

## 7° Seminário de Transporte e Desenvolvimento Hidroviário Interior SOBENA HIDROVIÁRIO 2011

Porto Alegre, 5 e 6 de Outubro de 2011

### ANÁLISE PRELIMINAR DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO HIDROANEL METROPOLITANO DE SÃO PAULO PARA O TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS.

Jussara dos Santos Neto - USP - São Paulo  
Nayara Amaral Lima de Valois - USP - São Paulo  
Newton Narciso Pereira - USP - São Paulo  
Rui Carlos Botter - USP - São Paulo

#### Resumo:

O sistema de transportes da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP tem sido alvo de diversos estudos de alternativas para transporte de cargas e passageiros, devido ao constante crescimento populacional e aumento da demanda de produtos e serviços que refletem nos problemas viários. Estes problemas geram congestionamentos, aumentos de custos de transporte que refletem no preço final dos produtos e serviços, além de impactar na qualidade de vida das pessoas. Entretanto, se minimizados, podem melhorar a logística de cargas e passageiros na Região Metropolitana de São Paulo, além de propiciar redução na emissão de poluentes. Dentre as alternativas propostas neste trabalho, sugere-se a implantação de um anel hidroviário (Hidroanel) na RMSP, que pode conectar os rios de São Paulo e atrair cargas e passageiros, possibilitando o aproveitamento dos corpos d'água, especialmente os rios Tietê e Pinheiros.

#### 1. – INTRODUÇÃO

O projeto "Hidroanel Metropolitano" de São Paulo foi inicialmente concebido na década de 70 e retomado pelo Departamento de Transportes do Estado de São Paulo em 2007 com o objetivo de avaliar o aproveitamento dos corpos d'água, os rios Tietê e Pinheiros, e a sua integração urbanística, além da inclusão de um canal artificial conectando estes rios para atrair cargas e passageiros, em vários trechos delimitados pelo projeto.

O Hidroanel está localizado na Bacia do Alto Tietê e ocupa uma área de 5.985 km<sup>2</sup>, com população estimada de 17,8 milhões de habitantes distribuídos entre os 35 municípios da Grande São Paulo (JORDÃO, 2007). A região em que está inserida possui uma rede de transportes complexa e apresenta seus pontos fortes e fracos que abrem lacunas para implantação do Hidroanel, com objetivo de

minimizar os impactos dos sistemas de transporte atuais.

Sob o aspecto macro logístico, o Hidroanel se agrega a um sistema intermodal maior, composto por ruas, avenidas, estradas, ferrovias de carga e de passageiros, linhas de metrô, ônibus, veículos associados, complexa gestão de cargas e de passageiros, e possibilita uma visualização de projeção racional do sistema de transporte composto por veículos, terminais, gestão operacional e infraestrutura.

O Hidroanel concebe ainda grande potencial de atração de cargas por ligar estrategicamente pontos importantes do sistema de transportes paulista. Seguindo esta linha, a implantação de um Hidroanel deve atingir um nível de serviço adequado aos usuários do sistema, tanto no transporte de cargas como no transporte de passageiros.

Para consolidação desse projeto foi proposto realizar um detalhamento das possíveis obras a

serem realizadas no entorno dos rios, e estudos ambientais e sócio-econômicos, para melhor adequação das vias fluviais. Vários aspectos foram identificados ao longo do projeto que requereu estudos específicos. A profundidade das vias de navegação, por exemplo, é fator de suma importância, que foi estudada, pois deve garantir o nível mínimo para navegação em uma via fluvial, conforme se vê na Figura 1.

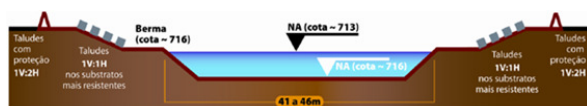


Figura 1 - Característica do canal de navegação nos trechos que compõem o Hidroanel

Fonte: Navega São Paulo

Este artigo apresenta, de forma resumida, o estudo realizado durante o período do projeto “Hidroanel Metropolitano”. As cargas potenciais estudadas no projeto para transporte no Hidroanel foram: resíduos sólidos, sedimentos de dragagem, lodo, água de reuso, cargas indivisíveis, hortifruti, passageiros, agregados de construção civil, entulho e pneus inutilizados.

Foram criados 19 cenários alternativos, sendo que a carga com melhores características de transporte, estudo e integração com outras cargas no curto prazo foi resíduos sólidos, assim sendo escolhida, pois seu transporte está localizado próximo à via na área de influência dos rios Tietê e Pinheiros, e no eixo Barragem da Penha-Cebolão ou Transbordo de Santo Amaro - Cebolão, além de ser necessária uma quantidade menor de intervenções nas vias para implantação de seu transporte. São apresentados aqui, portanto, dois cenários avaliados para resíduos sólidos.

Este artigo tem o objetivo de apresentar a viabilidade de transportar resíduos sólidos, por meio da implantação do modal hidroviário no canal do Rio Tietê, principal rio da Região Metropolitana de São Paulo.

### 1.1. – ETAPAS DO HIDROANEL

A implantação do projeto “Hidroanel Metropolitano” pode tornar-se um instrumento para otimizar a logística de transporte de cargas na cidade de São Paulo, sendo uma solução logística, viária e urbanística.

O estudo sobre a viabilidade de implantação do Hidroanel se integra aos demais modais da cidade, refletindo diretamente na atração de cargas a serem transportadas pela hidrovia, com a finalidade de amenizar o congestionamento das vias principais que estão no entorno dos rios.

Conforme a Figura 2, o projeto foi dividido em etapas (Etapa I e Ia, Etapa II, Etapa III, Etapa IV). A subdivisão foi detalhada de modo que pudesse apontar as condições e infraestrutura básica de navegação nas áreas de influência do Hidroanel. As delimitações de interferência de implantação foram divididas em duas áreas: influência direta e influência indireta. Para a área de influência direta admitiu-se 300 metros às margens dos rios Tietê e Pinheiros e para área direta, os 18 municípios que estão no entorno dos rios.

Seguem-se as descrições das etapas:

**Etapa I:** Implantação da navegação entre as imediações da empresa Nitroquímica até a usina UHE Edgard de Souza. Este trecho tem aproximadamente 57 km de extensão e permite a ligação hidroviária entre as zonas leste e oeste da Região Metropolitana da grande São Paulo. Este trecho foi subdividido entre Etapa Ia: UHE Edgard de Souza – Barragem da Penha: 41 km e Etapa Ib: Barragem da Penha – Nitroquímica: 14km.

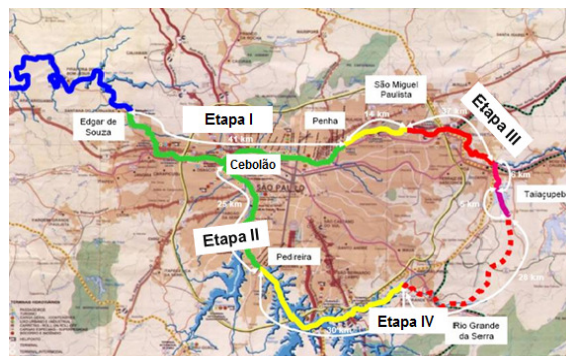


Figura 2– Subdivisão do Hidroanel em 4 etapas.

Fonte: DH- Departamento Hidroviário e São Paulo, 2010.

A **Etapa Ia** encontra-se com a sua infraestrutura básica de navegação concluída, incluindo-se aí a eclusa da barragem móvel do Cebolão. Encontra-se em projeto a Eclusa da Penha, com conclusão da implantação prevista para 2012.

A **Etapa II:** Canal do Rio Pinheiros do Cebolão até a Usina de Pedreira, numa

extensão aproximada de 25 km. Este trecho permite a ligação hidroviária entre a região oeste, Barueri e Carapicuíba, com a zona sul da capital.

A **Etapa III**: Trecho de 28 km no Rio Tietê, à montante da barragem da Penha e mais 8 km de canal a serem ampliados até a barragem de Taiaçupeba. Nesta etapa do projeto “Hidroanel Metropolitano”, é possível contar com a efetivação do projeto “Várzeas do Tietê”, previsto para conclusão em 2016, conforme a Prefeitura de São Paulo, e que pode resultar em 75 km de extensão e 110 km<sup>2</sup> de área (PREFEITURA, 2010).

A **Etapa IV**: no trecho de aproximadamente 28 km entre o reservatório de Taiaçupeba e o remanso da represa Billings, existe um divisor de águas com cotas estimadas entre 780 e 800 m sobre o nível do mar, que avaliou-se a necessidade de obras para navegação. Cabe advertir que os reservatórios da Billings e Taiaçupeba operam com cotas semelhantes. O trecho de 35 km entre a Represa de Taiaçupeba e a Usina de Pedreira completa 63 km de extensão.

Com essa grande área de influência, o projeto “Hidroanel Metropolitano” permite mostrar que é possível à comunidade paulista conviver harmonicamente com os rios e canais da capital e de seu entorno, utilizando-se deles para o lazer, turismo, transporte de cargas e pessoas.

## 2. – ENTENDIMENTO DO PROBLEMA

Na área de influência do Hidroanel, os modos de transporte rodoviário e ferroviário são os de mais alta competitividade com o modal hidroviário. O modal rodoviário é o mais utilizado para o transporte de cargas na região, e o ferroviário é responsável pela conexão da Região Metropolitana de São Paulo com outros municípios e regiões de divisa do país.

A análise dessas movimentações foi fundamental para estabelecer e identificar as cargas potenciais que poderiam ser atraídas para o Hidroanel. Os estudos de movimentação de cargas revelaram a necessidade da análise de sua demanda e da capacidade de transporte e movimentação.

No desenvolvimento metodológico para as análises foram avaliados cenários específicos para desenvolvimento e caracterização do sistema de transporte de cada carga estudada e a avaliação da viabilidade de utilização dos trechos que compreendem o Hidroanel, bem como sua interação com a rede modal na RMSP.

A implantação e operação do Hidroanel na cidade de São Paulo aproveitam o corpo hídrico inexplorado da cidade.

Embora seja um dos rios mais importantes economicamente para o estado de São Paulo e para o país, o rio Tietê ficou mais conhecido pelos seus problemas ambientais, tornando-se um grande problema para a cidade.

Comparado aos países de várias partes do mundo, principalmente na Europa, a interação entre hidrovia e cidade é comum. Este modal acaba sendo uma alternativa para escoamento da produção.

O estudo das cargas potenciais para transporte nas hidrovias compõe as seguintes análises:

- Demandas potenciais;
- Determinação de frota;
- Caracterização de frota;
- Custos operacionais;
- Impactos ambientais.

Admitindo que os rios que permeiam o Hidroanel correm em paralelo entre as duas maiores vias da cidade de São Paulo (marginais), estas vias ligam as regiões norte, sul, leste e oeste e a demais rodovias e ferrovias na capital.

Sendo assim, o estudo de alternativas logísticas para o Hidroanel foi concebido dentro da ótica de integração com a cidade, com o aproveitamento dos recursos hídricos existentes, e para minimização dos impactos e custos do transporte.

Outra importante consideração para o dimensionamento do Hidroanel é a interrupção do transporte de cargas e passageiros em casos de cheia do rio (“enchentes”), que ocorrem com muita frequência no verão, entre Janeiro e Abril. Este fator significativo pode comprometer e inviabilizar o transporte fluvial das cargas e passageiros, exigindo maior capacidade de armazenamento nos terminais em função dos efeitos climáticos sazonais.

### 2.1. – MODAIS DE INFLUÊNCIA

De acordo com os modais de transporte avaliados que concorrem com o Hidroanel na cidade de São Paulo (rodoviário e ferroviário), identificaram-se os pontos mais relevantes e sua influência para cada modal. Avaliou-se, em

função das características do modal, tanto sua influência no transporte de cargas e de passageiros, quanto no tráfego da cidade de São Paulo.

As alternativas de transporte a serem consideradas nos cenários de estudos de tráfego foram classificadas quanto à sua importância, registrando observações relativas ao perfil do tráfego e outros dados relevantes, como por exemplo, congestionamento viário e restrições ao tráfego. As condições de conservação das vias têm grande influência sobre o transporte, uma vez que vias em condições ruins prejudicam o transporte enquanto vias em condições boas favorecem o melhor fluxo de veículos.

O transporte rodoviário contribui fortemente para o aumento no nível de trânsito da cidade de São Paulo visto que as condições mais graves de congestionamento acontecem nas vias de acesso às rodovias. Este tipo de transporte apresenta grandes riscos de acidentes aos usuários. Os dados de 2008 indicam que ocorreram nas rodovias paulistas mais de 200.000 acidentes na área urbana, com 1382 mortes (CET, 2010). Além disso, o grande número de veículos aumentou o volume de CO<sub>2</sub> emitido na cidade.

Quanto à qualidade de vida das pessoas no entorno, o modal rodoviário impacta moderadamente já que deve ser levada em consideração a disponibilidade do transporte, e também o congestionamento e o ruído que ele produz, sendo um fator negativo ao sistema.

O modal hidroviário é o que mais tem crescido, nos últimos anos, para o transporte de resíduos sólidos, nas cidades de Londres, Liège, Paris e Lille. A Europa é o continente que mais utiliza as hidrovias e seus canais para o transporte de resíduos sólidos.

### 3. CARGA POTENCIAL - RESÍDUO SÓLIDO

Considerando os resíduos sólidos como a carga potencial de maior volume a ser transportada pelo Hidroanel, apresentam-se aqui algumas de suas características.

De acordo com a empresa Ecourbis, são geradas cerca de 15.000 toneladas de resíduos sólidos por dia na cidade de São Paulo. Ele é composto basicamente de resíduos orgânicos provenientes dos domicílios e resíduos recicláveis misturados. A taxa de crescimento dos resíduos sólidos aumenta a cada ano, devido ao aumento da condição financeira e conseqüentemente social da população

brasileira, assim sendo os aterros existentes têm reduzido rapidamente a vida útil, quando comparados com o tempo inicialmente projetado.

Os aterros existentes na cidade de São Paulo possuem área disponível limitada para atender à crescente demanda para disposição de resíduos sólidos.

#### 3.1. PRODUÇÃO, TRATAMENTO E DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

O conceito de gestão sustentável para o problema dos resíduos sólidos é aplicado nas grandes metrópoles do exterior, o que aponta para este sistema de tratamento que também pode ser utilizado na cidade de São Paulo com a integração ao Hidroanel.

Em 2002, a quantidade de resíduos sólidos gerada na Europa já superava o patamar de 2,3 bilhões de toneladas por ano, tendo este número aumentado ao longo dos anos. Sabe-se que praticamente 60% de todos os resíduos sólidos produzidos são transportados para os aterros europeus por caminhões, e o restante é transportado por comboios fluviais e ferroviários.

Na região metropolitana da cidade de São Paulo, todo o processo de coleta dos resíduos sólidos das residências é realizado através dos caminhões coletores, como o que é mostrado na Figura 3.

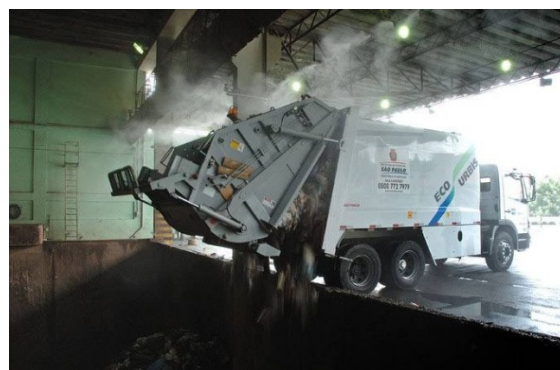


Figura 3 – Transferência dos resíduos sólidos do caminhão coletor para fosso de recepção

Fonte: Ecourbis (2010).

A cidade de São Paulo dispõe de um dos mais complexos sistemas de coleta de resíduos sólidos do Brasil, sendo um sistema estruturado de transferência, armazenagem e destinação final de resíduos sólidos, domiciliar e industrial.



O caminhão coletor, além de coletar os resíduos sólidos, também o pré-compacta para que seja enviado ao destino final. A frota de caminhões coletores, nas regiões Leste e Sul da cidade de São Paulo, são de cerca de 70 veículos com capacidade de 12 t cada (ECOURBIS, 2010). Segundo a Ecourbis, esta frota atende a aproximadamente 52% do total da demanda gerada para os resíduos sólidos por dia na cidade.

Em 2010, foram gerados cerca de 5,4 milhões de toneladas de resíduos sólidos, que foram enviados para aterros sanitários, seja diretamente pelo caminhão coletor ou por caminhões de maior capacidade (23 t). Existem, na RMSP, dois aterros em operação (São João e Caieiras – Figura 4), para onde são enviados os resíduos coletados (ECOURBIS, 2010).

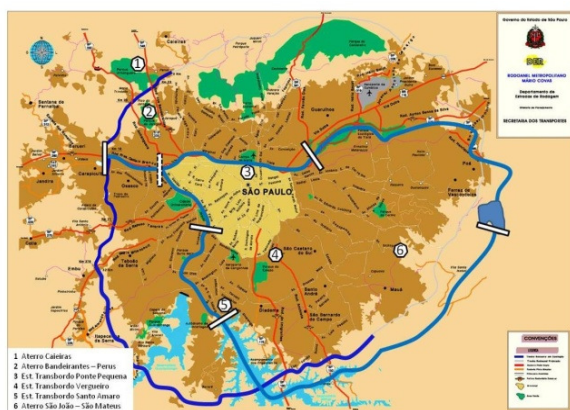


Figura 4 – Localização de aterros sanitários e áreas de transbordo na área de influência do Hidroanel

Fonte: Prefeitura da Cidade de São Paulo (2010).

### 3.2. USO DE ATERROS

É comum encontrar nos aterros, ou lixões, milhares de pessoas que retiram dos resíduos sólidos sua forma de subsistência, o que mostra um problema social, e como consequência, surgem problemas de saúde pública. Além disso, os aterros causam um impacto visual nas áreas adjacentes às cidades, que poderiam ser ocupadas para uso mais nobre, como moradias e indústrias.

Outro problema associado aos aterros sanitários é o custo de transporte para levar os resíduos sólidos coletados até o ponto de destinação final. Para minimizar esses custos, a

cidade de São Paulo implantou três estações de transbordo de resíduos sólidos. O objetivo das estações de transbordo é reduzir a distância percorrida dos caminhões coletores até os aterros da cidade. Nas estações de transbordo, os resíduos sólidos coletados pelos caminhões são descarregados em fossos e transferidos para carretas que levam os resíduos sólidos até o aterro.

Segundo a LIMPURB, baseando-se nos contratos realizados em 2004, antes da concessão, os custos de transbordo dos resíduos sólidos nas estações de Ponte Pequena, Vergueiro e Santo Amaro eram de R\$ 0,32/t, R\$ 0,21/t e 0,51/t, respectivamente. O custo médio da coleta domiciliar era de R\$ 0,40 t/km. Contudo, não foram encontrados dados sobre os custos mais recentes do transporte dos resíduos sólidos na cidade de São Paulo.

Os resíduos sólidos domiciliares são levados para os aterros, mas outros resíduos como os inertes, hospitalares e industriais são destinados para os seus devidos locais de tratamento, conforme mostrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Destinação dos resíduos sólidos por tipo de tratamento, município de São Paulo, 2002

Tipo de Tratamento	Destinação		
	Média Mensal (t)	Anual (t)	%
Município de São Paulo	553.348	6.640.160	100%
Aterro Sanitário e de Inertes	326.472	3.917.661	58,999%
Compostagem	40.896	490.750	7,391%
Incinerador Grupo B1 (1)	44	522	0,008%
Incinerador Animais Transbordo	49	590	0,009%
Transbordo	185.791	2.229.489	33,576%
Triagem	96	1.148	0,017%

Fonte: Secretaria de Serviços e Obras/SSO – Departamento de Limpeza Urbana/Limpurb

Diante do problema da disponibilidade de novas áreas para a construção de aterros, muitos países estão empregando o uso de incineradores. Recentemente, com a melhoria dos incineradores e com a crescente pressão e preocupação ambiental dos órgãos de controle de emissões, estão sendo instaladas estações de tratamento e recuperação de energia. Internacionalmente, este sistema é conhecido como *Waste-to-Energy*, ou seja, recuperação de energia através dos resíduos sólidos.

Neste artigo são apresentados exemplos do conceito de gestão sustentável para o problema dos resíduos sólidos nas grandes cidades no exterior, que pode ser utilizado na cidade de São Paulo com a integração ao Hidroanel.

No caso da RMSP, a melhor opção é o de transporte dos resíduos sólidos em contêineres devidamente carregados nas estações de transbordo. O uso de contêineres no transporte dos resíduos sólidos confere melhor flexibilidade à movimentação da carga para o transporte. Além disso, o uso do contêiner não causa impacto visual na paisagem da cidade, nem para os usuários nas vias paralelas no Hidroanel. Na Bélgica, o transporte dos resíduos sólidos é feito em contêineres abertos no topo, e o mesmo fica totalmente exposto, coberto somente por uma rede. Em termos mundiais, mesmo para cidades bem menores que São Paulo, nota-se a progressiva eliminação dos aterros, substituídos principalmente por novos processos "limpos" de incineração.

Em função disso, julga-se importante que o transporte de resíduos sólidos na cidade de São Paulo seja associado a algum sistema sustentável e ecologicamente correto de tratamento de resíduos sólidos. Uma alternativa que está sendo praticada em diversos países é a recuperação de energia através dos resíduos sólidos.

Com essa alternativa diminuem-se consideravelmente as áreas de aterros sanitários, descartando somente os resíduos da incineração dos resíduos sólidos que, de acordo com Oliveira (2004), podem ser reduzidos em até 96% de seu volume. Outras vantagens são o controle e o abatimento de emissões padrões internacionais, redução de odores, produção de energia, redução de gases efeito estufa (GEE), prolongamento da vida útil dos aterros, otimização do transporte e minimização de passivos ambientais. É neste contexto que o transporte de resíduos sólidos pelo Hidroanel pode auxiliar o processo de redução de emissões da cidade de São Paulo de modo a atender aos novos padrões de reduções de emissões dos poluentes causadores do efeito estufa.

Sabe-se que o metano produzido nos aterros é um gás causador do efeito estufa. Se for implantada alguma alternativa que minimize sua fonte de produção, a cidade pode reduzir seus patamares de emissões sem grandes mudanças na sua infraestrutura atual, adequando-se a uma nova realidade de destino final para os resíduos sólidos.

A expansão horizontal da cidade, tanto para leste quanto oeste e sul, envolvem os habitantes de baixa renda. A convivência destas populações com os aterros torna-se algo comum, porém de elevado risco para a saúde pública, devido à infiltração de chorume nos lençóis freáticos e

outros tipos de contaminações, e a coleta de sobras para subsistência. O aterro já se constitui em um mal que é agravado pelas condições atuais de descontrole.

No entanto, em função das políticas públicas da cidade e dos contratos de prestação de serviço de transporte de resíduos sólidos, o Hidroanel apresenta-se também como opção para servir às empresas que hoje já praticam esse transporte, uma vez que os principais aterros de resíduos sólidos estão localizados dentro da área de influência do Hidroanel

De acordo com informações fornecidas pela empresa Ecurbis Ambiental S.A. - empresa privada, que opera por concessão os serviços de coleta, transporte, tratamento e destinação de resíduos domiciliares e de saúde da área Sudeste da capital paulista - São Paulo não possui espaço físico para criação de um novo aterro. O cenário atual da região metropolitana (RMSP) já é bem crítico, pois só possui 02 aterros sanitários que possuem apenas mais cinco anos de capacidade, os aterros CTR Caieiras e CDR Pedreira. Desta forma, a Ecurbis, com Licença de Operação aprovada em 2010, inicia sua operação de ampliação do aterro São João, com uma célula nova que terá vida útil de 10 anos, em espaço localizado ao lado do antigo aterro São João.

Deste modo, pode-se utilizar o Hidroanel como elemento-chave da logística do transporte de resíduos sólidos, no intuito de buscar redução dos custos de transporte e impactos diversos oriundos destas movimentações na cidade, sem grandes modificações no sistema já praticado atualmente.

#### 4- RESULTADOS

Conforme citado anteriormente, foram desenvolvidos 19 cenários para o estudo de transporte de cargas diversas durante o projeto. Desses cenários, 5 deles estudaram a carga resíduos sólidos. Com isso, foram escolhidos 2 cenários para melhor representar os estudos realizados para o transporte da carga resíduos sólidos.

Estes dois cenários apresentaram viabilidade para implantação do transporte de resíduos sólidos pelo Hidroanel Metropolitano de São Paulo, visto que foram realizadas comparações com os custos, tempos e poluição gerados pelo transporte rodoviário para todas as cargas e cenários.

#### 4.1 – CENÁRIOS ESCOLHIDOS

##### Cenário 1A

O cenário 1A corresponde ao transporte de resíduos sólidos da estação de transbordo de Santo Amaro e da estação de transbordo da Ponte Pequena para uma Usina Termoelétrica no entorno do Cebolão, posicionada à montante da eclusa do Complexo Viário Cebolão.

Para o trecho do Rio Tietê, onde se localiza a estação de transbordo da Ponte Pequena, percorre-se um trecho de 17,5 km até a localização suposta para implantação do terminal para transbordo de carga e da Usina Termoelétrica. O transbordo Santo Amaro perfaz o trecho do Rio Pinheiros numa distância de 23,75 km até o Complexo Viário Cebolão.

Os resultados serão apresentados na tabela 2, representando um resumo das análises realizadas para dimensionamento da frota necessária para atendimento da demanda, bem como precificação do custo deste transporte.

Tabela 2 – Resultados de avaliação quantitativa para Cenário 1A.

	<i>Fluxo - Estação de Transbordo Ponte Pequena até Usina Termoelétrica no Cebolão</i>	<i>Fluxo - Estação de Transbordo Santo Amaro até Usina Termoelétrica no Cebolão</i>
<i>Cenario 1A</i>		
<i>Demanda total (t)</i>	4230	2040
<i>Tempo Ciclo Total (contingencia) (h)</i>	4,81	8,00
<i>Viagens dia por comboio</i>	4,99	3,00
<i>Empurradores Necessarios</i>	2	2
<i>Chatas Necessarias</i>	4	4
<i>Qtd Caminhões que atendem demanda</i>	38	21
<i>Custos e Tarifas</i>		
<i>Custo de aquisição</i>	R\$ 7.834.665,87	R\$ 7.834.665,87
<i>Tarifa R\$/km</i>	R\$ 0,08	R\$ 0,09
<i>Viagens</i>		
<i>Comboios (ano)</i>	2486	1199
<i>Caminhões (ano)</i>	119323	57546
<i>Poluição gerada</i>		
<i>Índice Ambiental (CaminhãoXEmbarcação)</i>	2,67	3,22
<i>Queima do lixo</i>		
<i>Energia gerada (MW)</i>	1097,25	
<i>Potencial Energético (MWh/h)</i>	45,72	
<i>Nº de domicílios atendidos</i>	143.120	
<i>Porcentagem da cidade de São Paulo atendida</i>	6,51%	

Na Tabela 2, compararam-se os custos de operação, o impacto ambiental gerado pela frota de embarcações versus a frota de caminhões para realização do transporte apresentado neste cenário. Em função do volume de resíduos sólidos transportado, quantificou-se o potencial de geração de energia que esse sistema pode produzir no local indicado de instalação da usina termoelétrica.

Cabe destacar que, a frota de comboios e chatas adicionais foi estipulada para garantir que o empurrador tenha o menor tempo ocioso

possível. Deste modo, sempre que o empurrador chegar ao terminal trazendo uma chata carregada deverá existir outra chata vazia para o transporte no sentido contrário.

A frota necessária para atender à demanda neste cenário, em ambos os fluxos (Ponte Pequena - Cebolão e Santo Amaro - Cebolão) é de 2 empurradores e 4 barcaças.

O índice ambiental calculado para este cenário é de 2,67 para o fluxo Ponte Pequena-Cebolão e de 3,22 para o fluxo Santo Amaro-Cebolão. Este índice é usado para mostrar quantas vezes a poluição gerada pelo caminhão (emissão de gases poluentes) é maior que a poluição gerada pela embarcação, no mesmo trecho. Este valor mostra que ao utilizar-se do modal hidroviário mesmo em curtas distâncias podem-se obter ganhos pela substituição do modal.

O potencial energético deste cenário é capaz de alimentar 143.120 domicílios.

##### Cenário 1E

O cenário 1E - Transporte de Resíduos sólidos dos transbordos Ponte Pequena e Santo Amaro para Usina Termoelétrica em Barueri.

A carga transportada pela via resulta do material vindo da estação de transbordo Ponte Pequena somado aos resíduos sólidos vindo da estação de transbordo Santo Amaro. Levando-se em conta uma possível variação de aproximadamente 6.500 toneladas por dia, obtêm-se um valor de aproximadamente 320 contêineres por dia. A única diferença deste cenário para o cenário 1A é que a carga é transportada até a ETE de Barueri.

Neste cenário, a eclusagem é realizada no Cebolão e o transporte, realizado via navegação até a Estação de Tratamento de Esgoto de Barueri. Para variação nos resultados do cenário, pode ser considerado que as possíveis cargas sejam também provenientes de São Miguel e Parque Novo Mundo, totalizando uma quantia de 30.000 toneladas ao ano. Todos os cálculos devem ser realizados com base na planilha de resultados da avaliação quantitativa. A Tabela 3 mostra os resultados das análises realizadas para o cenário 1E, com os seguintes pontos, para os dois fluxos, a demanda para transporte é de 6.270 toneladas de resíduos sólidos.

Tabela 3 - Resultados de avaliação quantitativa para Cenário 1E.

Cenário 1E	Fluxo - Estação de Transbordos Ponte Pequena para usina termoeétrica em Barueri	Fluxo - Estação de Transbordos Santo Amaro para usina termoeétrica em Barueri
<i>Demanda total (t)</i>	4230	2040
<i>Tempo Ciclo Total (contingência) (h)</i>	8,37	11,55
<i>Viagens dia por comboio</i>	2,87	2,08
<i>Empurradores Necessários</i>	3	2
<i>Chatas Necessárias</i>	5	4
<i>Qtd de Caminhões que atendem demanda</i>	50	29
<b>Custos e Tarifas</b>		
<i>Custo de aquisição</i>	R\$ 10.205.123,81	R\$ 7.834.665,87
<i>Tarifa R\$/km</i>	R\$ 0,09	R\$ 0,09
<b>Viagens</b>		
<i>Comboios (ano)</i>	2486	1199
<i>Caminhões (ano)</i>	119323	57546
<b>Poluição gerada</b>		
<i>Índice Ambiental (CaminhãoXEmbarcação)</i>	3,25	3,52
<b>Queima do lixo</b>		
<i>Energia gerada (MW)</i>	1097,25	
<i>Potencial Energético (MWh/t)</i>	45,72	
<i>Nº de domicílios atendidos</i>	143.120	
<i>Porcentagem da cidade de São Paulo atendida</i>	6,51%	

Para este valor, são necessários um total de 5 empurradores e 9 chatas. Em termos rodoviários, para este trecho (dividido em dois fluxos distintos), são necessários 79 caminhões para atender à mesma demanda.

Para os cenários 1A e 1E são apresentados os resultados em planilhas semelhantemente, cada um em seus tópicos específicos. Todas as premissas utilizadas para realização das análises quantitativas de todos os cenários foram coletadas de bancos de dados disponíveis ao público ou entrevistas diretas com os órgãos relacionados com o projeto.

## 5- CONCLUSÃO

O presente artigo discutiu o transporte de resíduos sólidos pelos rios que cortam a Região Metropolitana de São Paulo, através dos resultados obtidos com o desenvolvimento do projeto "Hidroanel Metropolitano".

Foi realizada uma série de levantamentos e análises relativos às condições das vias que compõem o Hidroanel, além de um mapeamento das possibilidades de transporte pelas vias hidroviárias ao longo das etapas definidas para a área de influência do Hidroanel.

Dos 2 cenários apresentados para a carga resíduos sólidos (cenários 1A e 1E), pode-se justificar o fato da existência de uma estação de transbordo que está localizada ao lado do rio Tamanduateí e também estar próxima à via principal de escoamento. Considera-se que com pequenas obras de infraestrutura, os resíduos sólidos poderiam ser facilmente transferidos para as barcaças através de contêineres.

Em relação à estação de transbordo de Santo Amaro, que está localizada próxima ao rio Pinheiros, é necessário apenas viabilizar o acesso dos resíduos sólidos até as margens do rio. Além disso, verificou-se que a melhor alternativa para as embarcações é o cenário 1E Fluxo I, visto que os resíduos sólidos podem ser destinados a uma usina de reciclagem e ou queima, bem como para um centro de triagem, localizado no Cebolão ou próximo à ETE de Barueri.

Neste último caso, os resíduos podem ser destinados na ETE de Barueri para um tratamento final, cujo objetivo é a redução dos volumes gerados de resíduos sólidos. Isso também se justifica pelo fato desta rota no rio dispor da eclusa do Cebolão, que permite alcançar a região de Barueri, sem a necessidade de grandes intervenções na via e a não remoção das estações de flotação existentes no rio Pinheiros. Por outro lado, existe a necessidade de criar uma infraestrutura para reciclagem e queima dos resíduos.

Do ponto de vista do sistema atual de transporte poder-se-ia utilizar o Hidroanel para transportar resíduos sólidos até próximo aos aterros existentes na região metropolitana, no entanto, as distâncias rodoviárias entre os pontos de transporte hidroviário até os aterros são elevadas.

Por fim, cabe ainda salientar que todas as análises realizadas dos cenários 1A e 1E, apresentadas para o transporte de resíduos sólidos pelo Hidroanel, consideraram o uso de uma usina de recuperação de energia seguindo a tendência mundial como formas ambientalmente e economicamente viáveis para a cidade e para a população.

## 6- REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ECOURBIS, 2010. Acesso em: 19 mai. 2010. Disponível em: < <http://www.ecourbis.com.br/>>.

LIMPURB – Departamento de Limpeza Urbana do Estado de São Paulo. 2010. *Apresentação "Gestão de resíduos sólidos na cidade de São Paulo 2009/2010"*. Realizada em Workshop no IPT dia 12/Maio/2010 na Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

JORDÃO, Maria Aurélia S. M. *Impacto da Urbanização nos Ecossistemas Representativos Locais de Áreas Verdes Essenciais para a Proteção dos Recursos Hídricos - Parque Da Água Branca*. São Paulo, 2007.



PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO. 2010. Acesso em: 12 mai. 2010. Disponível em: <<http://www.capital.sp.gov.br/portalmmsp/homec.jsp>>

WIKIPÉDIA. Pesquisa sobre Rotterdam. 2010. [base de dados na Internet]. Acesso em: 4 mai. 2010. Disponível em: <<http://en.wikipedia.org/wiki/Rotterdam>>.

SECRETARIA MUNICIPAL DE SERVIÇOS DA CIDADE DE SÃO PAULO. *Gestão de Resíduos Sólidos em Regiões Metropolitanas*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL. 2005.

SECRETARIA DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO. *Região Metropolitana de São Paulo*. São Paulo, 2009. Acesso em: 14 jun. 2010. Disponível em: <<http://www.planejamento.sp.gov.br/des/textos/RMSP.pdf>>.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES – Secretaria Executiva. *Informações Sobre O Rio Tietê*. 2006. Acesso em: 3 mai. 2010. Disponível em: <<http://www.frutosdaluz.com.br/outros/navegasp/webapps/ROOT/documentos/hidroviatiete.pdf>>.

EMPLASA. *UIT – Sistema de Unidades Informações Territorializadas – Região do Grande ABC*. Acesso em 19 Jul. 2010. Disponível em: <[http://www.emplasa.sp.gov.br/portalemplasa/uit\\_abc/RioGrande.pdf](http://www.emplasa.sp.gov.br/portalemplasa/uit_abc/RioGrande.pdf)>.

Container de tampa aberta. Disponível em: <<http://image.made-in-china.com/2f0j00RvSatNjPHYpn/Open-Top-Container.jpg>>.