



Escola Politécnica da Universidade de São Paulo  
Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental

# Revitalização do Rio Sena

PHA 3337 - Águas em Sistemas Urbanos I

Docente: Joaquin Ignacio Bonnacarrere Garcia

Ananda Gonçalves	10245392
Felipe Serrano Ferraz	9900358
Guilherme Librete de Oliveira	9835391
Marilia Morganti Mantovanini	4395408
Murilo Rosa de Paula	8590101
Pedro Baumeier	7523872

São Paulo

2017

# SUMÁRIO

1) Introdução.....	3
2) Contextualização .....	4
a) Rio Sena .....	4
b) Rio Tietê.....	6
3) Revitalização do Rio Sena .....	8
a) Histórico .....	8
b) Atualidades.....	9
c) Principais fontes de poluição.....	10
4) Conclusão .....	15
5) Referências Bibliográficas.....	15

## 1) Introdução

No planeta Terra existe uma grande quantidade de água disponível. Entretanto, de seu total, apenas 2,5% (Uol, 2017) corresponde à água doce, aquela que pode ser usada pelo ser humano. Do total de água doce existente, cerca de 69% (Uol, 2017) está no estado sólido em geleiras e icebergs. A pequena parcela de água disponível para uso, infelizmente, está cada dia mais escassa e sofre, principalmente, com o problema da poluição e contaminação. Esses são problemas graves e ocorrem como consequência da falta de projetos que evitem o lançamento de esgoto e outros produtos poluentes nas águas de rios, lagos e mares. Além disso, a falta de conscientização da população a respeito da importância da água doce faz com que substâncias e produtos sejam lançados inadequadamente nos rios.

A poluição e a contaminação fazem com que a água se torne imprópria para consumo, diminuindo, assim, a quantidade de água potável disponível para a população. Além disso, esses processos podem intensificar o surgimento de doenças e provocar grande incômodo em razão do mau cheiro gerado. A despoluição de rios seria uma possível solução para contornar esse tipo de problema.

Para despoluir um rio, é fundamental, primeiramente, a criação de estações de tratamento de esgoto, evitando assim que águas residuárias sejam lançadas de maneira inadequada nas águas. Também é fundamental que a conscientização da população seja feita, pois muitos dos produtos encontrados, tais como sacolas e garrafas, são lançados pelos moradores de áreas próximas ou pessoas que acreditam que, por estar sujo, o material lançado por ele não fará diferença.

## 2) Contextualização

### a) Rio Sena

O Rio Sena (la Seine, em francês) é um rio francês que banha a capital, Paris, que deságua no Oceano Atlântico. A Figura 1 mostra a localização deste e dos outros principais rios franceses. O Sena possui uma extensão de 776 km. Nasce a 470 metros de altitude, na Meseta de Langres, em Côte-d'Or. Deságua no canal da Mancha, perto de Le Havre. A superfície que ocupa é aproximadamente 75.000 km<sup>2</sup>.



Fonte: Le Lutin Savant, 2013

Figura 1 - Localização dos principais rios franceses

O Sena e seus principais afluentes, Oise, Marne e Yvonne, estão contidos na bacia Sena-Normandia. Esta bacia se estende por 5 regiões e 17 departamentos.

Esta bacia se estende por 95 000 km<sup>2</sup>, o equivalente à 18% do território francês (Eau Seine et Normandie). A Figura 2 mostra aponta a localização da bacia em verde.



Fonte: Eau Seine et Normandie

Figura 2 - Localização da bacia Sena-Normandia

A fonte do Sena é propriedade da cidade de Paris desde 1864. Uma cova artificial foi construída um ano depois, para controlar a fonte principal.

O Sena é uma importantíssima via de transporte fluvial para França e sobretudo para Paris. Entulhos provenientes das demolições, assim como o transporte de materiais para construção, areia, pedra, cimento e concreto, além de terra de escavação, são produtos que navegavam pelas águas do Sena.

O carvão que abastece as usinas termelétricas também é transportado por esse meio, para evitar congestionamento e poluição ambiental e sonora causada pelos caminhões, assim como o transporte de peças volumosas.

O trigo para a fabricação da famosa baguette francesa, também utiliza a hidrovia, pois os importantes moinhos estão localizados nas margens do Sena.

O transporte turístico de passageiros, pelo Rio Sena, é uma atividade tradicional em Paris, com seus famosos Bateaux Mouches, barcos moscas.

O número de turistas na França supera os 80 milhões, e a grande maioria visita Paris. Como as principais atrações turísticas de Paris estão localizadas junto às margens do Rio Sena ou nas suas proximidades, de 200 a 500 metros, a Prefeitura de Paris está elaborando um projeto de interligação dos diversos trechos das margens do rio.

## b) Rio Tietê

- Localização

O rio Tietê nasce a 840 metros de altitude, na cidade de Salesópolis (estado de São Paulo), situada na região da Serra do Mar. Atravessa o estado de São Paulo, na direção de leste a oeste. Ele deságua no rio Paraná, no município de Itapura (divisa entre São Paulo e Mato Grosso do Sul).

- Informações importantes

O rio Tietê possui 1.100 quilômetros de extensão e, em seu trajeto, banha 62 municípios paulistas. Faz parte de 6 sub-bacias hidrográficas (Alto Tietê -na Região Metropolitana de São Paulo); Piracicaba; Sorocaba/Médio Tietê; Tietê/Jacaré; Tietê/Batalha e Baixo Tietê).

O potencial hidrelétrico do rio é bem utilizado na atualidade. No percurso, encontram-se instaladas diversas barragens. As principais barragens são: Edgard

de Souza, Pirapora do Bom Jesus, Laras, Anhembi, Rasgão, Barra Bonita, Ibitinga, Três Irmãos e Promissão.

- História e Poluição do rio

Este rio teve uma grande importância na história do país, pois serviu de rota para os bandeirantes, no século XVIII. Estes aventureiros, que ampliaram o território brasileiro, usavam o Tietê para chegar ao interior do estado de São Paulo, atingindo a região de Mato Grosso. Durante o percurso, os bandeirantes fundaram diversas cidades.

Nas épocas seguintes, foi muito utilizado para a navegação e até mesmo para a prática de esportes náuticos, principalmente, na região metropolitana de São Paulo. Foi a partir da década de 1950 que este quadro mudou. Com o crescimento populacional e industrial desordenado da cidade de São Paulo, o rio passou a receber o esgoto doméstico e industrial no trecho da cidade, deixando suas águas poluídas e contaminadas.

A partir da década de 1990, após forte mobilização popular, o governo do estado de São Paulo deu início ao projeto Tietê Vivo. Este projeto, ainda em execução, tem apresentado bons resultados. Aumentando a capacidade de recolhimento e tratamento do esgoto, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (Sabesp) já ampliou a Estação de Tratamento de Barueri, construiu mais 3 Estações e 60 quilômetros do emissário do Rio Pinheiros. Com isso, mais de 8,5 milhões de pessoas passaram a ter esgoto tratado (Globo Ecologia, 2013)

A poluição das águas do rio já apresenta diminuição, pois boa parte do esgoto tem recebido tratamento. Espera-se que, nos próximos anos, o rio recupere as boas condições de suas águas como nas décadas passadas.

- Enchentes

A marginal do Tietê é uma importante ligação viária da cidade de São Paulo, localizando-se à margem do rio. Até o começo do século XXI, eram comuns as enchentes, principalmente na época de verão. Estas enchentes provocavam transtornos ao trânsito da cidade, além de inundar casas, indústrias e estabelecimentos comerciais. As águas poluídas e contaminadas provocavam doenças (leptospirose, tifo, diarréias, entre outras) nas pessoas que entravam em contato com elas.

A partir do ano 2002, o governo do Estado de São Paulo deu início ao projeto de rebaixamento e urbanização da calha do rio. Finalizado em 2006, este projeto apresentou resultados positivos, diminuindo significativamente as enchentes na marginal Tietê.

### 3) Revitalização do Rio Sena

#### a) Histórico

Desde 1923 é proibido se banhar no rio Sena em Paris, sob pena de receber uma multa de 11 euros (Le parisien, 2017). A revitalização deste rio é um assunto em pauta na política francesa faz tempo: em 1988 Jacques Chirac, o então prefeito de Paris fez a promessa de que seria possível se banhar em Paris em 5 anos. Dois anos depois, ele prometeu que ele mesmo o faria “na frente de testemunhas para provar que o Sena se tornou um rio limpo” (Le parisien 2017).

Desde 1905, data da primeira edição de travessia de Paris à nado, diversas provas de natação ocorreram no Sena em Paris. Entretanto, a liberação do uso do rio para atletas em eventos pontuais não é o suficiente para atestar a boa qualidade do recurso hídrico. A promessa de Jacques Chirac ainda não foi concretizada, entretanto existem novos indícios de que a utilização de rios urbanos para lazer e esportes aquáticos está cada vez mais próxima.

## b) Atualidades

Anne Hidalgo, a atual prefeita de Paris, fez um comprometimento pessoal para o avanço do projeto de revitalização do rio. Segundo ela, a escolha de Paris como sede dos Jogos Olímpicos de 2024 é um “acelerador extraordinário em termos de meio ambiente”. É importante ressaltar que a prefeita não quer que o Sena esteja aberto apenas aos atletas, mas à toda população parisiense de maneira permanente (20 minutes, 2017).

Uma demonstração de avanço da ambição de trazer o rio para o cotidiano dos parisienses foi a instalação de três piscinas abastecidas por água proveniente do canal do Ourcq. Trata-se da bacia de *la Villette*, que apesar de não ser alimentada pelas águas do Sena, se localiza no norte de Paris. A água das piscinas não passava por tratamento químico ou biológico, havia apenas um filtro que impedia a entrada de folhas, resíduos sólidos ou peixes de entrar nas bacias. Estas piscinas foram inauguradas ao público em julho de 2017 e permaneceram até metade de setembro de 2017. A água é monitorada através da presença de nove captadores ao longo do canal, que mostram que qualidade do recurso hídrico nessa região aumentou nos dois últimos anos, atingindo nível requerido para natação. A exceção de eventos excepcionais de fortes chuvas (dia 24 de julho) que forçaram o

fechamento das piscinas devido ao aumento da concentração de bactérias intestinais (entrechoques), as piscinas no Ourcq funcionaram normalmente (Le parisien, 2017).

Com o intuito de amenizar a poluição gerada por automóveis na beira do Sena, a Prefeita Anne Hidalgo anunciou planos de proibir carros na margem direita do rio, deixando sem trânsito de carros nas duas margens (Citylab, 2015). Além disso, há o intuito de ampliar a convivência das pessoas com o rio, revitalizando as margens e criando espaços de convivência, como bares ou espaços de lazer, incluindo áreas de jogos e esportes (Conexão Paris, 2013). Isso faz parte do Projeto “Reinventar o Sena”, que também abrange o vale do rio, sendo o desafio trazer harmonia para este local estratégico, conciliando o desenvolvimento com atividades econômicas e preservando meio ambiente.

### c) Principais fontes de poluição

A água do Rio Sena possui altos níveis de metais pesados, nutrientes, sedimentos e bactérias. Isso é causado por conta das águas residuais e poluição por carga difusa de Paris. Metais pesados incluem cobre, cádmio, chumbo e zinco. Poluentes tóxicos advindo da poluição por carga difusa incluem mercúrio, níquel, cromo, tolueno, DDT e outros pesticidas e herbicidas. Estes poluentes estão em concentrações maiores quando se tem maiores índices pluviométricos, não somente por conta das grandes enxurradas causadas pelas chuvas, mas também pelo sistema de esgoto de Paris que inunda, fazendo com que esta água não tratada seja deslocada para o rio.

Apesar disso, pesquisadores e técnicos estão de acordo ao afirmar que “o Sena nunca esteve tão limpo”. Vincent Rocher, gerente especialista no assunto que

trabalha no Serviço Interdepartamental pelo Saneamento da Aglomeração de Paris. Segundo o especialista, a melhor indicador da boa qualidade da água está na própria: “Em 1980, existiam apenas 3 espécies de peixe no Sena. Atualmente, 33 foram registrados”. (Lexpress, 2016).

De acordo com o Gilles Billen, pesquisador do Centro nacional de pesquisa científica “o rio hoje é um dos mais poluídos em termos de nitratos e pesticidas de origem agrícolas”, entretanto isso não afeta o banho no rio (Lexpress, 2016). Em termos de poluição química, o rio também está abaixo dos níveis que representam riscos para saúde (La croix, 2016). Em caso de poluição acidental (rejeitos maciços de hidrocarbonetos e poluição industrial), um sistema de monitoramento contínuo no rio já permite o alerta às autoridades. Quanto a poluição gerada pelo motor dos barcos, ela não representa um risco sanitário principal (Le croix, 2016).

Segundo Patricia Blanc, diretora geral da Agência de água Sena-Normandia, o foco principal para a tornar o Sena banhável é a qualidade bacteriológica do rio e a sua contaminação por materiais fecais. Mais especificamente, as bactérias *l'entérocoque et l'escherichia coli*. são as mais críticas. Segundo Rocher “a montante de Paris, o nível bactericida é inferior ao limite (imposto pela agência regional de saúde) durante 30 a 50% do tempo, e em Paris, o nível é inferior em 5 a 15% do tempo”. Desta forma, o último grande investimento para a abertura do rio para a população reside na desinfecção (Lexpress, 2016).

Para isto, quatro alavancas de ação estão sendo estudadas, para tornar o Sena banhável e estão apresentadas abaixo. É importante ressaltar, que este projeto não está concentrado apenas na capital: é necessário abordar toda a aglomeração, uma vez que a água não reconhece fronteiras administrativas. Trata-

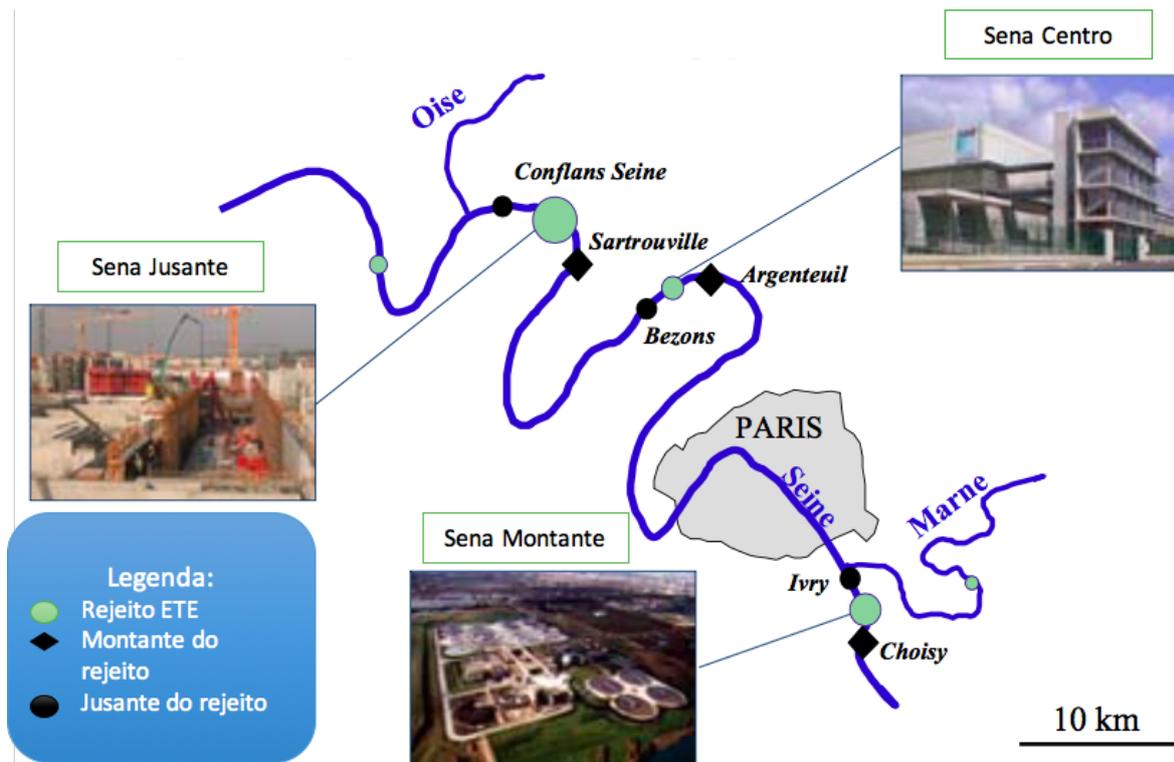
se de um projeto colossal que pode custar até 800 milhões de euros (Le Figaro, 2017).

- Barcos sem sistema de estocagem

Teoricamente os barcos e equipamentos flutuantes devem ser equipados com sistemas de estocagem para captação das águas usadas. Entretanto, o tráfego fluvial para comércio, turismo e recreação ainda é muito presente no rio e muito deles ainda não estão conformes à legislação (Le figaro, 2017).

- Melhorar as estações de tratamento de esgoto já existentes

Para reduzir o risco bacteriológicos, será necessário equipar com dispositivos de desinfecção as seis estações de tratamento encarregadas de limparem as águas usadas dos parisienses antes de as rejeitarem no Sena. A filtragem de estações de tratamento de águas residuais em Evry e Valenton, um pouco a montante de Paris é essencial para o sucesso do projeto. Atualmente, a água que sai das estações é tratada quimicamente de maneira a ser favorável ao desenvolvimento da fauna e da flora, o que induz à um crescimento de germes. Entretanto, especialistas afirmam que é possível de resolver o problema com tratamento de desinfecção de ozônio ou ultravioleta (La croix, 2016). A Figura 3 mostra a localização de algumas das estações de tratamento de esgoto presentes ao longo do Sena.



Fonte: ROCHER, 2016 (elemento modificado)

Figura 3 - Localização de ETE's ao longo do Sena

- Em caso de fortes chuvas, os esgotos transbordam e fluem diretamente para o Sena

Em Paris, as redes de coleta de esgoto se misturam entre unitários e separativos. Os unitários recebem e transportam junto água de esgoto e água pluvial para as estações de tratamento. Já os separativos possuem uma rede para cada, e os esgotos são transportados às estações de tratamento, e as águas pluviais, ao meio natural.

Visando a evitar extravasamentos em eventos pluviométricos importantes, a rede unitária é equipada com equipamentos que despejam os efluentes diretamente no Sena, a partir de um limite de vazão. Um esquema destes dispositivos está representado na Figura 4.

Nos últimos anos, houve progressos neste âmbito, com a construção de reservatórios de estocagem e de túneis reservatórios. Entretanto, trabalhos suplementares ainda se mostram necessários (La croix, 2016).

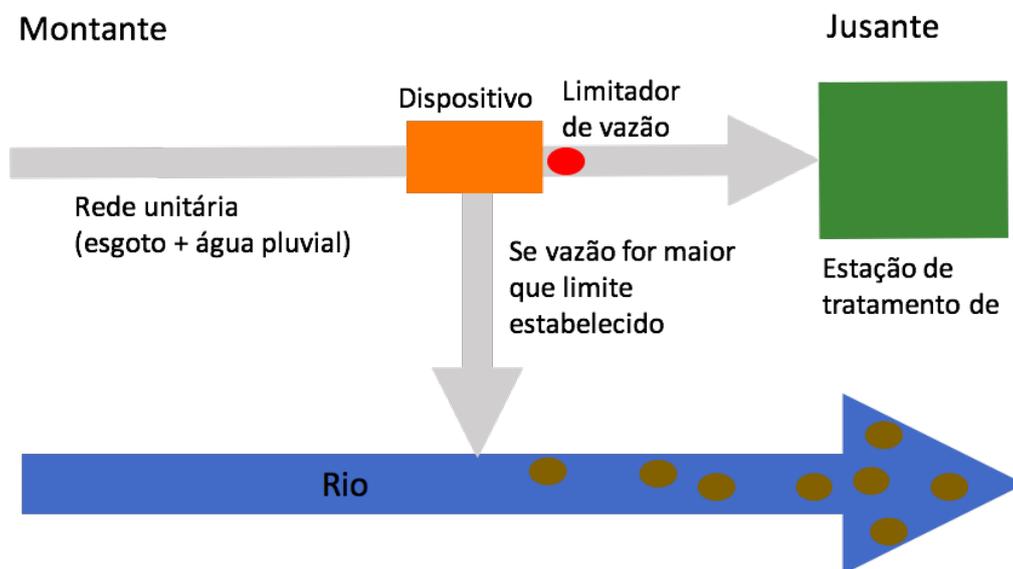


Figura 4 - Dispositivo de rejeito de redes unitárias

Um outro ponto que está sendo considerado, é o de projetar o espaço público de forma diferente, adotando o zoneamento de chuva em Paris. Evitar a impermeabilização do solo, optando por opções naturais que possuem maior coeficiente de infiltração retardada e reduz os picos de vazão nas medidas estruturais (Le figaro, 2017).

- Ligações de redes incorretas

Nos arredores de Paris, principalmente em Val-de-Marne, as habitações são ligadas a redes separativas. Ao longo dos anos, ligações incorretas foram feitas (esgotos sendo ligados à rede de água pluvial e vice-versa), o que pode ocasionar no rejeito de esgoto diretamente nos meios naturais. A solução está no investimento financeiro para ajudar cada particular a fazer um diagnóstico para seguir as normas (Le figaro, 2017).

## 4) Conclusão

Por meio do trabalho apresentado, pode-se observar os grandes avanços na revitalização do rio Sena e ainda os problemas presentes na total despoluição. Além disso, pode-se compará-lo com o rio Tietê e verificar as dificuldades na sua revitalização.

Entretanto, ressalta-se que os problemas de contaminação são comuns aos dois rios: rede de esgotos clandestinas, poluição difusa e despejo de poluentes. Para tanto, com uma pressão popular e ações governamentais, foi possível o início da revitalização do Sena, dando uma esperança para o Tietê.

Por mais que as situações atuais dos dois rios estejam completamente diferentes, nota-se que a revitalização não é algo impossível e pode ser aplicada também a outros rios. O Sena é apenas um exemplo a ser seguido e, para isso, basta vontade e união entre sociedade e governo, de forma que ambos, em conjunto, sejam capazes de mudar a situação atual do rio Tietê, para o bem-estar socioambiental.

## 5) Referências Bibliográficas

20 MINUTES, <http://www.20minutes.fr/sport/2071075-20170519-paris-2024-va-pouvoir-baigner-seine-vraiment>, publicação de 19 de maio de 2017, visto em 25 de outubro de 2017

BRASIL ESCOLA, <http://brasilecola.uol.com.br/biologia/despoluicao-rios.htm>, visto em 18 de outubro de 2017

CITYLAB, <https://www.citylab.com/design/2015/05/in-paris-plans-for-a-river-seine-reinvention/392639/>, publicação de 7 de maio de 2015, visto em 20 de outubro de 2017

CONEXÃO PARIS, <https://www.conexaoparis.com.br/2013/07/19/as-margens-do-sena-em-paris>, publicação de 19 de maio de 2013, visto em 20 de Outubro de 2017

EAU SEINE NORMANDIE, <http://www.eau-seine-normandie.fr/agence-de-leau/le-bassin-de-la-seine>, visto em 25 de outubro de 2017

GLOBO ECOLOGIA,

<http://redeglobo.globo.com/globoecologia/noticia/2013/05/projeto-tiete-vive-sua-terceira-fase.html>, publicação de 23 de novembro de 2013, visto em 31 de outubro de 2017

LA CROIX, <https://www.la-croix.com/Sciences/Environnement/Un-bain-dans-Seine-2024-possible-2016-05-12-1200759485>, publicação de 12 de março de 2016, visto em 25 de outubro de 2017

LE LUTIN SAVANT, <http://le-lutin-savant.com/g-france-geographie.html>, publicação de 2013, visto em 25 de outubro de 2017

LE FIGARO, <http://www.lefigaro.fr/sciences/2017/07/26/01008-20170726ARTFIG00363-se-baigner-dans-la-seine-reve-ou-realite.php>, publicação de 26 de julho 2017, visto em 25 de outubro de 2017

LE PARISIEN, <http://www.leparisien.fr/insolite/se-baigner-dans-la-seine-un-reve-bientot-realite-04-07-2017-7109097.php>, publicação de 04 julho de 2017, visto em 25 de outubro de 2017

LEXPRESS, [http://www.lexpress.fr/actualite/societe/apres-2024-sera-t-il-possible-de-se-baigner-dans-la-seine\\_1791128.html](http://www.lexpress.fr/actualite/societe/apres-2024-sera-t-il-possible-de-se-baigner-dans-la-seine_1791128.html), publicação de 15 de março de 2016, visto em 25 de outubro de 2017

MUNDO EDUCAÇÃO <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/a-despoluicao-um-rio-possivel.htm>, visto em 18 de outubro de 2017

ROCHER, Vincent. Introduction au traitement des eaux résiduaires urbaines - Master SAGE, curso ministrado 15 de dezembro de 2016

SEINE RIVER, <https://seineriver7g2.weebly.com/water-quality-and-pollution.html>, visto em 20 de outubro de 2017

SUA PESQUISA, [https://www.suapesquisa.com/pesquisa/rio\\_tiete.htm](https://www.suapesquisa.com/pesquisa/rio_tiete.htm), visto em 18 de outubro de 2017

VAMOS SALVAR NOSSO PLANETA,  
<http://vamossalvarnossoplaneta.blogspot.com.br/2008/07/sana-la-seine-um-rio-fundamental-para.html>, publicação de 27 de julho de 2008, visto em 18 de outubro de 2017