

# **ANÁLISE PRELIMINAR DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DO HIDROANEL METROPOLITANO DE SÃO PAULO PARA O TRANSPORTE DE CARGAS**

Autores: Newton Narciso Pereira, Nayara Amaral Lima de Valois; Jussara dos Santos Neto; Rui Carlos Botter.

USP – Universidade de São Paulo  
Avenida Professor Mello Moraes, 2231 – Cidade Universitária  
São Paulo - Brasil – CEP: 05.508-970

Emails: [newtonnaval@usp.br](mailto:newtonnaval@usp.br); [nayaravalois@usp.br](mailto:nayaravalois@usp.br); [juneto@usp.br](mailto:juneto@usp.br);  
[rcbotter@usp.br](mailto:rcbotter@usp.br)

Telefone: +55 11 3091 1724

## **Resumo:**

O sistema de transportes da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP tem sido alvo de diversos estudos de alternativas para transporte de cargas, 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 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, possibilitando o aproveitamento dos corpos d'água, especialmente os rios Tietê e Pinheiros.

## **1 – INTRODUÇÃO**

O projeto “Hidroanel Metropolitano” de São Paulo foi primeiramente 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, 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 modal rodoviário é responsável por grande parte do transporte de cargas na região, já o ferroviário é responsável pela conexão da Região Metropolitana de São Paulo com outros municípios e com outras regiões do país. A análise dessas movimentações se torna crucial para estabelecer e identificar as cargas potenciais que podem ser atraídas para o Hidroanel.

Este artigo tem, como objetivo apresentar a Análise Preliminar da Viabilidade de Implantação do Hidroanel Metropolitano de São Paulo para o Transporte de Cargas, sendo assim apresentamos as cargas de maior potencial de transporte:

1. Resíduos Sólidos (lixo urbano);
2. Lodo de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs);

### 1.1. ETAPAS DO HIDROANEL

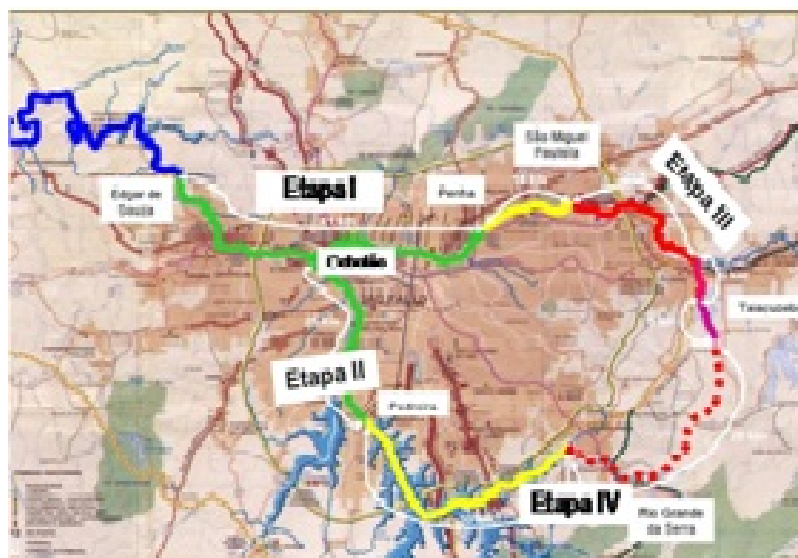
O estudo sobre a viabilidade de implantação do Hidroanel, se integra aos demais modais da cidade, refletindo diretamente na atração de cargas a serem transportadas pela hidrovia, com a finalidade de amenizar o congestionamento das vias principais que estão no entorno dos rios. A implantação do “Hidroanel Metropolitano” pode tornar-se um instrumento para otimizar a logística de transporte de cargas na cidade de São Paulo, sendo uma solução logística viável.

Na área de influência do Hidroanel, os modais 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.

Conforme figura 1, 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 indireta, os 18 municípios que estão no entorno dos rios.

**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 1:** Subdivisão do Hidroanel em 4 etapas.

**Fonte:** INPH

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.

**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 Taiapuêba. 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 Taiapuê e o remanso da represa Billings, existe um divisor de águas com cotas estimadas entre 780 e 800 m sobre o nível do mar. Cabe advertir que os reservatórios da Billings e Taiapuê operam com cotas semelhantes. O trecho de 35 km entre a Represa de Taiapuê e a Usina de Pedreira completa 63 km de extensão.

O projeto “Hidroanel Metropolitano” admite que é possível à população paulistana conviver harmonicamente com os rios, utilizando-se deles para o lazer, turismo e transporte de cargas.

## **2 – ENTENDIMENTO DO PROBLEMA**

No desenvolvimento metodológico para essas análises foram avaliados cenários para desenvolvimento e caracterização do sistema de transporte de cada carga 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 aproveita 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.

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. Este fator significativo pode comprometer e inviabilizar o transporte das cargas e passageiros, exigindo maior capacidade de armazenamento nos terminais em função dos efeitos climáticos que podem interromper o transporte fluvial.

### **3- RESÍDUO SÓLIDO**

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

De acordo com a empresa ECOURBIS, são gerados 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.

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.

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 2.

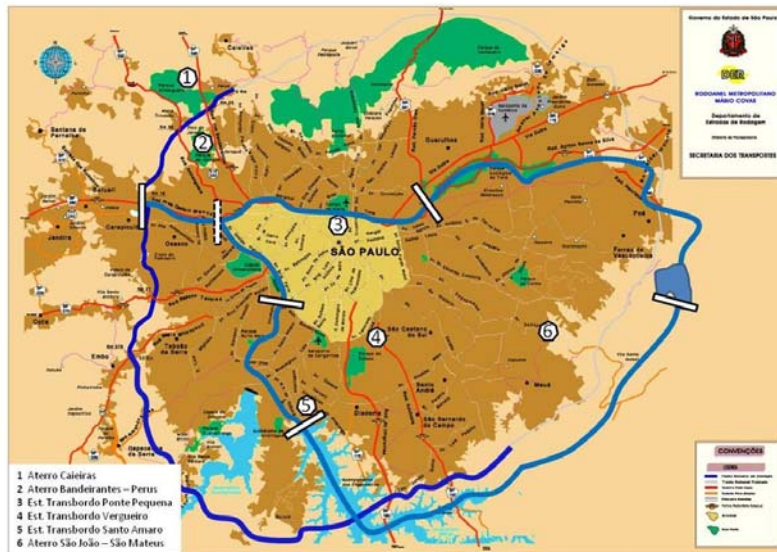


**Figura 2:** Transferência dos resíduos sólidos do caminhão coletor para fosso de recepção

**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 3), para onde são enviados os resíduos coletados (ECOURBIS, 2010).



**Figura 3:** 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 coletado 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

Os aterros existentes na cidade de São Paulo não possuem área disponível para atender à crescente demanda para disposição de resíduos sólidos, ainda assim é importante ressaltar que é necessário existir aterros no entorno da cidade pois por mais que aja outros tipos de tratamento tais como; incineração, compostagem, reciclagem etc, sempre haverá rejeito destes processos que por hora deverão ser encaminhados ao aterro para dar fim ao ciclo de tratamento. 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.

No presente 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.

## 2.2. TRANSPORTE DE RESÍDUOS SÓLIDOS

No caso da RMSP, o meio mais adequado para transportar resíduos sólidos urbanos é por meio de contêineres, que deve ser devidamente carregado nas estações de transbordo para evitar possíveis dispersões de carga. A utilização de contêineres no transporte dos resíduos sólidos confere melhor flexibilidade à movimentação da carga assim como maior segurança no transporte. Além disso, o uso do contêiner não causa impacto visual na 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.

O cenário atual da região metropolitana (RMSP) é 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 EcoUrbis, 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 – LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO-ETES

A RMSP dispõe de diversas estações de tratamento de esgoto distribuídas na capital do Estado que capturam o esgoto gerado pelas residências e indústrias para o tratamento. A produção de esgoto é de 20 l/dia por pessoa. A Região Metropolitana de São Paulo tem uma população de 19.889.559 habitantes. Segundo a Sabesp (2010), há uma produção de 397.791.180 l/dia por pessoa de esgoto na RMSP. Uma vez tratado o esgoto, a água residual do tratamento é lançada nos rios da cidade.

Na área de influência do Hidroanel estão localizadas cinco estações de tratamento. A Tabela 2 mostra a área de atendimento de cada estação de tratamento na cidade. A Tabela 333 mostra os volumes de lodo produzido anualmente.

**Tabela 2 - Localização das estações de tratamento e atendimento**

	<b>Localização</b>	<b>Atendimento</b>	<b>Tipo</b>	<b>Eficiência (DBO)</b>
<b>ETE ABC</b>	Entre os municípios de São Paulo e São Caetano do Sul.	Região do ABC, Mauá e uma parte da cidade de São Paulo.	Lodo ativado convencional e em nível secundário	90 %
<b>ETE Barueri</b>	Município de Barueri.	Maior parte da cidade de São Paulo, e região metropolitana a Oeste da capital.	Lodo ativado convencional e em nível secundário.	90 %
<b>ETE Pq. Novo Mundo</b>	Município de São Paulo, a jusante da foz do rio Cabuçu de Cima.	Parte das zonas Leste e Norte do município de São Paulo.	Lodo ativado por alimentação escalonada e em nível secundário.	90 %
<b>ETE São Miguel</b>	Km 25 da Rodovia Airton Senna, ao lado da Companhia Nitroquímica Brasileira.	Extremo leste do Município de São Paulo.	Lodo ativado por alimentação escalonada e em nível secundário.	90 %
<b>ETE Suzano</b>	Município de Suzano, a sudeste de São Paulo.	Mogi das Cruzes, Suzano, Poá, Itaquaquecetuba e Ferraz de Vasconcelos.	ETB por processo de lodos ativados convencional e em nível secundário.	90 %

Fonte: SABESP (2010)

**Tabela 33** - Volume de lodo anual produzido pelas estações de tratamento

<b>ETE</b>	<b>Aterro</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Produção de Lodo Base úmida (t/ano)</b>	<b>Transporte (R\$/ano)</b>
ABC	Essencis	--	31.755	----
Barueri	Essencis	42	73.000	2.100.000,00
Pq Novo Mundo	CDR Pedreira	20	25.550	320.000,00
São Miguel	CDR Pedreira	37	6.205	118.000,00
Suzano	CDR Pedreira	48	15.330	645.000,00
TOTAL (R\$)			151.790	3.183.000,00

**Fonte:** SABESP (2010)

### **Características do lodo:**

A combinação de efluentes industriais e não industriais resulta em lodos com características diferentes. Entre essas características destacam-se as concentrações de metais pesados (tais como cádmio, cobre, zinco, níquel, cromo, chumbo) e também de organismos patogênicos (tais como bactérias, protozoários e helmintos). O tratamento tem que ser diferente para cada tipo de efluente, do contrário, não é eficaz. Para cada tipo de tratamento o lodo gerado tem diferentes características.

### **Destinação final do lodo:**

- Utilização na agricultura

Pode ser utilizado para fabricação de fertilizantes organo-minerais. Salmonelas, ovos de helmintos, enterovirus e cistos de protozoários não são encontrados em lodo com pH maior do que 12,0, e, portanto, não apresentam riscos à saúde humana.

- Secagem térmica do lodo

Tem como vantagens a redução do volume de lodo a ser transportado e da área de armazenamento com redução substancial de patogênicos, no

aproveitamento do gás oriundo do digestor e reciclagem de nitrogênio, fósforo e potássio.

O custo com destinação final do lodo para a SABESP é somente o transporte, pois a deposição no aterro não é cobrada. As ETEs tratam o chorume produzido pelos aterros e estes dispõem o lodo produzido nas ETEs. (SABESP, 2010)

Conforme SABESP (2010), o lodo é transportado para os aterros sanitários ao custo de R\$ 30,00/t (trinta reais por tonelada), entretanto, o preço real de transporte de lodo é bem mais elevado devido à mistura com a areia na proporção de 1:4, ou melhor, numa taxa de 20% de lodo para 80% de areia, presumindo-se um custo real de transporte de R\$ 100,00, sem computar o preço de transporte da areia até a ETE.

## **5- RESULTADOS**

Foram desenvolvidos vários cenários para o estudo do transporte da carga Resíduos Sólidos no Hidroanel de São Paulo. Dentro dos 5 cenários estudados para a carga resíduos sólidos, foram escolhidos 3 cenários que melhor apresentam os dados desenvolvidos neste estudo de transporte de cargas do Hidroanel Metropolitano de São Paulo.

### **5.1 – 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 4, representando um resumo das análises realizadas para dimensionamento da frota necessária para atendimento da demanda, bem como precificação do custo deste transporte.

**Tabela 4 – Resultados de avaliação quantitativa para Cenário 1A.**

<i>Cenário 1A</i>	<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>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>Qtde Caminhoes que atendem demanda</i>	38	21
<b><i>Custos e Tarifas</i></b>		
<i>Custo de aquisição</i>	R\$ 7.834.665,87	R\$ 7.834.665,87
<i>Tarifa R\$/t/km</i>	R\$ 0,08	R\$ 0,09
<b><i>Viagens</i></b>		
<i>Comboios (ano)</i>	2486	1199
<i>Caminhões (ano)</i>	119323	57546
<b><i>Poluição gerada</i></b>		
<i>Indice Ambiental (CaminhãoXEmbarcação)</i>	2,67	3,22
<b><i>Queima do lixo</i></b>		
<i>Energia gerada (MW)</i>	1097,25	
<i>Potencial Energético (MWh/t)</i>	45,72	
<i>Nº de domicilios atendidos</i>	143.120	
<i>Porcentagem da cidade de são paulo atendida</i>	6,51%	

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 barças.

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 mil domicílios.

### **Cenário 1E**

O cenário 1E - Transporte de Resíduos sólidos dos transbordos Ponte Pequena e Santo Amaro para Usina Termoeletrica 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.**

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

## **Cenário 2**

Este cenário considera o transporte de lodo de várias Estação de Tratamento de (Suzano, São Miguel e da ETE Parque Novo Mundo), que somam 30.000 t/ano, para a ETE de Barueri.

Este cenário considera o transporte de lodo de várias ETEs (Suzano, São Miguel e da ETE Parque Novo Mundo), que somam 30.000 t/ano, para a ETE de Barueri.

A origem e o destino do lodo das ETEs, a produção de lodo em base úmida, o custo com o transporte e a distância das estações até o aterro são mostradas na



Tabela 4. O custo com destinação final do lodo para a SABESP é somente o custo de transporte, pois o custo da deposição não é cobrado. Há um acordo de isenção entre a SABESP e os aterros: as ETEs tratam o chorume produzido pelos aterros e estes dispõem o lodo produzido nas ETEs. Existe também a possibilidade de uso do lodo na fabricação de blocos estruturais na ETE de Barueri, utilizando uma proporção de 80:20 (areia/lodo) para a fabricação.

**Tabela 4 – Produção de lodo nas ETEs**

<b>ETE</b>	<b>Aterro</b>	<b>Distância (km)</b>	<b>Produção de Lodo Base úmida (t/ano)</b>	<b>Transporte (R\$/ano)</b>
ABC	Essencis	--	31.755	----
Barueri	Essencis	42	73.000	2.100.000,00
Pq Novo Mundo	CDR Pedreira	20	25.550	320.000,00
São Miguel	CDR Pedreira	37	6.205	118.000,00
Suzano	CDR Pedreira	48	15.330	645.000,00
<b>TOTAL (R\$)</b>			<b>151.790</b>	<b>3.183.000,00</b>

**Fonte:** SABESP (2010)

O Cenário 2 foi dividido em 3 partes, devido aos diferentes fluxos de transporte das cargas de lodo das várias ETEs para a ETE de Barueri.

Desta forma, foram relacionados os principais aspectos desses fluxos:

- A frota total necessária para atender às demandas neste cenário é de 3 empurradores e 9 chatas;
- A tarifa calculada é uma função da distância e consumo de combustível para esse cenário varia de 0,05 a 0,08 R\$/ t/ km;
- O índice ambiental calculado para este cenário, em cada um dos fluxos, vai de 1,91 a 5,25.

## **6- CONCLUSÃO**

O presente trabalho discutiu o transporte de resíduos sólidos pelos rios que cortam a Região Metropolitana de São Paulo, através do projeto “Hidroanel Metropolitano”.

Foram realizados 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.

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 1, 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 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. Concluindo este estudo, os cenários 1A /1E/ 2 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.

## **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.

BUSSINGER, F. *Dinamização Hidroviária em SP: HIDROANEL METROPOLITANO*. In: Workshop Hidroanel 12/05/2010. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas na Universidade de 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/homeec.jsp>>

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/textos8/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>>