



AEAMESP



A SINERGIA ENTRE O HIDROANEL METROPOLITANO E EXPANSÃO DA REDE DE TRILHOS PAULISTANA

Murilo Macedo Gabarra

20ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

CATEGORIA 3

A Sinergia entre o Hidroanel Metropolitano e expansão da Rede de Trilhos Paulistana

1. Introdução

Este artigo visa discutir os benefícios de se integrar duas políticas de estado do governo paulista, a expansão da rede Metroviária na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), cujo escopo é da Secretaria de Transportes Metropolitano (STM), e o Hidroanel Metropolitano, da Secretaria de Logística e Transportes do Estado de São Paulo (SLTSP). Além desta discussão, o presente trabalho propõe um método para a integração destas duas políticas, buscando a sinergia entre ambas.

Inicialmente, faz-se necessário introduzir brevemente o estado da arte destas infraestruturas na RMSP. Primeiramente tratando a expansão da rede Metroviária prevista para a RMSP, enumerando as linhas subterrâneas planejadas e métodos construtivos. Em seguida, será revelado o estudo do Hidroanel Metropolitano e suas principais características dentro do cenário de transporte de cargas e logística na RMSP. Ainda sobre o Hidroanel, são apresentados algumas de suas estruturas, especialmente no trecho de implantação em curto prazo, o Tietê desde a Barragem de Edgard de Souza, em Santana de Parnaíba até o bairro de São Miguel Paulista na Zona Leste Paulistana.

Uma vez esclarecida a situação destas infraestruturas e suas características, partiremos para apresentação da metodologia logística usada em uma obra em Berlim, Alemanha: a Potsdamer Platz. Este exemplo, que fundamenta a presente proposta de sinergia entre



AEAMESP



infraestruturas foi escolhido por se basear na segregação das circulações de terra, materiais e bens relativos à obra por meio do uso de ferrovia e hidrovía, além de uma estrada interna, em relação ao entorno urbano existente, mitigando conflitos e beneficiando o desempenho construtivo. Outro aspecto que torna esta experiência um exemplo é a adoção de um centro de logístico único que gerencia todos os insumos da obra, representando inúmeras vantagens. O sítio se encontra no centro de Berlim, assim como as linhas de Metrô planejadas para a RMSP, que possuem boa parte de suas obras no centro expandido da capital. Diante dos paralelos encontrados, este caso é usado como exemplo bem sucedido para a proposta apresentada.

A possibilidade de interação entre as duas infraestruturas é então formulada a partir do conceito de uso do Hidroanel Metropolitano e suas estruturas auxiliares como plataforma logística para obra dos túneis previstos para a expansão da rede de Metrô, otimizando o desempenho construtivo.

As adequações necessárias para que o Hidroanel sirva à construção das novas linhas férreas, por sua vez, se mostram de aplicabilidade perene para a infraestrutura hidrovária e se enquadram nos planos de logística da SLTSP.

Finalmente, são apresentadas as conclusões feitas a partir das hipóteses levantadas.

2. Diagnóstico da infraestrutura de transportes na RMSP

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) enfrenta uma grave situação de saturação de seu sistema viário. Há uma intensa disputa pelo espaço de circulação, na qual duelam diversos meios com variados objetivos de transporte. Esta disputa afeta também a qualidade espacial urbana, uma vez que o espaço público é utilizado quase em sua totalidade para dar

suporte aos deslocamentos de bens e passageiros necessários ao funcionamento da cidade, em detrimento das demais atividades cívicas.

A despeito da escala que a RMSP possui, a maior parte destes deslocamentos é feita pelo modal rodoviário, notadamente reconhecida por seu baixo desempenho.

A forma de organização e distribuição habitacional e econômica urbana, a grande população e dimensões envolvidas e a análise dos deslocamentos diários sugere a necessidade de implantação de sistemas de transporte que trafeguem em vias segregadas. As vias segregadas permitem grande capacidade de transporte, pois podem abarcar veículos pesados, de grandes proporções, com bom desempenho energético, com maiores condições de controle central. Nos casos de sistemas de transporte em vias segregadas em trilhos, há também a possibilidade de pequenos intervalos entre composições e altas velocidades de deslocamentos.

2.1 Expansão da infraestrutura de alta capacidade de transporte de passageiros

Para o transporte de passageiros nos movimentos pendulares diários entre casa e trabalho na RMSP, sobretudo pautado na Pesquisa Origem/Destino desenvolvida pela Companhia do Metropolitano de São Paulo (CMSP) (COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO, 2007), a Secretaria de Transportes Metropolitanos do Estado de São Paulo (SMT) elabora e atualiza o Plano Integrado de Transportes Urbanos (PITU) (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO; SECRETARIA DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS, 2006). No âmbito deste, que tem horizonte de aplicação de longo prazo, são planejadas as linhas férreas, de trem e Metrô para a metrópole de São Paulo, visando suprir as demandas de transporte público de alta capacidade na região. Alguns destes planos estão sendo colocados em prática, sendo que em grande parte são previstas obras subterrâneas. A saturação das vias e espaços públicos ao

nível dos pedestres já mencionados neste texto, e outros aspectos tais como impacto paisagístico e ambiental de linhas elevadas, indicam o metrô subterrâneo como solução mais adequada para transporte urbano de alta capacidade, solução que vem sendo aplicada por meio da construção de novas linhas e ampliação das já existentes, conforme planejamento que iremos abordar a seguir.

A Linha 4- Amarela, cuja maior parte dos túneis está pronta e com algumas de suas estações em construção, conta com a extensão de seus túneis até a cidade de Taboão da Serra.

A Linha 5- Lilás está em expansão que, quando concluída, resultará em 11.513m de novos túneis, além de 10 novas estações e um novo pátio, se integrando com as linhas 1 e 2 do sistema de Metrô existente. Está em elaboração ainda o projeto funcional da extensão da linha 5- Lilás, desde a Estação Capão Redondo até o bairro Jardim Ângela, adicionando mais alguns quilômetros em vias por túneis. O diagrama exposto na imagem 1, divulgado pela STM (GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO; SECRETARIA DE TRANSPORTES METROPOLITANOS, s.d.) para o horizonte de 2034, prevê ainda o a extensão da Linha 5- Lilás até o bairro do Belém.

A Linha 6 – Laranja, com projeto executivo e obra já licitada, deve entrar em obras em breve e será construída e operada no regime de Parceria Público Privada (PPP) e adicionará cerca de 18km de trilhos em túneis à malha, desde o bairro de Brasilândia na zona norte até a estação São Joaquim, na região central. Esta linha conta ainda com estudo para extensão até Cidade Líder, na zona leste, o que totalizaria 34,1km

A Linha 2 – Verde já tem o projeto básico concluído e prepara licitação com projeto executivo e obra da extensão desde a Estação Vila Prudente até a futura Estação Dutra, no município de Guarulhos, perfazendo novos 15,5km de túneis no sentido noroeste ao



AEAMESP



existente. Esta linha conta com previsão de extensão por túneis também na outra extremidade (sentido oeste) ainda sem o aprofundamento do projeto básico.

Existe ainda a previsão de construção de outras linhas subterrâneas, que ainda estão com nomes provisórios, como a Linha 23 ou Arco Norte que vai da Lapa à Dutra (em Guarulhos) de forma perimetral pela Zona Norte, a Linha 20 Rosa de 12,3km, que ligará Lapa a Moema e deverá passar sob a Avenida Brigadeiro Faria Lima, e a Linha 19- Celeste que faria o trajeto Campo Belo – Guarulhos passando pelo eixo da Avenida Brigadeiro Luís Antônio (GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO; SECRETARIA DE TRANSPORTES METROPOLITANOS, s.d.).

Outros túneis ferroviários também são estudados e propostos na RMSP para possibilitar a entrada na mancha urbana de novas linhas regionais e de trens de alta velocidade. São propostos trens regionais para as cidades de Jundiaí, Santos, Sorocaba, cujo estudo é de responsabilidade da Companhia Paulista de trens Metropolitanos (CPTM) além de uma linha de trem de alta velocidade que faria o trajeto Campinas/São Paulo/Rio de Janeiro cujo estudo está a cargo do Governo Federal (RIBEIRO, 2011).

A defasagem entre a demanda por transporte de passageiros e a capacidade de construção de novas infraestruturas, todavia, agrava a situação, uma vez que os prazos previstos para criação de novas linhas e ampliação das existentes são constantemente desrespeitados. Dentre os problemas enfrentados na construção do Metrô que acentuam as situações de atraso apontadas temos a questão logística: as obras de construção e expansão de linhas são grandes obras que são feitas em meio à grande densidade construída da cidade, o que torna o transporte, manuseio e estocagem de material bastante complicado e caro.

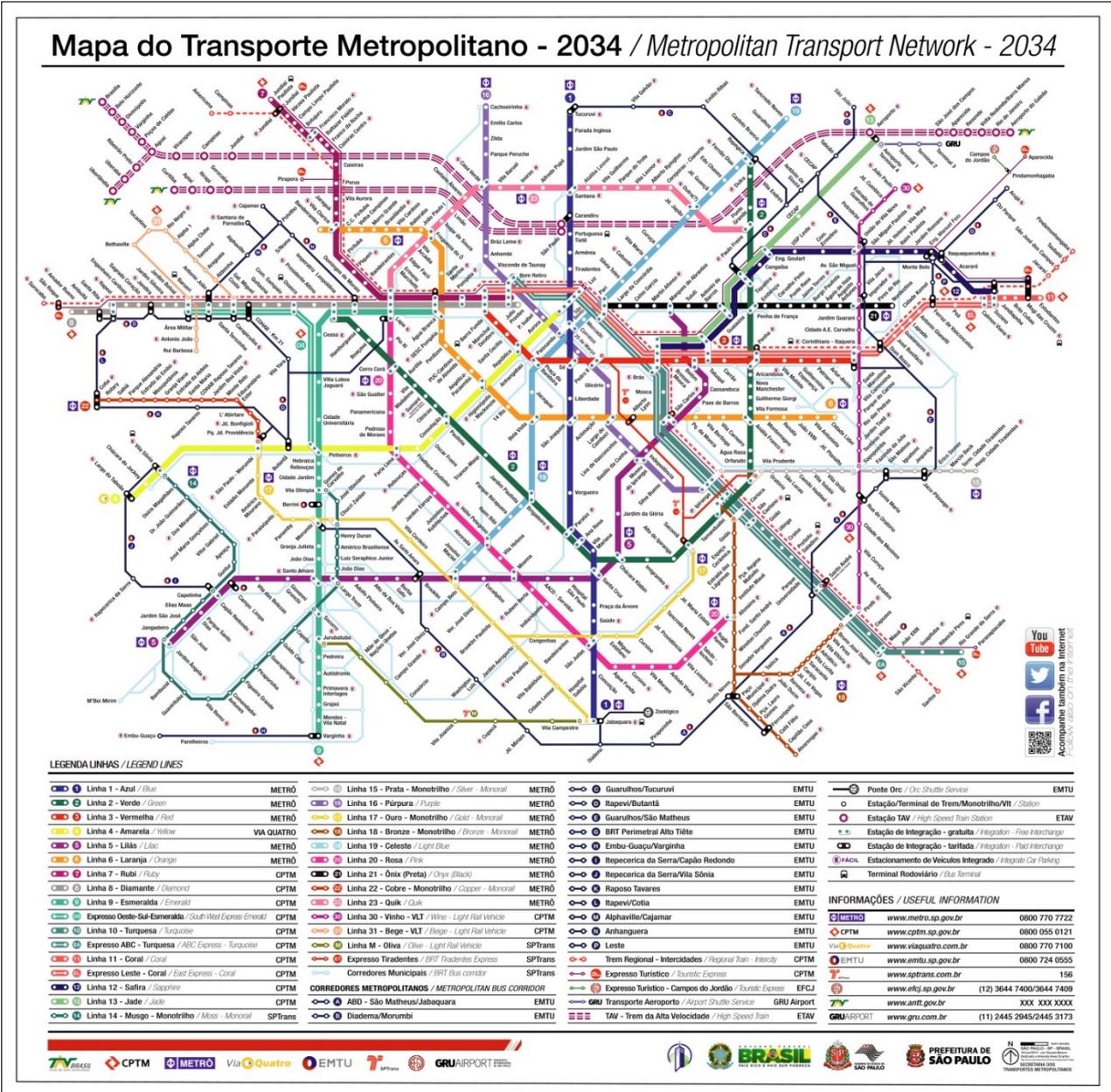


Imagem 01: Diagrama da Rede Futura do Transporte Metropolitano – 2034

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO; SECRETARIA DE TRANSPORTES METROPOLITANOS, s.d.

Ao longo das obras do Metrô na cidade de São Paulo, sempre estivemos habituados a observar a operação de uma única frente de construção por meio de *shield* para execução de seus túneis (com uma máquina para via dupla ou duas máquinas para túneis singelos operando em paralelo). Este cenário vem sendo alterado na construção da Linha 5-Lilás,



AEAMESP



cuja expansão, que resultará o trecho entre as estações Adolfo Pinheiro e Chácara Klabin, se dá por meio de duas frentes de escavação: um *shield* duplo, que fará a ligação entre o trecho SE Bandeirantes/VSE Dionísio da Costa, e duas máquinas tuneladoras para vias singelas paralelas no trecho SE Conde de Itu/SE Bandeirantes. Para reduzir a defasagem de infraestrutura de transporte de passageiros colocada, o planejamento da expansão da rede acima exposto deve ser colocado em prática com diversas frentes construtivas, representando as diversas novas linhas, concomitantemente.

Devido à matriz do transporte das cargas demandadas ser rodoviária os transtornos causados pelas obras deverão ser consideráveis, uma vez que toda a região de implantação de uma linha sofre com o grande fluxo de caminhões que alimentam e retiram os rejeitos da obra por meio das vias já congestionadas devido as interdições intrínsecas de uma obra como esta.

2.2 Logística de cargas na RMSP

A Secretaria Estadual de Logística e Transportes do Estado de São Paulo (SLTSP), responsável no âmbito estadual pela infraestrutura e estratégias de transportes de cargas, também possui responsabilidade no equacionamento do conflito pelo espaço de circulação da metrópole paulistana. A Macro metrópole Paulista, formada pela RMSP e demais regiões metropolitanas do estado (Baixada Santista, Campinas e Vale do Paraíba), concentra 50% da circulação das cargas do estado de São Paulo (GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO; SECRETARIA DOS TRANSPORTES DE SÃO PAULO; DESENVOLVIMENTO RODOVIARIO S/A, s.d), conforme demonstra a imagem 2. A concentração da circulação apontada, aliada à matriz rodoviária de transporte, que no ano de 2000 carregava 93,2% da carga no estado de São Paulo (GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO; SECRETARIA DOS TRANSPORTES DE SÃO

PAULO; DESENVOLVIMENTO RODOVIARIO S/A, s.d) leva à situação de congestionamento enfrentada pelas rodovias de acesso à capital e no horizonte de alguns anos, dentro do crescimento econômico estimado, é prevista a saturação destas vias.

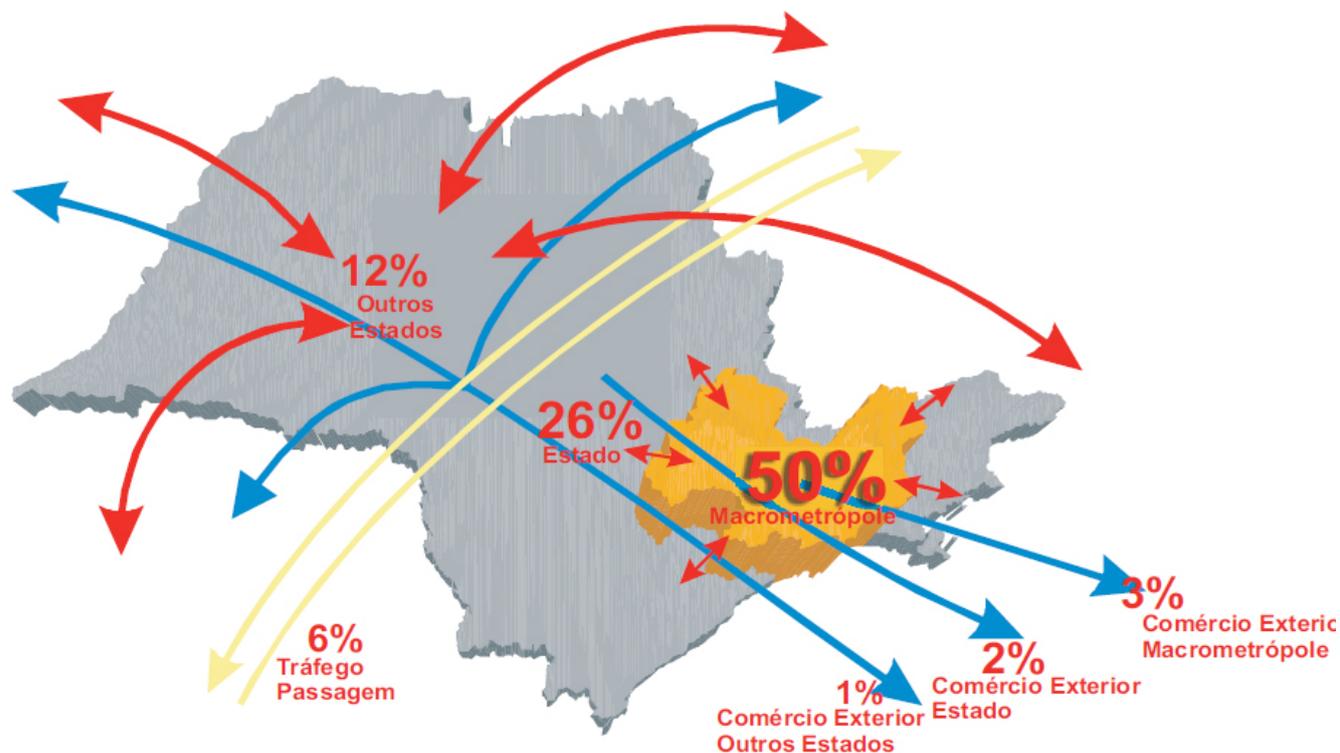


Imagem 02 – Demanda atual de transporte – polarização na Macrometrópole.

Fonte: GOVERNO DO ESTADO DE SAO PAULO; SECRETARIA DOS TRANSPORTES DE SÃO PAULO; DESENVOLVIMENTO RODOVIARIO S/A, s.d., p.23.

2.2.1. O Hidroanel Metropolitano

Buscando alternativas para distribuir os deslocamentos que carregam o sistema rodoviário da RMSP, no ano de 2011 a SLTSP, por meio de seu Departamento Hidroviário, contratou a elaboração do Estudo de Pré-Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo. Este estudo, cuja articulação Arquitetônica e Urbanística foi coordenada pelo Grupo Metrôpole Fluvial, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da



AEAMESP



Universidade de São Paulo (GRUPO METROPOLE FLUVIAL, 2012a; GRUPO METROPOLE FLUVIAL, 2012b), foi orientado por diversas políticas de estado - Política Nacional de Recursos Hídricos, Política Nacional de Resíduos Sólidos e Política Nacional de Mobilidade Urbana - visando otimizar os recursos disponíveis na cidade, sobretudo a água, cuja escassez se mostra latente, e buscar formas de tirar proveito destes recursos de maneira sustentável.

A proposta visa alterar a forma como é tratado o sistema hídrico de todo o alto Tietê, composto pelo rio Tietê desde sua nascente até a RMSP e de seus afluentes neste trecho e envolve propostas de longo prazo para tratar de esgotos, enchentes, coleta/tratamento/reciclagem de lixo (que se relacionam diretamente com a qualidade das águas e controle de enchentes), além de viabilizar a navegabilidade de seus rios principais. Uma série de obras são previstas, a destacar a construção de eclusas, canais, dragagem e portos. Um canal ligando as represas Billings e Taiaçupeba é previsto permitindo a navegação circular no anel.

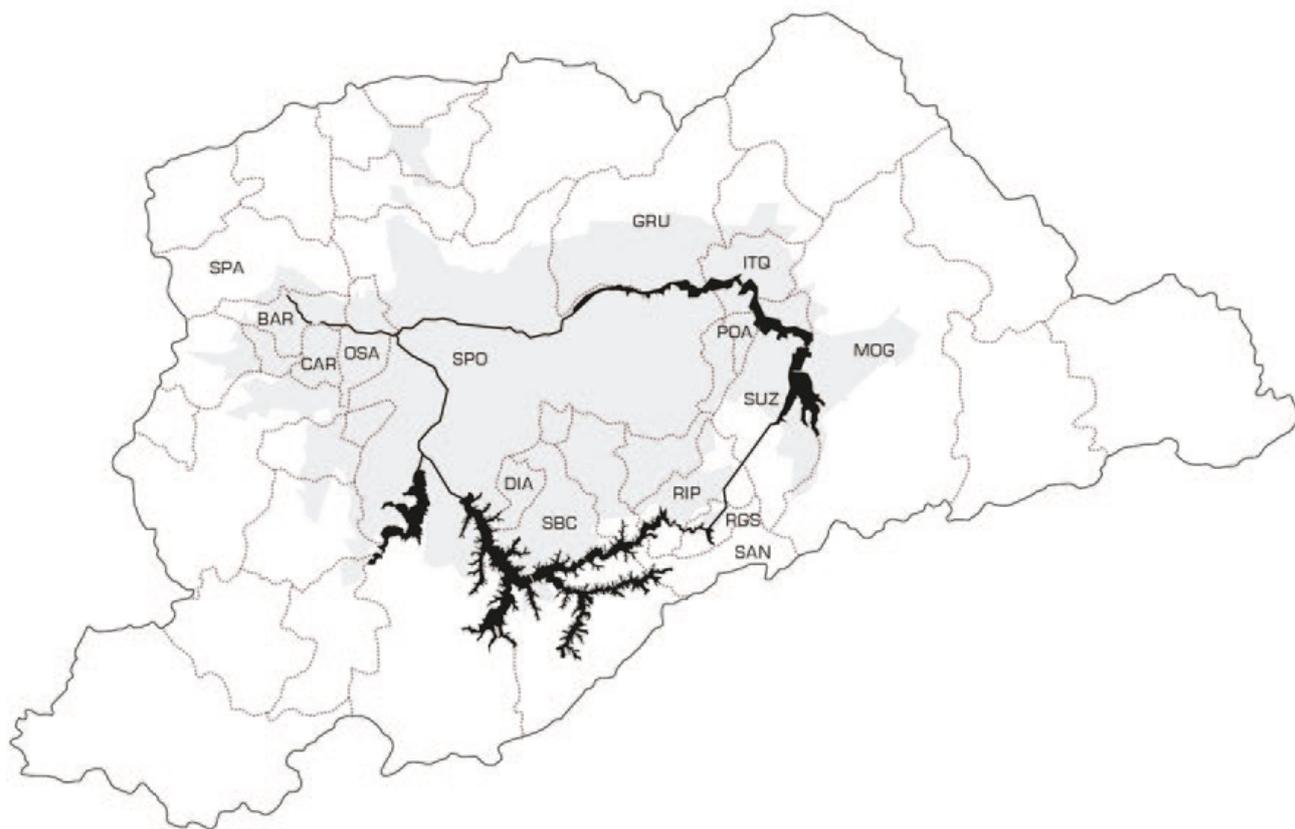


Imagem 03: Mapa dos Municípios da RMSP beneficiados pelo Hidroanel.

Fonte: GRUPO METRÓPOLE FLUVIAL, 2012a, p.9.

A primeira das eclusas planejadas com intuito de tornar o canal dos rios existentes em navegável, na região da Penha, Zona Leste da Capital, já foi licitada e sua construção foi iniciada, sendo esperado que esteja pronta para operação no ano de 2015. Esta obra permitirá que o trecho navegável do rio Tietê se estenda desde a barragem Edgard de Souza, no município de Santana de Parnaíba, município da RMSP localizado ao oeste da capital, até imediações do bairro de São Miguel, na Zona Leste Paulistana.

Como estratégia de viabilizar a logística de navegação associada à outros modais, é prevista na proposta de Hidroanel a construção de três portos multi-modais denominados de

Triportos no estudo contratado pela SLTSP (GRUPO METROPOLE FLUVIAL, 2012a; GRUPO METROPOLE FLUVIAL, 2012b), ilustrados na imagem 04. Os Triportos são assim chamados por unirem os modais ferroviário, rodoviário e hidroviário e foram estrategicamente planejados em cruzamentos destas infraestruturas em diferentes regiões do entorno da RMSP e convergem com a proposta de Centros Logísticos Integrados (CLI's) previstos no PDDT (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO; SECRETARIA DOS TRANSPORTES DE SÃO PAULO, s.d.). Os CLI's têm objetivo de fomentar a transmodalidade, agilizando os transbordos, fazendo estocagem e promovendo serviços logísticos.

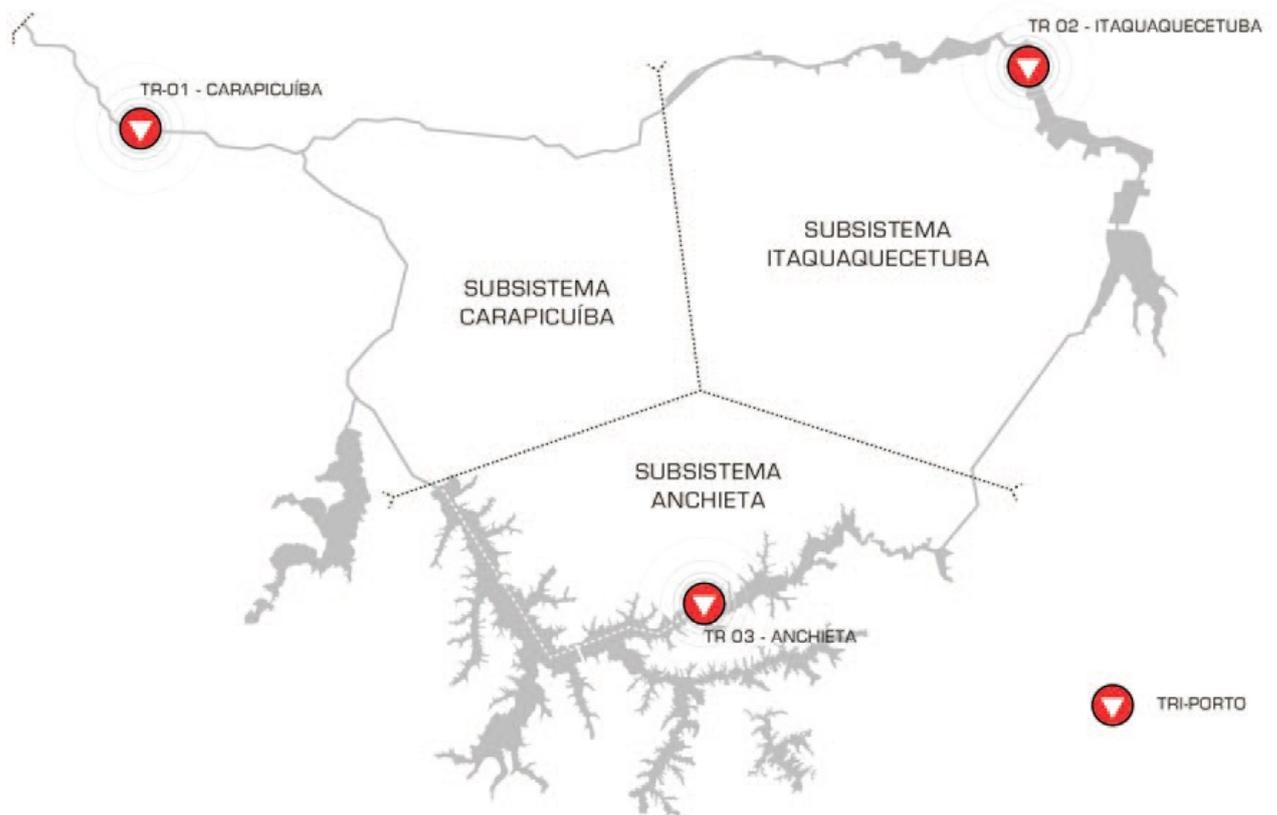


Imagem 04: Diagrama do Hidroanel na RMSP e a divisão de três sub-sistemas.

Fonte: GRUPO METRÓPOLE FLUVIAL, 2012a, p. 41.



AEAMESP



Para o setor oeste da metrópole vem sendo debatido o uso da área da chamada “Cava de Carapicuíba” como alternativa para receber o Triporto da região, que atenderia o chamado “Subsistema Carapicuíba” (a proposta contempla 3 subsistemas, conforme imagem 4). A área, uma antiga cava de extração de areia, possui grande profundidade, já foi seca, mas encheu com a retificação do rio Tietê que a transformou em uma lagoa, e vem sendo usada para como “bota-fora” de resíduos de escavações e de dragagem dos próprios rios. Justaposta ao rodoanel, Rodovia Castelo Branco, ferrovia e na área de abrangência dos planos de construção do Ferroanel, a cava se coloca como importante entroncamento de diferentes estruturas de transporte em uma posição de grande potencial de atendimento à metrópole. Para que seja incorporado o uso de porto fluvial, o estudo para a implantação do Hidroanel (GRUPO METROPOLE FLUVIAL, 2012b) prevê uma série de condições, dentre elas a criação de uma dársena para manobra e atracamento das embarcações, conforme a imagem 5, onde hoje é a lagoa. A construção da dársena não inviabilizaria o recebimento de terra pela cava, mas limitaria o volume recebido até que se chegasse ao limite de profundidade necessário para navegação conforme o calado das embarcações definidas para serem utilizadas na hidrovía a ser criada. O estudo alia a existência do parque em desenvolvimento pelo Departamento de Águas e Energia do Estado de São Paulo (DAEE) para a margem oeste da Lagoa e aponta ainda para a possibilidade de incorporação de um grande galpão do antigo IBC (Instituto Brasileiro do Café) contíguo, cuja propriedade passou à união e que pode ampliar a área e os usos para o citado CLI.



Imagem 5: Proposta de Triporto de Carapicuíba.

Fonte: GRUPO METRÓPOLE FLUVIAL, 2012a, p.60.

O estudo de implantação da hidrovía ressalta o grande potencial da infraestrutura para transporte de cargas públicas e propõe ao longo da calha dos rios principais uma série de “Transportos”, que são pequenos portos, ao longo da mancha urbana que serviriam para fazer o transbordo de cargas, da via rodoviária para a via fluvial. Estes Transportos são pensados para desempenhar importante papel na logística reversa, embarcando lixo doméstico, entulho e outros resíduos, além de receber cargas de baixo valor agregado mas grande volume, como insumos da construção civil e lodo proveniente das Estações de Tratamento de Esgoto, neste caso são chamados “Lodopostos”. Segundo o estudo (GRUPO

METROPOLE FLUVIAL, 2012a), diante da latente saturação das rodovias de acesso à capital, apontada pelo PDDT e já mencionada neste trabalho, a logística reversa proposta tornaria os custos das obras de construção da hidrovia sustentáveis economicamente. O estado busca também parceiros para viabilizar a entrada na capital de cargas gerais pela hidrovia, o que ampliaria os usos possíveis nos transportos.

O Departamento Hidroviário do Estado de São Paulo busca agora interessados na exploração, uso e gestão do Hidroanel. O órgão entende que a gestão e o controle deva estar a cargo de um único operador. A Sabesp demonstra interesse na exploração para fazer o transporte de seus rejeitos (lodo das Estações de Tratamento de Esgoto, dragagens etc).

Todos os estudos consultados para o diagnóstico da situação, tanto do transporte de carga como de passageiros, nos permitem constatar a saturação dos espaços públicos para a circulação de bens e pessoas na RMSP. As soluções apontam para o uso de vias segregadas (inclusive ferrovia, metrô, hidrovia), que para própria construção necessitam de esquema de logística específico, dada a dimensão da demanda existente e infraestruturas necessárias.

Quando estudamos experiências análogas, cujo resultado foi bem sucedido, notamos a importância que a estratégia construtiva e logística desempenhou. Neste sentido, o próximo item apresenta a experiência do método logístico para a remodelação da Potsdamer Platz, que relataremos a seguir.

3. A experiência alemã da logística do canteiro de obras da Potsdamer Platz em Berlim (1993-1998)

Como paralelo para entendimento do uso de plataforma de logística independente do suporte rodoviário para grandes obras urbanas, podemos adotar a construção da



AEAMESP



Potsdamer Platz em Berlim, obra efetuada por ocasião da queda do muro que dividia esta cidade em duas, Berlim oriental e ocidental, durante a vigência da chamada “cortina de ferro”. A Potsdamer Platz foi um projeto de reabilitação urbana incluindo a construção de uma série de edifícios ao redor de uma praça, a construção de uma estação subterrânea de trem e um túnel ferroviário, tudo a poucos metros do portão de Brandemburgo no coração de Berlim totalizando um orçamento de 5,6 bilhões de dólares à época, entre os anos de 1993 e 1998. A obra carregou consigo grande conteúdo simbólico da reunificação germânica, nação que se orgulha de sua precisão, pontualidade e capacidade de planejamento. Considerado “maior canteiro de obras intraurbano da Europa” (MAIER, 1997), o sucesso da empreitada, que envolvia tantas construções ao mesmo tempo em meio a uma região já densamente construída, tornou imperativo o papel da logística. Wilhelm Maier, diretor do centro de logística implantado para conduzir a obra, sintetiza a reflexão:

*So many projects being built so near to each other, above and below ground, creates more than merely technical problems. The logistical side of Europe's biggest inner-city construction site also requires considerable attention. Truly huge quantities of excavated soil, concrete and construction materials have to be transported from or to the site in the heart of the city. Conventional transport by trucks would inevitably cause a total traffic breakdown in central Berlin.*¹(MAIER, 1997, p.233)

¹ Muitos projetos sendo construídos tão perto um do outro, acima e abaixo do solo, criam mais do que simples problemas técnicos. O lado logístico do maior canteiro de obras intraurbano da Europa também requer especial atenção. Enorme quantidade de solo escavado, concreto e materiais de construção precisam ser transportados desde o coração da cidade ou até ele. Transporte convencional por caminhões causariam inevitavelmente o total colapso no trânsito do centro de Berlim (MAIER, 1997, p. 233, tradução nossa)

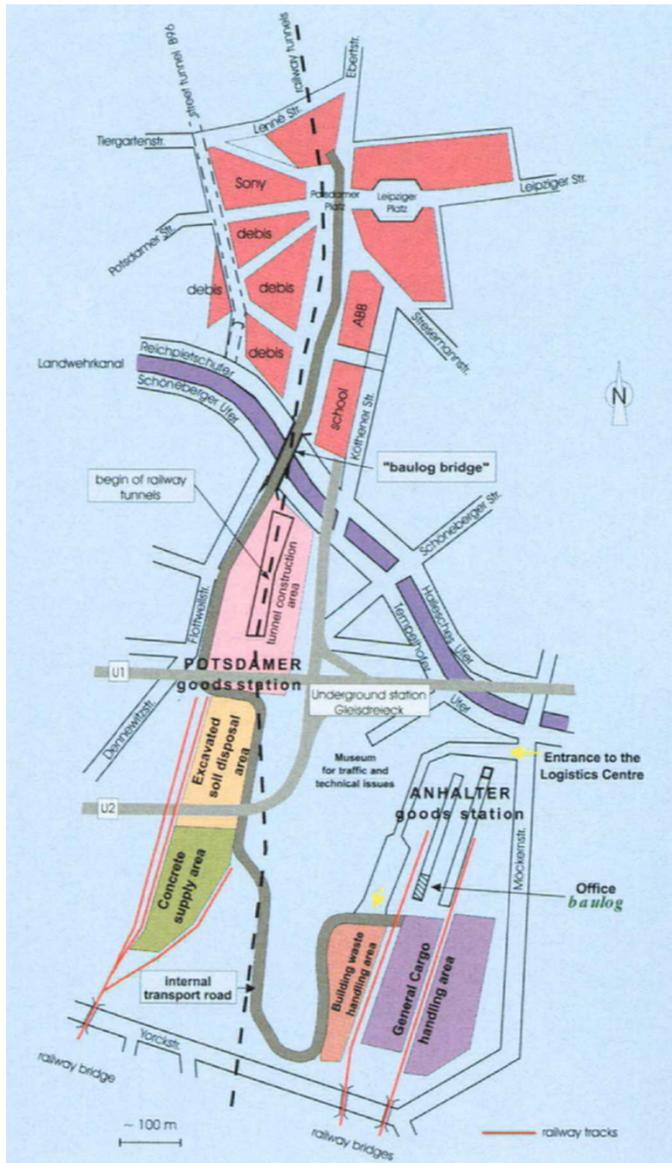


Imagem 6: distribuição do canteiro de obras da Potsdamer Platz com estrada interna e centro de logística.

Fonte: MAIER, 1997, p. 234.

Para equacionar o problema, foi erguido um centro de logística único, conforme a imagem 6, por onde entrava e saía o material relativo à construção através de uma ferrovia e uma hidrovia, que conectavam o sítio da obra até os arredores da cidade: *“The construction sites at Potsdamer Platz can only be accessed via the logistics centre. Like an island. It is almost*



AEAMESP



exclusively connected to the outside world by rail and water.”² (MAIER, 1997, p. 234). A partir deste centro de logística, foi feita uma estrada interna e exclusiva à obra de 2,5km, que incluía pontes para não interferir no trânsito das vias existentes e com acesso a todas as construções. A logística percorria, portanto, o caminho: hidrovia ou Ferrovia/ centro de logística / edifício ou túnel ou estação em construção e a logística reversa seguia o caminho contrário. Para a retirada de terra escavada, a hidrovia carregava 600 toneladas por hora, o que significa de 3000 a 4000 toneladas por dia.

O sistema buscava atender à grande escala da demanda construtiva ao mesmo tempo em que evitava a quebra do equilíbrio urbano que cercava as obras, tudo por meio de uma grande estratégia logística baseada no centro de logística, aliado ao transporte segregado do meio rodoviário e tirando partido das outras estruturas disponíveis – Hidrovia e Ferrovia. Maier (1997) aponta ainda que o grande trunfo desta iniciativa foi a união entre atores públicos e privados envolvidos na empreitada: em um primeiro momento houve resistência por parte de empreiteiros acostumados com os métodos tradicionais, mas as vantagens do novo modelo fizeram com que aderissem ao sistema.

4. Análise dos resultados: a sinergia entre planos e projetos de infraestruturas na RMSP

A leitura dos dados quanto a situação dos diferentes projetos de infraestrutura de transporte, conforme o item 2, nos permite vislumbrar potencialidades oferecidas pelos planos propostos para as diferentes modalidades de infraestrutura e a complementaridade entre eles.

² “Os canteiros de obra da Potsdamer Platz só podiam ser acessados pelo Centro de Logística. Como uma ilha. Era quase exclusivamente conectado com o mundo exterior por via férrea ou aquática” (MAIER, 1997, p. 234, tradução nossa)



AEAMESP



A rede de Metrô urge ser construída para aplacar o sofrimento diário dos cidadãos, mas a forma tradicional usada para sua construção traz outros efeitos colaterais, como o impacto no trânsito de veículos sofrido pela circulação de caminhões da própria obra. A construção linha por linha também se mostra ineficiente, pois a experiência recente mostra que a quando implantada isoladamente, uma nova linha tende a ser sobrecarregada pelo público de outras regiões, carentes das linhas que estão em planejamento futuro. Esta situação leva ao dimensionamento da linha em questão levando em consideração este excedente ou esta infraestrutura ficará sobrecarregada até que a rede se complete, demonstrando a necessidade da ampliação da rede como um todo no mesmo período.

Para dar suporte a este crescimento da malha de Metrô em rede, ao invés do tradicional processo de crescimento em linhas, sem criar colapsar o trânsito da metrópole, se faz necessário o casamento com outra nova infraestrutura de transporte de carga.

O cruzamento das linhas subterrâneas em projeto, listadas no item 2, e o trecho do Hidroanel, cuja navegação é prevista para o curto prazo, entre a barragem Edgard de Souza até São Miguel Paulista, na Zona Leste paulistana, revela que o eixo formado pelo canal do Tietê navegável pode fazer o papel de via exclusiva e segregada para a construção concomitante dos túneis sem abalo do sistema rodoviário.

Esta proposta converge também com a necessidade apontada pela SLTSP em seus estudos de um operador único que possa alavancar o uso da hidrovía na cidade, pois o operador do Metrô, a Companhia do Metropolitano de São Paulo (CMSP) ou outra concessionária privada poderia fazer este papel, financiado pela economia que poderá ter com o uso desta infraestrutura ao logo da construção de suas linhas.



AEAMESP



4.1 Os benefícios do uso da hidrovia na expansão da rede do Metropolitano

As linhas de Metrô propostas para a expansão, salvo raras exceções, sempre cruzam ou estão bastante próximas do canal do Tietê no trecho citado, o que propicia a interface da obra de cada uma das linhas com a via navegável.

O método construtivo de túneis utilizado na maior parte dos túneis das linhas de metrô mais recentes da cidade de São Paulo, a máquina tuneladoras ou *Shield*, propicia que o seu poço de ataque, onde a máquina emboca pela primeira vez na terra, se torne a interface onde será retirada toda a terra proveniente da escavação, conforme exemplo na imagem 7. A terra é trazida desde o ponto onde está sendo escavado por meio de esteiras e na saída do poço passa por uma lagoa de decantação onde é retirada por escavadeira para colocar nos caminhões que levam até o “bota-fora”. No caso das obras mais recentes do Metrô de São Paulo, como a extensão da linha 5-Lilás, a terra é levada para a já citada Cava de Carapicuíba.



Imagem 7: Foto do emboque de túnel da linha 5- Lilás no poço Conde de Itu. No alto do túnel se vê a saída de esteiras para retirada de terra proveniente das escavações do Shield.

Fonte: Acervo do autor, 2014.

Propõe-se usar a hidrovía para fazer o transporte desta terra, assim como foi feito na Potsdamer Platz mencionada anteriormente. Levando-se em consideração que as linhas em projeto cruzam ou estão próximas do canal do Tietê, que se tornará navegável em 2015, e que o local de destinação desta terra também está justaposto a este trecho, o encadeamento construtivo das infraestruturas é lógico. Para melhor desempenho do sistema e criação de um legado que pode ser usado após as obras de construção de cada uma das linhas de metrô, o projeto de construção destas linhas deve criar as condições para que o poço de ataque do túnel também esteja contíguo à calha do rio.



AEAMESP



Com o poço de ataque junto ao leito do rio, cria-se uma ligação direta entre a obra e toda a hidrovia e, assim como no exemplo alemão, é possível afastar boa parte do trânsito proveniente da logística de alimentação de insumos de obra e retirada de terra e outros rejeitos, sem impactar o trânsito da malha viária existente e com óbvios benefícios ambientais. A proximidade entre obra e hidrovia, aliada com o sistema de saída de terra por meio de esteiras do *shield*, propicia o embarque direto da terra, evitando assim o transbordo rodoviário e reduzindo sensivelmente o custo deste transporte.

Analisando a construção do túnel, outro aspecto de grande importância para garantir o seu bom andamento é o fornecimento de anéis pré-moldados. Os anéis são o revestimento do túnel e a garantia de sua estabilidade. Nos túneis mais recentes de São Paulo os anéis são compostos de segmentos de concreto pré-moldado e são montados de forma robotizada pela máquina tuneladora a cada avanço da escavação. Os segmentos de concreto são fabricados em fábrica de pré-moldados instalada sempre em situação de fácil acesso até o emboque do túnel. A necessidade de ampla área para sua fabricação e estocagem, próxima à região do emboque, que de forma geral se localiza em bairros densamente urbanizados, todavia, é um problema, pois além da escassez de terrenos nestas condições nas proximidades do emboque, os terrenos que se enquadram são de alto valor imobiliário, exatamente pela urbanização presente.

Para a construção da Linha 4- Amarela, uma área do parque Villa Lobos, na zona oeste teve que ser utilizada para construção da fábrica de suas aduelas, e foi desmontada após o final da construção do túnel. Na Linha 5- Lilás duas fábricas, uma para cada seção de túnel utilizada, foram construídas na área onde está sendo feito o pátio de manobras dos trens da própria linha. Para viabilizar a sua construção, o projeto de compactação da terra com aterro



AEAMESP



de sobrecarga teve que ser alterado para estaqueamento da área, pois como a fábrica precisava ser instalada para fornecer insumos para a construção do túnel, não haveria tempo necessário para que a sobrecarga agisse consolidando o terreno de forma a atender o cronograma de construção do pátio. Há, portanto, um caminho crítico de cronograma descrito pela construção da fábrica, produção e estoque de anéis, construção dos túneis, desmobilização e desmontagem da fábrica, execução das vias permanentes na área das fábricas e liberação do pátio para estacionamento dos trens que irão operar na linha. Para o estoque dos anéis, foi usado também um terreno urbano (imagem 8) que a companhia aluga durante as obras, próximo ao poço Conde de Itu, emboque dos túneis singelos da linha.

A utilização da Hidrovia reduziria a necessidade da fábrica de aduelas do túnel ser tão próxima ao emboque, propiciando para este uso terrenos fora da área urbanizada, reduzindo assim os custos e dificuldades na obtenção das áreas. Esta estratégia permitiria, ainda que se instituisse uma fábrica permanente de aduelas, abastecer a construção de todas as linhas simultaneamente, evitando a sucessiva construção e desmonte destas e ampliando a cadeia de economia. A escavação dos túneis também é abastecida de aduelas por um único ponto, seu emboque, e a partir deste ponto são levadas por meio de vagonetes que trafegam dentro do túnel recém-construído até o ponto de sua montagem. Desta forma, o transporte das aduelas também não necessitaria do transbordo rodoviário. A produção desta eventual fábrica permanente não precisaria se restringir a aduelas, mas poderiam ser fabricados pré-moldados para diversos usos na construção da rede metroviária.

A estocagem das aduelas também pode ser feita fora da região central, assim se instituiria uma espécie de centro de logística, como o berlinense, que também não precisaria se restringir somente às aduelas, garantindo organização dos insumos para expansão.



Imagem 8: Depósito de aduelas do túnel da Linha 5- Lilás em área urbana, no bairro de Santo Amaro (São Paulo, SP).

Fonte: Acervo do autor, 2014.

4.2. O centro de Logística e Fábrica de anéis

A área almejada pelo estudo do Hidroanel para instalação do Triporto Oeste, pelos atributos já apontados neste texto, localizada junto à ferrovia, à rodovia Castelo Branco, ao trecho oeste do Rodoanel, além de seu porte e o fato de estar na condição de receber a terra



AEAMESP



proveniente das escavações, a tornam um território potencialmente estratégico para receber a reunião de funcionalidades oriundas da ampliação da malha do metrô. O programa para este território representa mais que um centro de logística, pois abarcaria também a fabricação de peças como as aduelas para os túneis.

O Centro de Logística/Fábrica instalado nessa região poderia usufruir de todas as facilidades oferecidas pela reunião de rodovias, ferrovia, possível ferroanel e hidrovias, sem as restrições de acesso a caminhões de carga presentes nas áreas centrais urbanas. Poderia também contar com estoque permanente, e armazenamento de máquinas e equipamentos de obra. Todos os benefícios e facilidades teriam acesso às obras independente da estrutura rodoviária urbana, através do Hidroanel.

Na outra ponta do trajeto Triporto/canteiro de construção de novas linhas, é possível instalar os poços de emboque dos túneis como interface da obra de cada empreendimento metroviário com o sistema de logística central da expansão da rede. Por meio deste ponto, conforme o avanço da construção do túnel, uma via férrea interna é feita e, ao final da escavação do túnel, passa a existir uma ligação direta entre todas as unidades construtivas da linha até o centro de logística, sem impacto na dinâmica urbana. Embora as obras das estações tenham que contar com seu próprio esquema de abastecimento, pois sua escavação é autônoma em relação à escavação dos túneis, a ligação hidrovias/túnel pode ser usada em outras fases das obras das estações, levando insumos que cujo deslocamento também impacta o trânsito urbano.

O diagrama exposto na imagem 9 apresenta a proposta conforme descrita neste trabalho.

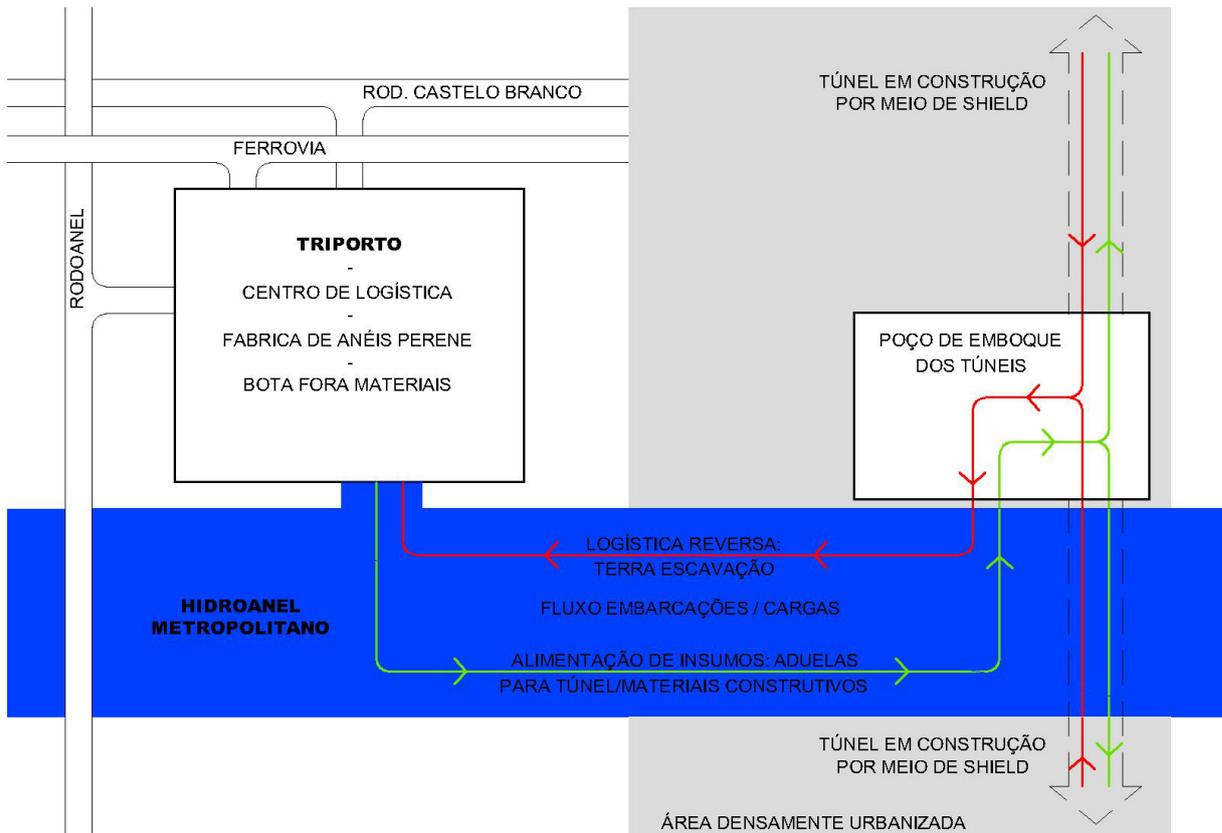


Imagem 9: Diagrama de logística e logística reversa proposto (São Paulo, SP).

Fonte: Elaboração própria

4.3 Benefícios futuros da sinergia entre o Metrô e o Hidroanel

As estruturas montadas para o transbordo túnel/hidrovia também podem representar um importante legado para a infraestrutura do Hidroanel, pois estas poderão cumprir papéis previstos para o uso perene em suas funções internas à cidade. Se analisarmos o caso da expansão da Linha 2-verde, que se encontra em estágio mais avançado de projeto, podemos observar a riqueza de possibilidades que este cruzamento de infraestruturas pode oferecer.



Imagem 10: localização da ETE Parque Novo Mundo, da Futura estação Paulo Freire em relação aos rios Cabuçu de Cima e Tietê.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de imagem gerada pelo Google Earth, com base no decreto nº 60.272, de 20 de março de 2014, (2014).

Próximo ao cruzamento da extensão da linha proposta com o Rio Tietê – eixo do Hidroanel, na margem norte do rio, ao lado da Marginal, teremos a futura Estação Paulo Freire. O terreno destinado à construção da estação, decretado de utilidade pública pelo governo do Estado de São Paulo, possui área de 41.390m² (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2014)



AEAMESP



e se avizinha ao Rio Cabuçu de Cima, afluente que desagua neste ponto do Tietê. O terreno está à cerca de 40m de distância da Estação de Tratamento de Esgoto Parque Novo Mundo, separado apenas por um terreno particular, conforme a imagem 10.

O Relatório Conceitual da Articulação Arquitetônica Urbanística dos estudos de Pré Viabilidade Técnica, Econômica e Ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo (GRUPO METROPOLE FLUVIAL, 2012b) propõe portos para embarque de lodo proveniente do tratamento de esgoto em todas as Estações de Tratamento de Esgoto próximas ao Hidroanel:

O lodoporto é o porto de origem do lodo, resíduo do processo de tratamento de água ou de esgoto. Este porto deve ser implantado junto às Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e Estações de Tratamento de Água (ETA) que estejam na área de influência do Hidroanel. O lodo será transportado do lodoporto ao triporto através do Barco Urbano de Carga (BUC), de casco duplo e compartimento de carga fechado. No triporto, o lodo será processado e receberá uma destinação final adequada.

Na área de influência direta do Hidroanel estão localizadas seis estações de tratamento: ETE Barueri, ETA Estiva, **ETE Parque Novo Mundo**, ETE São Miguel Paulista, ETE Suzano, ETA Suzano. (GRUPO METROPOLE FLUVIAL, 2012b, p. 33, grifo nosso)

A estrutura construída para o embarque de terra proveniente das escavações e recebimento de pré-moldados, como propõe este estudo, pode ser construída para as duas funções, permitindo seu uso perene na manutenção da ETE Parque Novo Mundo. A vizinhança do



AEAMESP



terreno destinado à estação ao Rio Cabuçu de Cima justificaria também a dragagem deste e alargamento da ponte da Avenida Morvan Dias Figueiredo (popularmente conhecida como Marginal Tietê) sobre o mesmo. O gabarito da ponte ampliado permitiria a transposição da Avenidas Morvan Figueiredo por embarcações para atracamento e carregamento com cargas da obra do Metrô e do lodo da ETE. A ampliação do gabarito da ponte se justifica também pelo potencial de navegabilidade atribuído ao Rio Cabuçu de Cima (GRUPO METROPOLE FLUVIAL). Também nesta fase do ciclo de logística da construção a sinergia se mostra possível.

5. Conclusões

A implantação das infraestruturas do Hidroanel e da infraestrutura metroviária, demonstram grande capacidade de benefício mútuo se planejadas de forma holística.

Como demonstrado, o desafio da construção de grandes obras de túneis nas áreas urbanas fica facilitado com o auxílio da infraestrutura hidroviária. A experiência alemã da construção da Potsdamer Platz comprova a eficiência da segregação do transporte das cargas relativas a uma obra de grande escala em uma área urbana ao mesmo tempo que esta segregação garante o equilíbrio existente nas suas imediações.

A estruturação urbana da capital paulista em torno de seus principais rios colabora para o uso destes como via logística para a construção de novas linhas de Metrô, uma vez que esta estruturação faz com que a demanda por novas linhas coincida com a hidrovía que se desenha na hidrografia existente.

As estruturas previstas para uso logístico nos planos do Hidroanel se mostram perfeitamente complementares na construção de novas linhas de Metrô. A complementaridade pode ser lida em todo o ciclo, desde o Triporto previsto para a região oeste da RMSP, que casa



AEAMESP



perfeitamente com as necessidades de logística reversa da escavação de túneis, cuja terra já é despejada na Cava de Carapicuíba, local designado para ser o Triporto oeste. Passando pela possibilidade do uso da área do mesmo Triporto para instalação de facilidades para fabricação, estoque e logística de pré-moldados, cuja necessidade é intrínseca aos métodos atuais de construção de túneis e que vem recebendo tratamento individual para cada nova linha que é concebida, criando problemas e gastos em redundância como apontado ao longo do artigo. O Triporto pode ainda receber funções como centro de logística central para expansão da rede de Metrô e oferecer estes serviços para outras grandes obras públicas de mesma natureza que possam ocorrer ao longo do Hidroanel, como os trens regionais e trem de grande velocidade que são foco de estudos das esferas públicas.

Na outra ponta do mesmo ciclo, a possibilidade de embocar as máquinas tuneladoras para construção das novas linhas de Metrô nas proximidades do Leito do Tietê e, conseqüentemente, do Hidroanel, pode evitar mais uma vez redundância de esforços na construção de infraestruturas: o estudo da expansão da Linha 2- Verde, que já possui publicação do Decreto de Utilidade Pública para construção de parte de suas obras, mostra o potencial que a construção de uma hipotética plataforma de embarque e desembarque de insumos para construção e terra proveniente de escavação na área da futura estação Paulo Freire pode oferecer. O artigo mostrou que esta estrutura poderia ser perenizada com o uso como o Iodoporto previsto para a Estação de Tratamento de Esgoto Parque Novo Mundo, como preconizado no estudo do Hidroanel contratado pela SLTSP.

Fica claro, portanto, que as infraestruturas de transporte previstas nas políticas de estado de duas pastas do governo paulista, STM e SLTSP, além de necessárias, são complementares e

devem ser planejadas e executadas em conjunto, o que as tornará mais econômicas, reduzirá os impactos urbanos negativos e possibilitará um maior controle de seus prazos.

6. Referências bibliográficas

COMPANHIA DO METROPOLITANO DE SÃO PAULO. **Pesquisa Origem e Destino 2007**.

Síntese. São Paulo: Companhia do Metropolitano de São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.nossasaopaulo.org.br/portal/files/sintese_od_2007.pdf >. Acesso em 18 jul. 2014.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO; SECRETARIA DE ESTADO DOS TRANSPORTES METROPOLITANOS – **Pitu 2025**. Plano Integrado de Transportes Urbanos para 2025. São Paulo: Secretaria de Estado Transportes Metropolitanos, 2006.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO; SECRETARIA DOS TRANSPORTES DE SÃO PAULO; DESENVOLVIMENTO RODOVIARIO S/A. **PDDT-Vivo 2000/2020**. s.d.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Decreto nº 60.272, de 20 de março de 2014. Declara de utilidade pública, para fins de desapropriação, ocupação temporária ou instituição de servidões, imóveis localizados no Município e Comarca da Capital do Estado de São Paulo, necessários à Companhia do Metropolitano de São Paulo – METRÔ. **Diário Oficial [do Estado de São Paulo]**, São Paulo, SP, v. 124, n. 54, 21 mar. 2014. Seção I, p. 1.

GRUPO METROPOLE FLUVIAL. Articulação Arquitetônica e Urbanística dos Estudos de Pré- viabilidade técnica, Econômica e Ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo. **Memorial Descritivo**. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2012a.



AEAMESP



GRUPO METROPOLE FLUVIAL. Articulação Arquitetônica e Urbanística dos Estudos de Pré-
viabilidade técnica, Econômica e Ambiental do Hidroanel Metropolitano de São Paulo.

Relatório Conceitual. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de
São Paulo, 2012b.

MAIER, W. Construction Logistics for Potsdamer Platz. **Structural Engineering International.**
7. 4 (1997): 233-235.

RIBEIRO, S.E.R. **O trem de passageiros como solução para transporte regional.** Disponível
em:<http://www.anut.org/downloads/Apresentacao_Trabalhos/FIESP_21e21_2012/07_Ferrovias/05_Sala4_Silvestre%20Ribeiro_2205_Ferrovias_1030h.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2014.