

HISTÓRICO DE POLUIÇÃO E DESPOLUIÇÃO DAS ÁGUAS DE TRÊS IMPORTANTES RIOS URBANOS: RIO SENA, RIO TAMISA E RIO PINHEIROS

Silene Cristina Baptistelli⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Faculdade de Engenharia da Fundação Armando Álvares Penteado – FAAP. Mestre e Doutora em Engenharia Hidráulica pela Escola Politécnica de São Paulo - POLI/USP. MBA em Saneamento Ambiental pela Fundação Escola de Sociologia e Política de SP - FEFESP. Engenheira na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP. Professora do Centro Universitário SENAC no curso de Engenharia Ambiental e Sanitária e da pós-graduação da Universidade Mackenzie.

Endereço⁽¹⁾: Rua Costa Carvalho, 300 – Pinheiros – São Paulo – SP – CEP: 05429-900 – Brasil – Tel: (11) 9977-0217 - e-mail: sbaptistelli@sabesp.com.br.

RESUMO

Rios urbanos são caracterizados por estarem inseridos em bacias altamente urbanizadas, que são muitas vezes afetados por lançamento de esgoto *in natura*, disposição indevida de resíduos sólidos e pelo recebimento de carga difusa em eventos de chuvas. Este trabalho tem como objetivo apresentar um panorama do histórico de poluição e despoluição e as condições atuais de três importantes rios urbanos, dois rios europeus, o Sena e o Tâmis, e o rio paulista, o rio Pinheiros. Trata-se de estudo de caráter descritivo onde foram coletados e analisados dados e informações históricas e atuais, da qualidade das águas, das características da bacia hidrográfica e dos principais problemas com saneamento básico e ocupação territorial dos três diferentes rios. Conclui-se que, das diferenças, têm-se as características físicas e hidrodinâmicas e o tipo de sistema de esgotamento sanitário, rios europeus com sistemas unitários. Uma diferença bastante importante é da densidade demográfica, muito maior na bacia do rio Pinheiros. Como semelhança, todos os três rios sofreram explosivo crescimento urbano no seu entorno, provocando a rápida poluição de suas águas. E todos os processos de despoluição foram demorados e envolveram grandes investimentos. E ainda, destaca-se a importância do envolvimento da sociedade e, neste sentido, a conscientização socioambiental é fundamental.

PALAVRAS-CHAVE: Rios urbanos, Qualidade da água, Rio Pinheiros.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história podemos observar que o desenvolvimento de centros urbanos está muito associado ao acesso aos corpos hídricos, visado, principalmente como fonte de água para abastecimento. Entretanto, a geração de resíduos é inerte à sociedade humana. Estes resíduos, efluentes líquidos ou resíduos sólidos são abundantes, uma vez que o crescimento da população é inevitável, e necessitam ser coletados e tratados de maneira a não poluir o meio ambiente. A ausência de medidas para conservação da qualidade dos corpos d'água, associada à gestão inadequada dos recursos hídricos, nos reporta ao cenário atual de muitas cidades, no qual não é difícil encontrar rios com níveis de poluição elevados.

A elevada densidade demográfica e o crescimento acelerado, ocorrendo muitas vezes em áreas irregulares, tende a agravar a situação dos rios urbanos. Projetos de revitalização e despoluição de rios urbanos são desenvolvidos em diferentes cidades, visando não só a melhoria da qualidade da água, mas da qualidade de vida da população local. Contudo, as diferentes características de cada rio e suas bacias hidrográficas resultam em variadas formas de despoluição e uma constante busca por novas tecnologias para projetos mais eficientes, economicamente viáveis e resultados acelerados.

Neste contexto, este estudo procura retratar um panorama do histórico de poluição e despoluição de três importantes rios urbanos, Rio Sena (França), Rio Tâmis (Inglaterra), e o paulista, Rio Pinheiros.

OBJETIVOS E METODOLOGIA

Este trabalho visa apresentar um panorama do histórico de poluição e despoluição, apresentando e analisando as principais características de dois rios europeus, o Sena, na França e Tâmis, no Reino Unido, e do importante rio da cidade de São Paulo, o rio Pinheiros. Este panorama visa identificar pontos de semelhança e

de dissimilaridade com os processos históricos de poluição e despoluição desses rios, procurando aproveitar as lições aprendidas destes dois países, auxiliando numa análise da despoluição do rio Pinheiros.

Trata-se de um estudo de caráter descritivo dos principais aspectos históricos e da situação atual da poluição e da qualidade das águas dos rios Sena, Tamisa e Pinheiros. Para realizar este estudo foram coletados dados e informações, históricas e atuais, da qualidade das águas dos rios. Os dados e informações foram compilados e descritos, e posteriormente analisados as características e dos dados históricos de poluição de despoluição de dois rios europeus visando amparo na avaliação prognóstica do rio Pinheiros.

RIO PINHEIROS

O rio Pinheiros é um corpo hídrico localizado na cidade de São Paulo na bacia altamente urbanizada do Alto Tietê, afetado pelos despejos de esgotos domésticos e industriais, resíduos sólidos e pela poluição difusa. Nas condições atuais, decorrentes dos níveis de poluição, o rio Pinheiros, em determinadas épocas do ano, particularmente na estiagem, tem experimentado condições anaeróbias em suas águas, gerando odores desagradáveis.

A bacia do rio Pinheiros ocupa uma área de 271 km², com uma população em torno de 3,3 milhões de habitantes (Figura 1). Conta com atendimento de 100% em abastecimento de água e índice de coleta de esgoto é de 89%, sendo que 61% do volume de esgoto gerado na bacia é encaminhado para tratamento, dados referentes ao ano de 2018 (SABESP, 2019). Esta porção da Região Metropolitana de São Paulo - RMSP apresenta um adensamento populacional intenso e ocupação desordenada com uma parcela da população vivendo em áreas de ocupação irregular, na chamada “cidade informal” que se apresenta com infraestrutura de esgotamento sanitário deficiente devido à dificuldade na instalação de redes de esgoto e coletores nos fundos de vale, e com crescimento rápido e desordenado. De acordo com o IBGE (2017), a densidade demográfica do Brasil, em 2010 era de 22,42 habitantes/ km², do estado de São Paulo de 166,23 habitantes/ km², da cidade de São Paulo 7.398,26 habitantes/ km². Se compararmos estes números com a bacia do rio Pinheiros, que tem densidade demográfica de 12.177 habitantes/ km², pode-se perceber o quão intensa é a densidade demográfica desta bacia. A favela de Paraisópolis, na bacia do rio Pinheiros, tem densidade demográfica de 45.000 habitantes/ km².

O rio Pinheiros, assim como o rio Tietê, flui em sentido contrário ao mar. Com 25 km de extensão o rio Pinheiros nasce da união da jusante dos rios Guarapiranga e Rio Grande e tem sua foz no rio Tietê. Típico rio de planície, com declividade quase imperceptível, o Pinheiros no passado foi muito sinuoso, e isso permitia a navegação em quase toda sua extensão. Os grandes lotes entre as curvas do rio foram sendo ocupado inicialmente por chácaras, cujos proprietários foram atraídos pelo solo fértil e abundante em água, características ideais para o cultivo de frutas legumes e verduras que faziam o abastecimento do aldeamento de Santo Amaro e de São Paulo de Piratininga, atual área central da cidade (REVISTA SANEAS, 2019). A Figura 1 apresenta uma foto do rio Pinheiros e seu trajeto sinuoso nos anos de 1930.



Figura 1 - Rio Pinheiros com seu trajeto sinuoso e suas planícies de inundação nos de 1930.

Fonte: Arquivo Divulgação Eletropaulo <https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2019/11/08/agora-vai-governo-doria-promete-despoluir-rio-pinheiros-ate-2022-para-especialistas-ha-risco-de-enxugar-gelo-iejn/> Acesso em 18/04/2020.

Nos primeiros anos do século 20 pôde ser sentida uma intensa transformação do cenário da cidade de São Paulo, que rapidamente aumentava suas áreas industriais, e o município que atendia com usinas termoelétricas, não podia mais atender as necessidades desta população. Na medida em que a cidade se expandiu para esta região, com a necessidade de se gerar mais energia, foi elaborado um projeto de engenharia pelo engenheiro *Asa White Kenney Billings*, contratado pela São Paulo Tramway, Light and Power Company, mais conhecida como Light São Paulo, que viu na diferença de nível entre o planalto paulista e o nível do mar um potencial para construção de uma usina hidroelétrica com esta queda d'água. Assim, em 1926 a Usina Henry Borden entrou em operação (REVISTA SANEAS, 2019).

Após uma estiagem histórica nos anos de 1924 e 1925, que reduziu a produção de energia, pensou-se em outro projeto ambicioso de engenharia, que consistia na retificação do leito do rio Pinheiros e a reversão do seu sentido, de forma de que suas águas despencassem pela serra do mar, gerando mais energia elétrica na usina Henry Borden.

Inaugurada em 1940, a Usina Elevatória de Traição tem como objetivo reverter o curso das águas dos rios Tietê e Pinheiros, para serem encaminhadas à Usina Elevatória de Pedreira e depois ao Reservatório Billings. Do ponto de vista energético, a reversão do rio tem como propósito manter volumes d' água nos reservatórios do Rio das Pedras e Billings suficientes para garantir a geração na Usina Henry Borden (EMAE, 2020a).

Segundo a Revista SANEAS (2019), no fim da década de 1970 e 1980 este rio já estava tão poluído que o envio das suas águas para a Billings comprometia a qualidade das águas da represa. O rio Pinheiros estava sendo afetado pelos despejos de esgotos domésticos e industriais e pela poluição difusa, carregados pelos seus principais afluentes. Assim, esta poluição do rio foi responsável por proibir o procedimento que direcionava seu fluxo para a Represa Billings, que tinha como objetivo aumentar a geração de energia na Usina Henry Borden. Além disso, por ocasião dos eventos de chuvas mais impactantes, para o controle de cheias ocorria a reversão do rio Pinheiros, que recebia as águas do rio Tietê, e com elas a contaminação oriunda de municípios de sua bacia. Nessa situação, a partir de outubro de 1992, a operação de reversão do rio Pinheiros passou a atender às condições estabelecidas na Resolução Conjunta SMA/SES 03/92, de 04/10/92, atualizada pela Resolução SMA-SSE-02, de 19/02/2010, que só permite o bombeamento das águas do Rio Pinheiros para o Reservatório Billings para controle de cheias.

O esquema de operação inclui: a antecipação da abertura total das comportas da Barragem Edgard de Souza, dando escoamento natural às águas do Tietê; a separação das bacias dos rios Pinheiros e do Tietê por meio do

fechamento da Estrutura de Retiro; o acionamento das estações de bombeamento de Traição e Pedreira para controle do nível de água no Canal Pinheiros e a utilização dos volumes de espera nos reservatórios Billings, Guarapiranga, Pedras e Pirapora, para atenuar as ondas de cheias de suas próprias bacias e minimizar o risco de inundação a jusante, nos rios Pinheiros, Tietê e Cubatão (EMAE, 2020b).

Nos anos 2000, para retornar à capacidade máxima de geração de energia na Usina Henry Borden, sem prejudicar a qualidade da água do Reservatório Billings, a Empresa Metropolitana de Águas e Energia – EMAE, atual responsável pela operação do sistema hidráulico e gerador de energia da Região Metropolitana de São Paulo, apresentou uma proposta de despoluição das águas do Rio Pinheiros revertidas para a Billings. Esta proposta é baseada na tecnologia de flotação, que segundo o documento denominado “Avaliação do Sistema Pinheiros-Billings com o Protótipo de Flotação” elaborado pela Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica – FCTH (FCTH, 2009), e o projeto visava que no futuro a implantação do sistema completo, aliado a medidas complementares de controle de poluição, permitiria a reversão de 50 m³/s para o Reservatório Billings e, conseqüentemente, um aumento médio de 280 MW na produção de energia na usina de Henry Borden. Isto significa que a produção média poderá passar dos 128MW brutos atuais (vazão média de 23m³/s) para 408 MW (vazão média de 73m³/s).

O sistema de flotação com capacidade de 10 m³/s, foi instalado em 2001 no trecho do canal do Rio Pinheiros entre o córrego Zavuvus e a Barragem de Pedreira. Para avaliar a eficiência do processo de despoluição foi realizada, em 2009, uma parceria com o Centro de Pesquisa da Universidade de São Paulo (USP), através de um programa de monitoramento que abrangeu além do Rio Pinheiros e Reservatório Billings, o Rio Tietê e o Reservatório Guarapiranga (FCTH, 2009). O programa teve duração de 2 (dois) anos e meio, e avaliou parâmetros básicos de qualidade da água.

A partir deste programa de monitoramento concluiu-se que houve significativa remoção de fósforo e redução, em maior ou menor nível, de outros poluentes. Considerando as variáveis de qualidade monitoradas durante os testes não foram detectados, além da zona de mistura, impactos negativos nas águas do Reservatório Billings, que pudessem ser associado diretamente à operação do protótipo, isto é: não houve nenhuma diferença estatisticamente mensurável nas variáveis de qualidade monitoradas antes e durante a operação do sistema (FCTH, 2009).

Essa tentativa de despoluir o rio Pinheiros funcionou de modo experimental por dez anos e consumiu 160 milhões de dólares em investimentos. Apesar de o experimento ter alcançado melhorias significativas na qualidade das águas, não apresentou a eficiência esperada, além do problema da geração de lodo, cerca de 1000 toneladas por dia, e da impossibilidade de operar o sistema em época de chuvas (REVISTA SANEAS, 2019). Além disso, a água ainda apresentava grandes concentrações de metais pesados, e em 2011 o projeto foi então paralisado pelo Ministério Público.

Cabe ressaltar que, o mais importante projeto de despoluição dos rios da RMSP é o Projeto Tietê, que engloba a bacia do rio Pinheiros. A Sabesp vem executando, desde 1992, este que é um dos maiores programas de saneamento do Brasil, que tem como objetivo contribuir para a revitalização progressiva do rio Tietê e seus afluentes, na Bacia do Alto Tietê, por meio da ampliação e otimização do sistema de coleta, transporte e tratamento de esgotos na Região Metropolitana de São Paulo (RAGAZZI, 2020).

De acordo com Superintendente de Planejamento Integrado da Sabesp, Dante Ragazzi, que participou de Reunião Extraordinária do Sistema Nacional das Indústrias de Equipamentos para Saneamento Básico e Ambiental – SINDESAN na Sede da ABIMAQ, no dia 30 de maio de 2019, em São Paulo, tem-se:

“Entre 1992 e 2018 foram investidos no Projeto Tietê, US\$2,9 bilhões (BID, BNDES, CEF e recursos próprios) proporcionando esgoto tratado para mais de 10 milhões de pessoas. Houve uma redução de 408 km da mancha de poluição (de 530 km para 122 km aproximadamente 80%). Também foram realizadas cerca de 1,77 milhão de ligações domiciliares, 4,4 mil km de interceptores, coletores tronco e redes coletoras. A mortalidade infantil (número de crianças que morreram antes de completar um ano de vida a cada mil crianças nascidas vivas no período de um ano) caiu de 27 (1992) para 11 (2016) ”.

Com isso a coleta dos esgotos na RMSP passou de 70 para 89% de 1992 a 2018, e o tratamento de esgotos na região passou de 24% para 78% no período (RAGAZZI, 2020).

Recentemente, o Governo do Estado de São Paulo tomou por decisão promover a melhoria da qualidade da água do rio Pinheiros e a adequação de seu entorno, por meio da Resolução SIMA nº 14, de 8 de março de 2019, instituída pelo Secretário de Estado de Infraestrutura e Meio Ambiente.

De acordo com o Relatório de Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo (CETESB, 2019), embora a maioria dos rios no estado tenha apresentado uma qualidade Boa, de acordo com o IQA (Índice de Qualidade das Águas), nas Regiões Metropolitanas de São Paulo e de Campinas, existem rios com qualidade Péssima, influenciada pela baixa capacidade de diluição desses corpos hídricos e pela elevada carga orgânica que recebem, decorrente principalmente da presença de esgotos domésticos.

Embora o IQA do “Baixo Pinheiros” tenha se mostrado com qualidade Péssima, seu trecho superior, também enquadrado na Classe 4, conforme a Resolução CONAMA 357/05 (BRASIL, 2005) e que se destina a usos menos exigentes, apresentou uma melhora em 2018, atingindo qualidade Regular em Pedreira. Contribuíram para essa melhora os investimentos em saneamento na sub bacia do Zavuvus, afluente do Alto Pinheiros, cujas águas apresentaram alguma recuperação nos níveis de oxigênio, com concentração média anual igual ao padrão de qualidade da Classe 4, e uma diminuição nos teores de matéria orgânica, avaliada por meio da DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio (CETESB, 2019).

Conforme relatório da CETESB (2019), com relação ao perfil do IQA no rio Pinheiros, em 2018 a qualidade se mantém na categoria Regular em Pedreira, no canal do Pinheiros Superior. No trecho sob a Ponte do Socorro a qualidade se altera devido à presença de carga orgânica elevada, passando para a categoria Ruim, a mesma classificação obtida em 2017. Na Av. Bandeirantes e na Estrutura do Retiro a classificação se mantém na categoria Péssima. No tocante à qualidade da água na foz do rio Pinheiros, a Figura 2 apresenta a evolução das concentrações dos parâmetros de DBO e COT (Carbono Orgânico Total), as quais não tiveram alterações significativas ao longo dos anos, mantendo-se, no entanto, em concentrações altas de DBO, na média, acima de 50 mg/L.

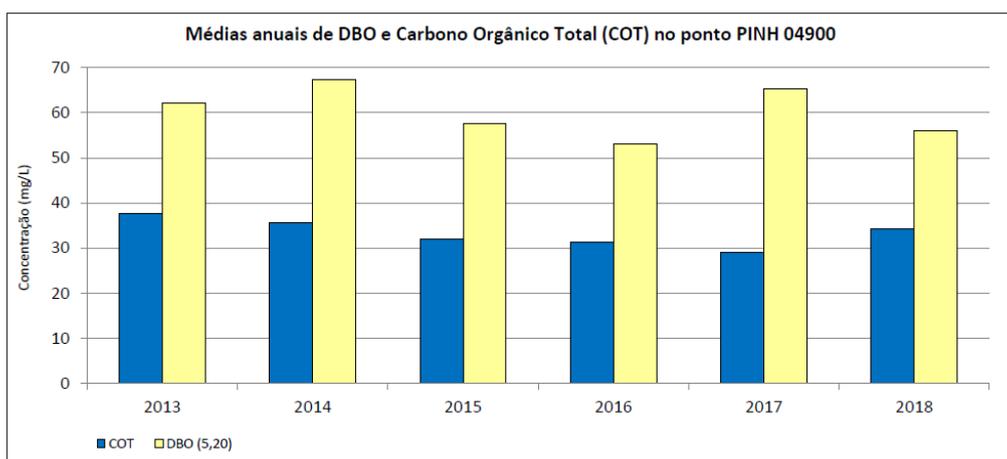


Figura 2 - Médias anuais de DBO e Carbono Orgânico Total no ponto na foz do rio Pinheiros
Fonte: CETESB, 2019

Mesmo com a qualidade ruim de suas águas, o rio Pinheiros tem uma grande importância como elemento marcante na paisagem da cidade de São Paulo, como ilustrado na Figura 3.



Figura 3 - Foto do Rio Pinheiros e seu entorno

Fonte: Arquivo de Fotos da Sabesp

Na década de 1930 o rio Pinheiros não era poluído, e tinha abundância de água, mesmo porque a população era pequena. Além disso, ainda não havia a drenagem urbana canalizada, drenando e levando embora rapidamente as águas. Com o crescimento da população e o início dos problemas de poluição, o olhar dos habitantes em geral era outro, ansiava-se por medidas que afastassem as águas, os rios poderiam ser escondidos, em detrimento de uma melhora nas condições de higiene. O governo, por sua vez, projetava sua drenagem urbana com uma visão higienista, procurando afastar as águas, os rios, e os problemas que pudessem vir com elas, como enchentes e poluição. No caso do rio Pinheiros, ou da bacia do rio Pinheiros, os problemas são inúmeros. À medida que toda a bacia hidrográfica do rio Pinheiros foi ocupada, seus afluentes foram canalizados, ao ponto de, atualmente, poucos segmentos de alguns afluentes estão a céu aberto. Assim, formase a drenagem urbana desta bacia fazendo com que cada boca de lobo receba além da água de chuva, toda a carga difusa por ela transportada. Estes canais ou galerias com frequência estão plugados por ligações irregulares de esgotos sanitários. No entanto, atualmente, nos anos de 2020, a visão é outra, as pessoas querem conviver com as águas, com os cursos dos rios, com suas margens. Mas, para isso, obras e ações devem ser executadas para a retomada do convívio com as águas (ASSOCIAÇÃO ÁGUAS CLARAS DO RIO PINHEIROS, 2015).

Dados de 2018 mostram que, com uma população em torno de 3,3 milhões de habitantes são gerados 7,6 m³/s de esgotos sanitários, sendo que a Sabesp coleta 6,7 m³/s e trata 4,6 m³/s destes esgotos na Estação de Tratamento de Esgotos - ETE Barueri (SABESP, 2019). Dos 25 afluentes ao rio Pinheiros apenas 9 deles estão saneados, ou seja, tem seu esgoto encaminhado para tratamento, e alguns dos demais 16 afluentes atravessam comunidades informais.

Conforme Benedito Braga, presidente diretor da Sabesp, a despoluição do Rio Pinheiros esbarra nos problemas da desigualdade social e do déficit habitacional (BRAGA, 2019). Ainda segundo ele, aproximadamente 700 mil pessoas vivem em áreas informais na bacia hidrográfica do Rio Pinheiros, despejando o esgoto sem tratamento diretamente nos córregos, afluentes do Pinheiros: Jaguaré, Pirajussara, Taboão, Água Espreada, Capão Bonito, Embu das Artes e Ribeirão Cachoeira. E ainda, nesses trechos, os coletores e interceptores não podem alcançar, pois o avanço da rede nestes locais configuraria legalizar uma área que ainda não está regular para moradia. A Figura 4 ilustra a situação da coleta e tratamento de esgotos na

bacia do rio Pinheiros, além de indicar algumas das áreas de ocupação irregular, os chamados aglomerados subnormais.

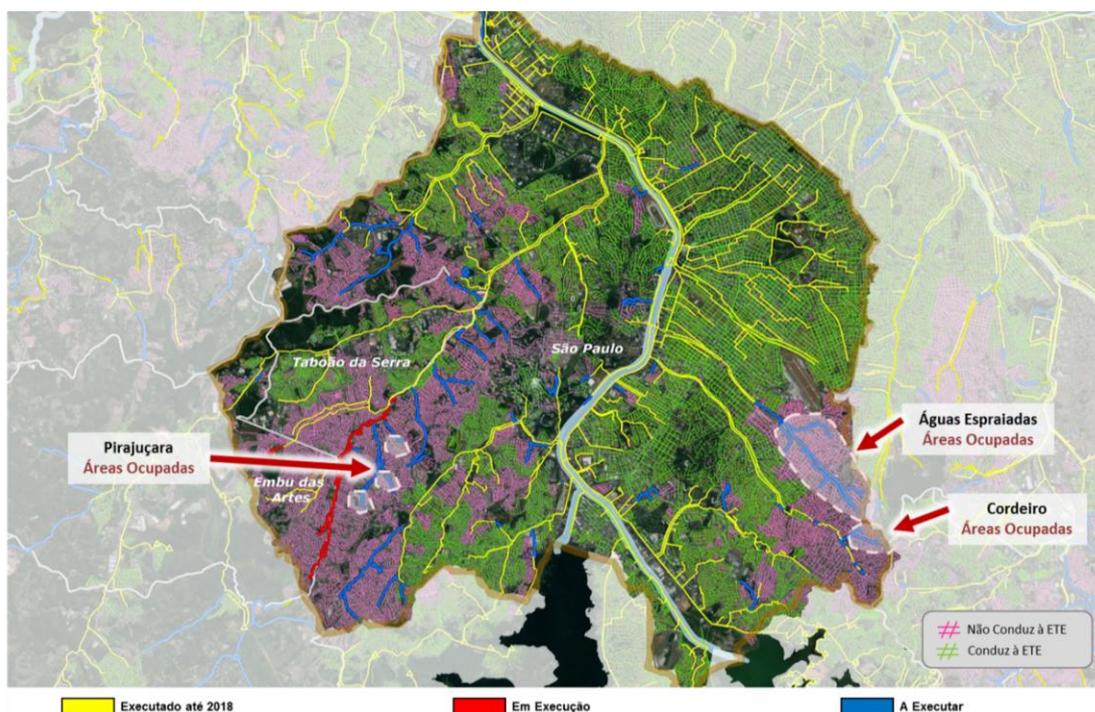


Figura 4 – Situação da coleta de esgoto na bacia do rio Pinheiros e indicação de aglomerados subnormais

RIO SENA

O rio Sena (*La Seine* em francês) é um rio francês de 777 km de extensão. Sua nascente está situada na cidade de *Saint-Germain-Source-Seine*, na Borgonha, a 446 m de altitude em *Côte-d'Or* (costa do ouro) no planalto de Langres. O seu curso tem uma orientação geral de sudeste para noroeste, desembocando em *Le Havre*, no Canal da Mancha, na Normandia. A bacia do Sena compreende aproximadamente 97.000 km², cerca de 14% do território francês. Devido à sua pequena inclinação, a inexistência de corredeiras e cachoeiras e a construção de eclusas em determinados trechos, o Sena é praticamente navegável em toda sua extensão sendo responsável por 50% do tráfego fluvial da França. Algumas das maiores cidades situadas ao longo do Sena são *Troyes, Mélnun, Paris, Rouen, Honfleur* e *Le Havre* (PÊGO e DADALTO, 2009).

Na década de 60 o rio Sena foi declarado morto: níveis de poluição gerados pela indústria e agricultura eram altos, os peixes nativos tinham desaparecido e a água era insegura para uso recreativo. A reversão inicial deste cenário teve início em 1964, com a criação de seis agências para o gerenciamento de unidades hidrográficas naturais da França. O apoio financeiro destas agências estimulou as municipalidades a iniciar programas de tratamento, sempre com custo muito elevado. Até 1970, na bacia do Sena-Normandia, o número de estações de tratamento foi multiplicado por três. Em seguida, a agência regional promoveu um programa de aumento da eficiência das estações de tratamento, novas e antigas, com resultados apreciáveis (ampliações de 40 a 70% na capacidade efetiva de remoção de cargas). Não obstante os pesados investimentos efetuados a seguir, o 5º programa plurianual da agência de água (1987-1991) priorizou as denominadas “manchas negras” - áreas ainda mais pesadamente poluídas (PÊGO e DADALTO, 2009).

Diante destes investimentos houve a melhoria da qualidade das águas do rio Sena e a evolução de sua qualidade físico-química em quarenta anos, que é apresentada, na sequência, segundo o relatório da ARCEAU - *Association Recherche Collectivités dans le domaine de l'EAU*. Desde 1970, as equipes do SIAAP (*Service Public de l'assainissement francilien*) atuam no saneamento básico da região metropolitana de Paris uma das regiões mais densas da Europa, com 9 milhões de habitantes. A qualidade físico-química das águas do Sena em relação aos parâmetros da Diretiva Europeia (2000/60/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 23 de

Outubro de 2000, que estabelece um quadro de ação comunitária no domínio da política da água), a qual define cinco classes de qualidade, ver Tabela 1 (ROCHER e AZIMI, 2017).

Tabela 1 - Limites das classes de qualidade conforme Diretiva Europeia (2000/60/CE) dos parâmetros físico-químicos gerais

Parâmetros	Limite das classes				
	Excelente	Bom	Razoável	Insatisfatório	Ruim
DBO ₅ (mg/L)	3	6	10	25	
NH ₄ (mg/L)	0,1	0,5	2	5	
PO ₄ (mg/L)	0,1	0,5	1	2	
OD (mg/L)	8	6	4	3	

Fonte: Tradução livre de Rocher e Azimi, 2017

A evolução da qualidade do Sena ao longo do rio Sena desde *Méry-Sur-Seine*, 210 km a montante de Paris, até *Oissel*, localizado 230 km depois de deixar Paris, é apresentada na Figura 5. Os períodos estão divididos a partir dos três principais estágios do saneamento parisiense: (1) 1971-1972 caracteriza o estado inicial antes da escalada do saneamento parisiense, (2) 1985-1986 aumento de capacidade de tratamento dos esgotos e (3) 2012-2013 com o impacto positivo da implantação de tratamentos com nitrogênio e fósforo e melhor gerenciamento de eventos chuvosos.

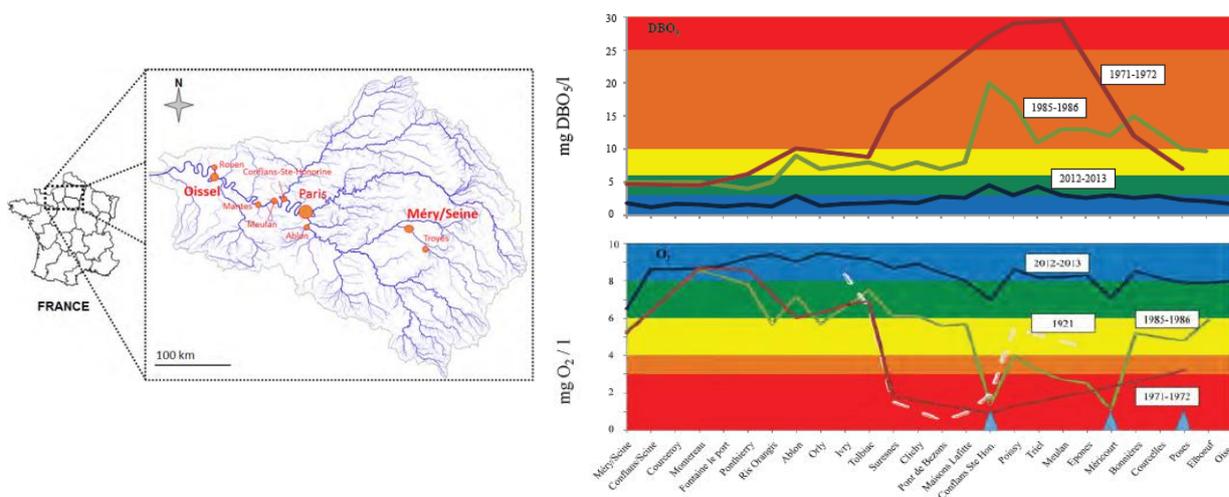


Figura 5 - Evolução das concentrações DBO no rio Sena na área central

Fonte: Rocher e Azimi, 2017

Na Figura 5 é possível notar que, em 42 anos (1971 a 2013), as concentrações a jusante de Paris diminuíram significativamente. Ainda nos gráficos da Figura 5, entre *Tolbiac*, passando por *Conflans Ste Honorine até Bonnières* (7 km antes até 66 km depois de Paris) as concentrações em DBO passam das faixas “muito ruim” e “pobre” (de 10 a 30 mg/L), no período (1), para as classes “muito bom” e “bom” (de 1 a 5 mg/L) no período (3) de 2012-2013. A mesma condição se repete para o parâmetro de OD, onde para o período (3) o OD se apresentam em torno de 7 mg/l e a qualidade da água é boa.

De acordo com Rocher e Azimi (2017), na primavera de 1991, o Sena sofreu uma seca causando déficits de oxigênio dissolvido por dezenas de quilômetros que causou mortandade de peixes, foi de onde nasceu o conceito de “ilhas de sobrevivência”. A ideia era identificar, com o apoio das modelagens matemáticas, áreas de déficit crônico de oxigênio dissolvido e assim criar zonas de “refúgio” para manter os peixes vivos. Uma ilha de sobrevivência é formada um tanque de oxigênio puro, conectado a um difusor instalado no leito do rio, conforme ilustrado na Figura 6. Com o fluxo da água, a zona oxigenada se estende por vários quilômetros, criando assim uma área de refúgio para peixes.

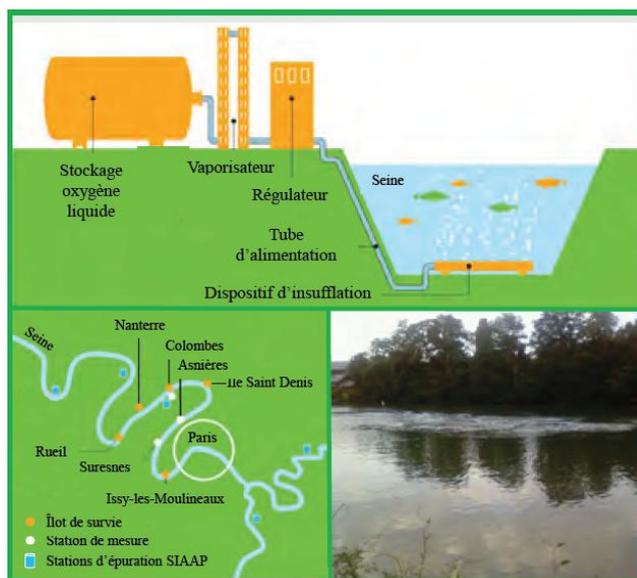


Figura 6 - Princípio de funcionamento de uma ilha de sobrevivência e a localização destas ilhas ao longo do rio Sena.

Fonte: ROCHER e AZIMI (2017)

Colocadas em operação em 1996, essas ilhas de sobrevivência trabalharam muito durante os primeiros anos e ajudaram a aliviar déficits graves de oxigênio dissolvido e manter permanentemente condições compatíveis com a sobrevivência dos peixes. Nos últimos anos, devido ao nível médio de oxigenação no Sena ter melhorado significativamente, as ilhas de sobrevivência estão sendo mantidas, mas com frequência operacional reduzida (ROCHER e AZIMI, 2017).

Conforme LANNA e col. (2002), em 1990 o Ministério do Ambiente, da França, organizou um grande debate visando realizar um balanço sobre as ações desenvolvidas depois de 1964 e discutir soluções para melhorar a gestão de águas na França. E debate delineou as orientações para uma nova lei da água, aprovada em 3 de janeiro de 1992, 28 anos após a lei original. Esta lei teve como postulado básico o reconhecimento da água como patrimônio comum da nação, pois ela confere um caráter de interesse geral à preservação e à recuperação dos meios aquáticos. Ou seja, a nova lei da água evidencia o princípio da gestão equilibrada dos recursos hídricos, assegurando simultaneamente uma proteção dos ecossistemas e o atendimento aos usuários. Observa-se na história de despoluição do rio Sena que além da preocupação sanitária, com ações de coleta e tratamento dos esgotos e devido ao encaminhamento das águas pluviais, há também a preocupação com a proteção do ecossistema, fornecendo condições ótimas para a sobrevivência dos peixes, enfim proporcionar uma gestão equilibrada dos recursos hídricos.

RIO TÂMISA

O Tâmis, segundo maior rio do Reino Unido, nasce nas colinas de *Cotswold* e percorre seis condados ingleses ao longo de seu curso de 354 km antes de desembocar no mar do Norte, logo depois de banhar Londres. Com uma bacia hidrográfica de 9.948 km² (Figura 7), o Tâmis é o rio mais caudaloso do Reino Unido (MARSH e HANNAFORD, 2008 apud MARS PROJECT, 2016). As partes ocidentais da bacia do rio Tâmis são predominantemente rurais, enquanto a área altamente urbanizada da Grande Londres localiza-se na parte central e leste da bacia onde moram cerca de 14 milhões de pessoas (MARS PROJECT, 2016).

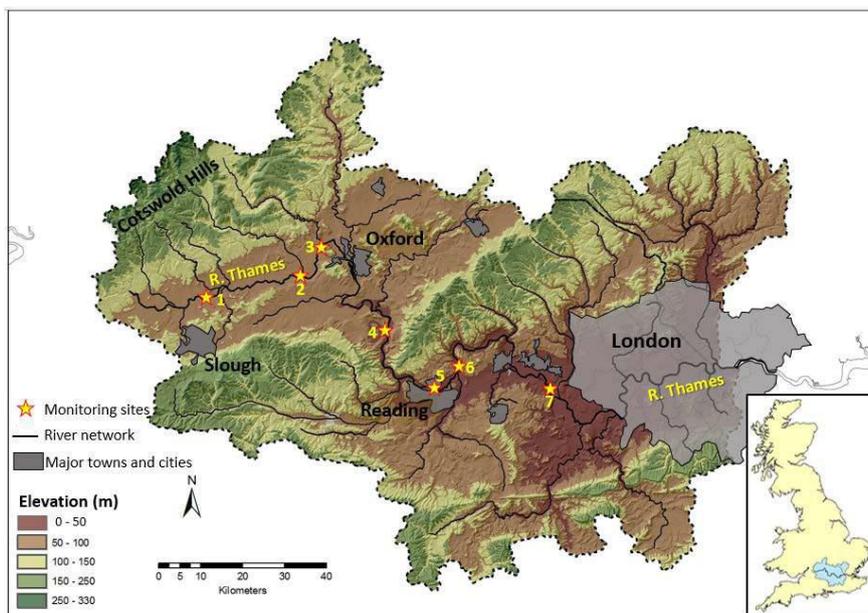


Figura 7 - Mapa da bacia do rio Tâmis.

Fonte: MARS Project, 2016

Em meados do século XIX, as águas do Tâmis formavam um esgoto a céu aberto, o que representava um problema de saúde pública, agravado pelo fato do rio ser a principal fonte de água potável de Londres.

Conforme Oliveira (2015) em um dia quente de verão de 1858, ocorreu o mais célebre dos episódios: o “*Big Stink*”, o “Grande Fedor”. Esse fenômeno foi provocado pela queda do oxigênio dissolvido (OD) e a evolução de sulfeto de hidrogênio, situação esta potencializada pelo lançamento de efluente industrial, o que resultou na emanação de odores, causando incômodos à população e a suspensão dos trabalhos do Parlamento. Houve manifestação de vários setores da população e surgiram as charges públicas ou caricaturas (Figura 8).



O homem da "estrada silenciosa". "Seu dinheiro ou sua vida!" Revista Punch, 10 de julho de 1858



A Estação de banho de Londres: “Venha meu caro! Venha para seu velho pai e tenha um bom banho!” Revista Punch, 18 de junho de 1859

Figura 8 – Charges públicas ou caricaturas da situação do Grande Fedor no Tâmis

Fonte: The Victorian Dictionary. <https://www.victorianlondon.org/index-2012.htm>. Acesso em 20/04/20

A infraestrutura de saneamento de coleta de esgotos e águas pluviais, construída à época, continua sendo a espinha dorsal da rede atual, apesar das diversas melhorias ao longo dos anos. Na ocasião, os engenheiros criaram um sistema de coleta dos esgotos gerados na região metropolitana de Londres com o lançamento no próprio Tâmis, quilômetros abaixo. Como muitas cidades antigas ao redor do mundo, a maior parte de

Londres é servida por um sistema de esgoto “combinado”, que coleta não apenas os esgotos sanitários, mas também o escoamento das águas pluviais. O sistema foi projetado por Sir Joseph Bazalgette após o “Grande Fedor” de 1858 (TIDEWAY, 2020).

Na época, a solução funcionou e o rio voltou a se recuperar por alguns anos. No entanto, com o crescimento da população, a mancha de esgoto foi subindo o Tâmsa e, por volta de 1950, o rio estava, mais uma vez, biologicamente morto. Foi então que as primeiras estações de tratamento de esgoto da cidade foram construídas. Vinte anos depois, em meados da década de 1970, o primeiro salmão – peixe conhecidamente sensível à poluição – em décadas foi encontrado no Tâmsa. O sistema de drenagem natural de Londres, construído antes dos tempos vitorianos, foi aproveitado para transportar os esgotos, no entanto, durante tempestades severas e épocas de fortes chuvas, o sistema havia sido projetado para extravasar para o rio Tâmsa, em vez de inundar ruas e casas, visto tratar-se de um sistema combinado de esgoto e drenagem de águas pluviais. Aquela época, isso ocorria uma ou duas vezes por ano, mas nos dias atuais, isso ocorre em média semanalmente. O sistema atendia, em meados do século XIX, mais de dois milhões de habitantes de Londres, e teve a previsão de atender quatro milhões de habitantes. Atualmente a população da cidade está próxima a nove milhões e continua a crescer (TIDEWAY, 2020).

Atualmente em Londres está em andamento o projeto *Thames Tideway Tunnel* que oferecerá o aumento da capacidade de transporte e tratamento dos esgotos e águas pluviais a fim de enfrentar o atual problema de poluição das águas do Tâmsa. Além disso, sistemas de drenagem mais sustentáveis também desempenharão seu papel, no sentido de que, embora não seja viável separar o sistema de esgoto do sistema de águas pluvial, por ser um “sistema combinado” (ou unitário) as obras reduzirão a quantidade de água da chuva que entra no túnel e prolongando sua vida útil. O túnel *Thames Tideway* coletará esgoto antes de entrar no rio e garantirá seu tratamento adequado, proporcionando melhor qualidade das águas do rio Tâmsa (TIDEWAY, 2020). A Figura 9 ilustra o rio Tâmsa em 2019.

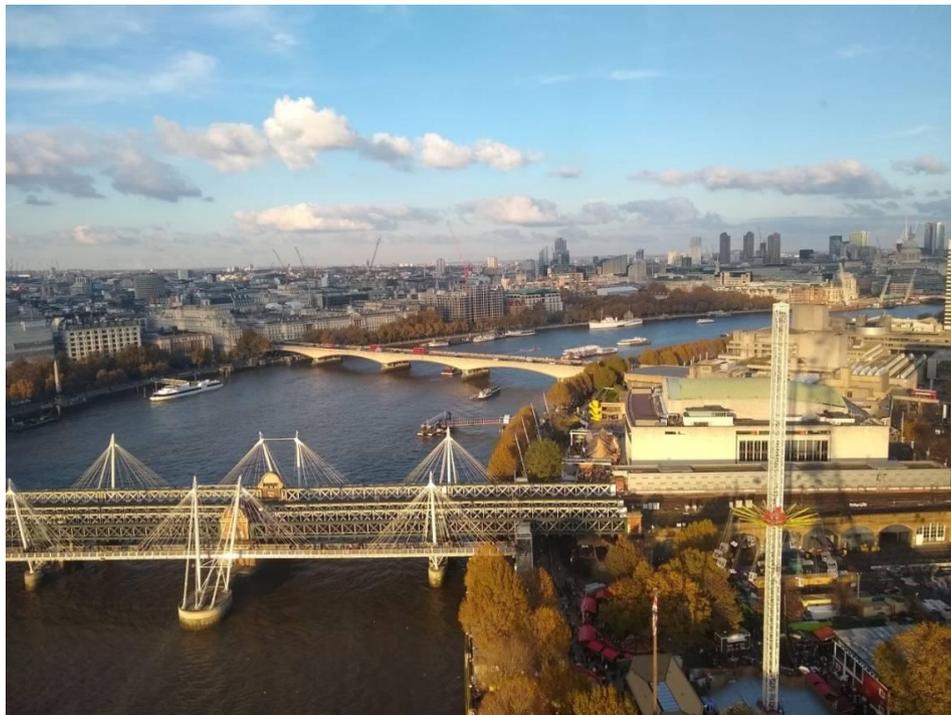


Figura 9 – Foto do rio Tâmsa em Londres.

Fonte: o autor, novembro/2019

Nos últimos 30 anos, é possível notar uma melhoria considerável da qualidade das águas do Tâmsa, principalmente pelo aspecto das águas e a ausência do odor característico de poluição, ou seja, de esgoto. De acordo com a *Thames Water*, os milhões de toneladas de esgoto bruto que ainda transbordam no rio, todavia representam uma grande fonte de poluição. Assim, o objetivo do projeto é deixar um legado ambiental que vá além das estruturas físicas, mas trabalhando com acadêmicos e ecologistas, se pretende melhorar a

compreensão do rio e fornecer um conhecimento mais amplo sobre habitat e ecologia aquática. As obras do túnel tiveram início em 2018, com previsão de término para 2022, a partir de então haverá uma operação assistida e em 2024 os serviços serão completados e entregues à operadora dos serviços a *Thames Water* (TIDEWAY, 2020).

Desde 1858, quando o Tâmsa era conhecido como o Grande Fedor até 2020, são 162 anos de investimento na despoluição das águas do rio que cruza a cidade de Londres.

Considerando que atualmente o rio Pinheiros exala maus odores e a população anseia pela melhoria da qualidade de suas águas, buscam-se, nas duas experiências internacionais do rio Sena e Tâmsa apresentadas anteriormente, elementos que auxiliem no planejamento de um prognóstico promissor para o rio brasileiro. Neste sentido, apresenta-se a seguir uma análise comparativa destes três rios.

COMPARAÇÃO ENTRE OS RIOS PINHEIROS, SENA E TÂMISA

Após o breve histórico de poluição e a explanação das características dos rios Pinheiros, Sena e Tâmsa é possível observar que estes apresentam algumas semelhanças, mas também, muitas diferenças, que podem ser observadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Comparação de características dos rios Sena, Tâmsa e Pinheiros

	Rio Pinheiros (Brasil)	Rio Sena (França)	Rio Tâmsa (Inglaterra)
Extensão (km)	25	777	357
Área da Bacia de Drenagem (km ²)	271	97.000	9.948
Habitantes	3.300.000 (2019)	9.000.000 (2017)	14.000.000 (2016)
Densidade demográfica (habitantes/km ²)	12.177,1	92,8	1.407,3
Conformação e características gerais da Bacia de Drenagem	O Canal Pinheiros é uma retificação do Rio Pinheiros. A Usina Elevatória de Traição divide esse canal em dois: o Canal Pinheiros Inferior, com 10.083 m, trecho compreendido entre a confluência com o Rio Tietê ("Cebolão") e a Usina Elevatória de Traição, e o Canal Pinheiros Superior, com 15.461 m, trecho compreendido entre as usinas elevatórias de Traição e Pedreira.	A bacia do Sena compreende aproximadamente 97.000 km ² , cerca de 14% do território francês. Devido à sua pequena inclinação, a inexistência de corredeiras e cachoeiras e a construção de eclusas em determinados trechos, o Sena é praticamente navegável em toda sua extensão.	O Tâmsa, nasce nas colinas de <i>Cotswold</i> e percorre seis condados ingleses ao longo de seu curso de 354 km antes de desembocar no mar do Norte, logo depois de banhar Londres. O Tâmsa é o rio mais caudaloso do Reino Unido. As partes ocidentais da bacia do rio Tâmsa são predominantemente rurais, enquanto a área altamente urbanizada da Grande Londres localiza-se na parte central e leste da bacia.
Sistema de Esgotamento Sanitário	Sistema Separador absoluto	Sistema Unitário	Sistema Unitário
Período de poluição e despoluição	No fim da década de 1970 o rio Pinheiros já estava muito poluído. A Sabesp vem executando, desde 1992 o Projeto Tietê, percorridos assim 28 anos de investimento em despoluição.	Na década de 1960 o rio Sena foi declarado morto. Início da recuperação em 1964, percorridos 56 anos de investimento em despoluição.	Desde 1858, quando o Tâmsa era conhecido como o "Grande Fedor" até 2020, são 162 anos de investimento na despoluição das águas do rio que cruza a cidade de Londres.

Fonte: elaborado pela autora a partir dos dados apresentados nos itens anteriores

As diferenças físicas e hidrodinâmicas são marcantes entre os três rios. Com relação à extensão, o rio Pinheiros é o menor deles, e também o de menor dinâmica das suas águas, por se tratar de um canal com baixa declividade. O Sena também tem baixa declividade, mas é muito mais extenso que os demais. O rio Tâmsa é

mais caudaloso e no trecho mais poluído, em Londres, recebe a influência marítima, entrada da cunha salina, por desembocar no mar.

Uma diferença bastante importante é da densidade demográfica da região no entorno dos rios. Embora haja semelhanças proeminentes que é o fato de os três rios serem rios urbanos, por terem passado por processos de poluição de suas águas, a pressão sobre eles, com o grande adensamento demográfico é mais sentida no rio Pinheiros. É claro que tanto o Sena quanto o Tâmisia apresentam trechos de grande densidade demográfica, assim como o rio Pinheiros, mas no caso dos rios europeus, o fato de possuírem maiores extensões e serem mais dinâmicos, faz com que a dispersão dos poluentes seja facilitada. Além disso, ambos os rios europeus apresentam trecho com população rural, com menos densidade demográfica.

Com semelhante análise, Oliveira (2015), conclui em sua pesquisa que embora o processo de constituição e de apropriação das águas da Região Metropolitana de São Paulo – RMSP e o da Grande Londres sejam distintos, as duas regiões metropolitanas sofreram explosivo crescimento urbano. Mas, no caso inglês, a opção foi coletar e afastar os esgotos da região leste e centro de Londres para a região oeste onde eram lançados no mar, enquanto que na experiência paulista os esgotos são coletados e lançados dentro da própria RMSP.

No caso inglês, que teve seu sistema de esgotamento sanitário afetado por duas guerras mundiais, mas mesmo assim seguiu com a recuperação e aperfeiçoamento contínuo, envolvendo três aspectos fundamentais: estudos detalhados sobre as causas da degradação do Tâmisia; definição de metas e qualidade da Diretiva Europeia 2000/60/EC de 23/10/2000, com cumprimento obrigatório; e contínua mobilização social (OLIVEIRA, 2015).

Cabe lembrar que a Diretiva 2000/60/CE é um instrumento integrador da política de recursos hídricos da União Europeia (UE), conhecido por Diretiva-Quadro da Água (DQA), por estabelecer um quadro de ação comunitária no domínio da política da água, onde seu objetivo central foi de alcançar uma boa qualidade da água para todo o território da UE, até 2015 (SOBRAL, 2008).

Outro aspecto importante a se destacar é o fato dos rios europeus estarem em bacia de esgotamento sanitário, onde o sistema existente é unitário e o rio Pinheiros está localizado onde o sistema é, em tese, separador absoluto, mas que na prática é impossível técnica e socialmente coletar todos os esgotos gerados na bacia em separado da drenagem das águas pluviais.

Todos os três rios sofreram explosivo crescimento urbano no seu entorno, provocando um rápido aumento da poluição de suas águas. Mas, todos os processos de despoluição foram demorados e envolveram grandes investimentos. O processo de despoluição do Tâmisia iniciou-se a partir de meados do século 19, e já são percorridos 162 anos de investimento, desde o episódio do “Grande Fedor”. No rio Sena teve início a recuperação em 1964, percorridos 56 anos de investimento em despoluição. O Projeto Tietê, teve início em 1992, e para o rio Pinheiros a perspectiva de despoluição e para o ano de 2022, em 30 anos.

Tem-se ainda, uma diferença crucial no entorno destes três rios em análise, a ocupação irregular nas suas bacias de drenagem. Como citado anteriormente, a bacia do rio Pinheiros apresenta diversos aglomerados subnormais, com uma população estimada, de acordo com Braga (2019) de 700 mil habitantes, que corresponde aproximadamente a 20% da população total residente na bacia do rio Pinheiros.

CONCLUSÃO

O presente trabalho apresentou o histórico de poluição e despoluição, a situação atual e as principais características das bacias hidrográficas de três importantes rios urbanos, o Sena, o Tamisa e o Pinheiros.

Muitos esforços de anos de trabalho e milhões em investimento já foram despendidos, a exemplo de outros projetos de despoluição que ocorreram em outros países, no entanto, o rio Pinheiros ainda continua poluído.

No Projeto Novo Rio Pinheiros, que busca uma parceria e trabalho conjunto de diversas entidades, as obras de esgotamento sanitário na bacia do rio Pinheiros só são possíveis porque dão continuidade do Projeto Tietê, que é na verdade o grande projeto de despoluição de rios urbanos na RMSP. A infraestrutura de esgotamento sanitário já instalada, em conjunto com as ações previstas, oferece condições para alcançar um dos objetivos do Projeto Novo Rio Pinheiros.

A partir do histórico de poluição de despoluição dos dois rios europeus, Sena e Tâmis, e de algumas características principais destes rios foi possível compará-los ao rio Pinheiros. Das diferenças, têm-se as características físicas e hidrodinâmicas e o tipo de sistema de esgotamento sanitário, rios europeus com sistemas unitários. Daí pode-se depreender que no caso do rio Pinheiros é louvável a iniciativa das URQs que vão funcionar como sistema unitário para algumas regiões, possibilitando tratar os esgotos juntamente com as águas de drenagem, nos períodos de poucas chuvas. Também é assertiva a iniciativa de oxigenação do rio, visto que seu pouco dinamismo não irá proporcionar a reaeração necessária para manter o OD dentro dos limites da legislação. Como visto no caso do rio Sena, a oxigenação também foi utilizada para imprimir uma maior quantidade de OD ao rio.

Todos os três rios sofreram explosivo crescimento urbano no seu entorno, provocando um rápido aumento da poluição de suas águas. Mas, todos os processos de despoluição foram demorados e envolveram grandes investimentos. O processo de despoluição do Tâmis iniciou-se a partir de meados do século 19, e já são percorridos 162 anos de investimento. No rio Sena teve início sua recuperação em 1964, percorridos 56 anos de investimento em despoluição. O Projeto Tietê, teve início em 1992, e para o rio Pinheiros a perspectiva de despoluição e para o ano de 2022, portanto 30 anos.

Desta forma, entende-se ser possível vislumbrar, sob uma perspectiva positiva, a melhoria da qualidade das águas do rio Pinheiros. Considerando que as ações propostas dentro o Projeto Novo rio Pinheiros mesclam as ações convencionais que dão continuidade às já iniciadas no Projeto Tietê com as ações inéditas, na RMSP, que são as URQs, e ainda a probabilidade de ações complementares de oxigenação forçada, completando o conjunto de ações que permitirão este cenário positivo de melhoria da qualidade.

E ainda, como mostrado nos planos de despoluição do Sena e da Tâmis, destaca-se também aqui no rio Pinheiros, a importância do envolvimento da sociedade e, neste sentido, a conscientização socioambiental é muito importante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO ÁGUAS CLARAS DO RIO PINHEIROS. Rio Pinheiros – Sua História e Perspectivas. Vídeo (13:06 minutos) publicado em 12 de março de 2015. Disponível em: <https://youtu.be/OZDfLI2BuW4> . Acesso em 27/02/2020.
2. BRAGA, B. 20 mil imóveis regulares e 700 mil moradores de comunidades despejam esgoto no Rio Pinheiros e são desafios para a despoluição. [entrevista cedida Vivian Reis, G1 em 16/08/2019]. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/sao-paulo/noticia/2019/08/16/20-mil-imoveis-regulares-e-700-mil-moradores-de-comunidades-despejam-egoto-no-rio-pinheiros-e-sao-desafios-para-a-despoluicao.ghtml> Acesso em: 08/03/2020
3. BRASIL. Resolução CONAMA n.o 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. 2005.
4. CETESB. Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2018 (recurso eletrônico). São Paulo. 2019.
5. EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. Elevatórias. <http://www.emae.com.br/conteudo.asp?id=Elevat%C3%B3rias> Acesso em 23/04/2020a.
6. EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. Controle de Cheias. <http://www.emae.com.br/conteudo.asp?uid=150> . Acesso em 23/04/2020b.
7. EMAE - Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. Canal Pinheiros. <http://www.emae.sp.gov.br/canais.htm> . Acesso em 23/04/2020c.
8. FCTH – Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica. Avaliação da Qualidade da Água do Sistema Pinheiros-Billings com o Protótipo do Sistema de Flotação - Estudos Complementares. Relatório Final, volumes 1 a 4 e anexos. São Paulo, Brasil. 2009
9. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Panorama. 2017. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama> Acesso em 18/04/2020.

10. LANNA AEL; e col. PEREIRA JS & HUBERT G. Os Novos Instrumentos de Planejamento do Sistema Francês de Gestão de Recursos Hídricos: II – Reflexões e Propostas para o Brasil. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 2002; 7(2): 109-20.
11. MARS Project (Managing Aquatic ecosystems and water Resources under multiple Stress Project). D4.1 Case study synthesis - Final Report Lead. Authors: Teresa Ferreira (Universidade de Lisboa, Portugal), Yiannis Panagopoulos (Technical University of Athens, Greece), John Bloomfield (Natural Environmental Research Council, UK), Raoul Marie Couture (Norwegian Institute for Water Research, Norway), Steve Ormerod (University of Cardiff, UK). September 2016.
12. OLIVEIRA. E.M. Desafios e perspectivas para a recuperação da qualidade das águas do rio Tietê na Região Metropolitana de São Paulo. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências. São Paulo. 2015.
13. PÊGO A., DADALTO Z. Um olhar brasileiro sobre o Rio Sena/Un oeil brésilien sur la Seine. Instituto Ecobacia e Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA). Vitória-ES - Brasil - 2009.
14. RAGAZZI, D. Requalificação do Rio Pinheiros. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/requalificacao-rio-pinheiros/> Acesso em 06/03/2020.
15. REVISTA SANEAS. Os desafios da despoluição dos principais rios de São Paulo. Matéria Tema. Ano XI. Edição 68. Abril a Junho de 2019. São Paulo. 2019.
16. ROCHER V., AZIMI S. Evolution de la qualité de la Seine en lien avec les progrès de l’assainissement de 1970 à 2015 - Ouvrage collectif. ISBN : 979-10-91089-31-9 Copyright Éditions Johanet, Paris. 2017. Disponível em : https://www.editions-johanet.net/fichiers/numerique/version_num/303_evolution-de-qualite-de-seine.pdf. Acesso em 27/02/2020.
17. SÃO PAULO. RESOLUÇÃO SIMA Nº 14, DE 08 DE MARÇO DE 2019. Institui a Comissão Multidisciplinar de Estudos para despoluição do Rio Pinheiros, no âmbito da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Meio Ambiente. São Paulo, 2019.
18. SOBRAL, M. C. Et al. Classificação dos corpos d’água segundo a Diretiva-Quadro da Água da União Européia – 2000/60/CE. Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online), (11), 30-39. Dezembro/2008. Disponível em: http://www.rbciamb.com.br/index.php/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/416 . Acesso em 01/05/2020.
19. TIDEWAY. History. <https://www.tideway.london/the-tunnel/history/> . Acesso em 21/02/2020. Sem data.