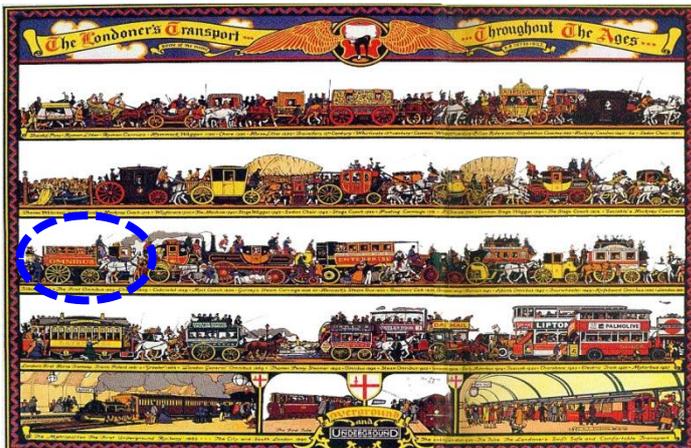
¹ Esses três conceitos são abrangidos, hoje em dia, sob o título de “***eficiência generalizada***”, em administração de empresas.

carruagens e docilidade dos cavalos; aluguel de carruagens para uso privado; serviço formal de atendimento a reclamações; segurança à bordo (!); cocheiros **adestrados** e capazes de **servir** (*orgware*); e, por fim, acessibilidade integral à cidade de Paris.

O diagrama ilustra o primeiro serviço de transporte público francês, inaugurado há mais de 350 anos pelo Rei Luís XIV.



Já a gravura a seguir, elaborada pela London Transport, ilustra bem a evolução dos meios de transporte na Inglaterra durante o século XIX e no início do século XX (1929). Destaca-se o primeiro serviço público de “*ômnibus*” na Inglaterra, que é de 1829.¹



As cinco aludidas dimensões da tecnologia aplicada a este bem sucedido serviço de transporte público coletivo aparecem de modo evidente para o bom observador. Em

¹ Na gravura estão o primeiro serviço público de ônibus inglês, os primeiros trens e bondes e o metrô de Londres, entre outros meios de transporte de passageiros. O serviço de ônibus aqui mostrado teve grande “*sucesso de público e de bilheteria*” por mais de 50 anos. Sua perfeição era tida como exemplar, sendo usado o horário da sua passagem nos lugarejos como um substituto dos relógios, ainda pouco comuns à época. Cada um desses meios de transporte buscou incorporar predicados dos demais, seus concorrentes. Com o passar do tempo, cada meio de transporte foi encontrando seu próprio nicho de mercado preferencial e passou a atuar de modo complementar aos demais. Como no caso da carruagem francesa, também surpreende este primeiro “*Ômnibus*” inglês. Em Latim, “*omnibus*” quer dizer “*para todos*”, isto é, serviço disponível ao público em geral.



AEAMESP



primeiro lugar, o *hardware*: a carroceria, com rodas pivotadas a eixos solidários a dispositivos de suspensão e de freio semelhantes aos atuais. Também as rodas chamam à atenção, sendo a traseira maior, para mitigar solavancos, e a dianteira menor, para permitir maior dirigibilidade; a carruagem era linda e espaçosa, como se pode ver em gravuras da época, aqui omitidas; os passageiros são vistos lendo jornais com as folhas abertas de par em par e a dama é mostrada com um ramalhete de flores em suas mãos. O *software* que regulava o serviço tornou-se famoso, já que os programas horários tinham por hábito ser rigidamente cumpridos, servindo como referência de tempo para os lugarejos. O *orgware* era garantido por um serviço de guichês que vendia as passagens, admitia reclamações e sugestões. Inclui ele um cocheiro empertigado, vestido a caráter e muito respeitado pelos usuários (e pelos cavalos, que certamente se faziam dóceis...). Os aspectos do *usuware* aparecem de forma ímpar: dois gentis cavalheiros auxiliando uma formosa dama a subir os degraus... Por fim, o *ambientware* é muito sutil, mas não deixa de ser uma referência para os meios de transporte atuais: a gravura mostra pássaros que voam sobranceiros sobre verdes árvores, tendo ao fundo um céu azulado, com matizes de laranja emoldurando a cena...

Caso III: legislação brasileira de serviços públicos de transporte

No Brasil, não poderiam deixar de nos servir como referência os debates acerbos que ocorreram no Instituto de Engenharia de SP e no Clube de Engenharia do RJ, nos anos 1929 e 1930, respectivamente, coordenados pelo Eng. Anhaia Melo, ex-prefeito de SP, ex-Presidente do IESP e ex-Diretor da Escola de Engenharia Politécnica. Versaram eles sobre os aspectos legais e institucionais atinentes à **organização** das concessões de serviços públicos, então nascente. De fato, foi sobre esse arcabouço básico que veio a se erigir toda a organização brasileira atual de transporte (incluindo a dos metrô) e de outros serviços



AEAMESP



públicos, instaurada ao largo de mais de oito décadas. O inusitado é que foi o hoje já “vetusto” Instituto de Engenharia de SP quem veio a abrigar uma plêiade de engenheiros (liderados por Anhaia Mello e Plínio Branco, pai do Conselheiro do Metrô, Adriano Branco), a quem coube estabelecer esses pilares legais e institucionais basilares. Essas considerações, feitas por engenheiros que vieram a ser chamados de “*advogados de prancheta*” (de forma brincalhona, é claro, mas que se tornou clássica), de fato não eram de *engenharia* no sentido estrito do termo, mas sim de legislação e mesmo de filosofia jurídica de serviço público. Mas elas foram e ainda são consideradas como fundamentais para a constituição de nossos serviços, servindo de base inclusive para outros países, segundo técnicos da ONU e do BIRD.

A releitura do trabalho de Anhaia Melo¹ causa, inicialmente, a sensação de espanto, por estar um engenheiro e administrador político “se metendo” a falar de assuntos jurídicos e de **organização** institucional de serviços públicos. Ou seja, teria cabido aos que nos antecederam nos complexos empreendimentos de metrô e de transporte público, tratar de assuntos que não se resumiam apenas e tão somente aos equipamentos e aos programas que os constituíam. Certamente, isso se deu porque sem que houvesse esses avanços institucionais e legais, o país não teria conseguido eliminar os óbices que travavam seu desenvolvimento à época e ir além com maior presteza. Serviços de água e esgoto, de gás, de iluminação, de eletricidade e de bondes haviam sido instalados em muitas cidades brasileiras, as quais careciam de amparo legal suficiente para sustentar investimentos privados e públicos nesses serviços. Sem esse *orgware*, teriam padecido muito os promotores dos avanços significativos dos serviços públicos, ocorrido nas décadas seguintes.

¹ Surpreendentemente, esse trabalho de Anhaia Melo (há cópias na biblioteca do Metrô de SP e no IESP, e também com o Autor deste trabalho), não diz respeito a aspectos físicos (hoje ditos “*de hardware*”), mas sim a aspectos que poderiam ser classificados como de “*orgware*” – e mais especificamente, de organização institucional dos serviços públicos de transporte. E, num país que se diz “de advogados”, foi ele feito por engenheiros...



AEAMESP



Caso IV: qualidade de hospitais de referência e sua relação com o Metrô de SP

São Paulo recebe anualmente mais de 60 mil **turistas de saúde**.¹ Há quem estime que esse número chegue a 300 mil por ano, se incluídos procedimentos médicos mais simples. Está se tornando comum verificar pacientes estrangeiros valerem-se, aqui em SP, de seus planos de saúde **estrangeiros**, para tratarem de males que, em seus países de origem, lhes tomariam muito tempo de espera em filas, além de que custariam muito mais. Há turistas de saúde da Europa, dos EUA, da Ásia, além da América do Sul... Esses viajantes buscam a qualidade de atendimento que não encontram em seus próprios países, por mais incrível que isso pareça. Qualidade de serviço de saúde inclui prontidão, rapidez, resolutividade, competência técnica e científica, tecnologia avançada, confiabilidade, atendimento humano, de profissionais médicos e de instituições hospitalares etc... Isso significa uma vasta gama de aspectos que não pode ser equivocadamente resumida apenas aos equipamentos de última linha existentes em vários hospitais de SP; ou à qualidade da formação dos profissionais de saúde...; ou à gentileza (já quase proverbial) com que dizem ser tratados... Esses aspectos todos devem ser considerados como resultantes da ação *sinérgica* de vários predicados, a qual produz “efeitos emergentes” que, eles sim, tornam destacado um dado serviço. Os atributos invocados por esses “turistas de saúde” são vários e merecem ser perscrutados mais detidamente (inclusive pela comunidade de engenharia), para que possamos deles

¹ Um conjunto destacado de hospitais e médicos brasileiros é referência nacional e internacional. Alguns, voltados para procedimentos cardiológicos ou de cirurgia estética, inserem-se no rol muito estreito dos melhores do mundo. O mais incrível é que uma das raízes da qualidade de serviço de nossos hospitais de referência parece ter nascido de uma matriz absolutamente insuspeita: a qualidade de serviço do Metrô de SP, que chegou a ser emblemática quando ainda não operávamos com lotação plena. O fundador do Instituto do Coração da FM-USP, Professor Zerbini, ao construir o INCOR – Instituto do Coração se valeu de conhecimentos desenvolvidos na Gerência de Operações do Metrô..., repassados por um de nossos ex-colegas. O padrão de atendimento do INCOR estendeu-se, depois, para outros hospitais de todo o Brasil. O mesmo veio a ocorrer com empresas privadas internacionais (Nestlé, Rhodia etc.), as quais também beberam nas fontes metroviárias para formar seus pioneiros serviços de atendimento ao cidadão, os quais se propagaram, cada um à sua maneira, pelo Brasil inteiro.

apreender aspectos de fundo, de molde a poder melhorar o mais possível outros serviços públicos do Brasil .

Vários outros casos de sucesso poderiam ser citados ¹, entre os quais aquele que deu nascimento ao nosso país: a saga dos **achamentos** marítimos pelos portugueses.

III. Análise de resultados: dimensões tecnológicas de sistemas de metrô

A observação cuidadosa dos exemplos históricos bem sucedidos de empreendimentos de transporte público e coletivo revela que seu adequado funcionamento se deveu, principalmente, à conjunção virtuosa de várias *dimensões* tecnológicas, todas elas mutuamente concatenadas e sinérgicas quanto aos resultados. Essas várias dimensões (aqui descritas) têm por propriedade potencializar-se reciprocamente, produzindo efeitos conjuntos que vão muito além dos que viriam a resultar caso houvera a simples aplicação parcial e em separado, de cada uma delas. A mera “soma” de resultados individuais não resultaria pródiga o bastante para demonstrar a emergência possível de efeitos sinérgicos, ditos **emergentes**, insuspeitos quando se considera as partes separadamente. E uma empresa de metrô pode vir a revelar essa constatação sobejamente, quando bem sucedido.

¹ Um caso que merece ser destacado é o da FGV – a famosa escola nacional brasileira de administração de empresas. Este registro não poderia faltar: surpreendentemente, sua lembrança nos foi feita por especialistas do PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. No RJ, logo após o fim da II Grande Guerra veio a se instalar uma verdadeira escola de pensamento e de formação de mão de obra sobre administração pública, a da Fundação Getúlio Vargas. Esse fato teve importância crucial para o estabelecimento de um padrão de serviço público no Brasil, que veio a ser destacado mundialmente, à época. Os serviços públicos federais brasileiros teriam nascido em grande parte dessa escola. Apesar das justas críticas que hoje todos fazemos a esses serviços, o que ainda dele remanesce é merecedor de elogios por órgãos internacionais, sendo considerados como exemplares quando comparados com os de muitos países do terceiro mundo. Essa pródiga matriz rendeu frutos por muitas décadas, inclusive para os serviços de transporte público e também para o Metrô de SP. Outros exemplos mais poderiam ser citados, como é o caso da antiga CMTC – Cia. Municipal de Transportes Coletivos de SP, da antiga CSTC – Cia. Santista de Transporte Coletivo, as quais desempenharam padrão destacado de qualidade de serviço por várias décadas. O mesmo ocorreu com outras antigas ferrovias brasileiras, como a Estrada de Ferro Sorocabana, a São Paulo - Jundiáí etc.



AEAMESP



O termo “*dimensão*” nos pareceu o mais adequado quanto a representar, de forma compartimentada, cada um dos subconjuntos de variáveis necessárias à descrição de determinados aspectos da tecnologia empregada nos metrô e assemelhados. O fato de aqui terem sido elencadas cinco dimensões não deve, absolutamente, servir de barreira para que outras dimensões mais venham a ser identificadas. Além disso, atendendo a uma visão holística, há uma clara interdependência dessas várias dimensões, quanto a produzir o resultado final do empreendimento de metrô a ser construído.

As empresas de transporte público e coletivo que se pretendam mais duradouras, *eficientes* e *eficazes* do ponto de vista intrínseco a elas, e *efetivas* sob o aspecto extrínseco, quer dizer, no que se refere aos benefícios sociais causados no território ao qual elas servem, não devem se resumir a medidas simplesmente de “*hardware*”, quer dizer, de equipamentos e dispositivos de locomoção de pessoas, cargas etc. Primeiramente, porque isto seria absolutamente impossível, por ser quase uma contradição em termos..., já que não há equipamento que, por si próprio, possa produzir um serviço público de caráter complexo e crítico, sem levar em conta uma programação que o controle (*software*) e uma organização que o comande (*orgware*). Em segundo lugar isso seria impossível, nos dias de hoje, porque, mesmo que assim viesse a ser no início do empreendimento, essa visão manietada empobreceria tanto a solução adotada que ela, ao cabo, se mostraria, por si própria - e rapidamente, nos dias de hoje -, insustentável, vindo a falir em pouco tempo, como se fora uma grande estátua erigida sobre pés de barro. A rigor, esta afirmação pode ser estendida a âmbitos mais gerais, e passar a incluir obras complexas e críticas de engenharia.

No caso de um metrô e de qualquer serviço de transporte público e coletivo, a conjunção dessas dimensões originalmente indispensáveis (“*hardware*”+“*software*”) subordina-se, em



AEAMESP



todas as suas etapas de vida, à ação **humana** que a idealiza, concebe, planeja, projeta, programa, opera, conserva, mantém e desenvolve. Forma-se, assim, uma composição tripartite, resultando numa **organização** capaz de cumprir as funções originais pretendidas para essas empresas. E assim por diante, outra dimensão mais deve ser agregada, agora de cunho “*mercadológico*” (“*usuware*”, “*customware*”), voltada para o atendimento dos passageiros que consomem as viagens produzidas. Os aspectos relacionados ao **atendimento**, ou seja, à relação dos usuários com o serviço produzido (e vice-versa), também devem fazer parte do rol de dimensões que constitui o metrô, especialmente nos dias atuais, em que vêm crescendo as reivindicações sociais por melhores serviços públicos.¹

Mas é necessário ir ainda mais além - especialmente hoje em dia – e acrescer a esse conjunto já tão complexo, uma dimensão **ambiental** (“*ambientware*”), a qual extravasa as condições de contorno do empreendimento, considerando desde sua vizinhança territorial, o quadro institucional em que o empreendimento se insere, as implicações mais gerais que

¹ As acerbadas manifestações de protesto que inundaram as ruas de centenas de cidades brasileiras em 2013, em parte motivadas pelo desagrado generalizado com a má qualidade dos serviços públicos do país, reuniram aspectos que têm muito a ver com esse “rumor surdo” que às vezes soa quase imperceptível na sociedade e que vêm à tona, repentinamente, como se fora do nada, em explosões inesperadas. Elas impõem algumas observações a respeito de tudo o que aqui se disse. A habilitação recente de fatias expressivas da população para o usufruto mais pleno de direitos cidadãos, assim como o aumento de facilidades (e de dívidas) para parte das classes mais pobres (que passaram a ter cartão de crédito, conta bancária, computador, acesso a redes digitais, a celulares e também **acesso ao próprio metrô**), pôs em pauta uma tarefa nova e crucial para as empresas prestadoras de serviços públicos (e privados, também). Diante de serviços insuficientemente providos de qualidade, congestionados, sujeitos a filas e a esperas intermináveis em serviços de reclamação; e a atendimentos desrespeitosos e pouco resolutivos; uma massa (ainda pequena, mas muito expressiva) de descontentes tem saído às ruas. Seus pleitos, embora difusos e incertos, dizem respeito não somente a reivindicações quanto a que se venha a ampliar os “*hardwares*” de metrôs e ferrovias, que o crescimento de renda (embora mínimo) recém lhes propiciou poder acessar, mas também aos demais aspectos dos serviços, aos quais não estavam anteriormente afeitos, mas que agora passaram a conhecer, usufruir e se incomodar cada vez mais. É como se o espírito de cidadania tivesse vindo à tona por vias transversas àquelas normalmente esperadas. E essa tomada de consciência cidadã, muitas das vezes, ao explodir, não se faz acompanhar por atitudes de urbanidade e de civilidade... - muito pelo contrário! Parece-nos que seria exatamente quanto aos aspectos ditos “*etéreos*”, “*intangíveis*” das tecnologias de serviços complexos e críticos, que os protestos populares parecem estar a se tornar mais agudos. As eleições municipais de SP em 2012 apontaram para um verdadeiro “*raio num céu azul*” que foi a destacada colocação de um candidato a prefeito radialista, o qual explorou exatamente o mau funcionamento de aspectos “*intangíveis*” (embora tão sensíveis...) dos serviços.



AEAMESP



ele causa etc. Apesar de não ser nova, essa dimensão vem assumindo um papel novo e surpreendente, como que a surgir das cinzas das antigas e bem sucedidas empresa de transporte público. Para conformar-se aos neologismos que aqui estão sendo utilizados, comuns à cibernética, que nos inspira neste trabalho, o “*ambientware*” têm que, hoje em dia, fazer parte das considerações do entorno de qualquer projeto de transporte de grande alcance, bem como de outros grandes projetos. Não fazê-lo é correr o risco de que eles venham a se tornar insustentáveis mesmo durante a etapa de sua concepção, não conseguindo minimamente “*parar de pé*” desde o princípio. Pode-se prever que dada a complexidade própria que o conceito de “ambiente” envolve, algumas sub dimensões do *ambientware* irão surgir no futuro e se tornar, quem sabe, autônomas, talvez para abranger variáveis referentes ao *ambiente social (socioware?)* afeto ao projeto. De fato, os aspectos mais propriamente sociais que vêm entavando e encarecendo metrô, ferrovias e corredores de ônibus em várias cidades brasileiras (desapropriações, desocupação de terras invadidas, rejeição por parte de pequenas comunidades de classe média alta, contrárias aos metrô etc.) vêm se revelando como um novo e inusitado fator que, mais do que atinente à engenharia (e também aos ambientalistas), passa a exigir a inclusão ainda mais marcante de profissionais experientes em outras disciplinas (assistência social, advocacia, psicologia, planejamento urbana, especialistas em uso e ocupação do solo, em construção de moradias, em avaliação imobiliária e fundiária etc.). A excessiva mobilização de profissionais técnicos e de engenharia em assuntos desse tipo, tira deles o foco necessário no acompanhamento mais estrito das obras e dos projetos e, em contrapartida, isso nem sempre produz bons resultados. Isto não os exime de terem que assumir essa nova função gerencial imposta pelos novos tempos, mas exige que as equipes passem a ter reforços multidisciplinares inesperados...



AEAMESP



Com as considerações ambientais surgiram conceitos novos que vieram a se revelar fundamentais, como o de “*sustentabilidade*”. Mas o entendimento que vem sendo dado a esse conceito, no caso do licenciamento de novos projetos de metrô, nos parece equivocado. A ênfase dada no critério de sustentabilidade **ambiental** culminou por eludir a importância crescente de outros tipos de sustentabilidade atinentes ao transporte urbano, mas que não têm sido devidamente levados em conta.¹

Faremos a seguir a descrição mais detalhada, ainda que resumida, das dimensões que compõem um empreendimento de metrô. Um tanto quanto a contragosto, usaremos e abusaremos de neologismos e de anglicismos, já que os seus sucedâneos no idioma pátrio não nos pareceram adequados. Como a causa nos parece nobre e em estando a origem primeva dos termos aqui usados na Cibernética (tão conhecidos hoje em dia), vamos seguir adiante, mesmo sob possível crítica. Afinal, seriam poucos os leitores não afeitos ao uso de

¹ Esse desvio de entendimento tem sido muito prejudicial aos projetos de metrô, os quais correm o risco de, para obterem licenciamento meramente “ambiental”, conformando-se à legislação existente e às exigências (às vezes descabidas...) dos licenciadores, virem a se olvidar desses outros atributos positivos essenciais de que são possuidores, mas que deixam de ser elencados e ponderados no lado positivo da balança das externalidades que produzem, quando do cálculo das matrizes de decisão das compensações e mitigações. Esse conceito primário de sustentabilidade nasceu associado à constatação de que a humanidade estaria sendo induzida a consumir de forma perdulária os bens da “natureza” que poderiam vir a se tornar escassos para as futuras gerações humanas, e de que, em assim sendo, deveríamos economizá-los a todo custo. Alargado que veio a ser esse entendimento inicial, logo a seguir, de sorte a considerar também a necessidade de preservar outras cadeias vitais concatenadas (e não somente “a natureza”, os animais em extinção etc.), hoje em dia se faz necessário que o conceito de sustentabilidade abranja não somente o ambiente *stricto sensu*, mas também fatores diversos do ambiental, os quais também estão se tornando cada vez mais escassos para o uso **humano**, como o **espaço** urbano, o **tempo** urbano, a **energia** e, como vivemos num modo de produção econômica de ordem capitalista, também os recursos **financeiros** e **econômicos**, especialmente nestes anos de crise. Além disso, há que se considerar que também os seres humanos são originários do ambiente natural e que iniquidades de tratamento do meio antrópico em relação ao meio físico – ou das demais espécies vivas em detrimento dos humanos - são inaceitáveis. Como os metrôs se destinam a satisfazer a necessidades vitais das cidades e dos cidadãos, não considerar os benefícios que eles trazem para os seres humanos resulta ser um absurdo.

importância, eles, por si só, sem programação e sem controle, não conseguem atender ao fim desejado.

Dimensão II: “*Software*”

Esta é a dimensão que condiz com as **formas de agir**, quer dizer, com os **planos, programas e procedimentos** que deverão reger o “*hardware*” adotado, de molde a dar a ele direção estratégica, rumos, de acordo com políticas operacionais pré-estabelecidas e a serem estritamente observadas. *Software* significa “**matéria mole**”, ou seja, impalpável, não sensível ao tato, embora real e concretamente existente e ativa. De fato, sem controle, desregrados, os equipamentos físicos pouco ou nada serviriam para cumprir funções, alcançar objetivos e produzir serviços.

Mas, convenhamos, a mera justaposição de “*hardware*” e “*software*” ainda não bastaria... Ela poderia gerar não mais do que um emaranhado de soluções parciais e desconexas, pouco ou nada efetivas para as cidades, quando não ineficientes e ineficazes em si mesmas e, ao cabo, inefetivas para a sociedade que as empreende. Quando da consecução de um projeto de metrô, para vir a obter **eficiência** (indicador que traduz a economia do uso de recursos ante o produto realizado); obter **eficácia** (indicador do grau de atingimento das metas pretendidas); e obter **efetividade** (indicador do alcance generalizado dos benefícios sociais produzidos); outras dimensões ainda se fazem necessárias.

Dimensão III: “*Orgware*”

Esta dimensão refere-se à **organização** do transporte. O *orgware* associa a ação humana com as dimensões antes relatadas, quais sejam o *software* e o *hardware*, dando a essa junção um sentido orgânico (organizando-as, portanto). Ao organizar, o *orgware* acrescenta

a essas partes materiais isoladas o elemento humano que de fato é capaz de conceber, planejar, programar, operar, usar, manter, conservar e desenvolver um serviço de metrô.¹

Mas, como conceber um empreendimento de metrô sem considerar que eles se destinam a satisfazer a exigências vitais do meio antrópico? Esta pergunta tem um fundo filosófico essencial, o qual não deveria estar sendo negligenciado da maneira como vem sendo, quando do licenciamento de metrôs, ferrovias etc. A cada dia - e seguidamente – as pessoas agem de modo regular, seguindo costumes de fácil compreensão e que são obstinadamente repetidos, dia após dia. A organização dos agentes operadores, dos meios físicos materiais e imateriais e – indo mais além - dos **sistemas**² de transporte urbano integrados, dispostos em redes sobrepostas e complementares, agrega recursos os mais variados, como capital, tecnologia, saber, vontade e capacidade de empreender, disposição de servir e de garantir o prometido e contratado. Também incumbe à organização estabelecer a relação com os demais meios e sistemas de transporte, de trânsito e de logística urbanos, assim como com outros municípios, com outras instituições e instâncias de governo.

De fato, não basta ter-se um equipamento bom e bem programado, para prestar-se um serviço adequado. Por trás de um sistema de transporte há seres humanos operando os

¹ A *organização*, em sua acepção original, diz respeito à particular disposição dos elementos e das substâncias químicas, bem como dos planos, programas e processos químicos, físicos e biológicos que regem o arranjo da matéria oriunda dos hidrocarbonetos, quer dizer, dos elementos e substâncias químicas centradas nas cadeias carbônicas, as quais são singulares a todas as formas de vida hoje conhecidas. Ao buscar organizar um empreendimento de metrô, temos que nos basear em uma acepção mais abrangente desse termo, referente aos aspectos administrativos que hoje ele abarca e nos preocuparmos em associar o elemento humano (que dirige, monitora, comanda e controla as suas ações), aos instrumentos materiais (“duros” e “leves”) que o constituem. O conceito de “organização” teria sua origem na biologia (Bertalanffy), que é o estudo dos seres vivos. Ele nasceu associado ao estudo dos seres orgânicos, isto é, derivados da química orgânica (baseada no elemento químico Carbono) e só mais tarde se estendeu para a administração de empresas. Como se pode ver, nem sempre o carbono é um vilão da história...

² O professor Samuel Branco, em importante obra (“Ecosistêmica”) produzida há quase quatro décadas, nos reúne várias definições de “*sistema*”. Entre elas, que são bastante assemelhadas entre si - e todas elas virtuosas -, uma se diferencia (a de Rosnay), quanto ao interesse deste trabalho, ao dizer que **sistema** é um “conjunto de elementos em interação dinâmica, organizado **em função de um objetivo**”. Não vamos, pela delimitação de espaço necessária, nos estender a respeito.



AEAMESP



equipamentos e programas. E também, no final do processo produtivo, há seres humanos consumindo os serviços produzidos. É dessa forma que vem se acrescentando às considerações de *hardware* e de *software*, aquelas de *orgware*, isto é, aquelas que se referem às organizações humanas, às quais se deve, de fato, a habilidade de fazer funcionar os empreendimentos. A organização diz respeito ao ato de fazer com que um sistema funcione como um organismo, ou seja, dando aos dispositivos materiais palpáveis e aos programas “etéreos” que os controlam, a inteligência humana para operá-los e adequá-los às exigências da demanda, às conjunturas variáveis, aos acidentes fortuitos e de força maior que a realidade acaba sempre apresentando. A tecnologia embutida no *orgware* é responsável por dispor de modo conveniente tanto os equipamentos (*o hard*), quanto os procedimentos (*o soft*), seja os humanos operadores (*humanware*), extraindo dessa junção complexa, a cada conjuntura, o melhor resultado possível. O avanço da Cibernética tem propiciado adotar sistemas cada vez mais inteligentes para tomar decisões em face de dificuldades operacionais inesperadas. Mas, quando se trata de metrô e de ferrovias de passageiros, por mais que os trens, a sinalização, a proteção e os controles venham a ser automáticos, ao se estar diante de grandes massas de usuários, congregadas em ambientes estritos e passíveis de sofrer turbulências, torna-se conveniente a presença de operadores humanos para a tomada de decisões especiais e inusitadas. Cabe a cada empresa definir a sua própria política a respeito disso (até que ponto automatizar?), mas a tendência à crescente automatização parece ser inexorável.

Quase sempre, o que se exige de um operador que gerencia um metrô - até este nível de consideração - é a busca de eficiência e de eficácia organizacional, ou seja, a maximização de resultados e a minimização de custos e de insumos utilizados em sua produção. Mas, seguramente, isso ainda não basta. A junção dos seres humanos aos equipamentos de



AEAMESP



transporte (*hardware*) e aos planos e programas (*software*), produz as organizações de transporte (*orgware*). Seguramente, um empreendimento de metrô exige ainda mais.¹

Dimensão IV: “*Usuware*”

Esta é a dimensão relativa ao **atendimento ao usuário** ou passageiro. Refere-se ela ao relacionamento com as pessoas que realmente usam, pessoal e diretamente, um metrô.

O termo “*cliente*”² também costuma ser usado, embora não nos pareça recomendado.³

Abordagem mais recente da qualidade de serviço parte do princípio de que a tecnologia utilizada para atender uma demanda por serviços não está calcada somente nos equipamentos que a materializam. Essa visão considera que coisas imponderáveis como os procedimentos aplicados na relação com os usuários, a gentileza, a presteza, a consideração e o respeito no atendimento, contam muito para diferenciar um dado serviço de outro. Enquanto um pode vir a ter sucesso, os demais serviços semelhantes podem passar a ser preteridos pelos usuários e a deixar de receber apoio de formadores estratégicos de opinião (imprensa, órgãos decisores e de fomento, câmaras representativas etc.) e relegados ao segundo plano em orçamentos governamentais etc.

¹ Essa questão tem a ver com a formação de **padrões** de comportamento na organização de um metrô. Chega a espantar como pode conseguir um metrô manter seus procedimentos tão regrados ao longo de décadas, envolvendo milhares de empregados e bilhões de viajantes, formados por milhões de cidadãos usuários... Talvez nessa manutenção de padrões de uso estaria a razão maior de sucesso de um metrô que opera com sobrecarga.

² É preciso tomar cuidado ao se usar os termos “**mercado**” e “**cliente**” quando tratamos do transporte público coletivo, inclusive porque a Constituição Federal (Art. 30, V) estabelece o caráter **essencial** desse serviço. Esse termo tem uma carga ideológica fortemente associada ao modo de produção capitalista, sendo o seu uso, nesse sentido, contestável quando tratamos de um serviço público de caráter fundamental para a sociedade. O cuidado aqui advertido advém da constatação de que o uso indiscriminado da visão mercadológica pode levar a supor que as viagens dos cidadãos poderiam ser reduzidas à condição de qualquer outra mercadoria. E assim não pode vir a ser, mesmo em sendo hoje hegemônico o regime econômico capitalista. O direito de ir e vir é consagrado em cláusula lapidar da CF (Art. V) e subjaz a outros direitos constitucionais.

Mais do que do chamado “respeito ao *cliente*”, ou, ainda, do atendimento dos chamados “**direitos do consumidor**”, esta dimensão se refere a um aspecto ainda mais profundo, referente aos fundamentos das sociedades contemporâneas. Ela enseja o estabelecimento de regras estritas de qualidade para um serviço que tem caráter essencial, segundo a Constituição Federal (Art. 30,V) e outros dispositivos da Carta Magna, além de vários regramentos mais recentes, como a Política Nacional de Mobilidade e de Acessibilidade e o Código do Consumidor.¹

A partir da definição de uma **política de relacionamento** com os passageiros usuários², são estabelecidos **padrões de serviço**. Esses padrões resultam dos planos, programas, procedimentos e formas de agir que regem o serviço de metrô, além das características dos equipamentos. Por extensão, eles abrangem não somente os usuários diretos, como também os munícipes em geral, porque estes também podem se beneficiar (ou não) indiretamente do serviço de transporte, mesmo que não sejam seus usuários diretos; e, em assim sendo, eles devem ser considerados como partícipes da “área de influência” (quer

¹ Além dessa obrigatoriedade legal, essa política se embasa na constatação de que o passageiro é um parceiro potencial importantíssimo para garantir a qualidade do serviço. Os sistemas de transporte têm uma propriedade singular, quando comparados a outros processos produtivos: a viagem – que é o produto desse serviço – é consumida no mesmo ato de sua produção, como já havia sido descoberto por Marx em O Capital, ainda no século XIX. Correr o risco de não vir a ter como aliado, em seu próprio processo produtivo, o usuário da viagem, é ter como certo que se estará descartando um fator essencial para obter bons resultados do serviço. Cada passageiro não só pode vir a ser cooperativo por si mesmo, ou seja, com suas próprias atitudes, como sua ação individual proativa costuma induzir atos coletivos favoráveis dos demais passageiros. Também o contrário pode ser observado: a ação de revolta, ou de descumprimento de regras de um único passageiro pode induzir ações semelhantes de outros, provocando efeitos ruins em “cascata”. Em situações muito estressantes (falhas, atrasos, aglomerações, pré-pânico), o risco de ocorrerem processos de descontrole em “avalanche” a partir de um só indivíduo (como se fosse um dominó), é muito grande. A falta de cooperação de um único usuário pode multiplicar-se e significar a falta de colaboração de muitos outros.

² Embora tais relações possam ser estendidas para um conjunto mais amplo, que inclui os beneficiários em geral do serviço prestado (que não os seus usuários diretos), achamos por bem incluir esse componente no relato da dimensão ambiental, descrita a seguir. Na verdade, os cidadãos beneficiários em geral do serviço prestado por um metrô abrangem todos aqueles que se valem do fato de que esse serviço, quando existe, **está disponível** para garantir a locomoção de todo e qualquer cidadão, cujo livre fluir interessa a toda a sociedade. A cidade toda se beneficia indiretamente da existência de um metrô (e de qualquer outro serviço público posto à disposição dos cidadãos), mesmo que jamais venham a usá-lo efetivamente. Esses cidadãos serão considerados na dimensão seguinte de trabalho.



AEAMESP



dizer, do “ambiente”) do metrô. Assim, horários de funcionamento, tempos de viagem, normas de atendimento de um metrô, tudo isso culmina por afetar o funcionamento geral da cidade. Pelo impacto territorial urbano que causa, a obtenção de qualidade no atendimento de um metrô se constitui em objetivo crucial para a cidade, por muitas razões, entre as quais garantir locomoção segura, confiável, rápida, confortável e econômica aos cidadãos que nela vivem e também aos que a visitam. Todos os fluxos urbanos e, portanto, todas as principais atividades econômicas, sociais, escolares e de trabalho, culminam por serem pautados por serviços de metrô, dada a sua maior confiabilidade e capacidade. ¹

Ao conjunto de relações que ligam o *hardware*, o *software* e o *orgware* ao consumidor do serviço, o usuário, o passageiro, o “cliente” ou o beneficiário **direto** do serviço, estamos chamando de **usuware**. Trata-se de um termo aqui inventado... Ele poderia ser chamado de “*customware*” (que tem relação com o neologismo *customizar*, da informática), novamente para nos remetermos a paradigmas modernos. Mas preferimos o termo mais simples. O termo em Português seria “atendimento”, relação com o cliente, que parece melhor expressar a ideia em pauta (*responsividade?*).

¹ Deve-se considerar como essencial a busca dos mais altos níveis de relacionamento com os cidadãos usuários e beneficiários em geral, como item básico da qualidade de serviço. Os serviços de transporte público e coletivo devem atender ao preceito - hoje em dia, politicamente crucial - de tratar com **urbanidade**, **cidadania** e **civilidade** os cidadãos. De resto, é sabido que os meios de transporte coletivo e público têm alto poder educativo quanto a induzir os cidadãos, em sua convivência massiva, a práticas de vida em sociedade mais saudáveis. É a socióloga Olgária Matos quem diz que a convivência cidadã propiciada pelos meios de transporte coletivo têm alto poder educativo para a vida em sociedade. E as cidades brasileiras, infladas repentinamente, estão a carecer muito disso... Esses três atributos (que são quase sinônimos) provêm à vida cidadina contemporânea alguns dos pilares que a sustentam: a urbanidade sendo um atributo de respeito quase que pessoal para com os direitos dos demais cidadãos; a cidadania como sendo a consideração pelos direitos da cidade, como vista em seu coletivo de cidadãos; a civilidade como sendo algo ainda mais geral e atinente ao respeito às leis e normas constituintes da nação. O transporte público tem alto poder indutor de comportamentos de respeito a pessoas e a normas, dada a presença simultânea de grandes massas em locais e horários muito restritos. Não se dar a devida importância para o conjunto de medidas que essa dimensão constitui, pode resultar em insucesso cabal do empreendimento, seja no que se refere ao seu próprio funcionamento, seja quanto ao exercício desta sua função de ordem mais geral.

Na mesma linha iterativa e interativa que este trabalho vem seguindo a cada dimensão agregada à qualidade do serviço de um metrô, há que se considerar, então, que um bom equipamento, perfeitamente programado, operado e mantido, correrá o risco sério de não ir adiante, se não for útil para o “cliente” do serviço (ou melhor, para o cidadão que vem a ser seu usuário, ou passageiro), isto é, se não satisfizer às suas vontades, aos seus desejos, às suas demandas. *Hardware, software, orgware, usuware (customware)*¹ – eis, até aqui, a descrição de quatro dimensões cuja consideração é necessária para quem quer administrar um metrô.

Mas elas, ainda assim, não bastam. Mais uma dimensão da tecnologia moderna se faz necessária: aquela que se refere à relação com o ambiente geral em que o metrô está inserido. As relações que ligam esse conjunto de quatro aspectos ao ambiente geral (*ambientware*) que o envolve, são fundamentais para a compreensão de um empreendimento moderno de prestação de serviço e para fazer com que ele cumpra melhor suas funções urbanas, econômicas e sociais. Este quinto aspecto diz respeito a tudo e a todos que usufruem ou são impactados pelo serviço em referência, sem serem necessariamente seus usuários (que já foram considerados anteriormente). O ambiente que constitui o entorno de um metrô, a par de vir a ser por ele beneficiado, pode também vir a

¹ O *customware* (ou *usuware*) é um neologismo que pode parecer estranho, mas que vem assumindo uma importância ainda pouco advertida. Em processo eleitoral recente, um candidato a prefeito de SP escolheu como estratégia de ação exatamente a tentativa de “*dar voz aos prejudicados*” pelos serviços de atendimento aos clientes e cidadãos. Radialista que era, notabilizou-se por aparecer no cenário eleitoral como “*um raio num céu azul*”, chegando a estar entre os primeiros colocados no pleito municipal. São notórios os avanços práticos que vêm sendo feitos a respeito dessa dimensão. A opinião e o desejo do cliente passaram a ser vistos como requisitos fundamentais; não só a sua satisfação com o serviço atualmente prestado, mas também os anseios que ele possui e que muitas vezes, espontaneamente, não chega a manifestar, passaram a ser considerados como itens sem os quais um empreendimento pode acabar fadado ao fracasso. Os avanços recentes da tecnologia propiciam auscultar com presteza as manifestações do público, permitindo antecipar-se a processos de críticas (devidas ou indevidas) feitas “em cascata” nas redes sociais. Vários “*best-sellers*” de administração de empresas recentes têm trabalhado essa questão. Apesar disso, muitos resistem a considerar esse aspecto como sendo um novo ramo da tecnologia de metrôs e ferrovias, com todas as possíveis implicações técnicas que isso traz. O Metrô de SP foi agraciado, em 2013, com prêmio internacional por seus avanços nesse item.

ser prejudicado por ele. ¹ Esse ambiente, na mesma medida, retroage, interfere, transforma, “produz” críticas e protestos e pode alterar decisivamente os destinos de um metrô. ² É da adequada consideração para com essa relação ambiental - com esta acepção que aqui lhe atribuímos (mais ampla que somente *o ar contaminado de nossas cidades*) - que costuma ficar mais fácil obter a aprovação de orçamentos “mais generosos”, licenças ambientais mais rápidas, opiniões mais favoráveis da mídia quando de conflitos; etc.

Dimensão V: “Ambientware” ³

Trata-se da dimensão **ambiental** dos empreendimentos, de acordo com a visão mais larga aqui proposta. É sabido que este termo tem interpretações muito controversas. De fato, não há movimento que não impacte o seu entorno. Esta é uma condição inerente de todo e qualquer movimento, o qual modifica inexoravelmente o meio em que se dá, ao consumir energia, emitir poluentes, tomar tempo e alterar o espaço e, nas cidades, gastar recursos econômicos. Esse impacto, em especial nas cidades, ao mesmo tempo em que busca

¹ Quem dá sustento a um empreendimento, seja ele de serviço público ou privado, são os contribuintes que pagam tributos, ou os clientes. Se eles, ou os seus representantes (políticos, autoridades, administradores, conselhos diretores etc.), ou, ainda, ou formadores de opinião social, como ONG, imprensa, igrejas, partidos políticos etc., não acreditarem e não respeitarem o empreendimento ou o serviço que ele presta, ele poderá vir a ter grandes dificuldades para sua sobrevivência. No caso específico do serviço de transporte de passageiros, importa muito, para sua sobrevivência, a opinião que têm ambos, os seus beneficiários diretos (os usuários) e os indiretos (o restante da cidade). Em outras palavras, é bem melhor a situação em que cada uma dessas partes e todas elas estão a favor do metrô, do que contra ele.

² Se um bom serviço vier a ter reconhecimento fora das fronteiras em que atua, isto costuma ajudar a tornar favorável a opinião local (dentro das fronteiras), favorecendo a sua boa imagem, porque o usuário sente-se satisfeito e orgulhoso de ser “cliente” de um serviço afamado e bem conceituado. E, nessa situação, propaga essa boa impressão para ambientes mais largos e até mesmo inusitados. Para o Metrô de SP e para a CPTM, a oportunidade de terem prestado um excelente serviço de transporte para os aficionados de futebol da Copa do Mundo de 2014 (fato esse muito relevante, vis a vis o que ocorreu em Copas anteriores...), está sendo um instrumento valioso de divulgação e de melhoria e consolidação de imagem dessas empresas e do País, no Brasil e no Exterior.

³ Note-se que não se está aqui usando o termo tão comumente usado, “meio-ambiente” – e, sim, o termo “ambiente”... “por inteiro” (porque “meio”, além de ser sinônimo de “metade”, também é sinônimo de “ambiente”; seria recomendável usar ou um (“meio”) ou outro (“ambiente”) desses termos, não cabendo, portanto, em princípio, sob a pena de se cometer desnecessário pleonasma, usar a forma articulada “meio-ambiente”, como é comum se fazer). Às vezes o tratamento de aspectos ambientais em processos de licenciamento é tão limitado e tão iníquo quando se trata de aprovar obras de metrôs e de ferrovias, que se pode desconfiar de que esta não seja unicamente uma “questão de semântica” de *meio-ambientalistas*...

beneficiar os cidadãos, também produz malefícios vários e consome diversos tipos de recursos que são cada vez mais escassos no Globo. Ao se querer fluir, mal comparando, mas não perdendo a piada, como ocorre na cozinha, *não se faz omelete alguma sem que alguns preciosos ovos venham a ser quebrados*. Posto isto desta forma, parecem verdadeiros truísmos estas afirmações de sentido quase que filosófico, que atinem à própria natureza da matéria, ao mistério da vida e à constituição mais íntima das cidades. Mas não parece que é com base nesses preceitos que alguns colegas ambientalistas pensam e agem.¹ Todo e qualquer meio de transporte – e os metrô não estão fora disso – impacta inexoravelmente o ambiente em que ele se institui. Esses impactos podem ser positivos (**externalidades positivas**) ou negativos (**externalidades negativas**).² A maneira de tratar a questão seria a de buscar dois resultados principais: o de **maximizar** os impactos ambientais positivos e o de **minimizar** os negativos, de sorte a que o “saldo” estimado entre esses dois resultados seja o mais positivo possível. Há que se evitar o mais possível as externalidades negativas e compensar as que forem inevitáveis com medidas correlatas que beneficiem o ambiente. Apesar de controversa, essa estimativa deve sempre ser almejada.³

¹ A observação mais próxima dos processos de licenciamento ambiental propiciou notar o quão eles têm sido “excessivamente rigorosos” com relação aos projetos de metrô e ferrovias e o quão pouco ou **nada** rigorosos eles são com respeito aos modos de transporte individual. De fato, não se exige nada, nenhuma mitigação e nenhuma compensação ambiental de nenhum dos 226 modelos diferentes de carros que são lançados anualmente no Brasil, apesar de incumbir a eles 90% da poluição de SP e dezenas de milhares de mortes e centenas de milhares de feridos **anuais** no país, isso sem contar os custos bilionários que os engarrafamentos, as internações hospitalares e as interrupções da capacidade laborativa causam. Enquanto o licenciamento ambiental de uma nova linha de metrô está chegando a tomar 18 meses (somente na etapa inicial), **atrasando** muito o início de sua operação, os modelos de carros, de ônibus e de caminhões lançados no Brasil pela indústria automobilística conseguem **antecipar-se** em até seis meses às data-base de seus lançamentos...

² Externalidades são os efeitos econômicos e sociais *externos* que decorrem de um empreendimento. Quando positivas, ajudam a sociedade a melhorar sua qualidade de vida e auxiliam a economia. Quando negativas, prejudicam a qualidade de vida e o desempenho da economia. A instalação de uma estrada, por exemplo, facilita enormemente a locomoção de bens, pessoas, informações e serviços, todos eles essenciais para a vida urbana contemporânea. Mas ela também traz acidentes, contaminação, intrusão visual e ruído...

³ Com poucas e notáveis exceções, não há, em geral, divergência quanto ao fato de que os meios de transporte **coletivos** e **públicos** proporcionam **saldo ambiental** enormemente **positivo** para a sociedade, quando

Quando dos processos de licenciamento ambiental ¹, as empresas de metrô e de ferrovia (e outras empresas) devem se preocupar em alargar o mais possível o entendimento do conceito de “**sustentabilidade**”, de forma a abarcar a **economia generalizada relativa** que esses modos de transporte podem causar para a sociedade, considerando-se não somente o ambiente, mas também a energia, o espaço, o tempo, os recursos financeiros e econômicos que esses meios poupam, comparativamente a outros, ao longo de sua vida útil. Quando do balanço das externalidades positivas/negativas, os efeitos positivos não devem ser restringidos apenas a considerações de maior capacidade relativa que os metrôs possuem. Faz-se necessário o uso de uma gama muito mais ampla de argumentos em prol da produção de externalidades positivas e de **efetividade urbana**, que não os de uso comum. ²

comparados aos de transporte individual. Os trabalhos de estudiosos como Eduardo Vasconcellos e Adriano, Gabriel e Samuel Branco, assim como o conhecimento cabal e cada vez mais acurado dos resultados altamente deletérios que o automóvel vem causando sobre todos nós, induzem a concluir que os metrôs e ferrovias, por utilizarem energia elétrica (muito menos poluente e mais eficiente do que a fóssil) e por consumirem, relativamente aos passageiros transportados, menos espaço, tempo e ambiente urbanos, são, de fato, os meios de locomoção mais recomendados para as cidades, por propiciarem saldos ambientais muito mais favoráveis (no sentido largo do termo), considerando-se as externalidades positivas e negativas geradas.

¹ Dentre as excrescências verificadas nos processos de licenciamento ambiental, os órgãos responsáveis pela aprovação dos projetos de sistemas de transporte eletrificado (trens, metrôs, bondes, mon trilhos, tróleibus etc.) continuam a fazer exigências muito estranhas, como, por exemplo, a obrigatoriedade de que ciclovias venham a ser construídas como “compensação” da obra de uma nova linha de metrô! (e a ciclovias em questão, realmente imposta, resultou ser construída paralela à linha de metrô pretendida, ocasionando isso custos extras muito elevados, os quais, se melhor aplicados, teriam permitido obras mais efetivas para a sociedade. Com efeito, enquanto essa linha de metrô leve do tipo mon trilho irá transportar 400 mil pessoas por dia, a tal ciclovias irá servir a apenas algumas centenas de ciclistas). Os meios de transporte individual são, no Brasil, os agentes que mais impactam negativamente o ambiente. Há cidades brasileiras (SP) em que quase 90% da poluição provém de automóveis, ônibus e caminhões. E o argumento principal dos que defendem a construção de ciclovias é exatamente o fato de que... os automóveis não lhes permitem circular à vontade. Mas – mais uma vez! – têm sido os metrôs e ferrovias os meios escolhidos para compensar o altíssimo custo das externalidades produzidas pelos automóveis!

² Quando do balanço das externalidades positivas/negativas, os efeitos positivos não devem ser restringidos apenas a considerações de maior capacidade relativa de transporte que os metrôs possuem. Faz-se necessário o uso de uma gama muito mais ampla de argumentos em prol da produção de externalidades positivas e de **efetividade urbana**, que não os de uso comum. Entre eles pode-se citar: a) o maior grau potencial de incentivo ao uso mais pleno do transporte **coletivo** e público, que os metrôs possuem; b) o fato de metrôs serem **elétricos**, com os imensos benefícios que isso traz; c) o fato de que eles podem promover, com maior efetividade, a rearranjos circulatórios com morfologia **tronco-alimentada**, que é economiza vários dos recursos escassos citados; d) idem com respeito ao papel **estruturador** de **redes** que têm esses modos; e) à maior propensão de articular a **integração** física, operacional, tarifária e institucional dos demais meios; f) idem com



AEAMESP



Esse esforço de planejamento todo, portanto, significa obter não somente medidas de *hardware* e de *software*, mas, também, medidas que considerem ou abranjam as demais dimensões dos sistemas de transporte acima citadas. Ou seja, a melhoria dos aspectos físicos, como a construção de terminais, corredores etc.; ou dos aspectos procedimentais, programáticos, de planificação e de organização (como, por exemplo, a racionalização de linhas de ônibus, integrações, malhas inter-conectivas e redes); ou do atendimento aos cidadãos usuários ou beneficiários do serviço; ou considerações ambientais, como o uso de energéticos e sistemas menos poluidores, menos ocupadores de espaço, tempo, energia e ambiente urbano (isto é, mais sustentáveis **sob todos esses aspectos**); todas essas dimensões mutuamente interferentes deveriam, em seu conjunto, estar sendo consideradas. De fato, pouco adianta propor novos caminhos, novos serviços, novas formas de organização, novos modos de relacionamento, medidas ambientalmente mais adequadas para a locomoção e a organização urbana etc., caso essas medidas não venham a estar concatenadas, de forma positivamente sinérgica, econômica e sustentável, além de conectadas com os demais planos que atinem às cidades. Assim, não se deve, absolutamente, menosprezar as considerações que atinem à sustentabilidade ambiental da circulação urbana, as quais, por isso, têm que assumir uma espécie de pano de fundo sempre presente em todo plano e projeto de transporte, em especial de metrô. De pouco adiantaria propor um *hardware* avançado, um novo e surpreendente *software*, um revolucionário *orgware* e um modo avançado plano de atendimento cidadão (“*usuware*”), se cada uma dessas dimensões, mesmo que agindo de forma complementar, mutuamente

relação a constituir vias **orbitais** aos centros congestionados (no caso de cidades rádio-concêntricas), interligando todos os demais sistemas; g) idem como fomentadores privilegiados de medidas economizadoras de viagens (**não-transporte**); g) ações de reorganização da ocupação e do uso do território urbano, para distribuir de forma mais equânime no território as facilidades e oportunidades urbanas (emprego, renda, saúde, educação, lazer, recreação, moradia).

interferente e sinérgica, viesse a causar soluções insustentáveis sob qualquer um dos aspectos, seja de contaminação atmosférica, de produção de efeito estufa, de geração de calor atmosférico, de acidentes, de aumento da morbidade e mortalidade dos cidadãos, de uso extravagante do espaço, do tempo e da energia etc.¹

Antes de encerrar, vale observar, segundo trabalho sobre falhas em sistemas complexos e críticos de engenharia, premiado pelo Instituto de Engenharia de SP em 2013, que, assim como os fatores de sucesso de um metrô abrangem esse leque de dimensões citado, o mesmo acontece com os seus fatores de fracasso. As falhas em empreendimentos complexos e críticos de metrô podem afetar não somente o *hardware*, como também o *software*, o *orgware*, o *usuware*, o *ambientware* e...“*etcware*” que os venham a constituir.

Também se deve destacar que é a preocupação integral com todas essas dimensões que possibilita obter qualidade de serviço diferenciada de um metrô. Em um sistema produtivo comum, diferentemente daquele que realiza serviços, a importância fundamental quase sempre **tende** a ser dada ao *hardware*. Isto faz parte da formação tradicional de engenheiros

¹ Todas as dimensões aqui citadas puderam ser identificadas quando da análise de falhas em 100 “*incidentes notáveis*” ocorridos no Metrô de SP nos anos 1980. Isso foi corroborado quando do estudo de **apagões** elétricos e de acidentes de trânsito, aeronáuticos, nucleares etc. As falhas em sistemas complexos costumam ocorrer compondo **cadeias** de eventos, que eclodem como se fora uma cascata (“*scattering*”), um “efeito dominó”. Essas falhas podem envolver elos múltiplos e de vários tipos. Todo meio de transporte é passível de vir a falhar e se pode identificar, antecipadamente, quais de seus elos são potencialmente frágeis. As falhas são passíveis de ser encontradas em cada uma e em todas essas várias “*dimensões da tecnologia*”. Quando os sistemas aumentam sua **complexidade**, eles passam a reger-se por muitas variáveis; e quando esses sistemas são dispostos **em redes** múltiplas e concatenadas, soem sobrevir efeitos **aleatórios, caóticos** (“*efeitos de rede*”, “em Y”, em “X”, ou “não determinísticos” etc.), os quais atendem muito mais às (ainda pouco conhecidas) “leis do caos”, do que às bem conhecidas leis dos sistemas determinísticos (newtonianos, cartesianos, “bem comportados”), com os quais estamos acostumados a lidar. Nesse âmbito estendido, em que muitas redes podem vir a estar conectadas, as falhas ditas “*humanas*” (atinentes aos seres humanos presentes) podem vir a ocorrer. Os automatismos garantidores de segurança hoje usados, cada vez mais perfeitos, apenas minimizam o risco de falhas. A intervenção humana potencialmente deletéria para o bom funcionamento dessas redes estendidas pode ocorrer via a ação indevida de usuários, de beneficiários e de outros agentes humanos e sociais. Assim, para prevenir-se contra as falhas em metrôs cabe aprender a “*ouvir o som do silêncio*”, isto é, “o rumor do intangível”... , ou seja, saber identificar nesses aspectos intangíveis, as manifestações preditivas sobre falhas em potencial que neles poderiam estar presentes, talvez a ponto de vir à luz a qualquer momento, encadeadas às falhas de entes palpáveis, os quais, por sua natureza tangível, têm facilitada a sua identificação.



AEAMESP



e técnicos e foi com base nesse espírito que a civilização humana veio a instituir a Modernidade e chegar até o ponto em que chegamos. Mas os tempos mudaram... E vão mudar ainda mais. Poderíamos dizer que, secundariamente, se considerava o *software*, o qual figurava de forma quase que transparente quando se avaliava qualquer empreendimento humano. E também poderíamos afirmar que terciária costumava ser a atenção dada aos “*recursos humanos*” e à “*clientela*”, apesar de sua importância crucial para todo e qualquer serviço público. E só muito raramente, por fim, é que se chegou a suspeitar que se deveria dar atenção aos fatores ambientais presentes em qualquer empreendimento, incluindo o de um metrô. Evidentemente, isso tudo está mudando – e de forma radical! É preciso destacar que há uma tendência muito forte de continuar a considerar as soluções tecnológicas para o transporte e para o trânsito de cidades brasileiras sob enfoque meramente de *hardware*; ou seja, nossos técnicos e especialmente os políticos têm a tendência de continuar aplicando quase exclusivamente as pesadas e tangíveis (*hard*) soluções (túneis, pontes, viadutos, grandes avenidas, veículos e caros sistemas) aos problemas circulatórios urbanos, ao invés de também estimular alternativas mais leves (*soft*), baratas e mais condizentes com as condições brasileiras, embora elas pareçam ser, num primeiro momento, de percepção “eleitoral” mais lenta e difícil pela “*clientela*”. Hoje, elas tendem a contar muito para construir uma imagem favorável dos serviços de transporte (e de outros tipos de serviços).¹

¹ No trânsito, por exemplo, a efetividade de medidas pequenas, simples e pouco custosas, costuma, às vezes, ser surpreendente. Há casos em que elas logram causar resultados até mesmo mais pródigos do que do que grandes, complicadas e caras intervenções urbanas. Além disso, essas pequenas intervenções não causam os incômodos à vizinhança e os transtornos ambientais inevitáveis e comuns às obras de engenharia. Assim, a aplicação de sinalização adequada, de fiscalização rigorosa, de educação dos motoristas, de manutenção dos veículos e vias, de iluminação correta – todas estas medidas costumeiramente baratas (e pouco adotadas) -, habitualmente trazem resultados que podem ser de vinte a trinta vezes mais eficazes que intervenções de grande porte, como túneis, pontes, viadutos, passarelas e novas avenidas, segundo estudos da CET de SP. Com frequência, ao se medir a redução de externalidades, como os acidentes ou os congestionamentos e lentidões, pode-se perceber a grande eficácia e eficiência de soluções do tipo *soft*. Que não se entenda por isto a negação



AEAMESP



IV. Conclusão

Para melhorar a qualidade do transporte público e coletivo vis a vis os meios individuais motorizados, é preciso produzir melhorias físicas, programáticas, organizacionais, de relacionamento com os usuários e com os beneficiários do serviço, assim como melhorias ambientais da circulação urbana, sendo que estas últimas devem ser vistas num âmbito o mais vasto possível, não se resumindo às exigências muito estreitas que hoje se faz nesse campo. Ao contrário do que se imagina, segundo indica a experiência no Conselho de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de São Paulo, o alargamento dessas considerações poderá vir a beneficiar muito o licenciamento de metrô e de ferrovias.

V. Referências bibliográficas

Pg. 17: Anhaia Melo, L. A. de – Edição do Instituto de Engenharia de SP, 1928.

Pg. 24: Freyre, G. - Homens, engenharias e rumos sociais, São Paulo, Ed. Record, 1992.

Pg. 26: Branco, S. – Ecosistêmica, São Paulo, EDUSP, 1990.

da necessidade de se aplicar medidas “pesadas”! Elas são necessárias, sim, e sem elas não haveria como resolver graves problemas de circulação, de acidentes ou de fluidez. O que se quer dizer é que as medidas “leves” (*soft*) podem complementar vantajosamente as providências de *hardware*. Elas, contudo, não devem ser exclusivas, porque seu custo costuma ser muito elevado e porque não resolvem tudo o que se pretende.