ReGeo ISSN: 2177-3246

LINHA 1 AZUL: CONJUNTURAS TÉCNICAS E URBANÍSTICAS PARA IMPLANTAÇÃO DA PRIMEIRA LINHA DO METRÔ DE SÃO PAULO

BLUE LINE 1: TECHNICAL AND URBAN PLANNING CIRCUMSTANCES FOR THE IMPLEMENTATION OF SÃO PAULO'S FIRST METRO LINE

LÍNEA 1 AZUL: COYUNTURAS TÉCNICAS Y URBANÍSTICAS PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO DE SÃO PAULO

10.56238/revgeov17n6-126

Henrique Dinis
Professor Pesquisador
Instituição: Universidade Presbiteriana Mackenzie
E-mail: henrique.dinis@mackenzie.br

Raíssa Giovanna Almeida Vasconcelos
Engenheira Civil - Pesquisadora Convidada
Instituição: Universidade Presbiteriana Mackenzie
E-mail: raissa_giovanna003@outlook.com

RESUMO

O transporte metropolitano de massas, também conhecido como metrô, termo utilizado no Brasil, trata-se de um sistema de transporte de passageiros de alta capacidade e frequência, em áreas urbanas. É tipicamente subterrâneo, porém, a depender das relações de custo e benefício, utiliza também sistemas com linhas elevadas ou em nível. O metrô de São Paulo iniciou os estudos de concepção de sua primeira linha, em 1966, por meio do Grupo Executivo Metropolitano (GEM). Este trabalho estuda os condicionantes técnicos, urbanísticos e econômicos que levaram à concepção do projeto da linha 1-Azul do Metrô da cidade de São Paulo e à escolha para que fosse a primeira a ser implantada. Em uma análise técnica, são várias as metodologias construtivas a considerar, a depender das condições em que poderá ser implantado. A linha 1-Azul, especificamente, se distinguiu por três trechos característicos, sendo o principal, o que transpõe de forma subterrânea, o centro histórico da cidade, e os demais, um ao sul, cujo traçado coincidiu com a implantação de um corredor de tráfego formado pela interconexão de várias avenidas, também de forma subterrânea, sendo o último, ao norte, em via elevada, ao transpor o leito do Rio Tietê. Para cada um destes trechos, de forma característica, definiu-se métodos construtivos distintos. Em se tratando dos trechos de linhas subterrâneas, os métodos construtivos utilizados foram o TBM -*Tunnel Boring Machine*, no trecho central, e o método *Cut and Cover*, denominado de vala a céu aberto, ao longo do trecho sul. Para o trecho elevado, utilizou-se método construtivo em elementos pré-moldados em concreto. Este artigo esclarece, de forma expositiva, sobre cada método construtivo aplicado na construção da linha 1-Azul do metrô de São Paulo, efetuando uma análise crítica sobre cada processo e as razões que levaram à sua escolha, concluindo sobre as conjunturas técnicas, econômicas e urbanísticas que levaram à sua concepção.

Palavras-chave: Metrô. Linha 1-Azul. Métodos Construtivos. Concepção de Metrô.

ABSTRACT

Metropolitan mass transport, also known as subway, is a high-capacity and high-frequency passenger transport system in urban areas. It is typically underground, however, depending on the cost-benefit ratios, it also uses systems with elevated or level lines. The São Paulo subway began the design studies of its first line in 1966, through the Metropolitan Executive Group (GEM). This work studies the technical, urban and economic constraints that led to the conception of the project of line 1-Blue of the

Metro of the city of São Paulo and the choice to be the first implemented. In a technical analysis, there are several construction methodologies to consider, depending on the conditions in which it can be implemented. Line 1-Blue, specifically, was distinguished by three characteristic sections, the main one, the one that crosses the historic center of the city underground, the others, one to the south, whose route coincided with the implementation of a traffic corridor formed by the interconnection of several avenues, also underground, the last one, to the north, on an elevated road, when crossing the bed of the Tietê River. For each of these sections, in a characteristic way, different construction methods were defined. In the case of underground line sections, the construction methods used were the TBM - Tunnel Boring Machine, in the central section, and the Cut and Cover method, along the southern section, also called open pit ditch. For the elevated section, a construction method was used in precast concrete elements. This article clarifies, in an expository way, about each construction method applied in the construction of line 1-Blue of the São Paulo subway, making a critical analysis of each process and the reasons that led to its choice, concluding on the technical, economic and urban conjunctures that led to its conception.

Keywords: Subway. Line 1-Blue. Construction Methods. Conception of Subway.

RESUMEN
El transporte masivo metropolitano, también conocido como metro, es un sistema de transporte de pasajeros de alta capacidad y frecuencia en zonas urbanas. Normalmente está subterráneo, sin embargo, dependiendo de las relaciones coste-beneficio, también utiliza sistemas con líneas elevadas o niveladas. El metro de São Paulo comenzó los estudios de diseño de su primera línea en 1966, a través del Grupo Ejecutivo Metropolitano (GEM). Este trabajo estudia las limitaciones técnicas, urbanas y económicas que llevaron a la concepción del proyecto de la línea 1-Azul del Metro de la ciudad de São Paulo y a la elección de que fuera la primera en implementarse. En un análisis técnico, existen varias metodologías constructivas a considerar, dependiendo de las condiciones en las que pueda implementarse. La línea 1-Azul, específicamente, se distinguía por tres tramos característicos: el principal, el que cruza el centro histórico de la ciudad en el metro; y los otros, uno hacia el sur, cuyo recorrido coincidía con la implementación de un corredor de tráfico formado por la interconexión de varias avenidas, también subterráneas, la última, hacia el norte, por una carretera elevada, al cruzar el lecho del río Tietê. Para cada una de estas secciones, de manera característica, se definieron diferentes métodos de construcción. En el caso de los tramos de líneas subterráneas, los métodos de construcción utilizados fueron la TBM - Tuneladora, en la sección central, y el método de corte y cubrimiento, a lo largo de la sección sur, también llamada zanja a cielo abierto. Para la sección elevada, se utilizó un método de construcción en elementos de hormigón prefabricados. Este artículo aclara, de forma expositiva, cada método constructivo aplicado en la construcción de la línea 1-Azul del metro de São Paulo, realizando un análisis crítico de cada proceso y las razones que llevaron a su elección, concluyendo sobre las coyunturas técnicas, económicas y urbanas que condujeron a su concepción.

Palabras clave: Metro. Línea 1-Azul. Métodos de Construcción. Concepción del Metro.

1 INTRODUÇÃO

A ideia de um transporte de passageiros em grandes centros, que não se utilizasse da infraestrutura viária, é bem antiga. Em Londres, a exemplo, em meio ao século XIX, o tráfego nas vias da cidade já se encontrava saturado e as ferrovias davam primazia a atingir as áreas mais periféricas. Neste contexto, a câmara dos comuns veio a aprovar um projeto de lei para que fosse construída uma ferrovia subterrânea, entre as localidades de Paddington e Farringdon. Até o final do século, a grande evolução tecnológica se deu com a escavação de túneis, tendo sido o sistema em couraça aperfeiçoado para atender ao crescente avanço das obras. Os principais avanços que contribuíram para este desenvolvimento, ocorrera nas áreas de geologia e hidrogeologia, propiciando maior aprimoramento nas técnicas para escavação em terrenos brandos, ou pouco competentes. A utilização de uma couraça metálica possibilitou que Marc Brunel, em Londres, efetuasse, com sucesso, a construção de um túnel sob o rio Tâmisa, inaugurado em 1843. No caso, a couraça avançava à medida que a escavação progredia, revestindo-se a zona já escavada, com alvenaria. Em 1863, por sua vez, foi criado na França, um sistema de transporte de passageiros subterrâneo nos moldes do metrô, com o objetivo de proporcionar um transporte de passageiros entre o centro da cidade e os subúrbios. No entanto, o grande avanço na construção de obras enterradas ocorreu com os túneis subaquáticos, a partir da aplicação de pressurização a ar comprimido, que ocorreu com sucesso, em 1886, no metrô de Londres. Ao longo do século XIX, com a grande expansão urbana nas grandes cidades da Europa e Estados Unidos, iniciou-se a construção de sistemas de transporte subterrâneos em várias grandes cidades, como Londres, Berlim e Nova York. (DELGADO, 2012) A couraça, do inglês *Shield,* evoluiu ao longo do tempo, tendo sido percursora das sofisticadas máquinas TBM- *Tunnel Boring Machines* (Máquina de Perfuração de Túneis), utilizadas, inclusive, para a escavação em rochas competentes e duras, em substituição à escavação com uso de explosivos.

No Brasil, os sistemas de transporte urbano subterrâneos começaram a ser implantados tardiamente, a exemplo de outras grandes cidades do Mundo. Várias foram as causas, salientando-se a carência de investimentos no setor, aliada a deficiências em planejamento de transportes, problema que persistiu até meios do século XX. O transporte de passageiros subterrâneo, denominado no Brasil de metrô, teve início na cidade de São Paulo, a partir de 1975, com uma primeira linha, que ocorreu praticamente em concomitância ao Rio de Janeiro, os dois maiores centros urbanos brasileiros.

Para São Paulo, em especial, a razão da implantação tardia é alegada em parte, à sua geomorfologia muito variada e acidentada. Para viabilizar o transporte subterrâneo, neste contexto, seria necessário tecnologias construtivas complexas e onerosas, inacessíveis nas primeiras décadas do Século XX, diante das arrecadações que seriam necessárias para fazer frente aos investimentos.

Também, o crescimento desorientado da cidade foi causa, na época, para que não se utilizassem sistemas construtivos de tecnologias mais simples, como é o caso das escavações de valas a céu aberto, no leito de vias públicas. Ocorre que a cidade cresceu sem o devido cuidado com estratégias em planejamento urbano, relativamente à sua expansão viária, o que inviabilizava soluções de linhas orientadas ao sistema viário. Hoje, certamente, estas soluções não seriam mais viáveis, tendo em vista o tráfego intenso.

A estrutura urbana da região metropolitana de São Paulo desenvolveu-se, em grande parte, em função de um sistema viário implantado em torno dos antigos caminhos que levavam às periferias mais distantes da cidade. De traçado orgânico, seguiam geralmente os espigões ao longo do relevo acidentado da cidade. A área central, contida no local de sua fundação, somente se expandiu no início do século XX, ao redor de seu centro. Assim, a partir do Centro, irradiaram-se, então, as artérias, que correspondiam aos antigos caminhos que acessavam os núcleos de povoação ao redor da cidade. A cidade cresceu em torno destas artérias, ocupando inicialmente as áreas de espigões e vertentes, mais nobres, deixando as várzeas nos fundos dos vales com ocupação informal e irregular. (SIMÕES JR, 2004)

Até 1920, a cidade de São Paulo já havia passado por um intenso processo de reconstrução e modernização. O rio Tamanduateí encontrava-se canalizado e suas várzeas, já aterradas, e conjuntamente com as do Vale do Anhangabaú, ambas contornando o Centro, vieram a receber obras de urbanização, prevendo-se parques e vias de circulação viária. As principais ruas do centro haviam sido alargadas, inclusive sua principal artéria, a Av. São João, que levava a localidades a oeste, já contava com uma largura de 30,0m. Os principais bairros, ao redor do centro, encontravam-se implantados e ocupados, e os bairros jardins, que abrigavam a elite paulistana, em processo de expansão. A malha viária, então, mesmo que de forma esparsa, alcançou e chegou a ultrapassar o Rio Tietê, limite geográfico da cidade ao norte, para a época. (CAMPOS NETO, 1999)

Assume, então, a cidade de São Paulo, a partir da década de 1920, uma nova dimensão e os problemas urbanos, também, um nível de novas proporções. Com o adensamento ininterrupto da ocupação do solo urbano, foi preciso uma nova estruturação do sistema viário, para fazer frente às necessidades de deslocamento da população e dos produtos consumidos ou produzidos na cidade.

Não se encontrando soluções para orientar o tráfego caótico no Centro, fora encomendo ao engenheiro municipal Prestes Maia, a elaboração de um plano viário, para dar solução ao tráfego, denominado “Um Plano de Avenidas para a Cidade de São Paulo”. Elaborado segundo os principais conceitos urbanísticos para a época, foi publicado em 1930. O Plano de Avenidas, como foi chamado popularmente, teve como temática central, uma proposta para estruturação do sistema viário de São

Paulo, segundo a orientação radial-perimetral. Aproveitando os antigos caminhos históricos que levavam às localidades periféricas da cidade e que vinham se transformando em importantes vias urbanas, estabeleceu-se vias radiais. Já as perimetrais, tratava-se de anéis envolvendo o Centro, sendo que o mais próximo, teria a função de evitar que os veículos se afunilassem na área central, sendo denominado de Perímetro de Irradiação. Ver Figura 1. O Plano apresentava ainda outras propostas de intervenção, inclusive, quanto a linhas de metrô. (LEME, 1990).

Figura 1 – Plano de Avenidas



Fonte: (MAIA, 1930)

O referido plano não foi implantado de imediato, tendo em vista a crise econômica e política que o país vivia no início da década de 1930. Mas foi o próprio Prestes Maia, ao se tornar prefeito, entre 1938 e 1945, quem deu andamento à implantação do Plano de Avenidas. Veio a efetuar um tal conjunto de realizações, que propiciou uma grande renovação urbana nas áreas centrais, estabelecendo, ainda, novas e amplas ligações entre os bairros, integrando-os e interligando-os ao Centro. (TOLEDO, 1999) Deixou na recém-construída Av. São Luiz, que integrava o Perímetro de Irradiação, células internas aos viadutos que transpõe os vales em sua passagem, visando a futura implantação do metrô pelo método Vala a Céu Aberto. Mesmo tendo sido a primeira iniciativa concreta para implantação de uma linha de metrô em São Paulo, estas células nunca foram ocupadas, já que a linha 3-Vermelha, que

hoje tem seu traçado coincidente com a avenida, foi construída pelo método conhecido popularmente como “Tatuzão”, passando por cotas bem inferiores. (VASCONCELLOS, 1993)

Com o constante crescimento da cidade, o sistema de transportes coletivo, até então efetuado por bondes e complementado por algumas pequenas empresas de ônibus, tornou-se deficitário. Este era o panorama da São Paulo das décadas de 40/50, que alcançou os anos 60, com quase quatro milhões de habitantes e com um crescimento da frota de veículos, em torno de 20% ao ano. Os investimentos efetuados para implementar o sistema viário da cidade, no entanto, ficaram muito aquém das necessidades, em função do constante crescimento da mesma e esta situação, acabara se agravando ainda mais, no início da década de 60, em decorrência da imensa indefinição política que vivia o país. (PAITT, 1971)

Até a década de 1950, o Centro ainda abrigava a maior parte das atividades comerciais e de serviços da cidade. As artérias radiais, aos poucos, tornaram-se corredores comerciais, transformando os vilarejos que acessava, em subcentros de comércio e serviços. Entre os mais evidentes, pode-se citar: Santana, ao norte; Penha, a leste; Santo Amaro, ao sul; Pinheiros e Lapa, a oeste, assim como, alguns municípios vizinhos, entre eles, Osasco, Guarulhos, São Caetano, Santo André, Diadema, cidades que se tornaram importantes centros industriais.

Por volta da década de 1960, a estrutura urbana pouco havia se alterado. O Centro havia-se expandido até a Av. Paulista, via perimetral, formando um subcentro de negócios e as antigas vias radiais que faziam esta interligação, as então ruas da Consolação, Augusta, 9 de Julho e Brigadeiro Luiz Antônio, passaram a sediar, por sua vez, atividades comerciais e de serviços, que se se irradiavam para o entorno. Através da Av. Rebouças, implantada na década de 1940, atingiu-se o Rio Pinheiros, considerado então, limite geográfico da cidade à sudoeste. Com a expansão, alcançou a Av. Faria Lima, transformando-a, em futuro próximo, em um corredor de edifícios de escritórios. Da mesma forma, as demais radiais históricas, a maioria, foram sendo transformadas em largas avenidas, tornando-se ativos corredores de comércio e negócios.

Esta característica, a de transformação do uso do solo ao longo dos corredores para ocupação por atividades de comércio e serviços, se contrapõe às necessidades viárias que deveriam ocorrer nestas avenidas, ou seja, a de possuir capacidade de fluidez do tráfego. À medida que a ocupação comercial se intensificou ao longo dos corredores, necessidades com estacionamento, paradas, carga e descarga vieram a prejudicar os fluxos viários nestas vias e para a São Paulo de então, o tráfego nestes corredores tornou-se caótico. Tendo em conta, que o transporte de passageiros, na cidade de São Paulo, até a década de 1960, era efetuado exclusivamente pela superfície, a saturação do tráfego também atingia o transporte de passageiros, que por si só, sua frota já não atendia às demandas, diante do aumento da população. Esta multiplicidade de funções, que vinha se desenvolvendo ao longo das vias arteriais,

reduzia drasticamente sua capacidade de escoamento, tornando seu desempenho precário. (DINIS, 2002)

Deram então, início, o Estado e o Município, a estudos específicos de transporte de passageiros, visando a implantação de linhas de metrô e de um anel rodoviário contornando a cidade, para desviar a circulação de produtos das regiões mais centrais, cuja escala, teria a amplitude necessária a que se pretendia, para solucionar, de forma global, os problemas de transporte na Grande São Paulo. O anel rodoviário teve sua implantação iniciada, mas se limitou a obras de transposição, vias locais e de interligação, em aproveitamento às vias marginais existentes dos rios Tietê e Pinheiros, para cumprir este papel.

Além de inúmeros projetos específicos efetuados, foram elaborados, em especial, diversos estudos em planejamento urbano, que dariam a orientação para intervenções a serem efetuadas gradativamente, a médio e longo prazo. Neste contexto, os principais planos de ação elaborados, no final da década de 60, foram os de implantação do Metrô, elaborado pelo GEM - Grupo Executivo do Metropolitano, criado pela PMSP, em agosto de 1966, com o objetivo específico de viabilizar a implantação do metrô; seguido pelo PUB, cujos trabalhos foram desenvolvidos pelo GEP - Grupo Executivo de Planejamento, criado em 1967, também pela PMSP, visando a elaboração de um plano urbanístico para a cidade de São Paulo e por fim, o PMDI, desenvolvido pelo GEGRAN - Grupo Executivo da Grande São Paulo, organismo estadual que teve como objetivo, coordenar as ações intermunicipais na Região Metropolitana de São Paulo, tendo elaborado, em 1970, o PMDI-Plano Metropolitano de Desenvolvimento Integrado, sendo responsável ainda, pelo gerenciamento dos trabalhos de elaboração e atualização das cartas geográficas e topográficas das áreas urbanizadas da Grande São Paulo. Este último plano consistiu em um estudo de compatibilização de planos anteriores, com proposições para as décadas de 1970 e 1980, tendo inclusive avaliado várias recomendações efetuadas pelo PUB e pelo Metrô. (METRÔ, 1968)

Todos estes planos abordaram a problemática dos corredores de tráfego em São Paulo e propuseram soluções semelhantes entre si, em especial, a de manter e até estimular, o uso predominante do solo nestes corredores, melhorando, no entanto, as condições do transporte de massas. Pretendia-se, que o traçado das novas vias, com características arteriais ou expressas, seguisse diretrizes que as afastassem das áreas de grande concentração comercial. O resultado mais imediato e eficaz destas iniciativas foi um relatório detalhado, intitulado Metrô-Sistema Integrado de Transporte Rápido Coletivo da Cidade de São Paulo, elaborado a cargo do GEM - Grupo Executivo do Metropolitano. Foi entregue oficialmente ao público, em dezembro de 1968, pelo então prefeito Faria Lima. Apresentava uma descrição das metodologias e dos procedimentos que foram adotados para os estudos,

baseado na análise do estado em que se encontravam os transportes urbanos na Cidade de São Paulo e na prognose de seu desenvolvimento.

O relatório Metrô efetua proposições para o transporte integrado em todos os níveis e modos, com base na avaliação de planos existentes, pesquisas e análises das conjunturas socioeconômicas do Estado e da Cidade, da morfologia e tendências urbanísticas da cidade, concluindo, com proposições para o seu sistema viário, utilização ferroviária e apresentando, ainda, um pré-projeto de engenharia para a implantação de quatro linhas metroviárias, consideradas prioritárias. A primeira linha escolhida a ser implantada foi a Linha 1-Azul. (METRÔ, 1968)

Verifica-se, pelo exposto, que para a concepção de um sistema de linhas de metrô, em São Paulo, foi necessário estudos em vários níveis, para identificar a progressão dos vetores de demandas de transporte de passageiros e caracterizar sua interferência em aspectos urbanísticos, para que fossem efetuados os traçados prioritários. A partir das metodologias construtivas que seriam utilizadas em seus vários trechos típicos, tornou possível estabelecer a relação com aspectos econômicos e questões morfológicas e urbanas da cidade, na época em que cada linha deveria ser implantada. Busca-se, com este trabalho, estabelecer uma relação entre as razões que levaram a escolha dos métodos construtivos utilizados da Linha 1-Azul do Metrô de São Paulo e o resultado de sua implantação, mediante análise de aspectos urbanísticos, construtivos e econômicos.

2 UM SISTEMA DE TRANSPORTE DE MASSA SUBTERRÂNEO PARA SÃO PAULO

A concepção inicial para a implantação de um sistema metropolitano de transporte, com linhas subterrâneas, em São Paulo, se situou no cerne da problemática sob o foco de um trânsito caótico, em que se encontrava o centro da cidade, na ocasião de sua implantação, em meio à década de 1960.

Cabe salientar, no entanto, que a intenção de se implantar um sistema de transporte rápido, para a cidade de São Paulo, era antiga, tendo um primeiro projeto sido apresentado pela light, em 1927, para a implantação de algumas linhas, a maioria na superfície e um pequeno trecho subterrâneo na região central da cidade, integradas com as linhas de bonde existentes. O projeto não foi aceito pela municipalidade, tendo em vista a necessidade de se corrigir a situação errática com que o sistema viário da cidade, sem medidas de planejamento, havia se expandido. Seguiu-se a esta proposta, por encomenda do próprio governo municipal, em 1928, um projeto que consistia em transformar a Estrada de Ferro Cantareira, em linha metroviária, também não implantado.

Já em 1929, durante o governo do prefeito Pires do Rio, houve uma nova proposta, de uma rede de linhas metroviárias, inspirada no Plano de Avenidas, ainda em elaboração, por Prestes Maia. As linhas seriam todas radiais, uma orientadora formando um eixo Norte-Sul, seguindo-se de outra no

sentido Oeste, pela Rua Barão de Limeira, outra a Leste, ao longo da Estrada de Ferro Central do Brasil e mais uma para Sudeste, acompanhando o rio Tamanduateí, até o bairro do Ipiranga, também não implantada. Havia na época pouco embasamento técnico e pargos recursos, para sua efetivação.

Após 1945, é apresentado pelo Eng. Mario Lopes Leão, um sistema perimetral-radial, para efetivação de propostas do Plano de Avenidas, de Prestes Maia, utilizando as vias do Perímetro de Irradiação, recém implantado. Em 1947, técnicos do metrô de Paris apresentaram um novo projeto, divergente dos demais, com duas diametrais e uma terceira linha ligando as duas anteriores. Em 1948, a PMSP contratou a Companhia Geral de Engenharia para a elaboração de um projeto, que se compunha por três linhas, duas diametrais, Norte-Sul, Leste-Oeste e uma terceira, ligando as anteriores.

O problema então, voltou a ser abordado somente em 1956, por uma comissão da PMSP, chefiada por Prestes Maia, cujo anteprojeto previa três linhas, uma Norte-Sul, outra Leste-Oeste e uma terceira, Sudeste-Sudoeste, que sem se cruzarem, se interligavam no centro. Por fim, em 1957, a Prefeitura incumbia o Departamento de Urbanismo, da revisão dos Planos do Metropolitano, para a apresentação de uma nova proposta. (METRÔ, 1968)

Todos estes planos foram elaborados segundo critérios diversos, sem o apoio de técnicas mais precisas em planejamento dos transportes e técnicas de engenharia, esbarrando em condicionantes de ordem física e urbanística, a que deveriam se submeter, tendo sido todos eles por demais incipientes para sua efetivação. O projeto de uma linha de metrô exige definições técnicas altamente complexas, que além das exigências especificas do próprio sistema metroviário, depende também de aspectos como ocupação do solo, preservação do meio ambiente e do patrimônio histórico. Para isso, para a implantação do metrô, torna-se necessário considerar características geológicas, morfológicas e urbanísticas, conformação do sistema viário por onde atravessará, integração a outros meios de transporte de passageiros e aspectos legais. De forma geral, a cidade de São Paulo tem uma topografia muito ondulada e geologia não favorável, devido a existência de várzeas, com o agravante de não ter crescido e se expandido de forma planejada. Assim, as propostas deveriam se adequar a diversas soluções construtivas, resultando em linhas em nível, elevadas e enterradas, buscando adequarem-se a exigências técnicas e razões econômicas. (DINIS, 2019)

Por outro lado, ao se avaliar a evolução da população de São Paulo, desde o início do século, constata-se que somente se atingiu uma aglomeração suficiente para comportar um sistema de transporte de massas, em semelhança às demais capitais do Mundo, a partir de 1960, ao atingir 3,8 milhões de habitantes. A grande problemática da cidade de São Paulo, na primeira metade do século, basicamente, resumia-se às grandes deficiências na estrutura básica viária e na falta de diretrizes de

planejamento. O sistema viário ainda mantinha a característica básica de radial-concêntrico, com suas principais vias arteriais sendo transformadas em importantes corredores de transporte coletivo, concentrando a maioria das conexões e baldeações, no centro da cidade. As vias perimetrais, poucas, não cumpriam este papel, em grande parte, devido às poucas interligações que existiam. Agravando ainda mais a situação, importantes artérias da cidade, tornaram-se corredores de transporte e centros de atividades de comércio e serviços.

Neste sentido, o corredor da Av. Paulista, exemplo típico, via arterial de grande importância, foi objeto de um projeto, denominado Nova Paulista, visando separar a via local, propriamente, do tráfego de passagem e do transporte de passageiros de maior intensidade. Recebeu suas primeiras providências durante a administração do prefeito Faria Lima, em 1968, inclusive, com a construção já de algumas obras, a exemplo do complexo viário Paulista-Consolação. Como concebido, previa o rebaixamento das suas pistas, para serem destinadas ao tráfego rápido de passagem, deixando a superfície livre, para a circulação local. Um terceiro nível, enterrado, seria destinado à implantação de linhas metroviárias. (WILHEIM, 1965)

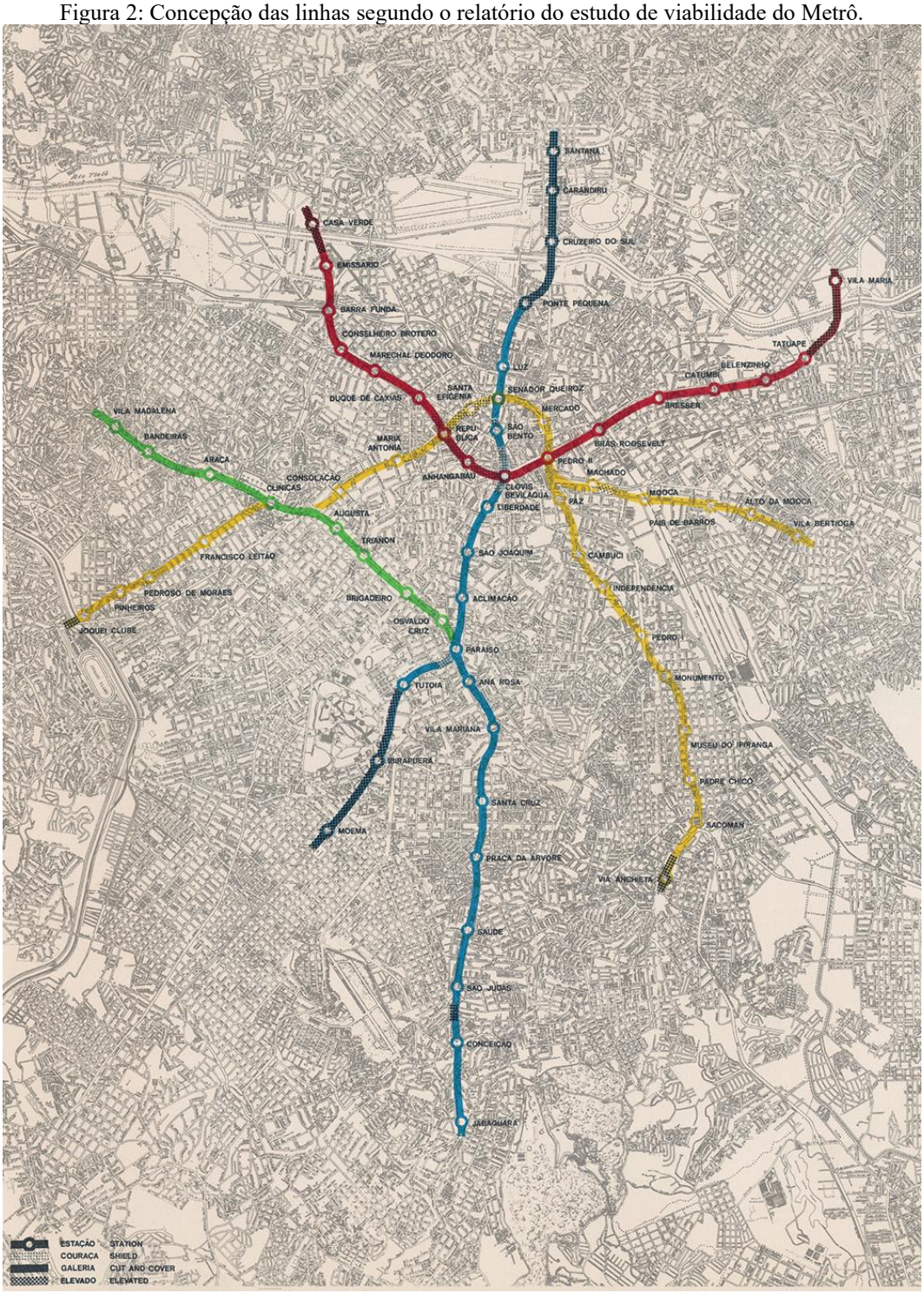
Este projeto, mesmo não tendo sido implantado, induziu à proposta de implantação de duas das linhas do Metrô, que acompanham todo o corredor, cujo eixo arterial se inicia na Av. Jabaquara e termina na Av. Heitor Penteado, correspondendo às atuais linha 1-Azul, no trecho entre as avenidas Jabaquara e Vergueiro e a linha 2-Verde, compreendendo as avenidas Paulista, Dr. Arnaldo e Heitor Penteado, ambas implantadas.

Para elaborar os projetos do metropolitano de São Paulo, o grupo formado com este intuito, GEM - Grupo Executivo do Metropolitano, realizou a seleção internacional de empresas consultoras para a elaboração dos estudos econômico-financeiros e pré-projetos de engenharia. Foi vencedor o consórcio entre a Hochtief da Alemanha, a Montreal do Rio de Janeiro e a Deconsult, também da Alemanha, cujo contrato foi celebrado a 7 de abril de 1967.

Em março de 1968, o consórcio Hochtief-Montreal-Deconsult havia já concluído este trabalho. Ainda na fase de estudos, foi realizada uma pesquisa de origem e destino para estabelecer as possíveis linhas iniciais a serem implantadas. Após a pesquisa, iniciou-se o estudo financeiro por meio de um pré-projeto, que contribuiu para criação da Companhia do Metropolitano de São Paulo, denominada hoje por “Metrô”. (METRÔ, 1968)

As quatro linhas propostas neste estudo apresentam uma correlação, em concepção, em grande parte, ao que corresponde hoje o conjunto de linhas efetivamente implantadas, no entanto, com traçado e Origem-Destino diversos, como se verifica na Figura 2.

Figura 2: Concepção das linhas segundo o relatório do estudo de viabilidade do Metrô.



Fonte: Metrô – 1968

As maiores diferenciações entre as linhas inicialmente concebidas, com as implantadas, estão descritas a seguir, podendo-se verificar os contrastes, observando as Figuras 2 e 10.

Linha 1-Azul, implantada integralmente, correspondia à Linha Santana - Jabaquara, apresentando como única diferenciação, à atual, um ramal na direção Moema – Paraíso, não implantado, mas que corresponde a um trecho da atual Linha 5-Lilaz.

Linha 2-Verde, saía do Paraíso e seguia para Vila Madalena, também semelhante à hoje implantada.

Linha 3-Vermelha, a Leste-Oeste, diferenciava-se em grande parte da que se encontra hoje implantada. Iniciando na Casa-Verde, seguia em direção à Vila Maria, cruzando com a 1-Azul, na Praça Clóvis Bevilaqua (Sé).

Linha 4-Amarela, com início no Jóquei Clube, seguia até o Sacomã, passando e integrando-se com a 1-Azul, na Rua Senador Queiroz - Centro, com um ramal no alto da Mooca. A atual implantada, no trecho à oeste, mantém uma correspondência na concepção, porém, à leste, não teve continuidade.

O relatório do Metrô propôs que a implantação das quatro linhas metroviárias acima, ocorresse em dez anos, iniciando pela linha 1-Azul Santana-Jabaquara. As correspondentes linhas implantadas levaram praticamente 50 anos para sua efetivação.

3 LINHA 1-AZUL DO METRÔ DE SÃO PAULO

As principais prioridades para a escolha da primeira linha a ser implantada, referiam-se ao descongestionamento do trânsito no centro da cidade e à criação de uma alternativa de transporte de massas sobre trilhos, para os moradores da periferia imediata da cidade. A linha 1-Azul atendia essas duas necessidades, indo do bairro do Jabaquara a Santana, passando pelo centro da cidade. Também, esta linha não apresentava impedimentos legais ou desapropriações de maior vulto e questões técnicas que exigissem desenvolvimento tecnológico, como foi o caso da 2-Vermelha, implantada na sequência. Ainda, e principalmente, por haver uma grande demanda para passageiros não atendida satisfatoriamente ao longo deste vetor de transporte, justificando e viabilizando a operação da linha. Sendo assim, era viável economicamente, tendo sido a primeira linha implantada. (VICENTE, 2013).

O projeto inicial da linha da 1-Azul comtemplou três trechos, cada um com métodos construtivos distintos. O primeiro, trecho central, corresponde ao Centro, parte do centro histórico da cidade de São Paulo; nos dois extremos, um segundo trecho no lado sul, saindo do Centro em direção ao sul, chegando à estação Jabaquara e no lado norte, o terceiro trecho, saindo também do Centro, chega à estação Santana. Foram considerados, para a definição da linha, planos urbanísticos e projetos existentes no âmbito municipal, que previam a construção de vias públicas e intervenções em áreas lindeiras, em trâmite ou intensão de serem implantados na época (METRÔ, 1968)

A linha inteira, que corresponde à atual, foi construída em duas etapas, sendo que a primeira, prevista no relatório, foi entregue no trecho básico, entre as estações Jabaquara e Santana, no ano de 1975, como previsto no relatório básico, com 20 estações. Após, em 1998, foram entregues as estações Jardim São Paulo, Parada Inglesa e Tucuruvi, como plano para expansão da linha. Na primeira etapa de execução da Linha 1-Azul, foram aplicados três métodos construtivos, sendo dois enterrados e um elevado.

No lado Sul, o traçado deste trecho da linha acompanhou parte do espigão que margeia o Centro e segue em direção ao sul. Concomitantemente, planos urbanísticos foram também implantados, configurando um corredor de tráfego formado pelas atuais avenidas Jabaquara, Domingos de Moraes, Vergueiro e Liberdade. Para implantação destas obras viárias, as antigas ruas e avenidas que acompanham o espigão, foram objeto de um amplo projeto urbanístico e de reformulação do tráfego, com obras estratégicas visando transformá-las em um amplo corredor com ocupações de uso do solo variados, residenciais, comerciais e de serviço. Desenvolveram-se, com a linha implantada, vários centros de negócios, a exemplo de localidades junto às estações Santa Cruz e Paraíso e os bairros ao seu redor foram revitalizados, como Vila Mariana, Saúde e Jabaquara. O papel de reestruturação da cidade, a partir de uma linha de metrô e em torno dela, torna-se natural, mesmo que não planejado, tendo em vista as facilidades de deslocamento e concentração das pessoas em torno da estações.

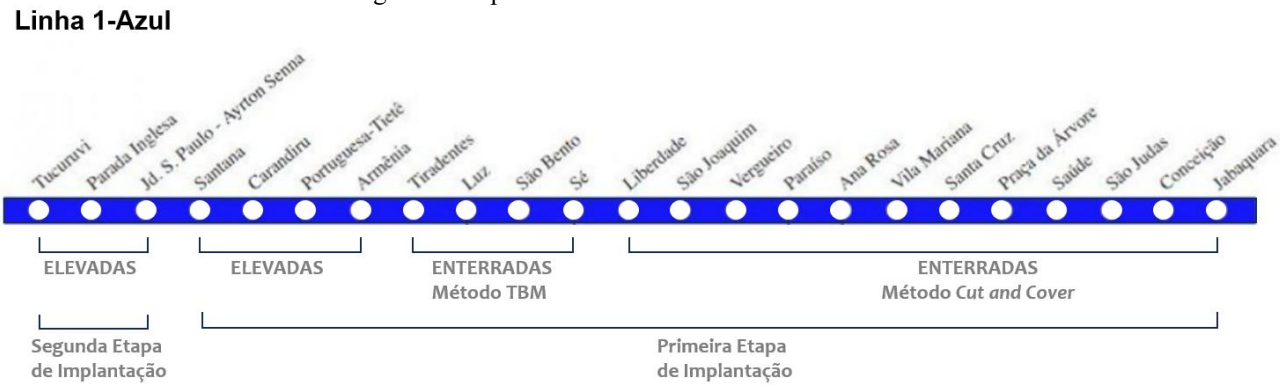
Aproveitando-se as obras viárias e o perfil praticamente plano das vias no trecho sul, adotou-se, como sistema construtivo, o método enterrado Vala a Céu Aberto (*Cut and Cover*), em que junto à superfície, o túnel é escavado a céu aberto e coberto, a seguir, por uma laje. Este trecho corresponde a onze estações, na sequência, do Centro em direção ao sul: Liberdade; São Joaquim; Vergueiro; Paraíso; Ana Rosa; Vila Mariana; Santa Cruz; Saúde; São Judas; Conceição e Jabaquara.

O trecho central da linha, onde se localiza o centro histórico, por não ser viável o método Cut and Cover, foram utilizadas tuneladoras *Shield*, popularmente conhecidas como "Tatuzão", método enterrado não destrutivo denominado de TBM-*Tunnel Boring Machine*, viabilizando a construção dos túneis sob prédios históricos, como o mosteiro São Bento, Igreja da Sé, Pátio do Colégio, Palácio Justiça e diversos edifícios altos, não trazendo consequências significativas para o patrimônio e o cotidiano da cidade. (VICENTE, 2013). As estações previstas neste trecho correspondem às Tiradentes; Luz; São Bento e Sé (Praça Clóvis Bevilaqua).

O trecho norte, por ter que transpor o Rio Tietê, optou-se por via elevada. Saindo da estação Armênia, na sequência, seguem as estações Portuguesa (Ponte Pequena); Cruzeiro do Sul, Carandiru; até alcançar, em sua primeira etapa de implantação, a estação final Santana. Na segunda etapa, implantou-se as estações Jardim São Paulo; Parada Inglesa e Tucuruvi.

Toda a sequência da linha, identificando todas as estações, nas duas etapas de implantação, pode ser vista na Figura 3, a seguir:

Figura 3: Mapa da Linha 1-Azul do Metrô de São Paulo



Fonte: Adaptado de Maps of São Paulo (2022)

Em 14 de dezembro de 1968, iniciou-se oficialmente as obras da linha 1-Azul do metrô de São Paulo. Em 1972, com as obras ainda em andamento, o primeiro trem efetuou um teste da estação Jabaquara à estação da Saúde. Em 1974, seis meses antes da inauguração para o uso comercial, a equipe do metrô iniciou uma simulação com os futuros usuários a fim de orientar e valorizar a importância dos cuidados com os equipamentos e a conservação. No dia 14 de setembro de 1974 foram realizadas as primeiras viagens abertas ao público entre a estação Jabaquara e a Vila Mariana. Na época, a média diária era de quase 3 mil pessoas por dia, numa carga horária de 4 horas de funcionamento por dia. Em maio de 1975 ocorreu a primeira viagem da estação Jabaquara à Liberdade e em setembro, a extensão do percurso indo do Jabaquara até Santana.

Em 1978, a Estação Sé foi inaugurada, já prevendo estabelecer a futura ligação com a linha 3-Vermelha. Com capacidade de servir 100.000 passageiros por hora, sendo a maior estação de toda a rede. O término da linha, em seu projeto inicial, ocorreu com a Estação Santana. No ano de 1998, ocorreu o prolongamento da linha 1-Azul, com a inauguração das estações Jardim São Paulo, Parada Inglesa e Tucuruvi. Toda a linha tem um percurso, da estação Jabaquara até a estação Tucuruvi, de 20,2 quilômetros de extensão e conta com 23 estações.

4 ASPECTOS CONSTRUTIVOS DA LINHA 1-AZUL DO METRÔ

A escolha do método construtivo de uma linha de metrô depende de vários fatores, em especial, de técnicas disponíveis a cada situação, custos de implantação, interferências com o meio, planos urbanísticos e prazos de execução. São implantadas, distintamente, por trechos ou em sua totalidade, em nível, subterrâneas ou elevadas.

De forma geral, se forem enterradas, seguem um padrão executivo estabelecido por técnicas próprias ao método adotado, para cada trecho de túnel em questão. Utiliza-se, normalmente, o método TBM (*Tunnel Boring Machine),* totalmente mecanizado, na sua escavação e revestimento, popularmente conhecido como "Tatuzão". Pela alta performance, é aplicado normalmente em trechos de urbanização adensada ou tráfego intenso na superfície. Para casos específicos, como embocaduras de túneis ou estações, pode-se também utilizar o método NATM (*New Austrian Tunneling Method*), cuja escavação é efetuada por equipamentos específicos a cada situação e o revestimento, estrutural, é efetuado por concreto jateado sobre as faces escavadas. Há também, o método *Cut and Cover*, que consiste em efetuar a escavação a céu aberto. Foi muito utilizado nas primeiras linhas do Metrô, hoje somente em casos específicos, devido ao fato de ser destrutivo, quanto à superfície do terreno onde é implantado. As linhas podem também ser elevadas, executadas pelos métodos usualmente utilizados em estruturas de pontes, como também, podem ser implantadas na superfície.

O Metrô de São Paulo se utiliza de todas estas configurações construtivas, desenvolvendo por meio da implantação de suas linhas, amplo conhecimento técnico. O estudo de algumas destas técnicas construtivas é o objetivo deste trabalho, especificamente, as que foram utilizadas para implantação da linha 1-Azul do Metrô.

As principais técnicas e métodos que foram utilizados na linha Azul, na construção dos túneis, estão resumidas, a seguir.

4.1 CONSTRUÇÃO PELO MÉTODO *CUT AND COVER* (VALA A CÉU ABERTO)

O método *Cut and Cover* tem o significado do termo de cortar e cobrir, denominação do método que pode ser realizado em formatos variáveis geometricamente, especialmente retangulares. De modo geral o método consiste em executar uma escavação a céu aberto, por meio de uma trincheira, escavada e escorada lateralmente, executando-se a seguir as estruturas no fundo da escavação, paredes e a seguir, as lajes superiores.

O método apresenta uma série de restrições para sua aplicação, construtivas e urbanísticas. A grande problemática é a destruição da superfície por onde o túnel é implantado, causando uma série de interferências com o meio e transtornos à população, a principal, a interrupção do tráfego na via durante a execução. Em locais onde há necessidade de rápida liberação do tráfego, esse método não é o mais indicado, já que para sua aplicação, o tráfego deverá ser desviado durante todo o período da obra, sendo somente restaurado à sua condição original, quando a obra for concluída.

Dentro desta metodologia, existem diversas técnicas, cada uma delas variando segundo requisitos próprios, que envolve processos construtivos e materiais específicos, escolhidos em favor

de cada situação a que se aplica. Dentre as várias alternativas que podem ser aplicadas, pode-se citar os sistemas construtivos: escoramento da vala em pranchada composta por perfis metálicos cravados e entremeados por pranchas de madeira, o mais econômico, porém, utilizado com restrições, no caso da ocorrência de água subterrânea em valas mais profundas, ou de solos colapsíveis, sendo mais viável em camadas argilosas mais impermeáveis; escoramento em estacas-prancha, indicado para solos moles ou colapsíveis, diante da maior segurança na escavação, relativamente à deslocamentos por inconsistência do solo ou adensamento devido ao rebaixamento do lençol freático; paredes-diafragma, normalmente utilizadas como escoramento definitivo, incorporadas às estruturas do túnel, geralmente utilizadas em caso de lençol freático elevado, também utilizada, em caso de haver edificações próximas à obra com risco de avarias durante as escavações; e ainda, parede de estacas justapostas, pré-moldadas em concreto, utilizadas também como definitivas, incorporadas às estruturas do túnel. (OLIVEIRA, 2012)

Cabe colocar, que o túnel assim executado, trata-se normalmente de uma estrutura de concreto armado, de seção retangular, formando uma ou mais células por onde a linha metroviária será instalada. Os escoramentos, assim, podem vir a ser incorporados à estrutura definitiva, a depender das conveniências de projeto.

De forma geral, a sequência executiva é semelhante a todos estes métodos, podendo ser resumida, como segue: execução do escoramento, a ser incorporado, ou não, às estruturas do túnel, a depender do método aplicado; rebaixamento do lençol freático, quando aplicável; escavação parcial ao nível de cada linha de contraventamento do escoramento, também quando aplicável, podendo ser estroncas ou tirantes protendidos; lastro e impermeabilização do embasamento da laje de concreto no fundo da vala; laje de concreto de fundo; paredes de concreto, no caso de se utilizar escoramentos provisórios; laje de concreto superior; retirada das estroncas ou tirantes e escoramentos; impermeabilização da laje superior e reaterro para receber a pavimentação ou acabamentos. O aspecto da obra pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – Escavação em *Cut and Cover* com escoramento provisório.



Fonte: (LUCCHESE, 2009)

Em todo o trecho norte da Linha 1-Azul, como já mencionado, foi utilizado o método construtivo *Cut and Cover* (Vala a Céu Aberto), ao longo das avenidas Jabaquara, Domingos de Moraes, Vergueiro e Liberdade, que acompanham o espigão que se adentra ao centro da cidade, como também, às respectivas estações do trecho. Ao longo do eixo das respectivas avenidas, efetuou-se, concomitantemente, várias intervenções viárias, como duplicação ou alargamento de pistas e interligações viárias, a mais estratégica, o entroncamento das avenidas Vergueiro, Liberdade e Bernardino de Campos, onde se situa a estação Paraíso. Ver Figura 5. As principais características que potencializaram a escolha do método *Cut and Cover* para os túneis sob o leito destas avenidas, podem ser assim relacionadas: o espigão a que acompanham é razoavelmente plano; o subsolo é constituído por solos de fácil trabalhabilidade; o lençol freático é suficientemente profundo; o tráfego não era intenso em volume, factível de ser desviado e; havia já sido previsto pela municipalidade, um plano de intervenção viária. Todos estes fatores conferiram ao método, excelente desempenho nos aspectos construtivos e econômicos. (METRÔ, 1969)

Figura 5 - Execução da estação Paraíso em *Cut and Cover* (1973).



Fonte: Acervo do Metrô Paulistano - Antônio M. Rudolf (sem data)

Hoje, a despeito da implantação das avenidas na superfície, este método não seria possível de ser executado, por conta do tráfego intenso. A seguir, pode-se visualizar, na Figura 6, em vista aérea, as escavações em um segmento típico do trecho Sul, com a utilização da técnica de escoramento de vala a céu aberto (*Cut and Cover*), onde se observa a vala aberta estroncada, os desvios de tráfego e as fases de execução.

Figura 6: Escavação em *Cut and Cover* no trecho sul da Linha 1-Azul.



Fonte: (LUCCHESE, 2009)

4.2 CONSTRUÇÃO PELO MÉTODO TBM - SISTEMA MECANIZADO COM COURAÇA (*SHIELD*)

O metrô de São Paulo foi o primeiro, no Brasil, a utilizar o método TBM – *Tunnel Boring Machine*, uma máquina tuneladora de grande diâmetro, enterrada e deslocamento contínuo, apelidada já no início de "tatuzão". O sistema tem como princípio a perfuração protegida com o emprego de uma couraça, que assume a sustentação temporária do terreno no interior da escavação, seguindo-se, após

deixar exposta a escavação, o assentamento de anéis que têm a função de revestimento definitivo do túnel. Na extremidade frontal, existe uma fresa giratória (cabeça de corte), que contém pequenos discos de corte, de forma que as arestas dos discos entrem em contato com o solo ou a rocha, escarificando o maciço. Imediatamente atrás, ainda dentro da couraça (eventualmente fora dela, quando o maciço permitir), é montado o revestimento definitivo segmentado em anéis pré-moldados de concreto (ou metálico). O avanço da máquina se dá pela reação de macacos contra os anéis de revestimento já montados. No caso de rocha, sem couraça, o avanço se dá mediante sapatas ancoradas nas paredes laterais do túnel. (ROCHA et al, 2010)

O método TBM foi utilizado no trecho central da Linha 1-Azul, que compreende o centro antigo da cidade, região de ruas estreitas, densamente ocupada, com concentração de prédios em altura e construções históricas, optando-se assim, por uma intervenção menos restrita, quanto às possibilidades de escavação, de reduzida interferência na superfície. Decidiu-se pelo método, por ser um equipamento mecanizado para escavação sob o solo, através de monitoramento diário das escavações, o que minimizaria riscos de recalques e vibrações e seus efeitos na superfície. De acordo com Celestino et al, (2006), as maiores dificuldades para a execução dos túneis, na área central da cidade, foi a atenção com recalques durante a travessia sob as edificações mais antigas, como as do Largo São Bento, Rua Boa Vista, Praça Clóvis Bevilácqua e, principalmente, a região do Pátio do Colégio, onde as escavações estavam abaixo do nível d'água e em solos sedimentares argilosos e arenosos. A Figura 7, a seguir, ilustra o traçado por onde passaram as tuneladoras na região do centro antigo da cidade de São Paulo.

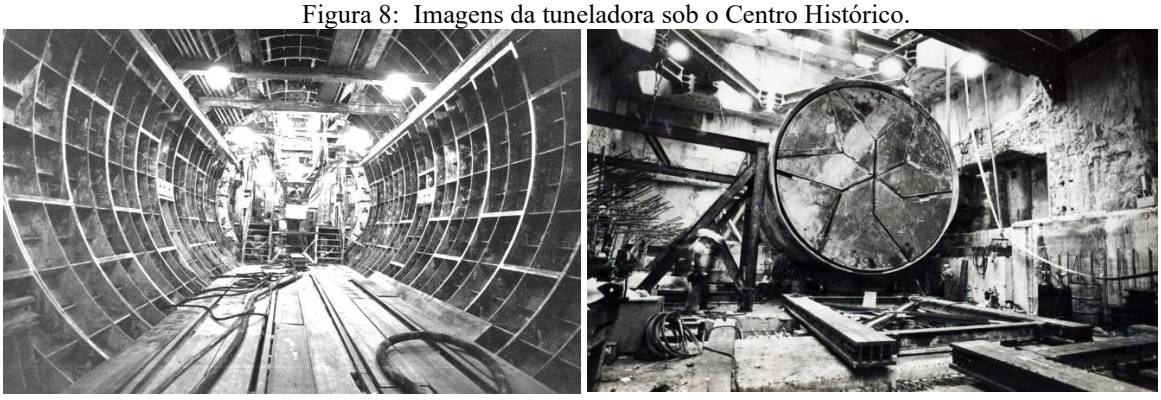
Figura 7: Traçado da linha 1-Azul do Metrô na região do antigo centro histórico da cidade.



Fonte: (CELESTINO et al, 2006)

Estabelecido o perfil da linha e conhecida a geologia, adquiriu-se quatro máquinas tuneladoras para construção dos túneis do trecho central da linha, sendo duas delas com escavação mecanizada e frente fechada e as outras duas, de frente aberta, para escavação manual. A seguir, na Figura 8, pode-se observar algumas imagens da tuneladora, na travessia do tatuzão sob o Centro Histórico.

Figura 8: Imagens da tuneladora sob o Centro Histórico.



Fonte: (OLIVEIRA, 2022)

4.3 MÉTODO CONSTRUTIVO EM VIAS ELEVADAS

As construções dos trechos em elevado de linhas de metrô são pouco utilizadas, tendo em vista que causam impactos no contexto urbano, como ruídos e poluição visual, sendo assim normalmente evitadas. De forma geral, causam obstrução visual e reduzem a luminosidade natural, tanto inferior à obra, como em suas laterais. Quando o traçado utiliza faixas desocupadas ou avenidas com largura

superior a 40,0 metros, os resultados obtidos são melhores, por ser guardada uma distância razoável das fachadas de edifícios, minimizando assim o desconforto da propagação de ruídos.

No caso da linha 1-Azul, devido a necessidade de transposição do Rio Tietê, constatou-se grande complexibilidade para a obra, se subterrânea, tendo em vista que o subsolo é constituído por argilas duras cinzas, geologia não favorável, optando-se por uma travessia superior, elevada. Na sequência da obra, seguindo o traçado ao longo da faixa central da avenida Cruzeiro do Sul, que por ser plana e com suficiente largura para minimizar impactos urbanos, decidiu-se por manter a via elevada neste último trecho, até a Estação Santana, o que permitiu a construção do trecho com redução de custos, prazos menores e facilidades na execução. Foram previstos aproximadamente três quilômetros no trecho elevado, a partir da estação Armênia, transpondo o vale do rio Tietê, até o extremo norte da linha.

De forma geral, devido às características do material rodante utilizado, a operação das linhas metroviárias só é viável para rampas máximas de 4% e raios de curvas limitados, não permitindo assim, que a estrutura se adapte a grandes variações altimétricas, como topografias muito acidentadas, o que pode inviabilizar essa alternativa. (METROSP, 2004).

Feita a opção pelo sistema elevado, buscou-se minimizar o impacto junto ao entorno, com a construção compacta da linha e das estações. Para implantação, a opção em aço foi descartada pela alta transmissividade sonora, ou seja, seria uma fonte excessiva de ruídos. No pré-projeto do (METRO, 1969), o sistema construtivo sugerido foi em pré-fabricado, atendendo a critérios estéticos e técnicos, seguindo o padrão arquitetônico da São Paulo da época. Na Figura 9, verifica-se a composição dos elemento pré-moldados utilizados na tipologia das estações tipo.

Figura 9 - Proposta de estação elevada na linha Norte-Sul do Metrô



Fonte: (METRÔ, 1968)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Muitas críticas foram feitas com respeito à implantação tardia do metrô em São Paulo, ou Rio de Janeiro, tendo como comparação, cidades congêneres no Mundo, em especial, a vizinha Buenos Aires, onde o metrô foi implantado já a partir da década de 1920. Várias são as justificativas, as dificuldades foram muitas, como se viu neste trabalho, no entanto, o que mais pesou, basicamente, foi a baixa capacidade de investimentos que tinha o Município para levar uma obra de tal envergadura adiante.

No entanto, na década de 1960, como decorrência do "milagre econômico brasileiro", período compreendido entre 1968 e 1973, quando ocorreu um intenso crescimento do PIB e, considerando a reforma tributária de 1967, Município e Estado vieram a ter aumento significativo nas arrecadações. (AMED e PLÍNIO, 1999) O município de São Paulo, então, pode dar início à realização de ambiciosos planos urbanísticos e de transportes, como a implantação de inúmeras avenidas e vias expressas e um sistema subterrâneo de transporte de massas. O Município tomou as iniciativas iniciais para a implantação de sua primeira linha de metrô, sendo esta incumbência, posteriormente, assumida pelo Estado, tendo em vista, em grande parte, tratar-se de transporte metropolitano.

Verificou-se, que para estabelecer critérios para a escolha da linha 1-Azul, a ser implantada primeiramente, foram considerados, concomitantemente, aspectos geológicos, tecnológicos, de transportes, urbanísticos e econômicos. No trecho sul da linha, havia já planos municipais de estruturação e implantação de um corredor viário, que coincidiu com os vetores de demanda para transporte de passageiros, alinhando-se a execução de ambas as obras, o que reduziu sobremaneira os custos de implantação. O trecho central da linha, por diretriz de concepção, deveria se situar no centro da cidade, maior polarizador de viagens de passageiros, tendo-se assumido, assim, os altos custos de implantação, como decorrência do processo construtivo exigido. Já o trecho norte da linha, em função de condicionantes geomorfológicos, assumiu-se como justificativa, a escolha por um sistema de via elevada, que também reduziu os custos de implantação.

Constata-se, de imediato, que a escolha do melhor traçado e métodos construtivos para a Linha 1-Azul, se deu após um longo estudo de implantação, com intervenções em vários níveis de análise. Entre estas ponderações, pode-se ressaltar, inclusive, no tocante à viabilidade, reduzir os transtornos ao trânsito local e à circulação de pedestres, assim como, impactos urbanísticos e ambientais provocados pelas desapropriações na região. Em especial, todos estes condicionantes foram relevantes para a concepção do projeto e sua implantação, em detrimento da importância que tinha também a linha 3-Vermelha, também estratégica, mas que teve seu início, na sequência, de imediato.

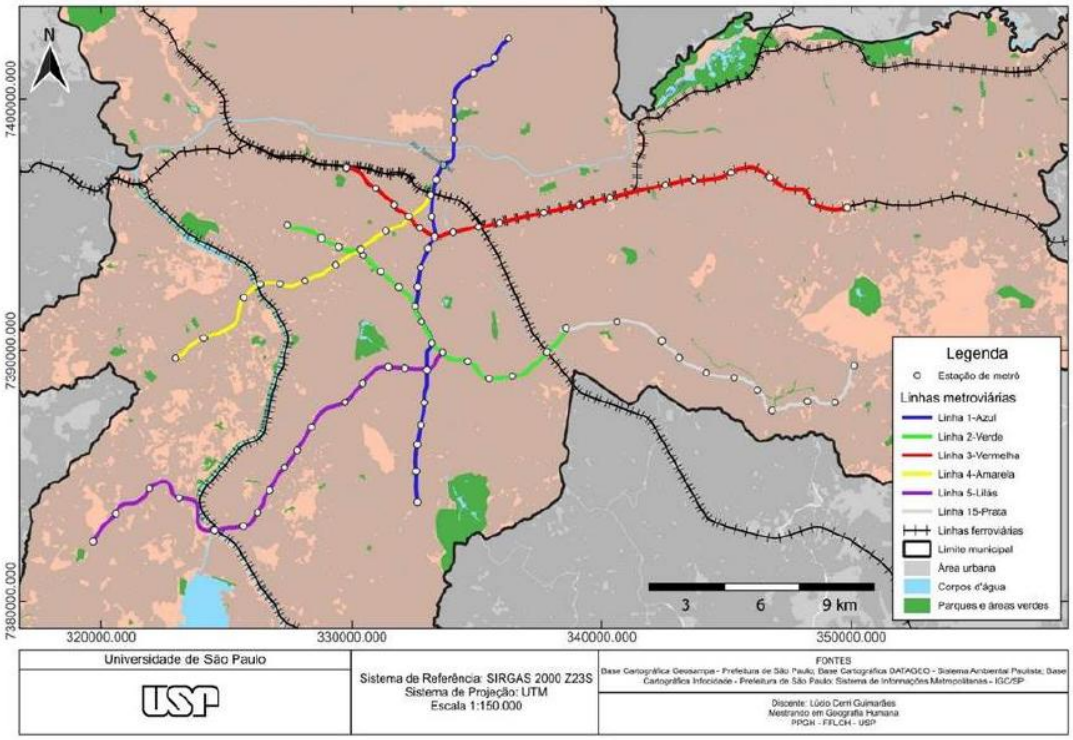
Ressalta-se, para que a implantação de qualquer uma das duas linhas, 1-Azul ou 3-Vermelha,

qual fosse a mais viável, deveria ser utilizado um método construtivo no trecho central da linha, na transposição do Centro, que não fosse de superfície e, se subterrâneo, que não causasse consequências e danos às edificações históricas ali existente e infraestrutura urbana, o que foi conseguido com a tuneladora TBM - *Tunnel Boring Machine* (Tatuzão), que com o desenvolvimento tecnológico que detinha, até então, viabilizou a construção dos túneis economicamente.

Verificou-se, com este trabalho, que a implantação de uma linha de metrô, pela sua relevância social, pode até vir a ter conotação política, mas os condicionantes inerentes à sua viabilidade, em planejamento de transportes, construtivos e urbanísticos, sempre irão preponderar sobre a decisão. Também, conjunturas técnicas, econômicas e urbanísticas foram primordiais para a escolha da Linha 1-Azul do metrô de São Paulo, como a primeira a ser implantada.

Verifica-se, também, por este trabalho e pela evolução e expansão urbana que se deu desde sua implantação, aos dias atuais, a linha 1-Azul foi um elemento estruturador da cidade, polarizando atividades de comércio e ocupação residencial em torno dela e formando centros de serviço ao redor das estações. Conjuntamente às demais linhas implantadas, internamente ao perímetro de seus entroncamentos, formou-se um núcleo de elevado valor percebido para ocupação por todos os setores, de moradia, serviços, comércio e cultural. Ver Figura 10. Ao longo das extensões das linhas, repete-se o fenômeno de polarização ocorrido com a linha 1-Azul. Conclui-se, que o sistema metroviário se comporta como um elemento estruturante para a (re)urbanização das cidades e mesmo tendo sido implantado tardiamente em São Paulo, vem cumprindo este papel.

Figura 10 – Linhas atuais do sistema metropolitano de São Paulo.



Para pesquisas futuras, este trabalho oferece uma base minuciosa para redirecionamento de novos estudos às linhas que se seguiram, na implantação do metrô de São Paulo, especialmente, a linha 3-Vermelha, que se interconecta com a 1-Azul, na Estação Sé. Mesmo a partir de observações e investigações bem superficiais, pode se verificar a riqueza de aspectos que foram considerados no traçado e escolha dos métodos construtivos da linha e de suas estações.

REFERÊNCIAS

AMED, F. J.; PLÍNIO, J. L. C. N. *História dos Tributos no Brasil*. Editora Scipione: São Paulo, 1999.

CAMPOS NETO, C. M. *Os Rumos da Cidade: Urbanismo e Modernização em São Paulo*. FAU/USP: São Paulo, 1999.

CELESTINO, T. B.; KOSHIMA, A; TELLES, R. Cavalari A.; ASSIS, A. *Túneis do Brasil: tunneling in Brazil*. CBT: Comitê Brasileiro de Túneis. Dba Dórea Books And Art: São Paulo, 2006.

DELGADO, A. M. F. C. *Breve referência histórica à construção subterrânea*. Departamento de Engenharia e Ciências do Mar. Universidade de Cabo Verde. Praia, 2012.

DINIS, H. O sistema viário da cidade de São Paulo: Evolução e Repercussão na cidade.2002. 212p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2002.

DINIS, H. *ReConstruindo São Paulo: desenvolvimento Econômico, transformações urbanas, novos centros.* Appris: Curitiba, 2019.

LEME, M. C. S. ReVisão do plano de avenida: Estudo sobre o planejamento urbano em São Paulo, 1930 – Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo – São Paulo – 1990.

LUCCHESE, C. *A construção da linha Azul: linha 1 do metrô de São Paulo.* The Urban Earth - reflexões para um mundo urbanizado, 2009. Disponível em: https://theurbanearth.wordpress.com/

2009/10/11/a-construcao-da-linha-azul-linha-1-do-metro-de-sao-paulo/. Acesso em: 20 ago. 2025.

Maia, F. P. *Estudo de Um Plano de Avenidas para a Cidade de São Paulo*. Cia. Melhoramentos: São Paulo. 1930.

MAPS OF SÃO PAULO. Mapa do metrô de São Paulo: linha 1-Azul. 2022. Disponível em: https://pt.map-of-sao-paulo.com/metr%C3%B4s-mapas/s%C3%A3o-paulo-metr%C3%B4---linha-1---azul-do-mapa. Acesso em: 01 dez. 2025.

METRÔ (org.). HOTCHIEF; MONTREAL; DECONSULT. METRÔ. Estudo Técnico: pré-projeto de engenharia. 2. ed. São Paulo, 1968. 345 p. Estudos do Metrô de São Paulo.

METROSP. O Metrô Elevado. 2004. Metrô de São Paulo. Disponível em:

http://www.metro.sp.gov.br/tecnologia/construcao/elevado. Acesso em: 12 fev. 2026.

OLIVEIRA, P. G. C. Execução de túneis com recurso ao método *Cut and Cover*. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia Civil. Especialização em Estruturas. ISEL. Lisboa, 2012.

OLIVEIRA, S. A obra de arte do Metrô: quando o tatuzão passou sob o centro histórico, memórias Paulistanas. Histórias Paulistanas. São Paulo, 2022. Facebook: Disponível em: https://www.facebook.com/groups/memoriaspaulistanas/permalink/5510969632257570/?mibextid=Nif5oz. Acesso em: 28 nov. 2025.

PAITT - Programa de Ação Imediata de Transporte e Tráfego. Relatório Final. GEGRAN, ATCP, GESP: São Paulo, 1971.

ROCHA, H. C.; Silva, M.A.A.P.; Ribeiro Neto, F. Evolução tecnológica das máquinas tuneladoras e anéis de revestimento no metrô de São Paulo. XV COBRANSEG, Gramado, RS. 2010.

SIMÕES JR, José Geraldo. *Anhangabaú: história e urbanismo moderador*. São Paulo. SENAC: Imprensa Oficial do Município de São Paulo, 2004.

TOLEDO, B. L. *Prestes Maia e as Origens do Urbanismo Moderno em São Paulo*. ABCP: São Paulo,1999.

VASCONCELLOS, A. C. *Pontes Brasileiras, Viadutos e Passarelas Notáveis*. Pini: São Paulo, 1993.

VICENTE, L. (São Paulo). A construção da linha azul: linha 1 do metrô de São Paulo. Cronologia do Pensamento Urbano. São Paulo. 2013. Disponível em: http://www.cronologiadourbanismo.ufba.br/

mais_documento.php?idVerbete=1479&idDocumento=69. Acesso em: 20 out. 2025.

WILHEIM, J. *São Paulo Metrópole 65*. Difusão Europeia do Livro: São Paulo, 1965.