

PANORAMA DO DESASSOREAMENTO NOS RIOS TIETÊ E PINHEIROS, SÃO PAULO/SP, BRASIL

Samuel Barsanelli Costa^{1*} & *Gerson Salviano de Almeida Filho*² & *Sílvio Luiz Giudice*³ & *Zeno Hellmeister Jr.*⁴

Resumo – No contexto dos sistemas de drenagem urbana, uma importante questão que vem ganhando espaço junto ao meio técnico se refere à limpeza e desassoreamento de rios e canais, onde o carreamento de sedimentos e resíduos pela rede de drenagem acaba provocando perda de capacidade de escoamento, em função da diminuição da profundidade e da seção transversal. Na Região Metropolitana de São Paulo, estima-se que os dois principais cursos d'água, os rios Tietê e Pinheiros, somam volumes de aporte anual de sedimentos da ordem de 3 milhões de metros cúbicos, implicando em gastos anuais com o desassoreamento da ordem de 160 milhões de reais. Essa realidade evidencia a importância do desenvolvimento de estudos com foco na prevenção/controlado de processos erosivos e no entendimento dos processos hidrossedimentológicos na bacia do Alto Tietê, para avaliar de forma sistemática a produção, transporte e deposição de sedimentos no rio Tietê e seus principais tributários, possibilitando agir de forma preventiva contra o assoreamento. Em paralelo, vislumbra-se a necessidade de avanço nos estudos de tecnologias de aproveitamento dos sedimentos, frente à iminente escassez de áreas para bota-fora e à possibilidade de retorno econômico das atividades de desassoreamento, com consequente desoneração do poder público.

Palavras-Chave – Desassoreamento, Tietê, Pinheiros.

OVERVIEW OF URBAN RIVERS DREDGING – TIETÊ AND PINHEIROS, SÃO PAULO/SP, BRAZIL

Abstract – In the context of urban drainage systems, an important issue that has been gaining ground with the technical boards refers to the rivers and canals dredging, where the sediment and waste carrying ends up causing loss of flow capacity by decreasing its depth and its cross section. In the Metropolitan Region of São Paulo, Brazil, it is estimated that the two main waterways, rivers Tietê and Pinheiros, totalize volumes of annual sediment inflow of about 3 million cubic meters, resulting in annual spending with the dredging of about 160 million brazilian reais. This reality highlights the importance of developing hydrosedimentological studies in the Alto Tietê Basin, to systematically assess the production, transport and deposition of sediments in the Tietê River and its major tributaries, enabling preventative action against sedimentation. In parallel, it is considerable the need for advancement in the studies of technologies for utilization of sediment, ahead of the shortage of areas to dispose it and the possibility of economic returns from dredging activities, relieving government economies.

Keywords – River dredging, Tietê, Pinheiros.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das áreas urbanas tem produzido sensíveis alterações na dinâmica das bacias hidrográficas. À medida que a cidade se urbaniza ocorrem diversos impactos, tais como: impermeabilização das superfícies; aumento das vazões máximas e consequentemente da capacidade de escoamento de

¹ Afiliação: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, sbcosta@ipt.br.

² Afiliação: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, gersaf@ipt.br.

³ Afiliação: Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE / Faculdade de Tecnologia de São Paulo – FATEC, sljudice@gmail.com.

⁴ Afiliação: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, zenohell@ipt.br.

* Autor Correspondente.

condutos/canais; aumento dos processos de erosão e escorregamento e da produção de sedimentos; deterioração da qualidade da água (e dos sedimentos) devido à lavagem das ruas; transporte de material sólido e ligações clandestinas de esgoto (TUCCI & COLLISCHONN, 1998).

No contexto dos sistemas de drenagem urbana, uma importante questão que vem ganhando espaço junto ao meio técnico se refere à limpeza e desassoreamento de rios e canais, onde o carreamento de sedimentos e resíduos pela rede de drenagem acaba provocando perda de capacidade de escoamento, em função da diminuição da profundidade e da seção transversal.

Tradicionalmente, associa-se o aporte de sedimentos nos sistemas de drenagem aos processos erosivos laminares, que podem alcançar extensas áreas com solo exposto, ou aos processos erosivos lineares, que atingem áreas menos extensas, mas com grande capacidade de mobilização de solo, evoluindo desde sulcos e ravinas, até boçorocas. Além desses, os escorregamentos e processos correlatos, relacionados à dinâmica das encostas, são também importantes geradores de sedimentos em sistemas de drenagem, assim como os cortes e aterros, produzidos nas atividades de mineração e nos movimentos de terra promovidos em obras de construção civil.

Dessa forma, as intervenções que se fazem necessárias estão sempre relacionadas à recuperação das condições de escoamento, com intuito de devolver aos corpos d'água as condições anteriores ao impacto provocado pela ocupação das bacias de contribuição, no que diz respeito a sua capacidade hidráulica (GIUDICE & MENDES, 2012).

HISTÓRICO DO DESASSOREAMENTO DO SISTEMA TIETÊ/PINHEIROS

A Região Metropolitana de São Paulo está inserida na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos denominada Alto Tietê, que drena uma área de aproximadamente 5.775 km² e conta com 36 municípios em seu território. É caracterizada pela grande densidade demográfica, onde a urbanização exerce pressão sobre o meio, modificando de forma intensa as condições naturais de escoamento superficial (IPT, 2011). O rio Tietê é o canal principal da bacia, e o rio Pinheiros um dos principais afluentes da sua margem esquerda, dentro da Região Metropolitana (**Figura 1**).

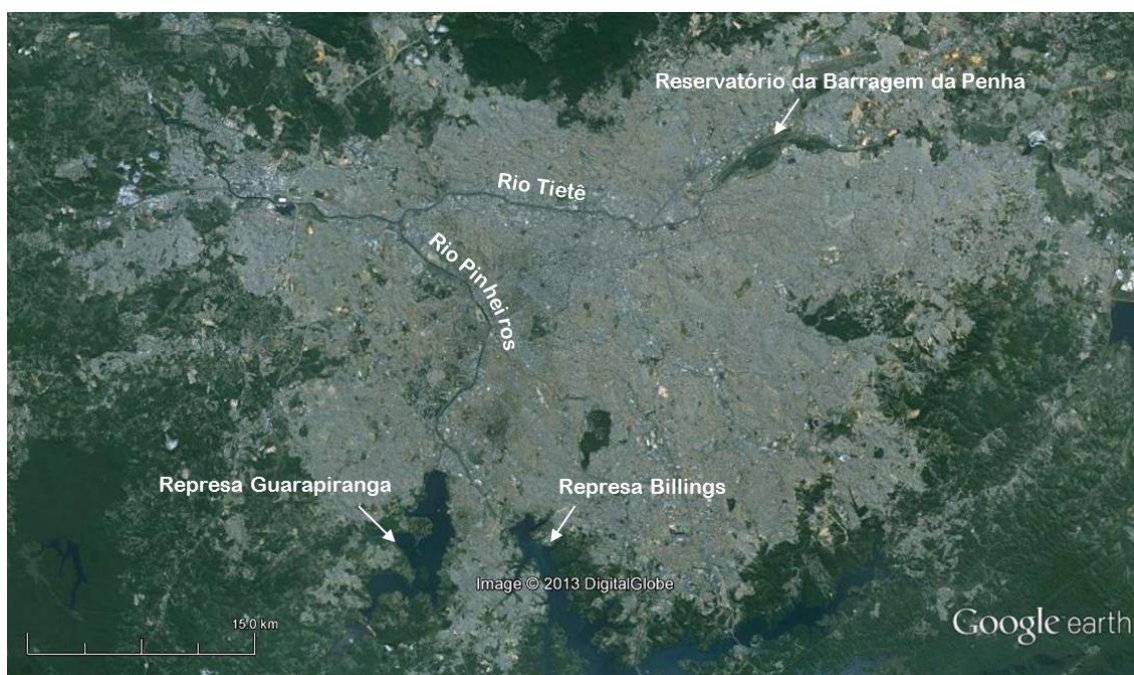


Figura 1. Imagem de satélite da Região Metropolitana de São Paulo (Fonte: Google Earth, 2011).

Com o intenso processo de urbanização, e consequente impermeabilização do solo, houve um incremento progressivo nas vazões de pico do rio Tietê ao longo das últimas décadas, com sérias consequências em processos de enchentes e inundações, principalmente no trecho onde o rio se encontra retificado e canalizado entre vias marginais e pontes no município de São Paulo. Além disso, podem-se citar outros impactos negativos à bacia, decorrentes desse processo, tais como o assoreamento das drenagens, a perda de volume útil de reservatórios e a perda de eficiência de obras hidráulicas, entre outros (FUSP, 2008).

Diversas intervenções foram realizadas pelo governo do Estado, ao longo das últimas décadas, no rio Tietê, com destaque às obras de rebaixamento e ampliação de sua calha, executadas em duas fases, a saber: Fase I, de 1998 a 2000, no trecho desde a foz do rio Pinheiros até a Barragem Edgard de Souza, tendo sido retirados aproximadamente 4 milhões de metros cúbicos de sedimentos e material rochoso; e Fase II, de 2002 a 2005, no trecho desde a Barragem da Penha até a foz do rio Pinheiros, com remoção de aproximados 7 milhões de metros cúbicos de sedimentos, lixo e outros materiais (LIMA, 2008).

Já no rio Pinheiros, há também um extenso histórico de desassoreamento, cujas atividades foram sempre conduzidas pelas concessionárias de energia que detinham a gestão do curso d'água. A preocupação com o desassoreamento do canal justifica-se pelo sistema hidráulico construído nas décadas de 1930 e 1940, com o objetivo de aumentar a capacidade de geração da Usina Henry Borden (Cubatão/SP), composto por duas Usinas Elevatórias e uma estrutura que promove a separação das bacias do Pinheiros e do Tietê. Tal sistema implicou em grande acúmulo de sedimentos no canal, principalmente finos, advindos das bacias de contribuição de seus tributários (EMAE, 2013).

PANORAMA DO RIO TIETÊ

É do Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE a gerência das atividades de manutenção e desassoreamento do rio Tietê. Dentro do escopo deste trabalho, o rio Tietê foi contemplado num trecho de aproximadamente 65,5 km que vai da foz do córrego Três Pontes (divisa dos municípios de São Paulo e Itaquaquecetuba) até a Barragem Edgard de Souza (município de Santana de Parnaíba).

Para fins de gerenciamento, na Região Metropolitana, o rio Tietê é dividido em trechos. De jusante à montante, são denominados por Lote 1 (16,5 km, da Barragem Móvel do Cebolão à Barragem Edgard de Souza), Lote 2 (24,5 km, da Barragem da Penha à Barragem Móvel do Cebolão) e Lote 3 (24,5 km, da foz do córrego Três Pontes à Barragem da Penha). Esse último abrange dois segmentos de características distintas, sendo um trecho de 11,5 km (canal retificado), do reservatório da Barragem da Penha à foz do rio Itaquera e outro de 13 km (canal meandrado, com o traçado natural do rio), da foz do rio Itaquera ao córrego Três Pontes.

A **Tabela 1** apresenta um resumo das principais informações dos contratos de 2011/2012, disponibilizadas pelo DAEE, que fornecem um panorama da dimensão das atividades realizadas nesse trecho do curso d'água.

Tabela 1. Resumo dos contratos 2011/12 de desassoreamento do rio Tietê.

Trecho	Valor (R\$)	Tempo total	Previsão de remoção (m ³)
Lote 1	33 milhões	20 meses	1,15 milhão
Lote 2	77 milhões	20 meses	1,55 milhão
Lote 3	90 milhões	24 meses	1,3 milhão

As operações de desassoreamento no rio Tietê são realizadas por plataformas embarcadas, constituídas de barça, rebocador, plataforma flutuante e retroescavadeira (**Figura 2**). As barças têm capacidade média de armazenamento de 120 m³, adaptadas às condições de navegabilidade do rio. As operações preveem a manutenção de um calado médio de 2,5 metros no curso d'água.



Figura 2. Intervenção pelo leito fluvial, por meio de escavadeira embarcada, no rio Tietê (2011).



Figura 3. Transbordo do material no porto-penha (2012).

O material proveniente do desassoreamento tem destinos diferentes segundo a sua origem. No Lote 1, todo o material é destinado por via hidroviária para a Cava de Carapicuíba (antiga cava de areia localizada no limite dos municípios de Carapicuíba e Barueri, às margens do rio Tietê, que hoje funciona como um aterro de inertes). As barcas tipo *split* depositam o material coletado próximo à margem do rio, no entorno da Cava, e dragas de sucção e recalque realizam a transferência do material para a Cava.

Já no Lote 2 há dois portos de transbordo de material, um próximo à Barragem da Penha e outro próximo à Barragem móvel do Cebolão. Nesses locais, as barcas liberam o material próximo a plataformas fixas, e escavadeiras do tipo *Long-reach* são utilizadas para retirar o material. Os resíduos sólidos mais grosseiros são separados no porto e dispostos em leiras para secagem. Dos portos, parte do material é destinada por via rodoviária para a Cava de Carapicuíba e parte por via hidroviária, transpondo a eclusa da Barragem Móvel do Cebolão.

O Lote 3 conta com quatro portos de transbordo de sedimentos, um junto à barragem (**Figura 3**) e outros três rio acima. Neles, o transbordo ocorre da mesma forma que nos portos do Lote 2. Desses portos, parte do material coletado é encaminhado à Cava de Carapicuíba e outra parte ao aterro de resíduos inertes Pepec/Itaquareia, localizado no município de Itaquaquecetuba, em ambos os casos por transporte rodoviário.

Estima-se que aproximadamente 5% do material removido por meio das atividades de desassoreamento são compostos por resíduos sólidos grosseiros, retirados nos portos de transbordo. A exemplo, são retirados em média 8.000 pneus/mês.

Para que fossem atendidas as exigências do órgão ambiental do Estado, foram realizadas coletas de sedimentos no rio Tietê e, de acordo com as características dos sedimentos amostrados, o curso d'água foi compartimentado em diferentes classes de qualidade de sedimento. A partir disso, as atividades de desassoreamento obedecem à classificação de cada compartimento no momento da dragagem do material e sua destinação final, atendendo à ABNT NBR 10.004. Nos trechos onde os sedimentos tem maior restrição ambiental, a disposição é conduzida a aterros classe I, destinados à resíduos perigosos.

PARORAMA DO RIO PINHEIROS

É da Empresa Metropolitana de Águas e Energia - EMAE a gerência das atividades de manutenção e desassoreamento do rio Tietê. Dentro do escopo deste trabalho, foi contemplado o rio Pinheiros no trecho de aproximadamente 25 km que vai da Usina Elevatória de Pedreira à sua foz no Tietê.

Para fins de gerenciamento, na Região Metropolitana, o rio Pinheiros é subdividido em Pinheiros superior (15 km, da Usina Elevatória de Pedreira à Usina Elevatória de Traição) e Pinheiros inferior (10 km,

da Usina Elevatória de Traição à sua foz no rio Tiete).

A **Tabela 2** apresenta um resumo das principais informações dos contratos de 2011/2012, disponibilizadas pela EMAE, que fornecem um panorama da dimensão das atividades realizadas.

Tabela 2. Resumo dos contratos 2011/12 de desassoreamento do rio Pinheiros.

Trecho	Valor (R\$)	Tempo total	Previsão de remoção (m ³)
Superior	54 milhões	20 meses	1 milhão
Inferior	17,8 milhões	20 meses	500 mil

As operações de desassoreamento são realizadas por meio de duas tecnologias: plataformas embarcadas, constituídas de barçaça auto-propelida, plataforma flutuante e retroescavadeira, e dragas de sucção e recalque (**Figura 4**). As operações preveem a manutenção de um calado médio de 2,5 m.

Normalmente, utilizam-se as plataformas embarcadas como apoio, levando os sedimentos até as dragas por onde são bombeados. Eventualmente, quando a capacidade de bombeamento das dragas é atingida, utilizam-se pequenos portos provisórios ou *Draglines* (**Figura 5**) para reforço das atividades.



Figura 4. Plataforma embarcada (à frente) e draga de sucção e recalque (ao fundo) em operação, no rio Pinheiros.



Figura 5. Intervenção a partir da margem, por meio de *Dragline*, no rio Pinheiros (2012).

O material removido nas operações de desassoreamento pelas dragas de sucção e recalque é bombeado, por meio de sistemas de tubulações subterrâneas, para caixas de decantação de material de assoreamento (bota-foras). O trecho inferior conta com um bota-fora, localizado nas imediações do Centro de Detenção Provisória de Pinheiros (próximo à Barragem Móvel do Cebolão), e o trecho superior conta com três, localizados entre a Usina Elevatória de Pedreira e as pontes Interlagos e Socorro. Nesses locais, o sedimento é disposto nas caixas, secado e acumulado, até que seja atingida a capacidade máxima de armazenamento.

Estima-se que aproximadamente 10% do material removido por meio das atividades de desassoreamento sejam compostos por resíduos sólidos grosseiros,

A limpeza das caixas de decantação é também prevista nos serviços. Dos 20 meses previstos nos contratos, 4 foram dedicados à essa atividade. Dos bota-foras, o material é destinado à Cava de Carapicuíba e, de forma análoga às atividades do rio Tietê, o material proveniente do desassoreamento do rio Pinheiros também atende às exigências do órgão ambiental para disposição final.

RESUMO DO CENÁRIO

É apresentado na **Figura 6** um diagrama simplificado dos volumes anuais de desassoreamento do sistema Tietê/Pinheiros, enquanto na **Figura 7** é apresentado um diagrama da logística de transporte dos sedimentos. Destaca-se que os volumes dos contratos são previstos para um tempo variável de execução e, para fins de comparação de volumes anuais, foram aqui convertidos para um período de 12 meses.

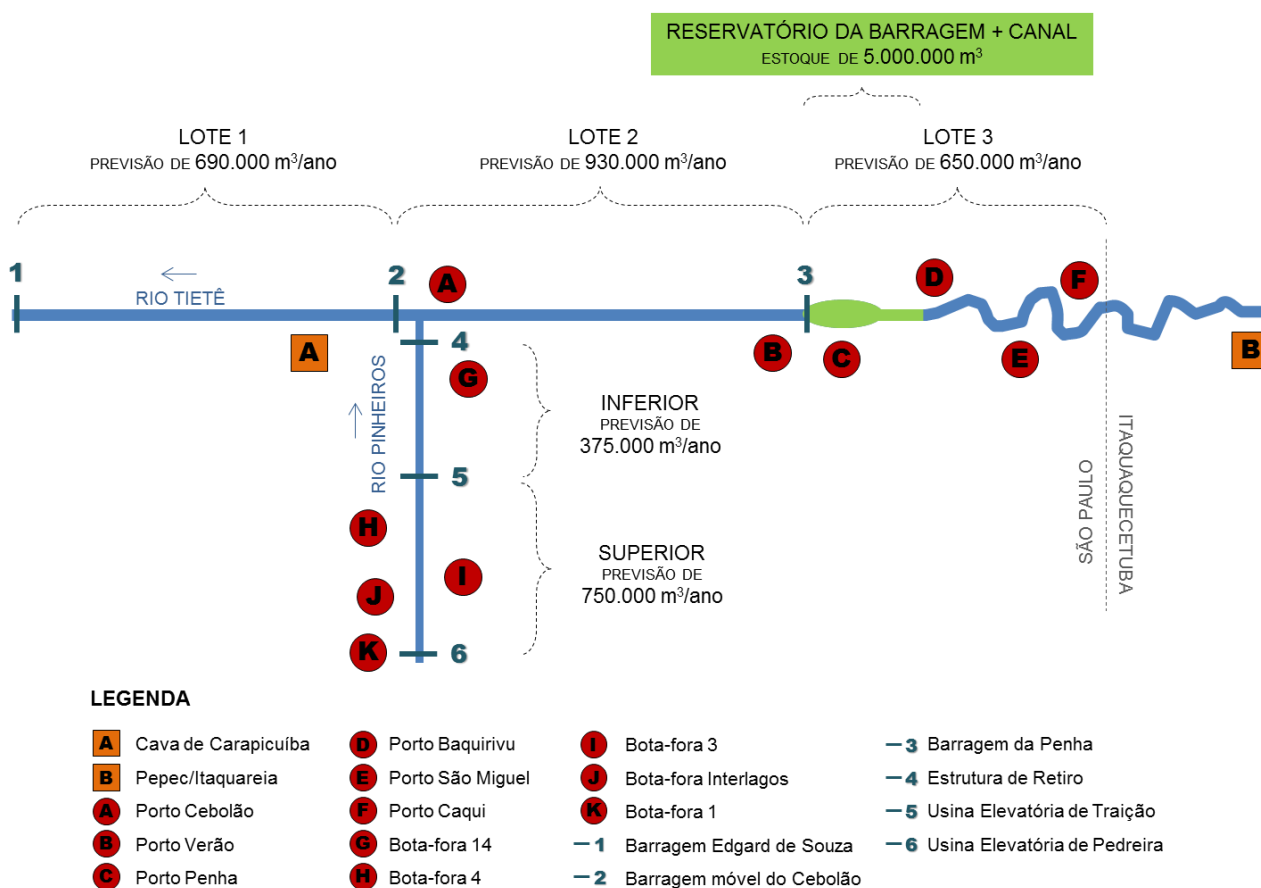


Figura 6. Diagrama simplificado dos volumes anuais de desassoreamento no sistema Tietê/Pinheiros.

Os valores apontados no diagnóstico para o rio Tietê (total de 2,27 milhões m³/ano) podem ser considerados superestimados, visto que desde as obras da Fase II (vide “Histórico do desassoreamento do sistema Tietê/Pinheiros”), não eram conduzidas atividades sistemáticas de desassoreamento no curso d’água. A literatura apresenta valores estimados da ordem de 1,3 milhão de m³/ano sendo aportados no segmento do rio que atravessa a Região Metropolitana de São Paulo (CHAVES et. al., 1998; LIMA, 2008). Já para o rio Pinheiros, espera-se que os valores do diagnóstico (total de 1,125 milhão m³/ano) estejam mais próximos do volume real de aporte de sedimentos no canal, uma vez que a atividade tem sido ininterrupta ao longo dos últimos anos.

Assim sendo, é possível referir-se a volumes anuais da ordem de 2,4 a 3,4 milhões m³/ano, aportando no segmento urbano do rio Tietê e no canal do rio Pinheiros.

Além desse volume, há outro importante a ser considerado. A lagoa formada pela Barragem da Penha, cujo objetivo principal é amortecer picos de cheia para evitar ocorrências de inundações à jusante, no segmento mais urbanizado do rio na metrópole paulista, tem hoje sua eficiência comprometida pelo expressivo assoreamento. Pelo fato de a barragem agir como uma barreira na contenção dos sedimentos transportados por todo o segmento do rio a montante desse ponto, e pela ausência de manutenção preventiva

no reservatório ao longo dos anos pós-construção, estima-se um volume da ordem de 5 milhões m³ a ser desassoreado nesse local.

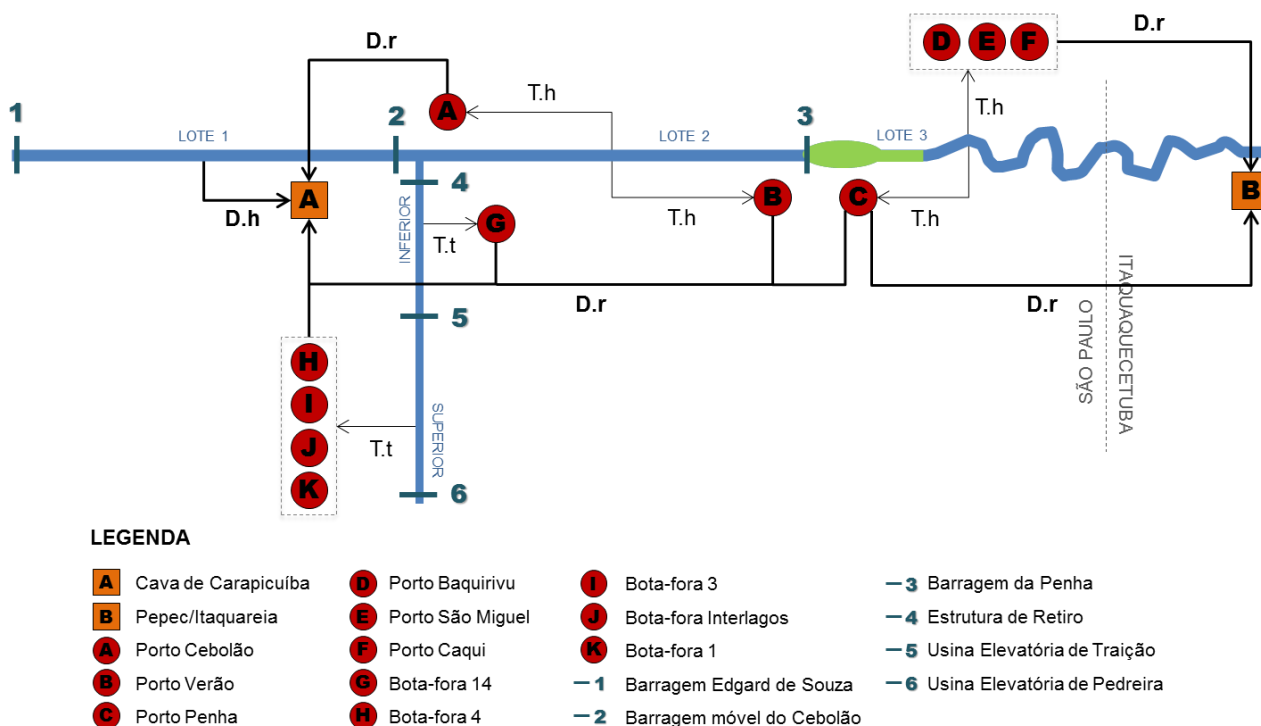


Figura 7. Diagrama da logística de transporte dos sedimentos. *Convenções: T=transbordo, D=destinação final, h=transporte hidroviário, r=rodoviário e t=via tubulação.*

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades de desassoreamento dos cursos d'água da Região Metropolitana de São Paulo tendem a ser periódicas, dado o contínuo aporte de sedimentos no sistema de drenagem, sejam eles provenientes das áreas agrícolas ou de expansão urbana das cabeceiras da bacia, sejam provenientes da falta de controle e fiscalização sobre as atividades da construção civil, ocupações irregulares ou ineficiência na coleta de resíduos urbanos.

Apesar da tendência de diminuição do ritmo de expansão da metrópole e da consolidação dos núcleos urbanos, o que diminuiria também o aporte de sedimentos nas drenagens da bacia, nota-se ainda grandes volumes de material a ser desassoreado, da ordem de 2,4 a 3,4 milhões m³/ano, a fim de prevenir enchentes e inundações e, ainda, garantir a navegabilidade no sistema para sua própria manutenção.

Por características intrínsecas à bacia hidrográfica, principalmente no que se refere à extensão territorial, e ao alto grau de impermeabilização do solo, o sistema hídrico apresenta rápida variação de nível d'água em eventos de cheia. Isso significa que a perda de seção dos cursos d'água pelo assoreamento compromete ainda mais a delicada dinâmica da bacia.

Outro fator de destaque refere-se à destinação final do material proveniente do desassoreamento. Historicamente, esse material é destinado a bota-foras (em geral, antigas cavas de areia desativadas ao longo do tempo). O estudo realizado no sistema Tietê/Pinheiros evidencia essa realidade, sendo que a Cava de Carapicuíba e o aterro Pepec/Itaquareia são os principais destinos dos sedimentos. No entanto, no contexto de regiões metropolitanas como a de São Paulo, onde há grande concorrência pelo espaço urbano, destinar grandes áreas para disposição de material proveniente de desassoreamento tornar-se-á cada vez mais difícil.

Há, assim, necessidade de avanço nos estudos de tecnologias de aproveitamento dos sedimentos,

frente à iminente escassez de áreas para destinação dos sedimentos. Estudo realizado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Chaves et. al., 1998) demonstra a viabilidade técnica e econômica desse aproveitamento. O desassoreamento passaria a ser visto sob a ótica das atividades minerárias, com retorno econômico, e explorado pela iniciativa privada, desonerando progressivamente o poder público com esse serviço.

Por fim, considera-se a importância do desenvolvimento de estudos com foco na prevenção/controlado de processos erosivos e no entendimento dos processos hidrossedimentológicos do sistema hidrográfico da bacia do Alto Tietê, para avaliar de forma sistemática a produção, transporte e disposição de sedimentos no rio Tietê e seus principais tributários, como forma de assegurar a eficácia do desassoreamento e, principalmente, agir preventivamente quanto à sua produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAVES, A.P.; CASADEI, D.S.; NETO, D.D. O desassoreamento do rio Tietê e o aproveitamento da areia contida nos sedimentos. In: XVII Encontro Nacional de Tratamento de Minérios e Metalurgia Extrativa. Águas de São Pedro, SP, 1998.

EMPRESA METROPOLITANA DE ÁGUAS E ENERGIA – EMAE. Site oficial. Disponível em: <http://200.144.28.204/emaef/>. Acesso em: 18/01/2013.

FUNDAÇÃO DE APOIO À UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO – FUSP. Plano de Bacia do Alto Tietê: Relatório Final. São Paulo, 2008.

GIUDICE, S.L.; MENDES, J.A.R. Técnicas experimentais de desassoreamento em rios urbanos da Região Metropolitana de São Paulo. In: XXV Congresso Latinoamericano de Hidráulica. San José, Costa Rica, 2012.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Diretrizes e ações para prevenção e controle dos impactos decorrentes dos processos erosivos na Bacia do Alto Tietê UGRHI 06. São Paulo: IPT, 2011 (Relatório IPT nº 122.617).

LIMA, L.R.S. Dragagem, transporte e disposição final de sedimento de leito de rio - Estudo de caso: Calha do rio Tietê - Fase II. Dissertação de Mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

TUCCI, C.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e Controle de Erosão. In: VI Simpósio Nacional de Controle da Erosão. Presidente Prudente, São Paulo, 1998.