

Do metrô às suas variantes: lições mexicanas e outras

Etienne Henry

Diretor de pesquisa do Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité – INRETS

Francis Kühn

Engenheiro de pesquisa do Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité – INRETS

ANÀLISE RETROSPECTIVA DAS VARIANTES

Os termos do debate sobre os sistemas ferroviários de transporte de massa evoluem, nitidamente nas recomendações feitas pelas organizações internacionais (Banco Mundial, 1986, 1995) endereçadas às cidades dos países em desenvolvimento. Reconhecendo a importância do metrô para o desenvolvimento urbano, econômico e social (Ice, 1990), adaptamos este conceito às necessidades e possibilidades locais.

De uma cidade a outra, as variações são numerosas¹ aquilo que chamamos metrô pode ser considerado, em outros lugares, como um trem urbano (em Recife, e, inversamente, em Medellin), ou como um trem regional (no Cairo); um metrô leve (como o de Guadalajara) pode atender as necessidades condizentes com o sistema clàssico, mas tropeça em suas limitações (em Manila) ou se assemelha ao bonde moderno (em Túnis). Não se trata somente de uma classificação, existem diferenças substanciais entre os equipamentos, em termos de infra-estrutura (em superficie, subterrânea ou elevado), do material rodante (veículos acoplados, composições ou trens, rodas metàlicas ou pneumáticas), de operação (mais ou menos automatizada), em faixa exclusiva ou compartilhada, e em outros aspectos, que têm todos uma incidência final sobre três séries de variáveis: as funções, as capacidades e os custos do sistema.

Podemos dizer, a grosso modo, que as funções variam segundo os traçados que atendem àreas centrais ou periferias das cidades, e conforme o tamanho destas. A capacidade é função da demanda, atual ou futura. E, como resultante, os custos são mais ou menos elevados, numa gama que varia de um a dez para o investimento e de um a cinco para a operação (Fouracre et alii, 1990). Isso, se é que podemos comparar estas variáveis, exercício bastante perigoso devido aos diversos pontos de vista, que vão desde a tecnologia, o urbanismo, o método construtivo, ao financiamento ou à operação.

Estàvamos habituados a três grandes famílias de sistemas: aquela de um metrô urbano servindo zonas densas com uma capacidade variando entre 10000 e 40000 lugares ofertados; aquela do trem regional rasgando os subúrbios (de 50000 a 75000 phs¹); e aquela do bonde (entre 5000 e 10000 phs) para as demandas mais baixas (Vuchic, 1988). Também podemos encontrar sistemas híbridos com características de uma destas famílias, mas que tomam emprestado características de outra(s).

Esta evolução merece que se examinem as características daquilo que é chamado genericamente de metrô, ou suas variantes no sentido mais estrito de um dicionário :

“ Variante: 1. Coisa que difere ligeiramente de uma a outra da mesma espécie; 2. Diferença ou conjunto de diferenças que apresentam uma réplica ou novo projeto com algo que se reporta ao projeto original” (Le Petit Larousse, edição 1993).

O primeiro sentido desta definição està de acordo com a expectativa que existe na maioria das cidades de países em desenvolvimento, interessadas na implantação de um sistema o menos diferente possível de um metrô. O segundo sentido põe em destaque os resultados, os méritos e as limitações daquilo que se pode construir, e as divergências que se apresentam para a realização

¹ Phs=passageiros/hora/sentido

em relação às expectativas. Somos então convidados a observar também o processo de variação de um projeto ao longo do tempo de sua implantação, forçosamente longa no caso de um metrô.

Este duplo sentido está presente na linha de análise da evolução a posteriori. Vamos avaliar aqui o caso do México que, mesmo com dificuldades de todas as ordens, sempre quis ter um metrô, no seu sentido mais estrito. Foi progressivamente obrigado a introduzir variantes de todos os tipos, distanciando-se do projeto inicial. O sistema ferroviário implantado mantém as características essenciais de um metrô urbano, se bem que as dimensões espaciais e demográficas desta megalópole fizeram com que houvesse uma evolução para os trens regionais e os metrôs leves, ainda que nenhum destes seja exatamente um metrô.

É possível que tiremos lições desta experiência, não pelo fato de ser exemplar (Parpillon & Laraufie, 1992; Balat & Vince, 1990), mas por permitir relacionar realizações cujas variáveis externas estão sob controle, o que raramente é possível em comparações internacionais (Henry, 1987a). Não é nossa intenção fazer um balanço destas realizações, mas contribuir ao debate extraíndo, de uma quantidade de dados semelhantes para estudos específicos, alguns elementos de apreciação desta experiência sobre a Cidade do México, que é a maior cidade em desenvolvimento e também a mais conhecida.

VINTE E CINCO ANOS DA CONSTRUÇÃO DO METRÔ DO MÉXICO

A partir de 1967, a Cidade do México adotou um sistema ferroviário urbano moderno que atenderia de imediato duzentos quilômetros. Falou-se desta medida como uma proeza técnica. Pensou-se por um longo tempo que as más condições do subsolo da bacia lacustre do México dificultariam a construção de um metrô. Os abalos sísmicos de 1985 não afetaram a estrutura subterrânea flutuante que foi concebida para afrontar estes problemas (Navarro, 1994). Mas, considerou-se também proeza, do ponto de vista econômico: nenhum outro país construiria em um quarto de século um sistema de tal porte, já que é o quinto metrô do mundo em extensão (foi preciso mais de um século para que Paris fizesse seus duzentos quilômetros de metropolitanos).

Esta realização corresponde aos esforços assumidos pela nação mexicana no seu conjunto, pelo status de Distrito Federal e pelo tamanho de aglomeração da Cidade do México (estimada em 6,3 milhões de habitantes em 1965, sobre uma área de 372 km²; e de 15,6 milhões e 1250 km² em 1990). É também obra de um eficaz grupo de engenheiros civis mexicanos: o consórcio ICA – Ingenieros Consultores Asociados – principal contratante de obras públicas mexicanas e presente também nos Estados Unidos; além de várias empresas de equipamentos diretamente ou indiretamente associadas. Esse metrô é, por fim, o resultado de um vasto projeto de cooperação internacional, associando eletromecânica, sinalização e material rodante de algumas empresas francesas (Sofretu, Alstom e Banco Nacional de Paris) e, ainda, de uma imponente ajuda governamental ao desenvolvimento.

Nove linhas são hoje exploradas por uma companhia pública, a Sistema de Transporte Coletivo-STC que opera também uma décima linha, chamada trem leve. Restos de linhas de bonde foram substituídas por metrô e são exploradas pela Sistema de Transportes Elétricos – STE que gerencia a rede de trólebus. Partindo de um objetivo fixado em dez quilômetros por ano, os mexicanos

conseguiram construir 7,4 km por ano, tornando-se pioneiros na América Latina (Figueiroa & Henry, 1987a, 1991a & 1991b). Segundo a curva accidentada da figura 1, vemos uma progressão impressionante das linhas postas em operação nos três primeiros anos, depois um período de estagnação, uma retomada do crescimento acelerado nos anos 80, seguida por uma evolução mais irregular. A construção de uma linha demora em média dois ou três anos; as inflexões refletem escolhas anteriores e exprimem a política do metrô, aplicada com variações notáveis ao curso de seu processo de construção.

A tabela 1 resume as etapas de implantação do metrô da Cidade do México, em torno de um projeto com base homogênea e perene, mas com variações significativas concernentes ao desenho da rede, infraestrutura e equipamentos, a produção do material rodante e o alcance metropolitano das linhas. Os períodos e as variações não seguem uma ordem cronológica. Pode-se resumir os em quatro fases, segundo uma lógica que corresponde a três séries de fatores: a conjuntura econômica e a capacidade de endividamento do México; a sucessão de cinco mandatos presidenciais; e o crescimento urbano e as políticas de transporte aplicadas.

Entre 1967 e 1970, o metrô importado pronto para operar foi resultado das relações diretas entre Sistema de Transporte Coletivo – STC que opera o metrô, Ingeneros Consultores Asociados – ICA e as sociedades associadas à RATP, que construiram um primeiro conjunto de três linhas, sendo 42 km essencialmente subterrâneos. Conheceu-se, desde o início, um verdadeiro sucesso de freqüência e, ao fim desta fase, o metrô respondia por 12% da oferta de transporte da cidade, o que mostra não só a exatidão do traçado, como também uma grande defasagem dos outros modos de transportes em geral. Dada a opção de uso de rodas com pneumático, solução de ponta, mas que se revelou um pouco limitada de ponto de vista das capacidades (Coindet, 1989), todos os equipamentos e material rodante (novecentos carros) foram importados, se limitando, a parte mexicana, a 65% da obra, essencialmente relativa à construção civil e alguns equipamentos de base.

Figura 1
Evolução da rede ferroviária urbana do México 1969 - 1994

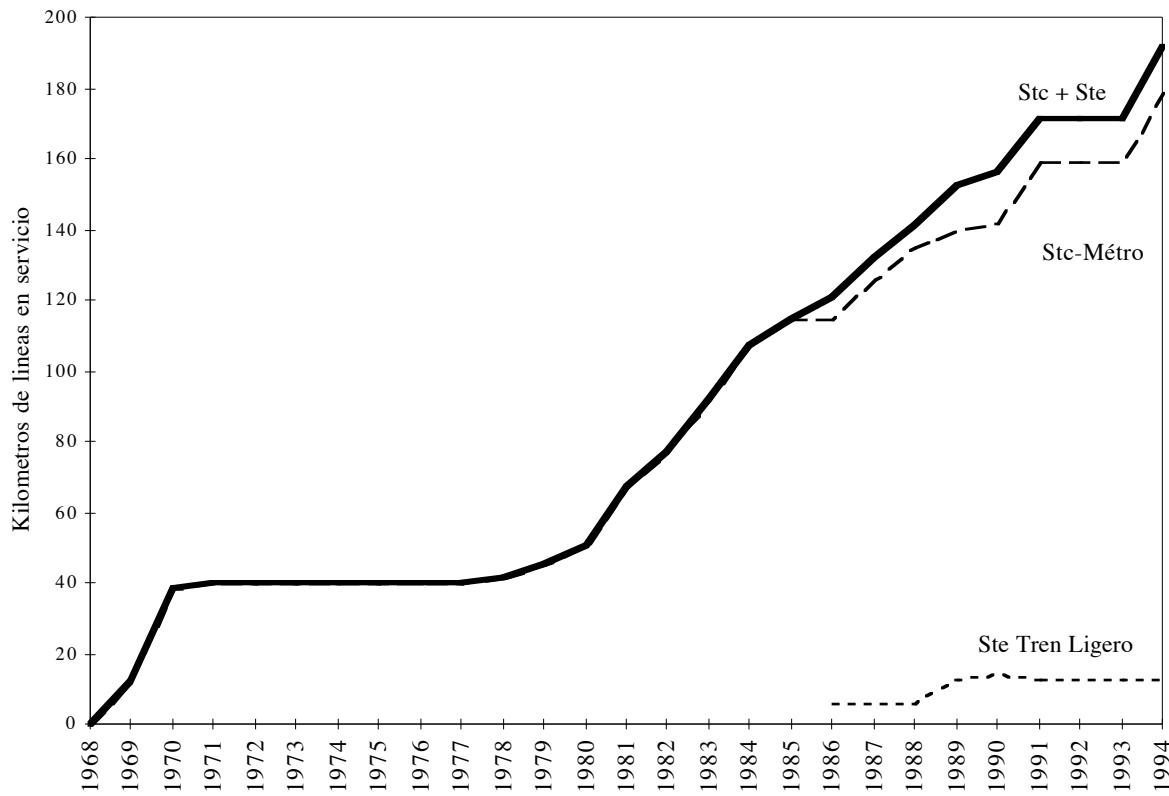


Tabela 1 - Metrô do México, fases de implantação

Fases *	Linhos en obra denominación	Lineal construido	Carros adquiridos
I (67-76)	1, 2 & 3	42 km	882
II (77-84)	(1, 2, 3) 4, 5, 6 & 7	73 km	932
III (85-88)	6, 7 & 9	25,6 km	428
IV (87-94)	8, A Tren ligero	49,5 km	267
1967-94	10 (con LA & TL)	190,1 km	2 509

* Periodización Inrets - Fuentes : Figueroa & Henry : 1987a, Henry : 1988 & 1994)

Durante uma segunda fase, que podemos qualificar de substitutiva, os investimentos de transporte foram desviados para a infra-estrutura viária (anel periférico e vinte eixos transversais), caracterizando uma longa estagnação da construção do metrô, proveniente de uma resistência à dependência tecnológica e industrial, já que a aquisição do material rodante aumentara significativamente.

Em seguida, de 1977 a 1985, foram prolongadas as três linhas existentes e outras quatro novas linhas foram abertas, abrangendo os setores leste, oeste e norte. No total, 73 km de linhas foram construídas, com longos trechos em superfície ou elevados, e dotadas de quase mil veículos, metade dos quais de produção local sob licença francesa. O Departamento do Distrito Federal constituiu um poderoso mestre de obras. A Comission de Vialidade y Transporte Urbano – COVITUR, com relação direta com o Banco Nacional de Desenvolvimento – Banobras, tinha interface com a produção dos fornecedores estrangeiros, essencialmente franceses, assegurada por dispositivo institucional estável.

Uma terceira fase, mais crítica, apesar da ajuda renovada da França, foi orientada para revisão da programação e ajuste do ritmo da construção do metrô às possibilidades reais do país e do reforço da apropriação local da tecnologia do material rodante por uma política chamada mexicanização: a participação nacional foi elevada a 85%. Se as linhas da fase anterior não contassem com o sucesso das três primeiras, seria preciso prolongá-las até o limite do Distrito Federal e a linha 9 deveria reabsorver os excessos de freqüência sobre o eixo central. Vinte e seis quilômetros de linhas foram desta maneira postos em serviço, com mais de 400 carros, em parte produzidos pelo construtor nacional Concarril que, conhecendo contudo tais dificuldades, sabia ser necessário importar composições do Canadá (esta sociedade foi posteriormente vendida a Bombardier).

Uma fase alternativa veio a seguir. Com efeito, no meio dos anos oitenta, a crise da dívida mexicana alterou as relações entre o Governo Federal e a aglomeração da Cidade do México. Assim, a quarta fase foi marcada pela introdução de variantes importantes ao sistema. Procurou-se desenvolver alternativas mais rápidas, recuperar as empresas existentes, estender as redes até a periferia e passar a utilizar rodas metálicas e alimentação elétrica; foi mantida a execução da linha 9, conforme a programação inicial e os acordos feitos com os fornecedores franceses; foram realizadas duas alternativas, classificadas como metrô leve – a linha A, chamada metrô de ferro, e a renovação do bonde do Sistema de Transportes Elétricos, chamado trem leve. No total, cerca de 50 km de linhas de metrô e bonde foram construídas ou renovadas nesta fase, dotadas, apenas de trezentos carros, produzidos localmente para os metrôs leves, mas de novo importados (da Espanha) para as composições sobre rodas pneumáticas.

Mais que a vontade de se engajar na pesquisa técnica dos sistemas de transporte intermediários, foram as razões financeiras que obrigaram o México a introduzir variantes no metrô. Durante os anos da intensa exportação de petróleo, o país fez empréstimos no estrangeiro para financiar investimentos públicos e infra-estruturas urbanas, sendo que o de maior envergadura foi certamente o metrô.

A situação se tornou mais sombria nos anos oitenta, o balanço da dívida externa pública mexicana acusava um déficit recorde de US \$ 80 bilhão. A renegociação desta dívida com o Clube de Paris permitiu por um termo a sua ascensão vertiginosa, ao preço de pesadas medidas de

ajustamento estrutural e de uma redução substancial dos programas de grandes obras. O financiamento do metrô estava a cargo do Distrito federal. Estes departamento, cujo governo foi diretamente delegado pelo Estado central, conheceu um endividamento similar ao da nação. Um limite estava sendo esperado desde o fim dos anos setenta, razão pela qual se acelerou a mexicanização, privando a companhia operadora do comando das obras do metrô. Esta função, a partir de 1981, passou para a Covitur, diretamente ligada ao Departamento do Distrito federal do qual 80 % do orçamento para o setor de transporte foi para o metrô.

O endividamento do Distrito federal conheceu então um novo crescimento, devido ao relançamento do programa de investimento no metrô, ao ponto de que, em 1985, foi necessária uma nova intervenção do governo federal para sanar as finanças do departamento do distrito federal. Desde 1987, devia-se achar alternativas que permitissem manter o ritmo de construção do metrô com menos recursos – época do metrô leve e das redefinições de seu projeto. Isto permitiu a retomada de projetos abandonadas na fase mais forte da crise, em especial a linha 8, que teve seu reinício quando, no começo do atual decênio, a situação econômica do México melhourou.

Importações prontas para operar, substituição tecnológica, momentos críticos de endividamento e pesquisa de alternativas são fases que ilustram perfeitamente os diversos aspectos da implantação dos metrôs nas cidades de países em desenvolvimento. No México, apesar da suspensão dos trabalhos em 1972-77 e em 1987, as tensões não entravaram sua construção: a ajuda francesa manteve um efeito estabilizador. Mas, variações importantes ocorreram no processo de implantação. No entanto, ao longo do processo sempre prevaleceu a idéia de dotar o sistema de transporte da Cidade do México de uma espinha dorsal, uma rede octogonal em torno do Distrito Federal, com possantes estações de transferência com ônibus destinados aos nós de contato com as zonas residenciais e industriais do Estado do México;

Tabela 2 Metrô do México : Características da rede

Lineas nº	Lineal km	Estaciones #	Convoyes #	Intervalos HP sec.	Sitio dominante
1	19	20	37	115	Túnel
2	24	24	38	130	Túnel/Superficie
3	24	21	40	125	Superficie/Túnel
4	11	10	7	350	Viaducto
5	16	13	13	260	Superficie/Túnel
6	15	11	8	350	Túnel
7	14	14	14	260	Túnel
8	20	19	28	165	Superficie/Túnel
9	16	12	18	170	Viaducto/Túnel
A	17	10	18	170	Superficie
Metro	176	154	221		
Tren ligero	13	14	17	240	Superficie
Juntos	189	168	238	<i>Fuentes: Stc, Ste</i>	

A opção que, segundo a última versão do programa da Covitur, deverá dispor, no ano 2010, de 460 km de linhas e um metrô urbano de alta capacidade (com uns quatro milhões e meio de passageiros/dia), torna o metrô do México o quarto no mundo em termos de freqüência, mesmo se, segundo a recente pesquisa origem/destino, contribuir somente com 13,4 % da divisão modal dos deslocamentos do conjunto da aglomeração. Aqui está um resultado paradoxal dos sistemas de transporte de massa das cidades em desenvolvimento: mesmo com um ritmo de crescimento tão acelerado quanto o do metrô da Cidade do México, esses sistemas não atingem jamais aquele da urbanização (Henry, 1987). E é neste plano que devem ser avaliadas as alternativas do metrô.

EVOLUÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DA REDE DE BÁSICA DO METRÔ DA CIDADE DO MÉXICO

A concepção básica que guiou as três primeiras fases é aquela de um metrô clássico, com especificações técnicas próprias ao lugar, a opção tomada em termos de material rodante (carros com rodas pneumáticas à imagem das recentes inovações parisienses) e a vontade de adotar tecnologias de ponta para equipamentos eletromecânicos. Isto implica em atender a capacidade da ordem de 60.000 lugares em hora pico; efetivamente, sobre certas linhas podemos atender ao limite técnico de 95 segundos entre duas composições (em função do sistema de comando utilizado).

Em matéria de engenharia civil, as grandes opções técnicas procediam da escolha do sistema de transporte guiado *em situ* próprio, num centro urbano denso, com um material rodante sobre pneus suportando rampas e curvas superiores àquelas das rodas metálicas. Para diminuir custos e cronograma de obras, pesquisaram-se soluções distintas em relação ao traçado.

Quatro opções de engenharia civil foram desenvolvidas nas três primeiras fases: em trincheira coberta feita nas zonas centrais (particularmente para o essencial das primeiras linhas); em plataformas em superfície, que seriam implantadas em avenidas com canteiro central bastante largo; em via elevada, atravessando zonas menos sensíveis, para evitar a interferência das redes ou a topografia, como na linha 4; e um túnel profundo, revestido com um escudo a trinta metros quando o subsolo exigia, para uma parte da linha 7. Para diminuir os custos de construção, em boa parte devidos à construção das estações, as estações de integração iriam se distanciando à medida que a linha se afastasse do centro (de 800 a mais de 1500 metros). Entre as diversas estações de correspondência, duas tripas e uma quádrupla, verdadeiros nós de entroncamento do sistema seriam implantados na periferia oriental. Assim os investimentos totais médios girariam em torno de US \$ 60 milhões por quilômetro (valores atuais), o que situa o metrô do México no terço inferior do patamar mundial de custos de construção, que em geral variam de 1 a 10, dependendo do lugar e das estimativas (Armstrong Wright, 1986; Fouracre & alii, 1987; Hugonnard, 1990).

Notamos que a opção em superfície era uma obra relativamente custosa em razão da necessidade de desvios das redes, das passagens em desnível para contornar os fluxos de circulação geral e de numerosas passagens de pedestres. Assim, naquilo que concerne à construção civil, o custo das obras em superfície era somente 5 % inferior àquele dos traçados subterrâneos. Por outro lado, a

opção elevada era um quarto mais onerosa do que a de superfície, ou a de túnel de grande profundidade. Considerando que a construção civil representa a metade dos investimentos necessários, estas diferenças entre os custos das obras se diluem.

O material rodante era composto, de um modo homogêneo durante as três primeiras fases do metrô, por composições de seis a nove carros com rodas de pneumático. Os trens foram importados diretamente de França. Depois começaram a ser produzidos localmente sob licença, com a importação ou produção integral dos componentes. O ritmo da produção não acompanhava porém a construção, tendo sido importadas 200 unidades do Canadá. Voltou-se ao monopólio nacional com apenas algumas compras no exterior, Japão e Alemanha particularmente. No total, perto de mil carros foram produzidos no México.

Se a via e a alimentação elétrica foram produzidas localmente, tudo que concerne ao equipamento eletromecânico foi importado: comando centralizado (dois postos de comando), pilotagem automática, sinalização, telefonia e comunicação e outros equipamentos como ventilação e sonorização. A eletromecânica no seu conjunto não devia sofrer um prejuízo tecnológico, mas considerando o pouco domínio local, não chegou a haver transferência de conhecimento tecnológico. Assim, pode-se estimar em 17% a participação das sociedades francesas entre 1967 e 1994.

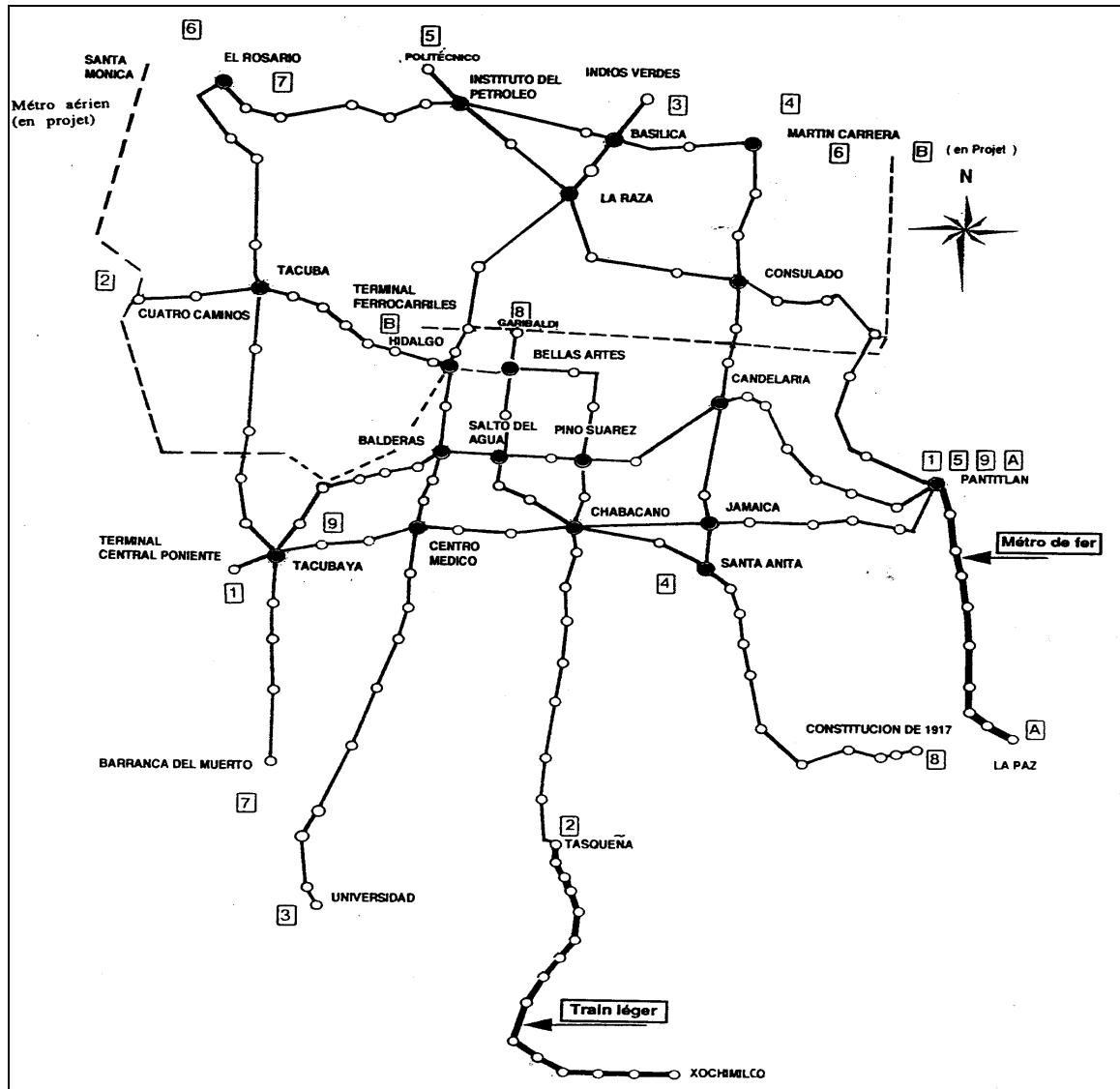
Ao longo das três primeiras fases da construção do metrô do México, a principal variação foi a substituição de um sistema importado pronto para operar por uma integração nacional crescente. Sobre a rede básica (figura 2), o primeiro conjunto de linhas foi estendido aos limites da área central da aglomeração, com maior ou menor sucesso de acordo com as linhas.

INTRODUÇÃO DE VARIANTES NA ESPINHA DORSAL DO METRÔ DA CIDADE DO MÉXICO

Durante a quarta fase de implantação do metrô na Cidade do México, importantes mudanças de ordem financeira, tecnológica, institucional e urbanística foram concebidas em meados da década de 80 no sistema de base. Produzir um metrô menos caro era um objetivo que se impunha no momento da crise financeira pela qual o país atravessava, e era tempo de investir também na implantação de sistemas ferroviários de transporte de massa nas outras aglomerações das províncias cujas necessidades haviam sido sacrificadas em benefício da capital.

Em relação à questão técnica, procuraram-se alternativas ao metrô urbano clássico utilizando-se o que é conhecido mundialmente como um metrô *light*. Ao nível institucional, quis-se diversificar os componentes nacionais e internacionais da produção dos sistemas ferroviários urbanos e fazer uma melhor divisão dos investimentos entre as diferentes empresas públicas de transportes. Por fim, colocou-se a questão da cobertura de zonas fora da aglomeração, até aqui mantidas à parte, segundo a concepção dominante de uma coluna vertebral reduzida à região central, circunscrita aos limites do Distrito Federal, o qual não comporta mais do que a metade da população da megalópole.

Figura 2 - Rede ferroviária urbana do México em 1995



Esta fase (ao curso da qual dois sistemas são implantados em Guadalajara e Monterrey) é marcada por três realizações na Cidade do México: a linha 8, de metrô clássico com rodas de pneumátilo, dois terços em túnel e um no solo, dotada de um novo sistema de pilotagem (o Sacem-sistema de apoio à operação, condução e manutenção, produzido por Matra para o RER parisiense, introduzido no México a partir da linha A) e duas linhas de metrô light, inteiramente em superfície e com menor capacidade, com rodas metálicas e assegurando os efeitos no sistema de base. A concepção e implantação do metrô leve foram objeto de importantes discussões locais e negociações internacionais, e as duas linhas resultantes foram construídas e redefinidas ao longo de um processo acidentado, comportando interrupções durante a fase mais forte da crise fiscal do Departamento do Distrito Federal.

O trem *light* é uma linha produzida pelo Sistema de Transportes Elétricos, companhia pública abandonada nas fases anteriores da implantação do metrô. Sobre um percurso de 13 km, junta-se à rede do metrô, na sua estação extrema, a comuna de Xochilmico, zona de classe média agora integrada à aglomeração da Cidade do México. É uma antiga linha de bonde, comportando uma dezena de rotatórias e uma distância média entre estações de 1 km. Ela foi renovada em duas etapas: a primeira etapa reduziu-se a consolidar uma via em faixa exclusiva e operar com material rodante novo. Ela é hoje servida por dezessete veículos, alimentados por catenária, com um sistema de operação tipo bonde. Sua capacidade atual, de 5000 lugares ofertados por sentido em hora pico, poderia dobrar, com a efetiva habilitação da faixa e se a concorrência desenfreada dos modos rodoviários fosse melhor regulada.

O metrô de ferro se tornou a linha A do Sistema de Transporte Coletivo –STC, apesar de ela não se encaixar no seu plano diretor. Sobre um traçado de 17 km, esta linha articula, através de um imponente terminal de transferência, três linhas de metrô urbano e os subúrbios populares do setor sudoeste da aglomeração e a comuna de La Paz, esta fora do Distrito Federal, já que 4,5 km penetram na jurisdição vizinha, o Estado do México.

Afastando-se da idéia original de um metrô *light*, o metrô de ferro foi implantado em sítio próprio exclusivo de superfície, na faixa central da artéria de saída da Cidade do México em direção a Puebla, ocasionando a consequente adequação da via rodoviária e de obras de travessia. Com uma distância média entre as estações de cerca de 1900 m, ao longo do setor sul, não atende, com isso, à mais importante zona de ocupação popular da Cidade do México – Nezahualcoyotl, com 2,5 milhões de habitantes, mas já atende ao início do novo vetor de crescimento – o vale do Chalco. A linha A é hoje explorada com vinte trens de seis carros (com rodas metálicas) e alimentação elétrica. Ela dispõe de um posto de comando centralizado autônomo e suas vias são dotadas de um sistema de exploração que lhe permite atender intervalos de 105 segundos. Seu desempenho atual tem capacidade de atender 15 mil lugares por sentido (hora pico). Esta oferta poderia quadruplicar, dobrando o número de trens, se a demanda justificasse e não fosse e também absorvida pela oferta de transporte que se dispõe ao longo das vias laterais da avenida Zaragoza, completamente renovada.

O trem leve e o metrô de ferro correspondem ao critério segundo o qual foram concebidos, a saber, o metrô *light*, e introduzem alternativas de capacidade intermediária no sistema ferroviário urbano da Cidade do México? De um ponto de vista do sítio, certamente sim, já que estas duas linhas são em superfície, reutilizando sistemas existentes e saindo da área central densa. Seja no primeiro caso, ao nível da circulação geral, seja no segundo caso, na situação de faixa protegida integralmente. A resposta é menos clara naquilo que concerne ao material rodante, se bem que os dois sejam de rolamento metálico e produzidos localmente com componentes japoneses, alemães, franceses e americanos. O trem leve usa o típico material rodante do bonde, enquanto que as composições do metrô de ferro se assemelham às do metrô clássico, exceto pela alimentação elétrica. Comando e operação diferem radicalmente de um sistema para outro, uma vez que o trem de ferro é dotado de equipamentos semelhantes ao do bonde, com intervalos de três minutos, enquanto que o metrô de ferro é equipado de um sistema de operação calibrado para fins regionais. É certo que as capacidades teóricas variam muito: previsto para ofertar 35000 lugares em hora de pico, o trem leve supera os limites admitidos pelo bonde moderno; já o metrô de ferro pode atender 60000 lugares por sentido, o que o situa claramente como um metrô

clássico. Entretanto, no estado atual de sua operação, 5 mil lugares ofertados por sentido (hora pico) para o primeiro e 15 mil para o segundo, correspondem aos sistemas intermediários para as cidades em desenvolvimento.

Em comparação, podemos ter como referência as duas outras realizações mexicanas inspiradas também no conceito do metrô *light*. A primeira linha de Guadalajara (2,5 milhões de habitantes, no Estado de Jalisco) tem 15,5 km sendo 6,5 km em túnel, é operada por 16 composições similares àquelas do trem leve do México, sendo provida de uma capacidade teórica de 18 mil passageiros por sentido (hora pico), operando hoje com uma capacidade de 4,1 mil passageiros. A outra é a primeira linha de Monterrey (capital da região de fronteira norte com 3,5 milhões de habitantes), com 17,5 km em viaduto e 25 composições produzidas localmente segundo o mesmo protótipo que o metrô de ferro do México e o de Guadalajara. Tem uma capacidade teórica de 40 mil lugares por sentido em hora pico, mas apresenta, no regime atual, uma oferta de 10 mil passageiros.

Nestes quatro casos ilustrados, as variantes introduzidas em relação ao metrô clássico referem-se mais à progressividade da dotação de equipamentos e material rodante do que às capacidades teóricas, calibradas em padrões mais elevados do que os do metrô leve europeu. Resta comparar os montantes unitários de investimento no metrô, nas suas diferentes variantes, e verificar se o constrangimento de investimentos desta quarta fase implicou numa redução notável nos custos de investimento.

EVOLUÇÃO DE CUSTOS DE CONSTRUÇÃO MEXICANOS

O debate sobre os metrôs nas cidades em desenvolvimento leva em consideração aspectos de ordem financeira: até que ponto pode-se estimar os custos de implantação deste gênero de operação e quais são as variações conforme as experiências e tipos de sistemas implantados? Em parte não há resposta, não há ciência sobre os custos de um metrô, sua implantação demora décadas, com recursos de financiamento múltiplos, um grande número de fornecedores e empresas de serviços. As comparações internacionais são extremamente difíceis, cada sistema tem as suas características próprias, as modalidades e ritmos de construção variam muito e as estimativas flutuam segundo as variações monetárias das divisas locais e internacionais. Isto relativiza o alcance de exercer de estimar e apresentar uma ordem de grandeza dos custos de investimento relativos às diferentes variantes, mesmo quando se parte de uma experiência relativamente homogênea como o sistema ferroviário do México.

Em menos de três décadas, o estado mexicano investiu na construção da rede ferroviária urbana da Cidade do México o equivalente, nos dias de hoje, a algo em torno de US \$ 12 milhões, segundo cifras que pudemos estabelecer e controlar: a parte dos inúmeros recursos diretos, mexicanos e franceses (F \$ 60 milhões, com um grau de contabilidade de 5 %) equivaliam, em 1994, a cerca de 3,5 % do PIB, significando 9 % da dívida total com o exterior e 15 % da dívida pública. Esta cifra não inclui os encargos financeiros, sabendo-se que um quarto da fatura total da infra-estrutura de transportes foi financiada por credores externos. No plano econômico, a validade deste investimento não está em pauta: ele foi particularmente ratificado pelo cálculo da taxa de retorno do investimento segundo um modelo elaborado para os metrôs dos países em desenvolvimento (Allport & alii, 1990). No plano social, este investimento pode ser reportado

aos 85 milhões de mexicanos que suportam esta obra de prioridade nacional, aos 16 milhões de habitantes da capital ou aos 7 milhões de residentes nos limites do Distrito Federal ao qual o sistema está quase totalmente circunscrito (se bem que a terça parte de seus usuários seja proveniente do estado do México). Mas o montante global do capital envolvido é suficientemente importante para que a avaliação a posteriori considere as diferentes realizações.

Na tabala 3, vemos que os esforços consentidos para a construção de uma rede a um ritmo sustentável (figura 1) foi importante durante a primeira fase e sobretudo durante a segunda, quando os custos envolvidos na construção dobraram pelo enfraquecimento brusco, por consequência do contexto da crise de endividamento do país. Os três quartos deste investimento global foram usados na construção , segundo uma opção de priorizar o crescimento da rede sobre o investimento em material rodante. Quanto ao número de quilômetros construídos, vimos que as duas primeiras fases foram as mais importantes, a US \$ 70 milhões por quilômetro. A experiência adquirida em matéria de engenharia civil fez baixar os custos quilométricos na terceira fase e introduzir mais variantes na quarta fase.

Diferenciado por obra, a tabela 4 mostra uma certa variação segundo as linhas construídas, refletindo tanto suas características quanto seus períodos de implantação. As mais onerosas são as linhas centrais, iniciais, exceção feita à linha 2. As linhas 4 a 7 foram construídas na segunda e terceira fases com mais eficácia, o que se pode explicar pela mexicanização e pelo menor custo do material rodante. A linha 6 é a menos onerosa do sistema clássico, mas é também aquela onde o rendimento foi menor, devido ao seu traçado definido de forma voluntarista, bordejando de leste a oeste o norte do Distrito Federal. Com as linhas 8 e 9, desce-se a um custo médio de US \$ 66 milhões por quilômetro.

Tabela 3 - Metrô do México Investimento total e unitário por fase (em US \$ mil)

Fases del metro	Costos totales		Inversión	
	construcción	treines	total	por km
I	1 924	972	2 896	69
II	4 131	984	5 115	70
III	1 032	431	1 463	57
IV	1 754	358	2 112	42
1967-1994	8 840	2 745	11 586	61

Fonte: Inrets, Covitur & contratos (Henry: 1988 & 1994) 10/94 : 1 US\$ = 5,21 FF

As duas últimas linhas (tabela 4) foram construídas a um custo bem menor em relação às outras obras, o que justificaria serem chamadas de metrô *light*. Pode-se notar, entretanto, que o metrô de ferro é somente cerca de 22 % menos caro do que o seu homólogo sobre pneus e de custo mais baixo, a saber, a linha 6. Por outro lado, é oito vezes mais caro que o seu parente, o trem leve, onde o investimento é particularmente baixo.

Para proceder a uma comparação rigorosa, nós tomamos como objeto de estudo as três obras da quarta fase, correspondendo respectivamente ao metrô clássico, ao metrô de ferro (os dois dotados do mesmo sistema de exploração) e ao trem leve (tabela 5). Nós estabelecemos o custo

teórico correspondente à capacidade definida sobre o projeto. Assim, o custo comparado do lugar teórico ofertado em hora pico seria sensivelmente o mesmo para os dois sistemas de metrô *light*, ou seja, um terço menos caro que o metrô clássico. Nos também fizemos esta comparação em função da dotação atual das composições e do regime de operação. Se o trem leve resta como o mais vantajoso, o custo do lugar ofertado pelo metrô de ferro é sensivelmente superior e corresponde àquele do metrô clássico. Se nós nos reportarmos aos valores observados e aos valores teóricos, confirma-se um diferencial de 66 % a favor do metrô de ferro, assim que os dois outros sistemas são explorados a dois terços de seu rendimento.

Tabela 4 - Metrô do México por linha 1967-1994

Operador/lineas	Km	Construcción	Trenes	Total	Total US\$/km
Stc/linea 1	19	1 028	545	1 573	83
Stc/linea 2	24	819	551	1 370	57
Stc/linea 3	24	1 346	528	1 874	78
Stc/linea 4	11	614	107	721	66
Stc/linea 5	16	979	161	1 140	71
Stc/linea 6	15	651	94	745	50
Stc/linea 7	14	813	177	989	71
Stc/linea 8	21	1 199	194	1 393	66
Stc/linea 9	16	836	225	1 062	66
Stc/M° hierro A	17	516	145	660	39
Ste/Tren ligero	13	40	19	59	5
Juntos	190	8 840	2 745	11 586	61

Fontes: Inrets, Covitur & contratos (Henry: 1988 & 1994)

Tabela 5 - Metrô do México Custo comparado em vaga oferecida e variantes

Costo de construcción por pasajero kilómetro en hora pico US\$ 94			DeltaO/T
Tren ligero	Teórico	843	
Ste	Observado	1 170	28%
Metro de ferro	Teórico	870	
Linha A	Observado	2 590	66%
Metro	Teórico	1 400	
Linha 8	Observado	2 130	34%

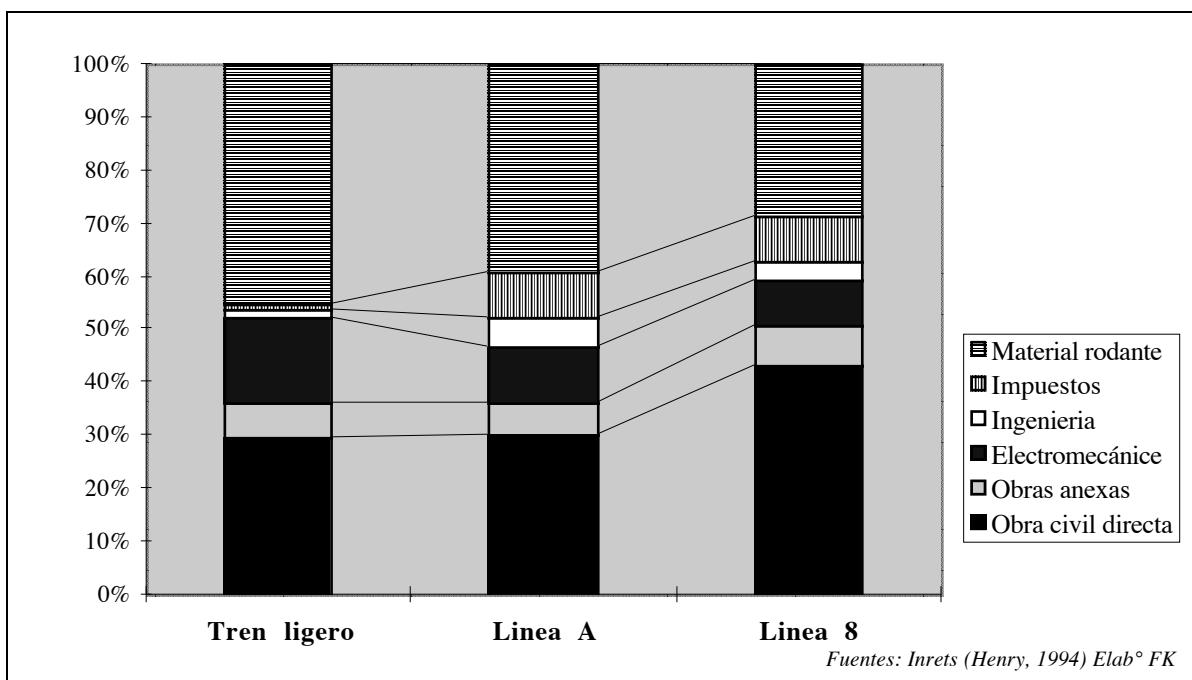
Fontes: Inrets (Henry: 1988 & 1994)

US\$94

*Elab°
FK*

Não há variações substanciais entre o metrô e suas variantes, exceto o bonde onde a capacidade é bem menor. Observamos também que a calibração de um sistema, no padrão futuro, bem além da sua capacidade nas condições atuais de exploração, é onerosa a curto prazo. E um paradoxo dos metrôs *light* nas cidades em desenvolvimento que, para serem progressivos, devem ter importantes reservas de capacidade, o que leva a aumentar os investimentos iniciais em lugares ofertados sem prejudicar a segurança que estas reservas signifiquem no futuro.

Figura 3 - Estrutura comparativa dos custos de construção do metrô do México e variantes



Não há menos diferenças na estrutura de custos dos três sistemas (figura 3). A construção civil representa, abstraindo-se as obras complementares, 30 % na composição de custos dos dois metrôs leves, enquanto se eleva a 45 % no metrô clássico. Inversamente, o custo relativo do material rodante é somente 30 % neste último, enquanto ultrapassa 40 % no caso do bonde; este apresenta um custo do terreno praticamente nulo, que é de 10 % nos demais casos. Enfim, a parte da eletromecânica que é de 16 % no trem leve, decresce progressivamente até representar 8 % no custo do metrô clássico. São, portanto, a construção civil e o terreno que fazem a diferença relativa, eles dependem mais do local do que da tecnologia. Pode-se certamente construir metrô mais barato quando se dispõe de uma banco de terras, sobretudo se se tratar somente de reabilitação. Mas, os dados da tabela 4 lembram que os resultados vantajosos da operação não são garantidos.

IMPACTOS SOBRE O SISTEMA DE TRANSPORTE DO MÉXICO

Os impactos de um metrô nas cidades em desenvolvimento são mais visíveis no plano setorial do que no urbanismo (Henry, 1988^a). Tal é o caso do México, onde o programa de desenvolvimento do metrô foi levado com relativa independência do planejamento urbano desta megalópole. Não se pode negar que a implantação de um sistema que transporta com mais rapidez, mais de quatro milhões de cidadãos por dia, tenha um impacto sobre o desenvolvimento urbano: a cidade de características mais semelhante, a megalópole de São Paulo, conta com uma rede de metrô que tem uma extensão de um quarto da rede mexicana. Exceto por seus impactos urbanos, podemos questionar o que este metrô significa no transporte.

O sucesso do metrô do México repousa nas três primeiras linhas que, com 67 % de viajantes, conhece ainda maior afluência em 1994. Esta predominância decresce ligeiramente com o tempo, mas somente a linha 9 apresenta um decréscimo considerável. Não se pode, portanto, dizer que a construção de outras linhas tenha modificado substancialmente o equilíbrio da rede. A distribuição desigual da clientela do metrô repousa em questões que recaem nas escolhas feitas anteriormente em número, extensão e traçado das linhas. Comparada àquela dos países industrializados, a freqüência do metrô do México é muito significativa.

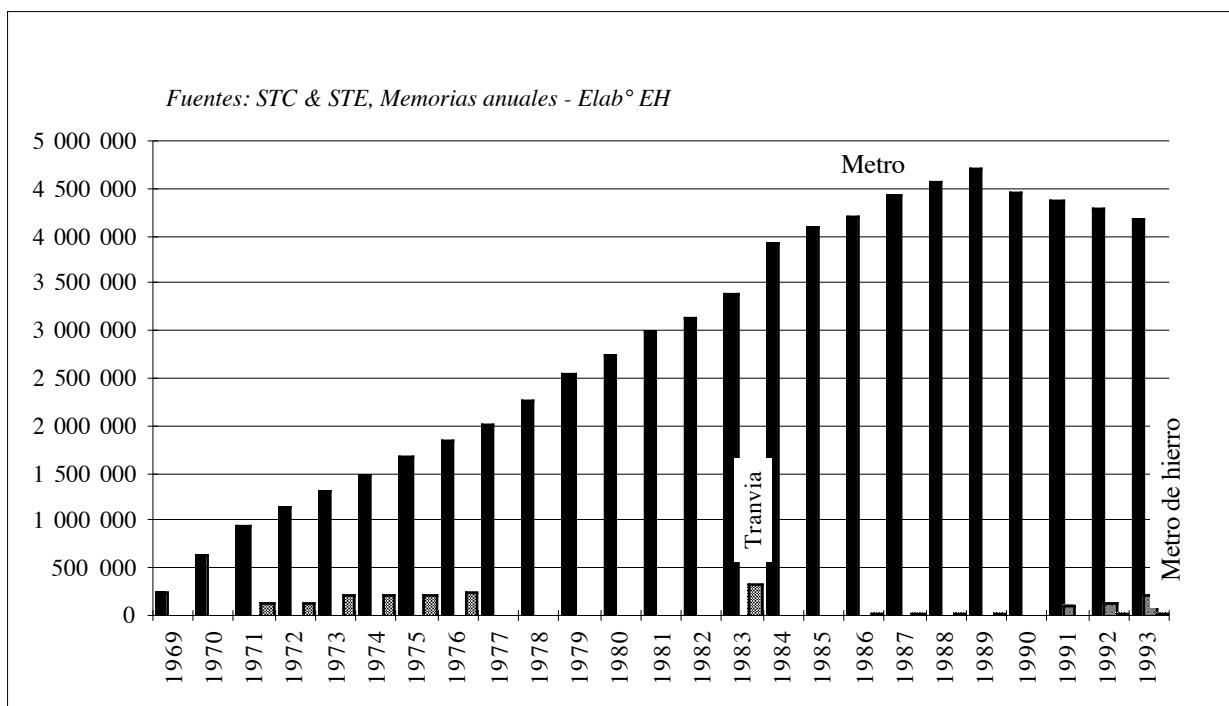
Observa-se que a linha A, que atende àreas periféricas, decolou mais rapidamente que as linhas clássicas, já que em três anos de funcionamento absorveu 6 % da demanda. Isto denota uma importante demanda potencial, que se manifesta claramente na impressionante afluência à estações de integração ônibus/metrô. Se atentarmos ao fato de que 35 % do acesso ao metrô se faz a partir de estações terminais da rede (contra 55 % para as estações interiores e 10 % para aquelas que se correspondem), pode-se perceber um hiato entre duas funções do metrô: aquela do caminho interno da cidade e aquela que atende a demanda da periferia. No caso mexicano, um mesmo sistema, o do metrô, pode conter as duas funções de transporte urbano e regional (se comparadas respectivamente ao metrô e ao RER no caso parisiense) ?

Observamos em seguida (figura 4) que se a demanda de transporte cresceu regularmente ao longo das três primeiras fases, ela atingiu um teto em 1989 e conheceu depois um decréscimo absoluto. Tal inflexão não se apresenta sem que se questionem algumas coisas. O comportamento da demanda não parece estar associado às tarifas que ficaram muito baixas até 1984 e conheceram depois aumentos substanciais, sem grandes repercussões diretas sobre a freqüência (no quadro de uma política social compensando os efeitos dos ajustamentos estruturais sobre os trabalhadores, a taxa de cobertura não é mais que 38,3 % em 1994). A queda de freqüência observada nos quatro últimos anos põe em questão a manutenção do ritmo das obras, uma vez que a demanda evolui com relativa independência das sucessivas inaugurações das diferentes linhas (figura 5). Isso é notadamente impressionante pela dissociação entre a importância dos quilômetros de linhas postas em operação e o decréscimo de freqüência na rede de metrô.

Admitindo-se cifras aproximadas que nos permitem fazer referência à evolução da divisão modal das viagens ao longo dos últimos 25 anos (apesar dos dados provenientes do metrô e das empresas públicas serem confiáveis, os dados relativos aos microônibus e outros modos privados são estimados), a vocação de predominância do metrô sobre o total de oferta de transporte na aglomeração mexicana não pode ser totalmente confirmada. Podemos até mesmo observar uma concorrência acirrada entre os modos sobre pneus, especialmente os microônibus, que conheceram um expansão considerável nos últimos anos (ainda que bastante subestimada na

figura 6). A articulação entre o metrô e os ônibus não se mostra produtiva, especialmente a partir de quando a empresa pública Ruta 100 entrou em crise (passando de 6000 a 3500 ônibus em operação). A motorização individual cresceu inexoravelmente, apesar das medidas ultimamente postas em ação para restrição do uso de automóveis e proteção da atmosfera extremamente contaminada da Cidade do México.

Figura 4 - México : Freqüência quotidiana média dos modos ferroviários

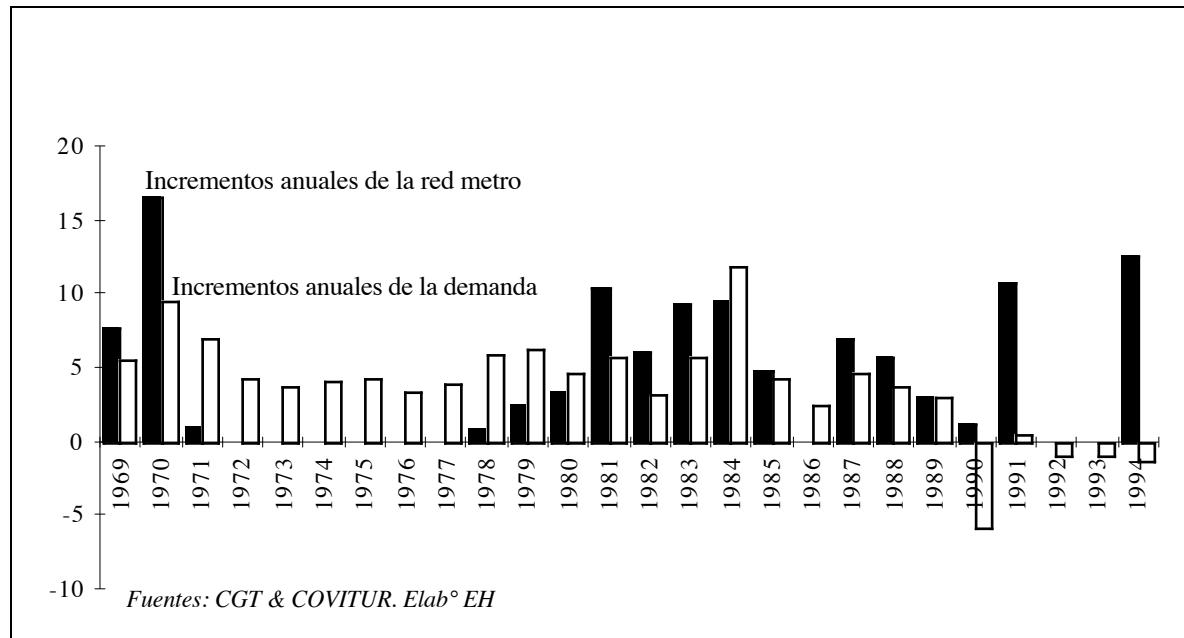


Já que se considera que os efeitos estruturadores do metrô devem ser avaliados a longo prazo, deve-se, portanto, tentar medir a curto prazo a repercussão de investimentos tão elevados.

A saturação das três primeiras linhas, calibradas aos níveis atuais da demanda, indicam uma diminuição da sua freqüência pelos usuários que não buscaram as outras linhas: no estado atual da demanda, podemos discutir as escolhas que foram feitas na primeira fase, em termos de capacidade mais que de traçado; e inversamente (com ênfase no traçado), nas fases seguintes. Houve abandono de algumas linhas, ou os usuários se reportaram a outros modos?

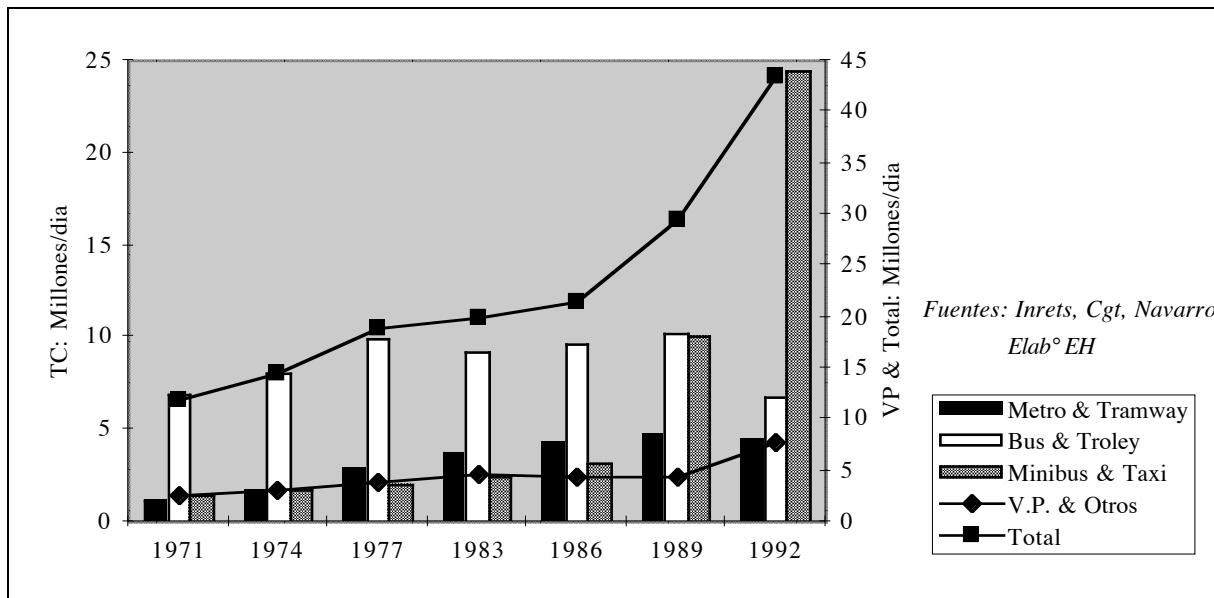
O exemplo da linha A ilustra as dificuldades que a rede de metrô enfrenta. De um extremo a outro, ela sai das estações mais difíceis e atravancadas da rede do metrô (Pantitlán, com mais de 350000 passageiros/dia) para outro, quando ela somente tangencia as zonas de habitação popular. A adequação de traçados que norteou sua construção permite que essas zonas, servidas por microônibus, sejam diretamente ligadas as zonas de emprego, sem correspondência nem perda de tempo. Percebemos, assim, o confronto de um sistema de alta capacidade com veículos de pequeno porte, que é também reflexo nas outras linhas da rede.

Figura 5 – Acréscimos anuais da rede e da demanda do metrô do México 1969 – 1994



O crescimento da frota de microônibus não é, entretanto, uma tendência natural, mesmo considerando a brusca acentuação da curva de crescimento da frota desde modal em 1989. Este ano marca a reviravolta da política de transporte aplicada pelo Departamento do Distrito Federal, seguida por uma greve de ônibus que paralisou a cidade e pela crise da empresa Ruta 100. Numa ótica liberalizante, optou-se então pelo apoio institucional e financeiro ao setor de microônibus, às despesas das empresas públicas em geral e do metrô em particular. O que reafirma, ao contrário, a necessidade de tornar as três dimensões de integração multimodais coerentes com a política de transporte (Henry, Iice, 1990).

Figura 6 – Modos de deslocamento no México



CUSTOS DOS METRÔS E ALTERNATIVAS MUNDIAIS

O México associa-se ao interesse atual em torno das alternativas de transporte, que nos costumamos reagrupar sob a expressão metrô leve (Barry, 1991; Booz-Allen, 1991; Gardner & alii, 1994). Nos países industrializados, são as funções e as capacidade do sistema que sucitam tal interesse por esta tecnologia alternativa, em particular quando se trata de dotar, de um sistema de transporte de massa, cidades que não atinjam um tamanho que justifique a implantação de metrô de maior envergadura. Nós nos aproximamos do bonde, modernizado do ponto de vista do material rodante e do modo de operação (Kuhn & alii, 1992). Nas cidades que não atingem um milhão de habitantes, implantamos sistemas em faixa exclusiva, onde a capacidade é da ordem de 5 mil passageiros, a custos oscilantes entre 10 e 35 milhões de dólares o quilômetro.

Transpondo para o contexto dos países em desenvolvimento, este interesse gravita sobretudo em torno de problemas de custo, estando subentendido que um metrô leve deva significar um investimento menor, mesmo se a necessidade real for por um metrô pesado (Barbieux & Kuhn, 1990). Temos a tendência a achar que o metrô leve cumprirá um papel que o torne muito similar ao metrô, do ponto de vista de suas funções e de sua capacidade. As cidades que podem abrigar até 7 milhões de habitantes não investem mais do que 20 milhões de dólares por quilômetro nos sistemas onde as capacidades variem atualmente entre 8 mil e 20 mil passageiros por sentido em hora pico, mas que poderiam atender até 50 mil passageiros, aumentando substancialmente o número de composições em circulação.

Se a experiência do México se encaixa na definição de metrô leve, aquelas de Guadalajara e Monterrey mais ainda. Na primeira, recuperando um túnel existente, foi construído em dois anos uma linha norte-sul de quinze quilômetros, retomando um caminho de bonde transformado em

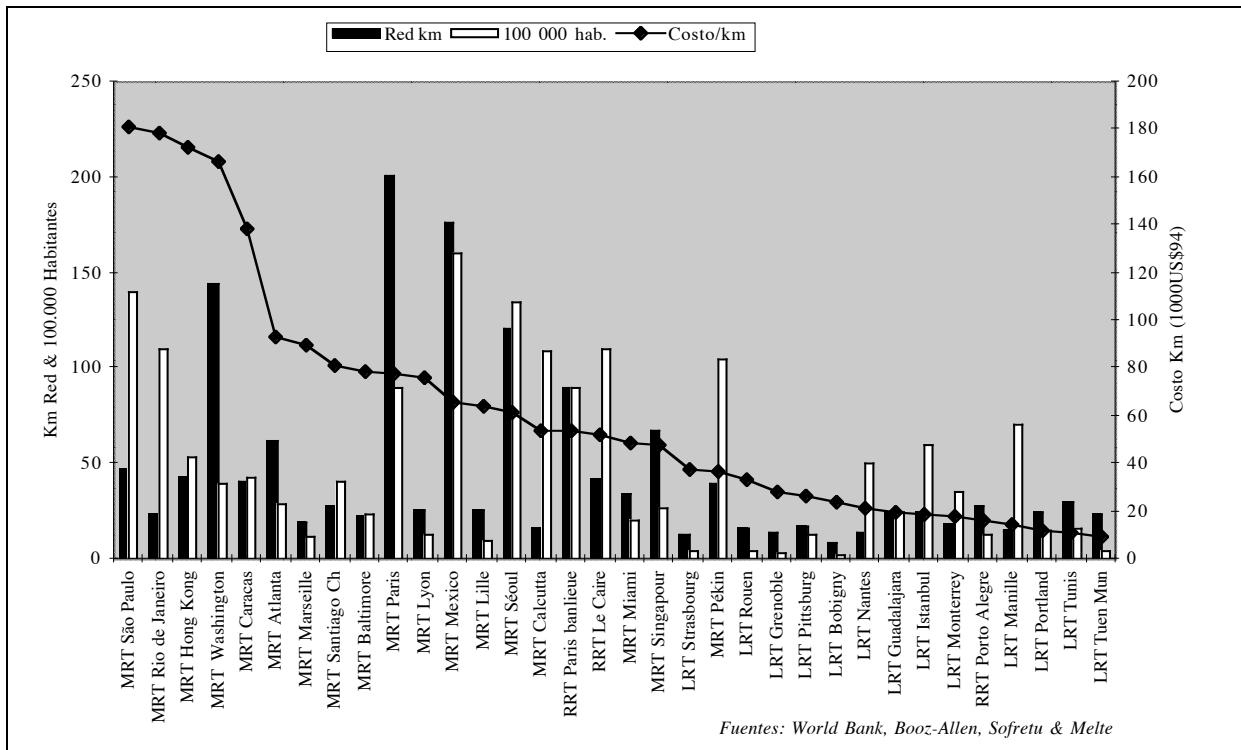
faixa exclusiva com rotatórias; nestas condições, o custo foi relativamente baixo, algo que se pode estimar em US \$ 7 milhões/km. Mas, posteriormente, a construção da linha leste-oeste (8,5 km subterrâneos) viu as exigências em capacidade de oferta aumentarem (composição de três carros podendo atender 28 mil passageiros por hora e por sentido) e os custos de construção dobrarem. A experiência de Monterrey é também de um metrô leve, elevado, (45 mil lugares ofertados por sentido em hora pico, contra os 10 mil do regime atual), por um custo unitário inferior à metade do metrô de ferro da Cidade do México. No caso mexicano, procuramos variantes locais ao metrô (o material rodante é produzido no México) que mais se aproximem do ponto de vista das capacidades atendidas e, do mesmo modo, sejam próximos dos custos do metrô leve. Tal é também o caso de Medellín, Manila, Istambul, ou de Tuen Mun, onde se observa uma tensão entre uma demanda já elevada, mas que se estima deva crescer bastante nas próximas décadas e onde se chega facilmente à saturação, com condições de operação que permitem investimentos mínimos. A situação é diferente em Túnis, onde foi produzida uma rede de quatro linhas de bonde moderno semelhantes às realizações belgas e francesas (Godard & alii, 1994), trazendo problemas de interferência com a circulação rodoviária, que implicam em um problema ainda maior nas cidades de países em desenvolvimento.

É possível comparar esta realizações, entre elas e aquelas de países industrializados ? O exercício é difícil, devido a particularidades locais, falta de dados homogêneos e de problemas de atualização e conversão monetária (Henry, 1988^a). Podemos nos arriscar descartando informações precisas e consistentes, devido à grande divergência entre elas, eliminando custos financeiros e procurando o menos possível chegar a valores nominais, sempre discutíveis, que tenham ordens de grandeza comparativas. O critério mais comum utilizado é aquele de custo de construção por quilômetro, incluindo material rodante (Hugonnard, 1990).

Comparações a posteriori colocam problemas metodológicos. Sobre a base de informações concernentes a linhas de cada sistema, podemos construir um quadro mostrando o gênero de resultados os quais podemos atingir com este tipo de análise (figura 7). Em 34 situações selecionadas (que não incluem sistemas importantes como os de Tóquio, Moscou ou Montreal), convém lembrar que a dimensão destas cidades varia de 400 mil a 16 milhões de habitantes e suas redes entre 15 e 201 km (50 km em média). O histograma da figura 7, que confronta extensão das redes e as populações das aglomerações, ilustra a situação vantajosa dos países industrializados, pois, nas cidades de países em desenvolvimento, a população é enorme para a oferta de metrô existente.

Feitas estas ressalvas, podemos classificar estas cidades segundo o custo quilométrico de metrô construído. Exceção feita a Washington, os cinco sistemas a custos unitários mais elevados (entre 140 e 180 milhões de dólares) não são aqueles onde a rede é maior (se bem que incluam megalópoles como São Paulo e Rio de Janeiro). Entre as cidades de referência, que apresentam custos quilométricos entre US \$ 50 milhões e US \$ 100 milhões por quilômetro, também localizamos grandes redes (se bem que Londres e Moscou, com 400 km, não estejam aqui apresentadas) em metrópoles como Pequim, Cairo ou Calcutá, onde os metrôs parecem atrofiados para transportar a população. Treze cidades que optaram pelo metrô leve ficaram na metade inferior da curva, a maioria, cidades de países em desenvolvimento. Como última observação, os metrôs asiáticos parecem relativamente menos onerosos que os outros, exceção feita a Hong Kong.

Figura 7 – Custos por quilômetro de 34 metrôs



Se a decisão de construir um metrô se prendesse a estas considerações, seria simples: numa visão radical, o sistema menos oneroso é o rodoviário, mais até que o ferroviário (Armstrong Wright, 1986). Mas quando se adota outro critério de comparação, aquele do custo do passageiro ofertado em hora pico, que corresponde melhor às funções de um metrô, os resultados são bem diferentes.

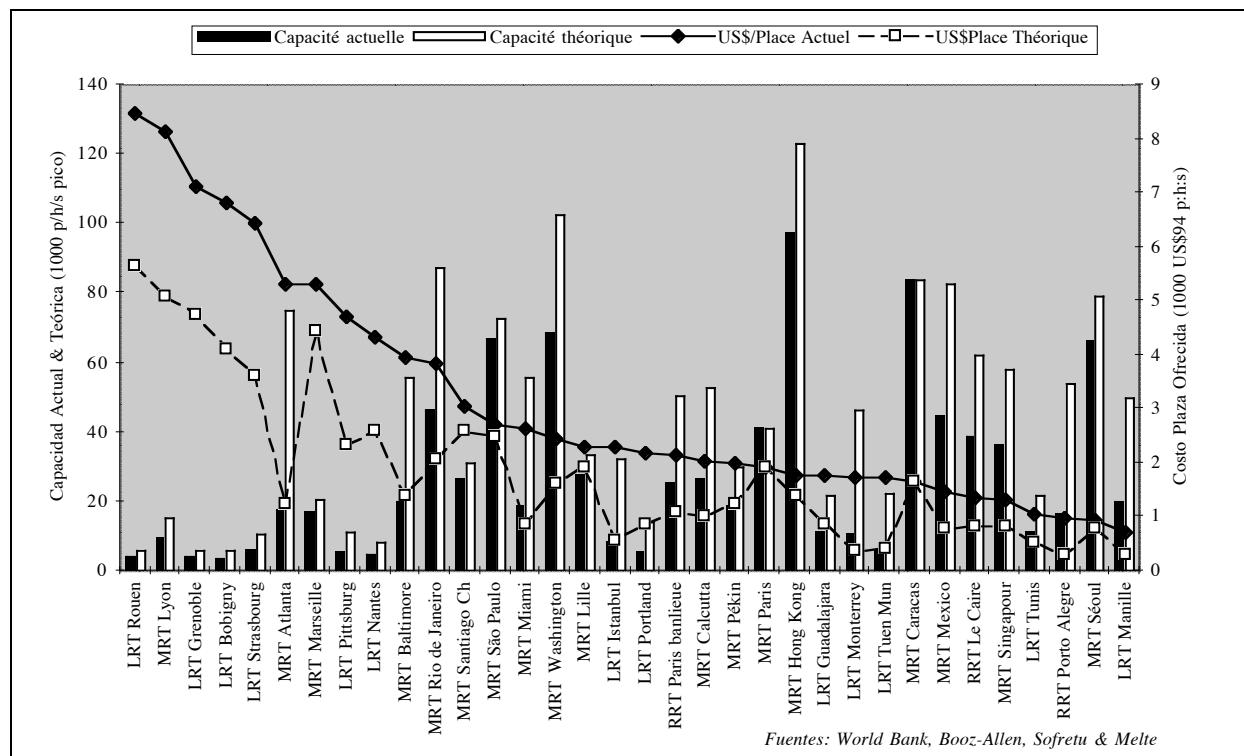
Um método alternativo consiste em partir de uma estimativa de oferta nas condições atuais, sobre as freqüências máximas toleradas pelos sistemas em operação, pelas características dos traçados e pelas dotações das composições (figura 8). Para efeito de comparação, nos voltamos aos níveis de conforto admitidos nas cidades em desenvolvimento (8 passageiros/m²) e consideramos as composições dos veículos e as diferenças entre material rodante pneumático e metálico. A capacidade assim calculada em número de lugares ofertados na hora pico varia entre dois extremos de 4 mil e 100 mil passageiros por hora e por sentido, abrangendo até as diferenças entre o bonde flamejantemente novo de Rouen e o metrô de Hong Kong. Confrontando esta capacidade com o investimento total da construção, obtemos um custo-capacidade que varia também de 1 a 10 (US\$ 725 para o metrô leve de Manila, contra US\$ 8500 para aquele de Rouen...)

Percebe-se em seguida (curva superior da figura 8) que a classificação das cidades segundo essa razão guarda pouca relação com os custos por quilômetro (curva da figura 7). Assim, os metrôs como os de Lyon, Marselha ou Santiago, como também os metrôs leves de Nantes, Strasbourg ou Atlanta, feitos com menores investimentos por quilômetros, apresentam custos-capacidade entre

os mais elevados. Inversamente, o caráter oneroso do quilômetro de metrô de São Paulo (US \$ 2700) ou Caracas (US \$ 1650) é aqui compensado, quando se compara à capacidade. Baltimore e Rio de Janeiro se situam respectivamente em US\$ 80 milhões e US \$ 180 milhões por quilômetro, mas apresentam um custo-capacidade da ordem de US \$ 3900. Pelo histograma de capacidade (em preto na figura 8), percebe-se que uma oferta importante favorece a baixa de custos em relação a oferta, sobretudo se o investimento é fraco (Paris e Seul). Finalmente, os custos-capacidade dos sistemas leves não são tão claramente inferiores: o metrô leve de Istambul apresenta, por exemplo, o mesmo custo que o metrô automatizado de Lille (mas o menos US \$ 2300) ou aquele de Guadalajara (US \$ 1750) se comparado com aquele de Hong Kong. Nesta lista, depois de Paris (US \$ 1900) e Hong Kong (US \$ 1800), encontram-se apenas sistemas leves de cidades de países em desenvolvimento, entre as quais o México confirma a sua boa relação capacidade – custo.

Nas cidades em desenvolvimento, a maioria dos sistemas é de origem recente e as necessidades continuam crescendo. A capacidade atual pode melhorar, reduzindo-se os intervalos e aumentando-se o número e as composições (sem que seja necessário modificar a engenharia civil das estações). Nós vemos, sobre a curva inferior da figura 8, o custo-capacidade se reduzir notavelmente (Istambul, Guadalajara, Monterrey ou Túnis), em particular no caso dos sistemas leves em quem que são previstas evoluções (poderia descer a US \$ 290 no caso de Manila). Nada assegura que a demanda justificará tais investimentos complementares.

Figura 8 - Custos relativos de 34 metrôs



Cidade multimilionárias, em número de habitantes se não em PIB, não têm somente necessidades de metrôs e sistemas de capacidades intermediárias: sua extensão, a segregação espacial e as tensões centro-periferia justificam a implantação de sistemas ferroviários regionais. Algumas cidades se acomodam aos que foram criados antes da urbanização (Rio de Janeiro ou Buenos Aires). Raras são aquelas que construíram sistemas que penetrem nos subúrbios, como no Cairo (a um custo quilométrico de construção da ordem de US \$ 50 milhões, idêntico ao RER parisiense, se bem que um custo-capacidade inferior), ou de trens como os de Porto Alegre, Recife e Belo Horizonte. Podemos evidentemente retomar o caso da linha A do México, construída sob a sigla metrô leve, funcionando segundo critérios idênticos ao metrô, apesar de que tanto a implantação quanto a faixa de domínio lembrem o RER...

Os resultados mostram o quanto é difícil de combinar os méritos destas três famílias de tecnologias de transporte ferroviário urbano, mesmo se alguns pensam que, em uma megalópole desta envergadura, é um TGV (Train à Grande Vitesse) que é preciso para assegurar os atendimentos às cidades satélites (Musset, 1995) ! Também podemos pensar que as variações em torno do conceito básico de metrô têm consequências lamentáveis, que incorporam produtos híbridos, que devem responder a uma multiplicidade de objetivos que Ihes foram atribuídos. Não são objetivos definitivamente menos verdadeiros que os investimentos em sistemas leves sejam duas ou três vezes menos elevados que os do metrô (quando relacionado ao quilômetro construído). Paradoxalmente, seu custo-capacidade é superior em 40 % àquele do metrô em países industrializados e 30 % nas cidades em desenvolvimento. Uma nomenclatura única é útil para tratar realidades tão contrastantes ?

Nota do ANTP : Esse artigo foi apresentado na Codatu VII, em Nova Delhi. Discordamos dos dados referentes ao metrô de São Paulo

BIBLIOGRAFIA

- Allport R., Thomson J., Halcrow Fox & Ass., 1990, *Study of mass transit in Developing countries*, Informe de contrato 188, Trtl, London (no publicado)
- Armstrong-Wright, 1986, *Urban transit Systems: Guidelines for Examining Options*, World Bank Technical Paper nº 52, Washington
- Balat J-L. & Vince P., 1990, "Planification des transports de l'aire métropolitaine de Mexico city: un exemple de la forte présence mondiale de l'ingénierie française", in *Tec* nº 103, 11-12/90
- Barbieux C. & Kühn F., 1990, "Les atouts des métros légers dans une politique de développement des transports collectifs: critères de choix techniques et financiers", in *Actes de la Codatu V* São Paulo
- Barry M., 1991, *Through the cities: the revolution in light rail*, Frankfurt Press
- Booz-Allen & Hamilton Inc., 1991, Light Rail Transit Capital Cost Study, Umta, Washington, 70 p. (no publicado)
- Coindet J-P., 1989, "Les métros de Mexico et du Caire: enseignement comparé de deux réalisations dans les Ped", in *Recherche transports sécurité*, nº 24, p. 13-22
- Connolly P. & García S., 1994, "Evaluación de los 'metros ligeros' de la ciudad de México: estudio financiero y de impacto social, Informe para el Inrets, México (no publicado)

- Figueroa O. & Henry E., 1987a, (bajo la dirección de, con Clichevsky N., Galilea S., González O., Maurel D., Morales S., Müller A., Navarro B., Nassi C., Orrico R., Pinheiro Machado D.) *Évaluation des métros latino-américains*, Informe de investigación para el Mres, Inrets/Redes, 14 vol. (no publicado)
- Figueroa O. & Henry E., 1991a, "Éléments de débat sur les métros en Amérique latine", in *Recherche transports sécurité*, nº 21, 3/89, p. 5-10
- Figueroa A. & Henry E., 1991b, "Analysis of the Underground Systems in Latin America", in Heraty M. (ed.), *Urban Transport in developing Countries. Lessons in Innovation*, London, Ptrc, Perspectives 1, p. 232-240
- Fouracre P., Allport R. & Thomson J., 1990, *The performance and impact of rail mass transit in developing countries*, Trrl, Informe de investigación 278, 28 p.
- Gardner G., Rutter J. & Kühn F., *The performance and potential of light rail transit in developing cities*, Informe de proyecto 69 R5596, Trl, Londres
- Godard X., 1987 (bajo la dirección de, con Coindet J-P., Huzzain A. & Kühn F.) *Évaluation a posteriori du métro du Caire*, Peritaje para el Mef-Dirección del Tesoro, Inrets/Drtpc, 3 vol., 140 p. (no publicado)
- Godard X., 1994 (bajo la dirección de, con Kühn F., Baltagi H., Boukhris T. & Baltagi A.), *Évaluation a posteriori du métro léger de Tunis*, informe Inrets-Smlt
- Henry E., 1987, "L'insertion des métros dans l'offre de transport en Amérique latine", in *Actes de Métropolis II*, Congreso de la Asociación mundial de las grandes metrópolis, México, 19-21/5/1987, 20 p.
- Henry E., 1987a, "Principales interrogations sur les métros dans les pays en développement", in *Quelles politiques de transport urbain pour les pays en développement? Débat autour des options de la Banque mondiale*, Jornada especializada, Inrets, 2/6/87
- Henry E., 1988 (bajo la dirección de, con Coindet J-P., Figueroa O., Godard X., González O., Hiernaux D., Kühn F., Maurel D. & Navarro B.), *Évaluation rétrospective du métro de Mexico*, Peritaje para el Mef-Dirección del Tesoro, Inrets/Cenvi, 3 vol., 350 p. (no publicado)
- Henry E., 1988a, "Quels impacts produisent les métros sur les transports et les villes latino-américains?", in *Actes de la Codatu IV*, Yakarta, 5-10/6/88
- Henry E., 1994 (bajo la dirección de, con Connolly P. & Kühn F.), *Évaluation des variantes du métro de Mexico: ligne A et train léger*, Peritaje para el Mef-Dirección del Tesoro, Inrets/Cenvi, 184 p. (no publicado)
- Hugonnard J-C., 1990, "Intérêt des métros dans le monde", Sofretu, 20 p. (no publicado)
- Ice, Inrets/Trrl, 1990, *Rail Mass Transit for Developing Countries*, London, Thomas Telford, 393 p.
- Jane's, 1995, *Urban Transport Systems*, XXX^a edición, London, Chris Bushelle
- Kühn F., Martinet F., Marx P. & Constantin B., 1992, *Études comparatives des coûts de génie civil selon les systèmes de transport adoptés*, Inrets-Metram-Cetu, Informe Afme, 258 p.
- Kühn F., 1994, "Comparison and evaluation of the new transit systems", in *Proceedings of the International Conference on the New Transit Systems*, The Korea Transport Institute, Pusan, p. 27-58
- Musset A., 1995, "De la pirogue au Tgv: les transports urbains à Mexico", in *Transports urbains* nº 86, p. 5-16
- Navarro B., 1994, *El metro y sus usuarios*, Uam, México
- Parpillon J-C. & Larraufie G., 1992, "Sofretu et le métro de Mexico. 25 ans d'une collaboration exemplaire", in *Revue générale des chemins de fer*, 10/92, p. 49-59

Vuchic V., 1988, "Design, evaluation and selection of transit systems: theory and practice", in *Les transports collectifs urbains: un défi pour nos villes*, Coloquio Enpc, París, 3-5/5/88

World Bank, 1986, *Urban Transport: A Sector Policy*, Washington (y 1996: *Sustainable Transport. Priorities for Policy Reform.*) N.B. Despues de nuestra ponencia, el Banco Mundial publicó un documento de relevancia sobre los metros □ Mitric S., *Approaching Metros as Potential Development Projects*, TWU Discussion Paper 28, 3/97.