



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP
TRILHOS

TIC TRENS

CPTM

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 1

ANEL METROPOLITANO DA CPTM: NOVAS LINHAS, NOVAS

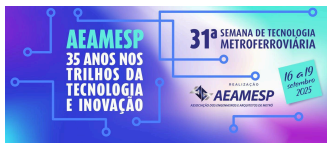
POSSIBILIDADES¹

SOBRE OS AUTORES

Thiago Dos Santos Da Silva - Técnico em Transporte Rodoviário (ETEC), Técnico em Transporte Ferroviário (ETEC), Tecnólogo em Transporte Terrestre (Fatec) e Pós-Graduando em Geoprocessamento (UFABC). Atualmente Técnico de Transporte no setor de planejamento de transporte da CPTM com experiência em integração modal e mobilidade ativa.

Tomoko Saeki - Engenheira Civil formada pela Unicamp, Engenheira de Obras Cíveis e industriais e Orçamentista da CPOS. Atualmente Engenheira de Planejamento da CPTM, trabalhando com traçado de novas linhas e simulação de demandas futuras.

¹ Artigo finalista do 12º Prêmio Tecnologia & Desenvolvimento Metroferroviários



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Orlando Gonçalves Faya Junior - Arquiteto e Urbanista (Universidade Católica de Santos), Mestre em Arquitetura e Urbanismo (FAU-USP), Doutorando em Arquitetura e Urbanismo (FAU-USP). Atualmente Arquiteto na área de planejamento da CPTM, atuando, principalmente, na interface entre a ferrovia e a cidade, analisando os impactos da presença dos eixos ferroviários em seus meios urbanos de inserção.



ANEL METROPOLITANO DA CPTM: NOVAS LINHAS, NOVAS

POSSIBILIDADES (959)

INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) concentra empregos e oportunidades que geram grande número de viagens, por diversos fins, com destaque para os motivos trabalho (primeiro colocado) e educação (segundo colocado). De acordo com a Pesquisa Origem e Destino (OD) de 2023, são realizadas 16,5 milhões de viagens diariamente por motivo trabalho, seguida de 12,9 milhões de viagens por motivo educação. Estes deslocamentos são, majoritariamente, realizados pelo modo individual privado ou coletivo público, ambos motorizados, sendo o transporte sobre trilhos um dos maiores responsáveis pelo atendimento aos referidos desejos de viagem.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Historicamente, a rede de transporte sobre trilhos da RMSP, desenvolveu seu traçado em formato radial, com origem na região central do município de São Paulo, e com destino nos mais diversos pontos do aglomerado metropolitano.

Diante desta constatação, a partir de 2022, a CPTM desenvolveu o estudo e a avaliação sobre o impacto da implantação de linhas perimetrais, dentro da rede de transporte metropolitano sobre trilhos.

As linhas perimetrais caracterizam-se por estabelecer ligações que circunscrevem o território, permitindo maiores níveis de integração e de conectividade, entre linhas e modos, além de evitarem a chegada de novos eixos de transporte às regiões centrais, qualificando as viagens pela diversificação de percursos.

Sob a ótica operacional, as linhas perimetrais possuem grande eficiência, pois permitem um maior equilíbrio de demanda em ambos os sentidos, além de reduzir o forte movimento pendular, permitindo deslocamentos mais rápidos e racionais, acompanhando a tendência de novos polos e centralidades fora do centro expandido do município de São Paulo.

O presente trabalho apresenta as principais características das quatro linhas perimetrais, em estudo pela CPTM, que compõem a proposta do futuro Anel Metropolitano, identificando os seus traçados preliminares, as estações pertinentes a cada linha(arco), as demandas previstas, as futuras integrações e as possibilidades de deslocamento dentro da rede metropolitana de transportes.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

DIAGNÓSTICO

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) possui 39 municípios, em uma área total de quase 8 mil km², com uma população estimada de 20,8 milhões de habitantes (IBGE 2025), correspondendo a pouco menos da metade de todo o Estado de São Paulo. Na RMSP está localizada a capital do Estado, São Paulo, com 11,5 milhões de habitantes (IBGE 2025). A segunda maior cidade do estado, Guarulhos, também se localiza na região e possui uma população de 1,3 milhão de pessoas (IBGE 2025).

A RMSP concentra empregos e oportunidades, caracterizando uma região com atividades econômicas extremamente aquecida, com inúmeras empresas e serviços disponíveis, tornando-se um dos maiores polos de atração de viagens diárias. O intenso fluxo de deslocamento, com os mais diversos fins, com destaque para os motivos trabalho e educação, respectivamente em primeiro e segundo lugar, como já mencionado anteriormente.

Na contramão da atração, os deslocamentos decorrentes dos padrões de urbanização da região¹ – regiões centrais que concentram as atividades e polos de empregos, e regiões periféricas com grande concentração de moradias, em sua maioria destinada à

¹ Historicamente, crescimento desordenado de muitas cidades contribuíram para uma ocupação desigual, agravando as condições de desigualdades sociais. Uma das principais características são forte presença dos polos de emprego nas regiões mais centrais, enquanto as moradias, sobretudo daquelas famílias de baixa renda, são localizadas nas porções periféricas das cidades, produzindo, grande quantidade de viagens pendulares.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

população de menor poder aquisitivo - acarreta a necessidade de grande número de deslocamentos diários, caracterizando o comportamento pendular de viagens, com grande concentração de deslocamentos na hora de pico pela manhã, no sentido da região central, e no sentido oposto, bairro, no final da tarde.

Essa situação gerou grandes gargalos viários, que com o passar dos anos, chegou a níveis de saturação irreversíveis. As consequências são longos congestionamentos, aumento dos custos logísticos, perdas econômicas bilionárias, forte impacto climático e diminuição do bem-estar e da saúde das pessoas.

Em 2018, por exemplo, o Brasil perdeu cerca de R\$ 267 bilhões de reais em congestionamentos. Dados de 2016 revelam que só o Estado de São Paulo perdeu de cerca de R\$ 53 bilhões de reais. Comparativamente, nesse mesmo ano, o orçamento da cidade foi de R\$ 54 bilhões, ou seja, o estado perdeu no trânsito quase o mesmo valor do orçamento de sua capital. Em outras palavras, congestionamentos acarretam grandes prejuízos econômicos.

Pode-se concluir que, reduzir as distâncias e o tempo gasto nos deslocamentos são premissas básicas das gestões urbanas. Uma das ações é investir e priorizar o transporte público, com redes sob pneus e trilhos, conectando vários pontos e polos das grandes metrópoles, garantindo plena acessibilidade e o direito de ir e vir, de forma a não penalizar, sobretudo, aqueles que residem em locais distantes de seus destinos de viagem. Evidentemente que, conjuntamente, ações voltadas para a promoção do



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

emprego nas áreas mais afastadas e moradias nas áreas mais centrais, devem estar no escopo das instâncias responsáveis pelo planejamento urbano.

A CPTM, enquanto operadora do transporte ferroviário de passageiros, colabora para a redução dos congestionamentos, gases poluentes e perdas econômicas, ao diminuir acidentes de trânsito, fazendo com que a população utilize do transporte coletivo sobre trilhos em detrimento aos transportes que utilizam combustíveis fósseis. De acordo com o Relatório Integrado da Administração de 2024, a CPTM gerou benefícios socioambientais da ordem de R\$ 9,36 bilhões, envolvendo a redução da emissão de poluentes (R\$ 0,25 bilhão), redução no consumo de combustíveis fósseis (R\$ 0,63 bilhão), redução do custo operacional de ônibus e automóveis (R\$ 2,37 bilhões), redução do número de acidentes (R\$ 0,31 bilhão) e redução do tempo de viagens (R\$ 5,8 bilhões).

Além de suas cinco linhas operacionais, a CPTM vem empreendendo esforços para a promoção da mobilidade urbana, planejando novas linhas, estações e integrações modais, indo ao encontro das novas dinâmicas de circulação na RMSP. O Anel Metropolitano, composto por linhas perimetrais, estão sendo avaliados a partir dessa necessidade, buscando a maior aderência possível às ações reconhecidas como boas práticas sobre a mobilidade urbana.

LINHA PERIMETRAL

O crescimento desorganizado de muitas cidades, contribuiu para uma ocupação irregular do território, agravando as desigualdades. Conforme descrito, essa situação é



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

caracterizada pela forte presença dos polos e postos de emprego nas regiões mais centrais, enquanto as moradias, sobretudo aquelas de famílias de baixa renda, em sua maioria, estão localizadas nas porções mais periférica das cidades.

Essa situação resultou, em um primeiro momento, em ofertas de transporte perfazendo ligações entre bairros até o centro, denominadas ligações radiais. Os serviços de transporte usavam os principais eixos viários, já existentes, contribuindo para o agravamento dos congestionamentos. A cidade de São Paulo não fugiu à regra, com muitas linhas de ônibus, bondes e as ferrovias centenárias que cruzavam a cidade, compondo os traçados radiais.

Com a proposição de uma rede de metrô para o município de São Paulo, elaborada na década de 60, os estudos foram apoiados, essencialmente, em quatro linhas, divididas entre radiais e diametrais, como forma de aliviar os outros modos que já se encontravam próximos da saturação. Ao mesmo tempo, beneficiariam pessoas que realizavam esses deslocamentos, diariamente, e necessitavam de um transporte mais rápido.

Esse modelo de transporte, entretanto, levou a um grande problema, que é o constante desequilíbrio do uso de sistemas de transporte nos horários de maior utilização, conhecidos como “horários de pico”. Em um sentido, há um forte carregamento crítico, enquanto no sentido oposto, ônibus, trens e demais modos circulam vazios, acarretando uma baixa eficiência operacional. Atrelado a isso, há situações menos frequentes, como locais de trabalho fora do centro, mas ainda assim, distante do domicílio das pessoas, fazendo com que seja necessário um deslocamento até a região mais central, para



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

posterior viagem até outro ponto da cidade. Com o crescimento de centralidades regionais, distante da região hoje reconhecida como centro expandido, esse tipo de viagem passou a ser muito comum. Contudo, as redes de transporte não conseguiram acompanhar essa tendência, obrigando deslocamentos demorados, dispensáveis e ineficazes.

As linhas perimetrais, caracterizadas por ligarem duas regiões distintas da cidade, sem passarem pelo centro, portanto, permitem deslocamentos mais rápidos e racionais, acompanhando a tendência de novos polos e centralidades fora do centro expandido.

Sob a ótica operacional, as linhas perimetrais possuem grande eficiência, pois permitem um maior equilíbrio de demanda em ambos os sentidos, além de reduzir o forte movimento pendular. Do ponto de vista urbanístico, esse tipo de ligação favorece a revitalização do entorno, além propiciar o fomento de novas centralidades regionais, redistribuindo a demanda e assegurando que o fluxo de passageiros das demais linhas integradas a ela possam ser remanejadas, levando a um maior equilíbrio no carregamento, ao longo do dia, e à atenuação de grandes gargalos, aliviando eixos já saturados, principalmente das linhas radiais.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

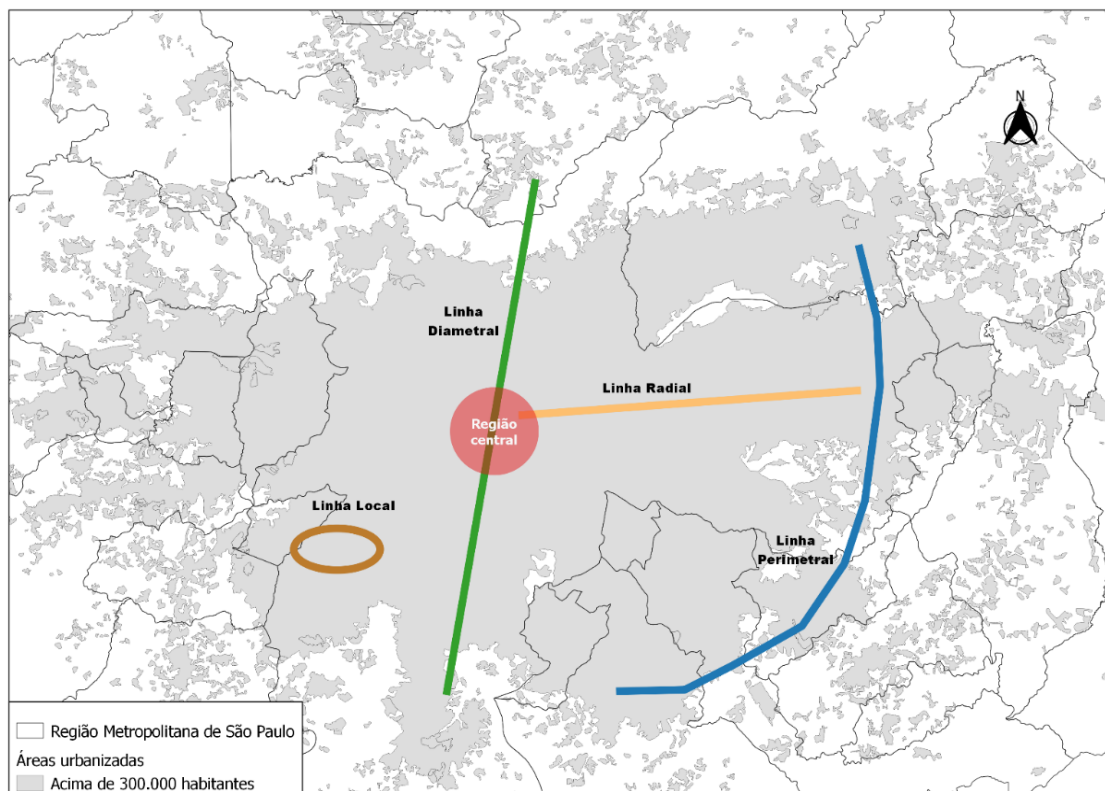


Figura 1 - conceitos dos traçados das linhas². Fonte: DPMP

ANEL METROPOLITANO

Conforme proposto, o Anel Metropolitano será composto por quatro arcos, a saber:

² A linha radial é caracterizada pelo traçado que conecta um bairro, geralmente periférico, ao centro da cidade, percorrendo paralelamente grandes eixos viários. Como já mencionado, esse tipo de linha tende a ter um movimento pendular muito alto. A linha diametral é definida pelo traçado que liga dois bairros opostos ou de regiões diferentes, obrigatoriamente, passando pelo centro. Pode começar e terminar em bairros periféricos ou se aproximando das regiões mais centrais. A linha local é aquela cujo traçado se localiza dentro de um bairro. Geralmente essa linha conecta a parte mais afastada do bairro ao centro deste. Em muitos casos, essa linha também liga dois bairros vizinhos. Esse tipo de linha se aplica apenas ao sistema de ônibus.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

LINHA 14-ÔNIX (ARCO LESTE)



Figura 2 - Linha 14-Ônix. Fonte: DPMP



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O referido eixo já foi objeto de estudo e proposição em duas ocasiões: a primeira, em 2011, desenvolvido pela STM - Secretaria de Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo; e a segunda, em 2014, desenvolvido pela CPTM – Companhia Paulista de Trens Metropolitanos.

A atual versão da proposta, desenvolvida pela CPTM, atualiza dados de demanda, traçado, extensão e perfil do material rodante, anteriormente desenvolvido como VLT e, na atual versão do estudo, como trem convencional.

A razão da escolha do referido eixo para a implantação de uma nova infraestrutura de transporte sobre trilhos, deve-se à importância e grande representatividade dos municípios por ela atravessados – Guarulhos, São Paulo e Santo André, bem como à potência das centralidades presentes nestas localidades, como núcleos cuja concentração de serviços, comércio e oferta de postos de trabalho, geram grande atração de viagens e incrementam o número de deslocamentos com origem e/ou destino dentro deste perímetro.

A possibilidade de realizar deslocamentos que obedecem a novas dinâmicas (como no exemplo de ligações entre os municípios de Guarulhos e Santo André), sem a necessidade de conexões e integrações utilizando as estações presentes na região central do município de São Paulo, representam um dos principais motivadores da proposta.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Além da possibilidade de estabelecimento de novos padrões de deslocamentos, a proposta de uma ligação perimetral, dentro da RMSP, sinaliza uma nova abordagem para o planejamento da mobilidade metropolitana a ser empreendido no território em questão. A oportunidade de empreender a requalificação urbana, de setores da região leste da RMSP, o incremento da oferta de postos de trabalho e a implantação de novos equipamentos e serviços públicos, são alguns dos impactos esperados a partir da implantação da referida Linha 14 – Ônix.

O transporte nesta porção do território, que até os dias atuais sofre com a baixa oferta deste tipo de serviço e é caracterizado pelo padrão pendular de deslocamento (altos carregamentos em horários de pico, de manhã no sentido bairro–centro e a tarde no sentido centro –bairro), deverá passar por grande reestruturação e qualificação, a partir das novas oportunidades que deverão surgir na região.

A partir da proposição deste eixo de transporte sobre trilhos, espera-se promover a redistribuição da demanda e a mitigação de gargalos operacionais (obstruções geradas por grandes carregamentos), providenciando maior economia de tempo nos deslocamentos dentro do referido território.

Os benefícios citados reafirmam a busca da crescente otimização do investimento público e consequente promoção de economicidade, vinculada à oferta de serviço de transporte sobre trilhos ofertado pela CPTM.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Nas proposições realizadas em 2011 e 2014, respectivamente desenvolvidas pela STM e pela CPTM, a opção pela tecnologia de VLT buscou possibilitar a qualificação da mobilidade dentro da RMSP, agregada à maior adaptabilidade ao meio urbano característicos deste modo.

A maior qualificação e o menor conflito, relacionados às questões referentes à inserção urbana, características aos processos ligados à implantação de infraestruturas de transporte sobre trilhos, foram, nestas proposições, elementos de destaque e motivo de escolha da referida tecnologia. Porém, estudos relacionados à demanda e carregamento dos trens (com ocupação média de 6 passageiros por m²) apontaram para um cenário não interessante do ponto de vista do investimento e da economicidade da proposta, uma vez que o serviço apresentaria, desde a sua origem, níveis de ocupação já saturados.

Assim, a atual proposta apresenta, além da alteração parcial de traçado em relação aos anteriores, a substituição do modal de transporte escolhido, em busca da oferta de uma infraestrutura sobre trilhos com maior capacidade de ocupação. O modo considerado é o trem convencional, promovendo menores taxas de ocupação por m², o que garante não apenas maior conforto para os passageiros, como também melhor aproveitamento dos investimentos públicos a serem realizado.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Quando estiver integralmente implantada, a Linha 14-Ônix terá 39 km de extensão e 23 estações, se integrando com as atuais e linhas futuras, sendo elas: Linha 13-Jade, Linha 12-Safira, Linha 26-Ametista, Linha 11-Coral, Linha 3-Vermelha, Linha 16-Violeta, Linha 15-Prata, Linha 10-Turquesa e Linha 25-Topázio. Com base nas simulações de demanda realizadas (usando a rede base OD 2017), a referida linha transportará cerca 760 mil passageiros por dia, a depender do cenário analisado. Considerando que sua implantação será faseada, os primeiros trechos poderão operar com trens de 4 carros, a partir de uma avaliação preliminar de demanda.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

LIGAÇÃO SANTANA DE PARNAÍBA – CAMPO LIMPO (ARCO OESTE)

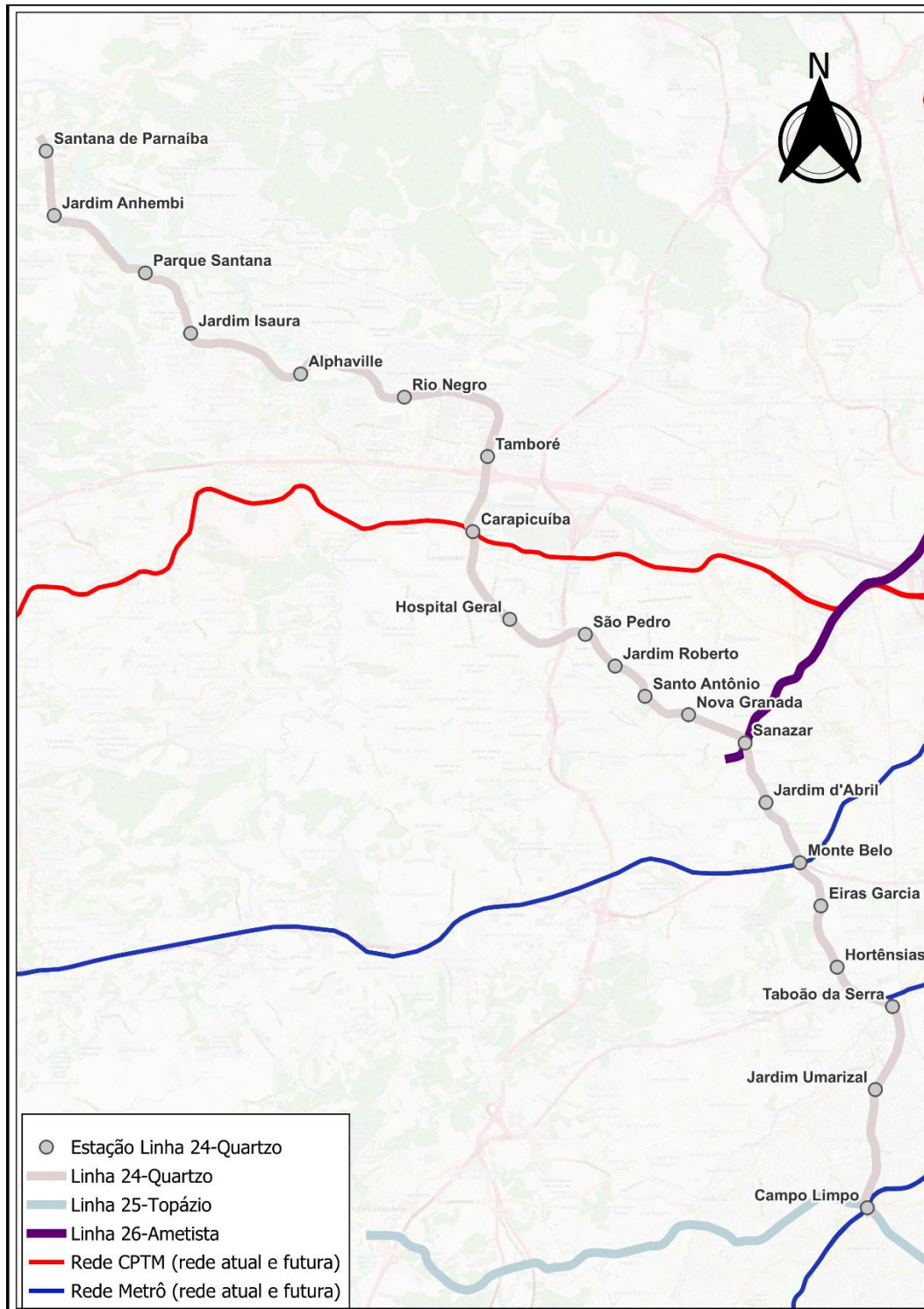


Figura 3 – Arco Oeste. Fonte: DPMP



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O Arco Oeste do Anel Metropolitano atravessa os municípios de Santana de Parnaíba, Barueri, Carapicuíba, Osasco e São Paulo, por territórios de diferentes características urbanas.

Partindo do município de Santana de Parnaíba, observa-se um adensamento predominante em sua região mais central, com alguns vazios, à medida que a linha segue sentido sul, até próximo do Rio Tietê. Nesse caminho, existem algumas regiões mais adensadas, carentes de um sistema de transporte de alta capacidade. A partir de Barueri, a ligação tem como primeira característica a travessia por um território já consolidado, denso, de alto padrão construtivo e de grande interface com eixos viários de fluxo intenso.

Sua inserção nos municípios de Carapicuíba e Osasco, alternam situações de travessia por sítios urbanos e centralidades já consolidadas, e outros com infraestrutura precária, áreas residenciais densas, de baixo padrão construtivo e com baixo acesso a serviços de transporte público.

O município de São Paulo apresenta, como pontos de destaque, a interface com a Rodovia Raposo Tavares e o trecho Oeste do Rodoanel Mário Covas, situações nas quais podem ser observadas características específicas e de complexa solução, para a compatibilização da infraestrutura sobre trilhos, proposta com estas grandes infraestruturas viárias.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Em estudo realizado em 2014 (com base na OD 2007), realizado pelo consórcio Oficina/Setec, a então Ligação Barueri-Taboão da Serra, para o cenário 2030, apresentava uma demanda de 558 mil passageiros (Hora Pico Manhã), com carregamentos críticos de 28,7 mil no sentido Taboão, e de 19,9 mil no sentido Barueri, e foi proposto o atendimento do serviço em Metrô Leve.

Já neste valor de carregamento crítico, um atendimento em trem convencional seria mais apropriado.

Pensando na ampliação do atendimento, a CPTM optou por prolongar a Linha 24-Quartzo, a partir de Barueri, até a cidade de Santana Parnaíba, passando por Alphaville e demais bairros da referida cidade, se integrando ao terminal de ônibus central da cidade, permitindo viagens mais rápidas com conexões dinâmicas na rede metroferroviária da RMSP. Com esse prolongamento, a linha passou a ter 34 km de extensão e 21 estações, se integrando com a Linha 8-Diamante, Linha 26-Ametista, Linha 22-Marrom, Linha 4-Amarela, Linha 5-Lilás e Linha 25-Topázio. A demanda prevista, com a rede OD 2017, é de cerca de 840 mil passageiros por dia.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

LIGAÇÃO EMBU DAS ARTES – SANTO ANDRÉ (ARCO SUL)

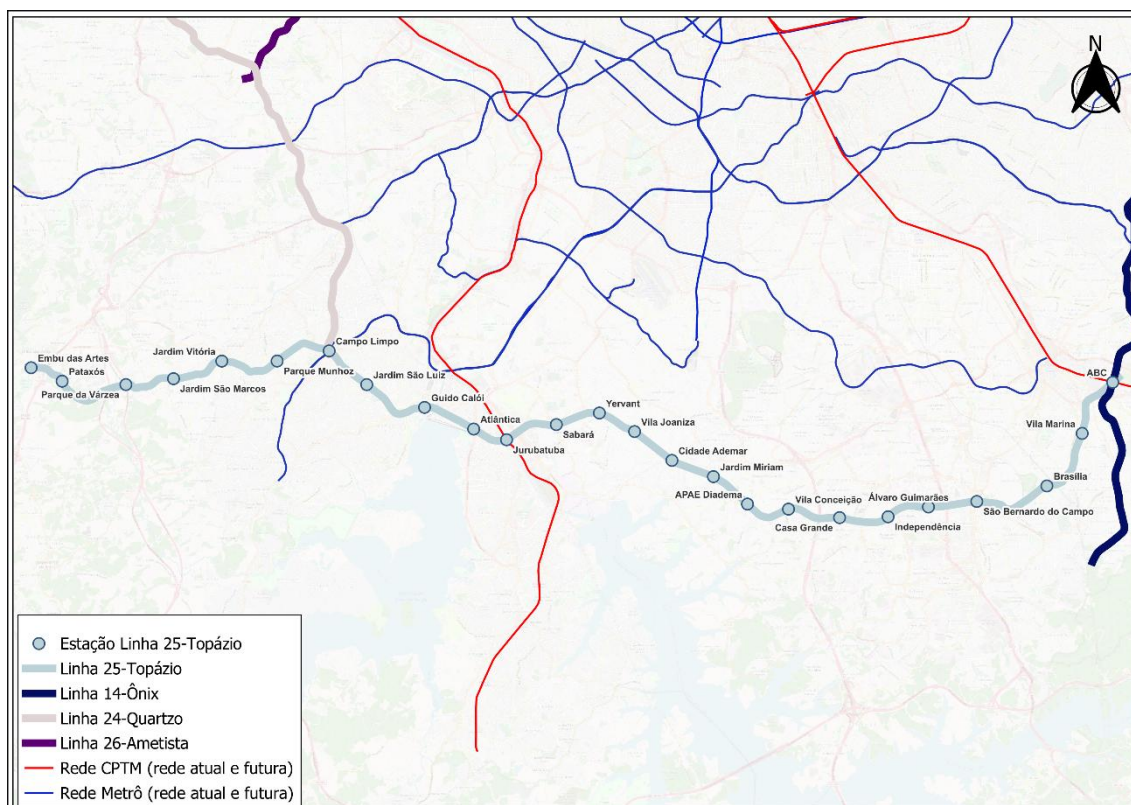


Figura 4 – Arco Sul. Fonte: DPMP

O Arco Sul é o terceiro trecho da ligação perimetral proposta, e atravessa os municípios de Embu das Artes, São Paulo, Diadema, São Bernardo e de Santo André. A identificação da importância desta ligação já foi destacada em estudos anteriores da CPTM, como no relatório técnico “Apoio ao Plano Diretor de transportes da CPTM. Produto 03 – Formulação de Cenários de Expansão e Criação de Novos Serviços”:

O polo Santo Amaro (...) também se apresenta com mancha de atração em formato de cone mostrando sua atração regional em relação ao sul do município de São Paulo, e também sua influência em relação as viagens dos municípios de Embu e Taboão da Serra do lado oeste e Diadema do lado leste. **O Arco Sul (Antônio João – Santo André) cruza o cone de atração no trecho Campo Limpo – Diadema. O Cone de atração de Santo Amaro sugere a**



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ligação do trecho Embu – Campo Limpo com o trecho Campo Limpo – Diadema como um *loop* operacional a ser avaliado pela simulação. (FUPAM, 2011, P.94, grifo nosso)

Novamente, as características específicas do território atravessado, constroem cenários diversos quanto ao seu perfil. Destacam-se a interface a ser estabelecida com as Represas Guarapiranga e Billings, com as Rodovias Anchieta e Imigrantes, atribuindo à proposta condições bastantes singulares para sua inserção.

A implantação do trecho sul do arco metropolitano, conclui a terceira etapa da ligação perimetral, que busca contribuir, equalizar e possibilitar a requalificação de seus sítios urbanos de inserção, reafirmando o papel do planejamento de transporte como apoio ao planejamento e o desenvolvimento urbano.

Partindo da cidade de Embu das Artes, a Linha 25-Topázio segue pelos municípios de São Paulo, Diadema, São Bernardo do Campo e Santo André. Ao longo de seu traçado, há conexões com a Linha 5-Lilás, Linha 24-Quartzo, Linha 9-Esmeralda, Linha 10-Turquesa e Linha 14-Ônix. Com 43 km de extensão e 25 estações, a demanda estimada da linha é de cerca de 855 mil passageiros por dia.

No que tange às cidades de Embu das Artes, Diadema e São Bernardo, é correto afirmar que são regiões de médio e grande adensamento – sobretudo as duas últimas, mas que não possuem um sistema de transporte metroferroviário de alta capacidade, o que se traduz em dificuldades de deslocamento a depender do desejo de viagem. A Linha 25-Topázio chega, então, em momento oportuno que busca a requalificação e o

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

fortalecimento do território, ampliando as possibilidades na porção mais ao sul da RMSP.

LIGAÇÃO SANAZAR - IMPERADOR (ARCO NORTE)

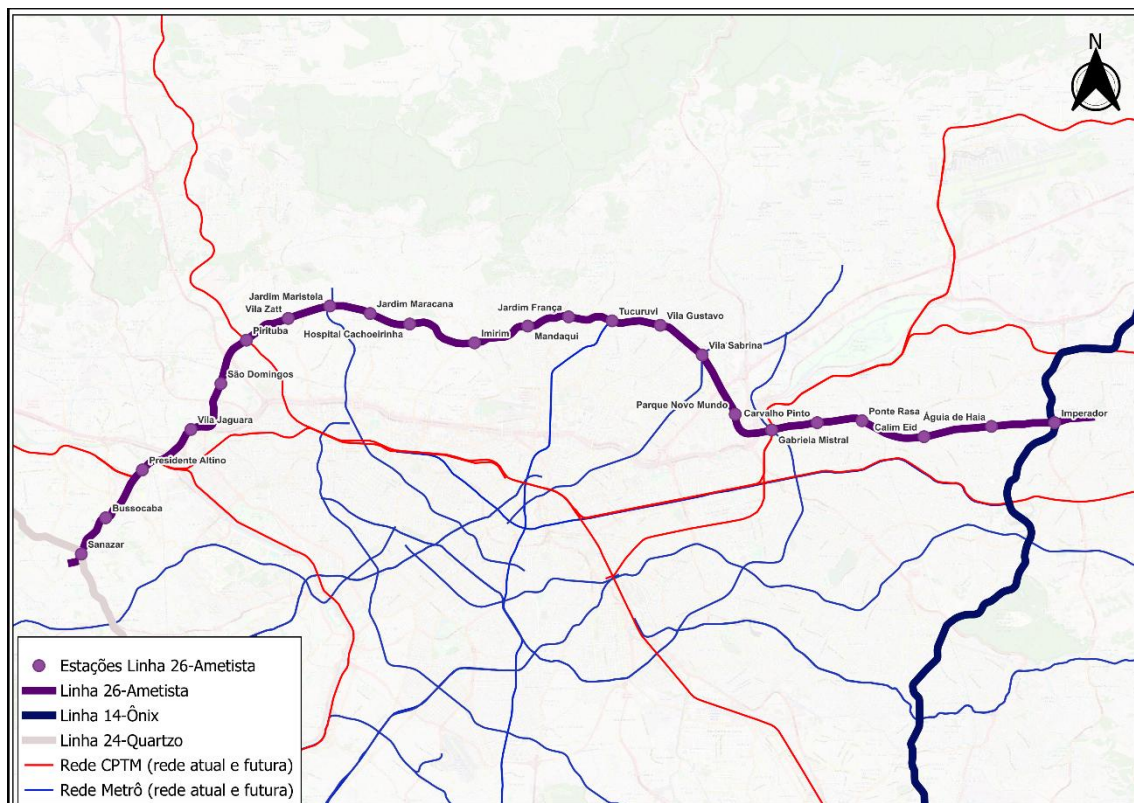


Figura 5 – Arco Norte. Fonte: DPMP

O trecho norte, atualmente, encontra-se em fase embrionária, quando comparado às outras linhas já em estudo ou reavaliação. A premissa básica é a sua conexão com o Arco Oeste (Ligação Santana de Parnaíba – Campo Limpo) pelo lado oeste, e com a Linha 14-Ônix (Arco Leste) na outra extremidade, fechando o referido projeto (Anel Metropolitano). Seu traçado passará, predominantemente, pela zona norte da cidade de São Paulo, atendendo a uma região hoje carente de sistemas sobre trilhos. No



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

momento, há somente duas linhas metroferroviárias, a Linha 7-Rubi (CPTM) e a Linha 1-Azul (Metrô). Os projetos em andamento, como as Linhas 6-Laranja e 19-Celeste do Metrô, aumentarão as possibilidades de deslocamento e a oferta desse tipo de modo. No entanto, a característica radial dessas linhas, em um primeiro momento, ainda não atenderá de forma plena os desejos de viagem dos residentes.

Por ser uma região compreendida entre o Rio Tietê, ao sul, e a Serra da Cantareira, ao norte, a zona norte de São Paulo, historicamente, sempre teve revezes no que tange à locomoção. Considerando que a região apresenta uma topografia acidentada e um viário com ruas e avenidas estreitas, há poucos equipamentos e infraestruturas de transporte que permitam um bom escoamento do fluxo de veículos. As principais viagens são realizadas por meio de ônibus, que conectam bairros afastados até as estações metroferroviárias, entre as quais se destacam: Santana, Tucuruvi, Pirituba e Perus.

O Arco Norte, portanto, faria a conexão com essas linhas, atuais e futuras, de forma perimetral, permitindo novos deslocamentos, o desenvolvimento de novas centralidades e a consolidação das existentes, proporcionando viagens entre as zonas oeste, norte e leste, sem a necessidade de passar pelo centro, corroborando com ganhos de tempo e financeiros, e indo ao encontro do proposto acerca do projeto em questão.

Partindo da zona oeste, o Arco Norte teria como ponto inicial o município de Osasco, na Estação Sanazar do Arco Oeste. Em seguida, se conectaria com as Linhas 8-Diamante e 9-Esmeralda, na Estação Presidente Altino. Logo após, o traçado passaria por dois



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

distritos, que hoje possuem graves problemas de mobilidade, por estarem encravados entre a Marginal Tietê, Rodovia dos Bandeirantes, Rodovia Anhanguera e um pequeno trecho da Rodovia Castelo Branco. Trata-se dos distritos de Vila Jaguara e São Domingos. O primeiro é caracterizado, predominantemente, por seu uso misto, enquanto o segundo, por seu uso residencial (de baixa e média/baixa rendas), de acordo com o Padrão Socioespacial analisado pela Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (Emplasa).

O Arco Norte seguiria pela zona norte de São Paulo, se conectando com as Linhas 7-Rubi, 6-Laranja, 1-Azul e 19-Celeste, respectivamente nas estações Pirituba, Jardim Maristela, Tucuruvi e Vila Sabrina. Por esse caminho, atravessaria distritos como: Pirituba, Freguesia do Ó, Cachoeirinha, Mandaqui, Tucuruvi e Vila Medeiros. A maioria deles, caracterizados por serem áreas residenciais de baixa e média renda, mas com algumas pequenas centralidades regionais com relevantes comércios.

Chegando na zona leste, o Arco Norte se conectaria com Linha 2-Verde na Estação Gabriela Mistral, seguindo pelos distritos de Cangaíba, Ponte Rasa e Vila Jacuí, terminando a rota conectando-se com a Linha 14-Ônix na Estação Imperador. Nesses distritos, o uso é predominante de áreas residenciais de baixa e média/baixa renda, com algumas pequenas centralidades.

De uma maneira geral, o Arco Norte, mesmo que ainda em estágio muito inicial e com muitas alterações previstas, à medida que os estudos avançam e se aprofundam, já mostra que poderá modificar a forma de se deslocar, reduzindo a dependência, quase



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

que exclusiva, do transporte sobre pneus. Vale ressaltar que os pontos estudados para as conexões, com as linhas existentes e futuras, serão objetos de profundo e cauteloso estudo, de forma a beneficiar a região por onde a diretriz do traçado passará.

Na mais recente simulação de demanda realizada pela CPTM, a Linha 26-Ametista apresentou cerca de 790 mil passageiros por dia. A extensão da linha é de 41 km, com 23 estações.

Tabela 1 – Demandas simuladas das linhas que compõem o Anel Metropolitano.

Fonte: DPMP

Linha 14-Ônix	Linha 24-Quartzo	Linha 25-Topázio	Linha 26-Ametista
760 mil passageiros	840 mil passageiros	855 mil passageiros	790 mil passageiros

COMPARTILHAMENTO DE INFRAESTRUTURA

A premissa básica operacional do Anel Metropolitano, é o compartilhamento e a compatibilização da infraestrutura. Esse direcionamento está completamente alinhado com as tendências futuras, que prezam pelo bom uso dos recursos alocados e a economia de insumos. Desta maneira, embora o projeto em si seja composto por quatro linhas distintas, cada uma com seu papel, do ponto de vista de inserção urbana, a orientação fundamental é a de que os pátios, estacionamentos, oficinas e toda infraestrutura ferroviária sejam padronizadas, possibilitando o uso comum dessas áreas.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

Se inclui nessa premissa, o material rodante e toda a sua especificação técnica. Isso compreende, também, as linhas atuais da CPTM, uma vez que a implementação do Anel Metropolitano, inevitavelmente, será viabilizada em fases, e, portanto, as áreas existentes serão de grande serventia enquanto cada Arco não estiver integralmente construído.

Em se tratando da Linha 14 – Ônix (Arco Leste), cujo desenvolvimento encontra-se em estágio mais avançado, a provável implantação em etapas, considerando a premissa da compatibilização, permitirá o uso de equipamentos de linhas da CPTM, nas quais fará integração, como é o caso das Linhas 13 - Jade, 12 - Safira, 11 - Coral e 10 - Turquesa. A própria injeção de trens, por meio de enlaces a partir dessas linhas, garantirá ganhos e eficiência operacional.

Ao encontro desse princípio está o fato, já abordado, da possibilidade de realização de serviços entre Arcos, o que permitirá ofertas em horários ou dias específicos, não se limitando a cada linha, individualmente. Essa proposta está completamente alinhada com o conceito de rede das grandes metrópoles, onde diversos serviços adicionais são oferecidos, aproveitando-se a malha ferroviária existente, sem a necessidade de novos investimentos, muitas vezes, vultosos. Portanto, a compatibilidade permitirá uma flexibilidade maior, sob vários aspectos, tornando o projeto do Anel Metropolitano, algo inovador e inédito na RSMP, podendo ser referência para outras cidades ou estados do país.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ANEL METROPOLITANO

A proposta de implantação do Anel Metropolitano tem como motivação principal, a oportunidade de oferta de uma nova forma de deslocamento dentro da RMSP. Preponderante e de perfil radial, a atual rede de transporte sobre trilhos reafirma os padrões de deslocamentos pendulares e a subutilização das infraestruturas de transporte em horários de pico (superlotação em determinado sentido, em detrimento ao seu sentido oposto).

O Anel Metropolitano proposto, incrementa a possibilidade do estabelecimento de integrações entre os eixos, perimetrais e radiais, permitindo carregamentos mais equilibrados e, conseqüentemente, melhor utilização da infraestrutura pública de transporte.

O potencial aumento do bem-estar e da qualidade de vida da população, a partir da conseqüente qualificação do deslocamento dos passageiros do transporte público, dentro da RMSP, demonstram a importância desta proposta, trazendo, assim, a melhor utilização dos recursos públicos e incremento dos índices de atendimento da população.

A proposta de implantação do “Anel Metropolitano” contempla quatro linhas perimetrais (Norte, Sul, Leste, Oeste). Atualmente, está em curso proposta para o refinamento dos arcos Oeste e Sul, e um aprofundamento no Arco Norte. A ideia, levada adiante pela CPTM em seus estudos, apoia a continuidade da linha para além do ponto



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

de conexão, permitindo viagens complementares em locais com demanda reprimida ou não identificada.

Uma das premissas é o compartilhamento total das infraestruturas, como pátios, estacionamentos, oficinas e, obviamente, material rodante. Um dos objetivos é, entre outros, permitir serviços operacionais especiais (*loopings* e/ou serviços expressos) intra ou entre arcos, em horários, dias ou situações específicas. A compatibilização de equipamentos e sistemas, poderá permitir diferentes níveis de integração com as atuais linhas da CPTM, otimizando a gestão, reduzindo custos e ampliando possibilidades operacionais.

Quando da sua implantação total, os arcos poderão racionalizar a demanda das linhas, radiais ou diametrais, que com eles se conectem, diversificando as possibilidades de trajeto e, conseqüentemente, desafogando trechos das linhas radiais existentes.

A estrutura composta pelo Anel Metropolitano está alinhada aos princípios norteadores e ao conceito de rede do PITU 2040, em desenvolvimento pela STM:

- Equidade Social – garantir cobertura espacial, socialmente equânime, da rede estrutural (rede sobre trilhos e corredores);
- Excelência ambiental – estimular a migração modal e a mobilidade integrada com rede estrutural de alta e média capacidade;
- Urbanismo e transporte de mãos dadas – concatenar propostas com o uso do solo e promover a conectividade das centralidades

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

metropolitanas, evitar projetos que induzam o espraiamento urbano e a queda da densidade populacional;

- Rede metropolitana em malha – racionalização dos serviços, malha de linhas, maior número de conexões, melhor comunicação, melhor frequência e regularidade e maior possibilidade de escolhas de caminhos.

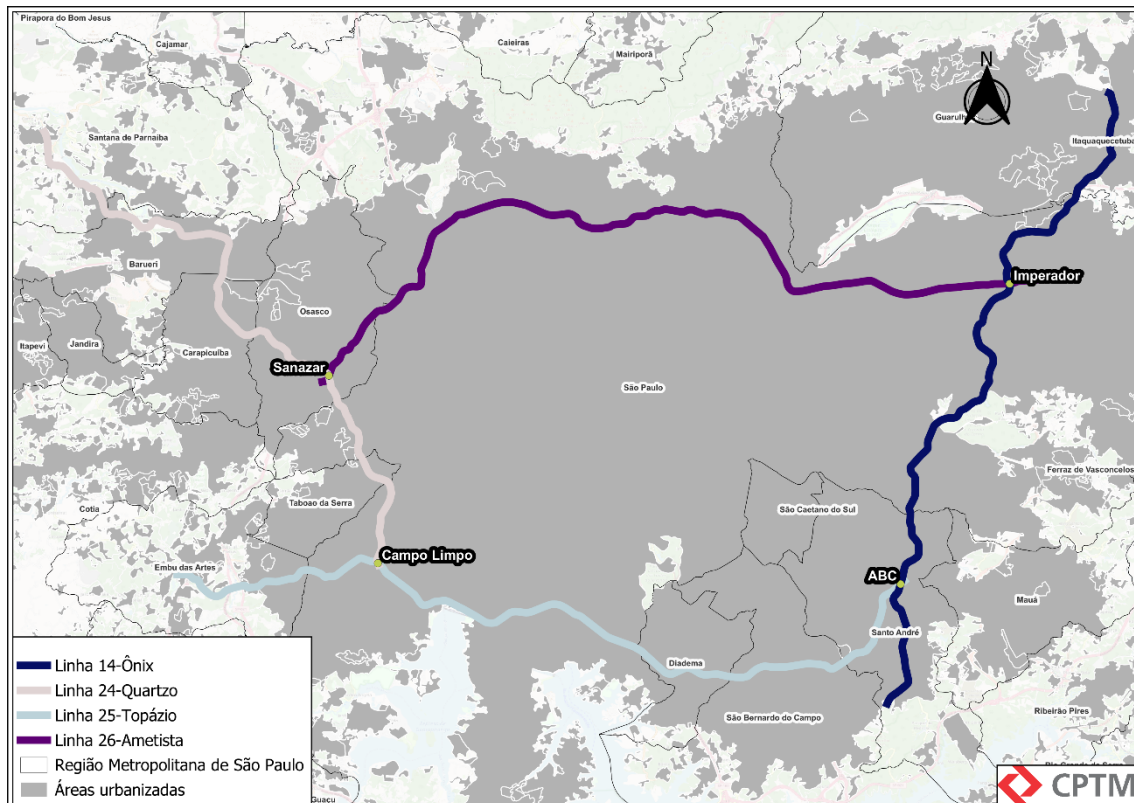


Figura 6 – Arcos que compõem o Anel Metropolitano. Fonte: DPMP



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ANÁLISE DOS RESULTADOS

A proposta do Anel Metropolitano trará grandes benefícios para a população da RMSP, sobretudo para aquelas que moram em um raio de até 1 km das linhas. Dentro desse contexto, por meio do censo de 2022 do IBGE, é possível ter números consistentes. Foi realizado um recorte de cada setor censitário, que está integralmente dentro de uma faixa de até 1 km de cada linha. O setor censitário, cuja área delimitada ultrapassa o 1 km não foi considerado, pelo fato de não ser possível, com fidelidade, identificar a população que está dentro ou fora da distância avaliada. Entretanto, são poucos os setores que se enquadram dentro dessa característica. Sendo assim, cerca de 3,2 milhões de pessoas moram, hoje, dentro de uma faixa de até 1 km de onde, futuramente, passarão as quatro linhas. Evidentemente que, para a construção dessas linhas, serão necessárias desapropriações, porém, ainda assim, o potencial do número de pessoas é promissor. Uma observação pertinente é que, considerando que as quatro linhas se integrarão com linhas existentes, parte desses 3,2 milhões de pessoas já são beneficiadas com a presença da rede metroferroviária.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

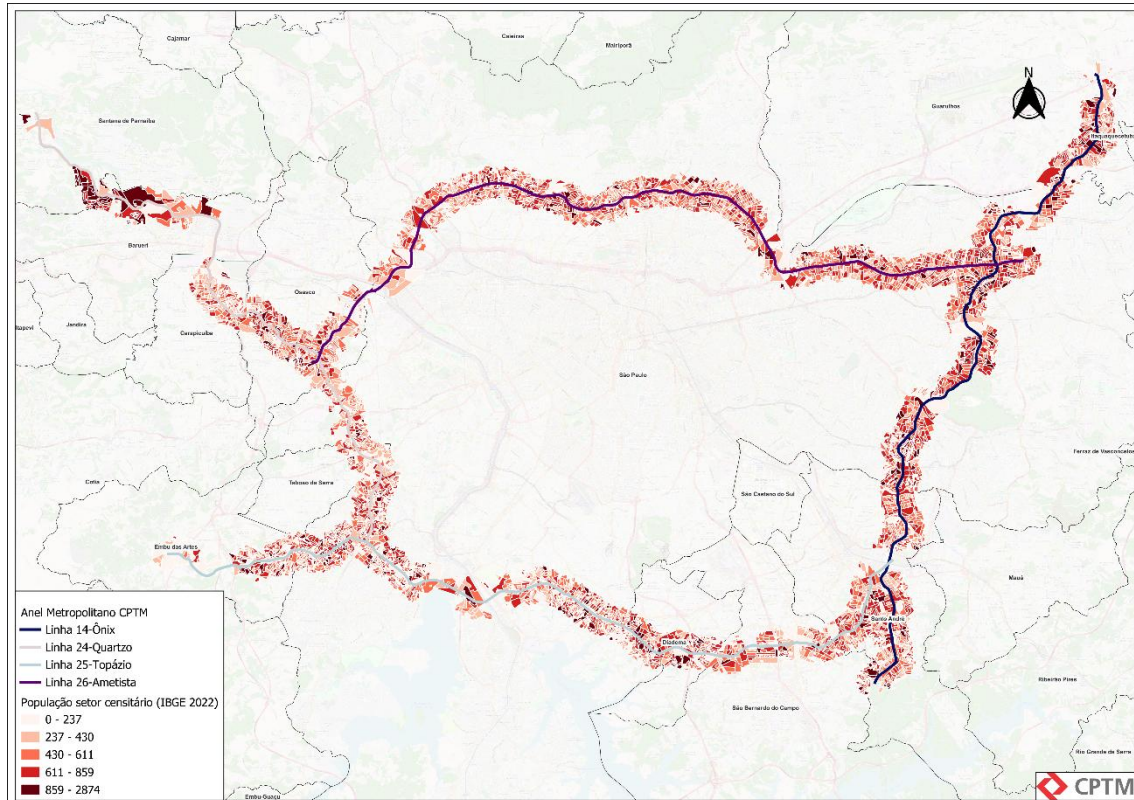


Figura 7 – População por setor censitário. Fonte: DPMP

Atualmente, a rede ferroviária de transporte de passageiros atende 20 cidades da RMSP, considerando as linhas concedidas. Com a proposta do Anel Metropolitano, cinco novas cidades passarão a compor esse importante quadro, sendo elas: Santana de Parnaíba, Taboão da Serra, Embu das Artes, Diadema e São Bernardo do Campo. Dessas apenas Taboão da Serra e São Bernardo do Campo serão atendidas por linhas metroviárias, no caso a Linha 4-Amarela e Linha 20-Rosa. Essas cidades, atualmente, dependem exclusivamente do modo rodoviário, sendo que viagens integradas são realizadas como forma de tornar os deslocamentos mais curtos, embora mais custosas, a depender do nível de integração tarifária possível.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Dessas cinco cidades, ao menos três delas – Taboão da Serra, Diadema e São Bernardo – Possuem grande população e grande potencial de uso do transporte público. São Bernardo e Diadema, por exemplo, compõe o que se conhece como o Grande ABC, mas que, ainda, não são servidas por uma rede sobre trilhos, diferentemente dos demais municípios.

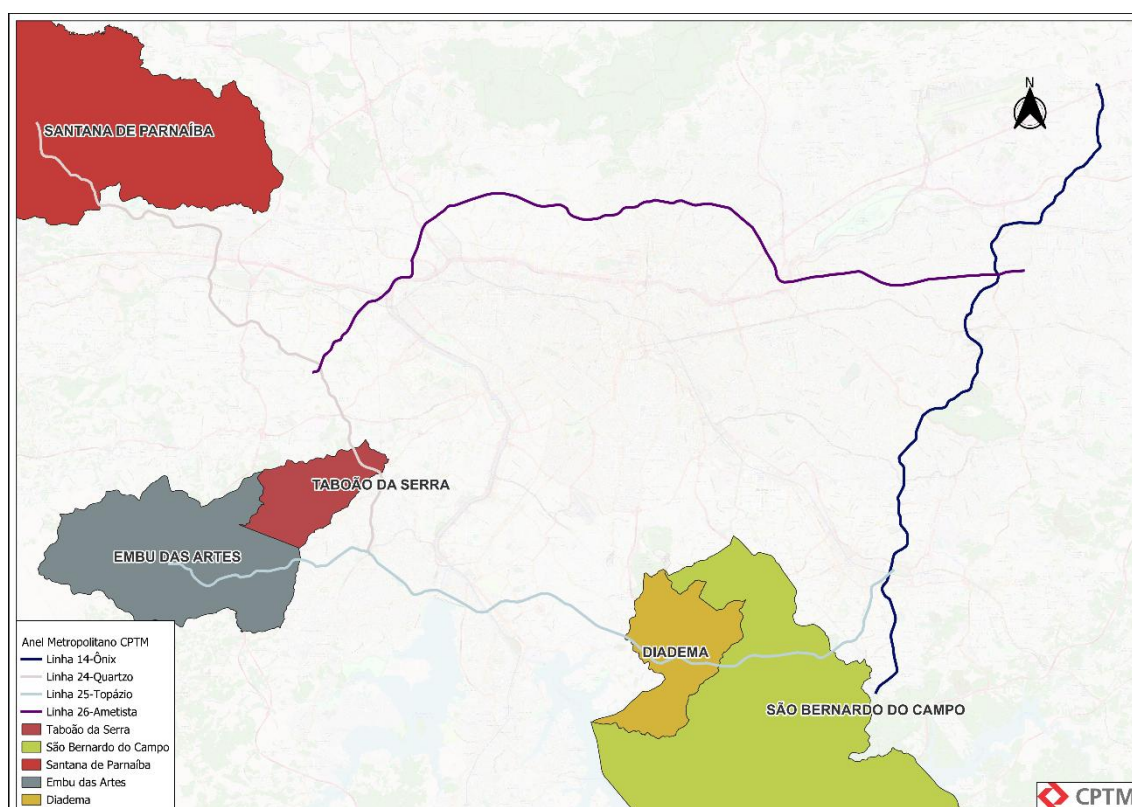


Figura 8 – novas cidades atendidas pelo Anel Metropolitano. Fonte: DPMP

Considerando a demanda diária, em 2019, a CPTM transportava cerca de 3 milhões de passageiros em suas sete linhas. Entre 2020 e 2022, o mundo passou pela pandemia da Covid-19, fazendo com o setor de transporte fosse fortemente impactado. A demanda de todos os serviços de transporte caiu, e a CPTM não passou imune. Porém, se



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

considerar o período anterior à pandemia, é possível estimar o quanto a rede ferroviária (somando as linhas concedidas ou não), teria de acréscimo de passageiros. No cenário total, incluindo todas as quatro linhas que compõe o Anel Metropolitano, mais o prolongamento da Linha 13-Jade nos dois sentidos, a rede ferroviária terá uma demanda média diária de mais de 8 milhões de passageiros. Logo, a ampliação da malha acrescentará à rede cerca de 5 milhões de passageiros. Evidentemente que no cenário analisado, as linhas metroviárias também terão ampliações, porém, neste artigo, o recorte se refere às linhas ferroviárias. Apenas a Linha 14-Ônix, que será a primeira linha dos arcos a ser viabilizada, acrescentará cerca de 700 mil passageiros diariamente.

Tabela 2 – Demandas previstas na rede ferroviária. Fonte: DPMP

Média de passageiros transportados nas linhas da CPTM em 2019.	Estimativa de passageiros transportados em horizonte futuro com todas as linhas do Anel Metropolitano, incluindo a Linha 13-Jade (com prolongamentos).	Previsão de acréscimo de passageiros na rede futura.
3.000.000	8.000.000	5.000.000



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CONCLUSÕES

Novos padrões de deslocamento, diferentes características morfológicas, priorização de implantação dos eixos ferroviários e a otimização do uso da infraestrutura de transporte existente, compõem os objetivos da proposta de criação do Anel Metropolitano.

Em um momento no qual o perfil das viagens realizadas, que em grande parte acontecem a partir de eixos radiais de transporte sobre trilhos, dentro da RMSP, representam o reforço aos padrões de deslocamento já saturados, a possibilidade de implantação de eixos de transporte com perfil perimetral abre uma nova oportunidade para a qualificação e melhor uso da rede de transporte metropolitanos, existente e futura.

Os Arcos apresentados neste relatório (Norte, Sul, Leste e Oeste) envolvem o território da RMSP de forma mais abrangente e equânime, possibilitando maior número de opções de percursos de viagem, integrações modais e transferências.

Conforme observado, é necessário compreender que o ponto inicial ou final de um dos Arcos, não significam, necessariamente, o início do outro, mas sim a “continuidade do eixo de transporte além do ponto de conexão”. Esta consideração reafirma o perfil integrativo da proposta, que tem entre suas premissas: o compartilhamento total das infraestruturas; compatibilização de equipamentos e sistemas, permitindo diferentes níveis de integração entre eixos de transporte; otimização da gestão; redução de custos;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

ampliação de possibilidades operacionais e, ainda, oferta de serviços operacionais especiais e/ou específicos.

A proposta de implantação dos Arcos Metropolitanos ganha ainda maior destaque e pertinência, a partir de seu alinhamento com as diretrizes do Plano Integrado de Transporte Urbano 2040 (PITU -2040), atualmente em elaboração, sob a gestão da Secretaria de Transportes Metropolitanos (STM), onde prega a equidade social, a excelência ambiental, estreito vínculo entre o planejamento urbano e o planejamento de transporte e a busca por uma configuração em malha, consequentemente, ainda mais integrada e sistêmica, para a rede de transporte metropolitano.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZANI, A. São Paulo perde R\$ 53,4 bi por causa do trânsito e da falta de prioridade ao transporte público. Diário do Transporte, 2016. Disponível em: <<https://diariodotransporte.com.br/2016/10/13/sao-paulo-perde-r-534-bi-por-cao-do-transito-e-da-falta-de-prioridade-ao-transporte-publico/>>. Acesso em: 23 março 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Malha dos Setores censitários. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura->



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

territorial/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoies-intramunicipais.html>. Acesso em: 23 março 2022.

METRÔ – Companhia do Metropolitano de São Paulo. Relatório Síntese da Pesquisa

Origem-Destino 2023. Disponível em:

<https://transparencia.metrosp.com.br/sites/default/files/MetroSP_OD2023_Ebook_Resultados_0.pdf>. Acesso em: 17 julho 2025.

RAMALHO, G. Brasil perde R\$ 267 bilhões por ano com congestionamentos. G1, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/globonews/noticia/2018/08/07/brasil-perder-267-bi-por-ano-com-congestionamentos.ghtml>>. Acesso em: 23 março 2022.

São Paulo tem orçamento previsto de R\$ 54,5 bilhões para 2017. Câmara municipal de São Paulo, 2016. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.leg.br/blog/sao-paulo-tem-orcamento-previsto-de-r-545-bilhoes-para-2017/>>. Acesso em: 23 março 2022.