

Projeto de Despoluição do Rio Sena para as Olimpíadas de Paris 2024

ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária

Seção Rio de Janeiro

Autores:

Amanda Krauchemberg, Eng, Mba.

Ana Paula de Carvalho Silva, Eng, Msc.

Daniel Mesquita Macedo, Graduando.

Hallison Daniel do Carmo Marques, Adm, Msc.

Iranete Gueler Machado, Eng, Mba.

José Paulo Azevedo, Eng, Phd.

Leroy Cabral Williams, Eng.

Mickaela Midon da Paixão, Eng, Msc.

Victor Cittadino, Eng.

Sumário

1. PROJETO DE DESPOLUIÇÃO DO RIO SENA PARA AS OLIMPÍADAS DE PARIS 2024	4
1.1. Abstract.....	4
1.2. Keywords.....	4
1.3. Resumo	4
1.4. Palavras-Chave	4
2. INTRODUÇÃO.....	5
2.1. Contexto Histórico e Ambiental	5
2.2. Problemas Ambientais – Contexto histórico	6
2.2.1. História do Rio Sena.....	6
2.2.2. Papel no Desenvolvimento Urbano e Industrial.....	6
2.2.3. Degradação Ambiental ao Longo dos Séculos XIX e XX	7
2.2.4. Tentativas de Recuperação ao Longo do Século XX	7
2.2.5. Relevância Atual do Rio Sena para Paris e as Olimpíadas de 2024.....	8
2.3. Problemas Ambientais do Rio Sena	9
2.3.1. Poluição Química	9
2.3.2. Presença de Metais Pesados	9
2.3.3. Proliferação de Algas.....	9
2.3.4. Despejo de Esgoto e Resíduos Sólidos.....	11
2.3.5. Impacto na Vida Aquática e na Saúde Humana.....	11
3. PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE DESPOLUIÇÃO DO RIO SENA.....	12
3.1. Objetivo do Projeto.....	12
3.2. Estratégias e Tecnologias.....	12
3.2.1. Melhoria do Tratamento de Esgoto	12
3.2.2. Gestão de Águas Pluviais:	12
3.2.4. Parcerias e Colaborações	13
4. DESAFIOS ENFRENTADOS NO PROJETO DE DESPOLUIÇÃO DO RIO SENA EM 2024	14
4.1. Desafios Tecnológicos	14
4.2. Desafios Financeiros	15
4.3. Desafios Sociais e Políticos.....	16
5. RESULTADOS E IMPACTOS.....	17

5.1.	Qualidade da Água:	17
5.2.	Impactos a Longo Prazo:	17
5.3.	Problemas Ambientais:	17
6.	LIÇÕES APRENDIDAS	18
6.1.	Sucessos.....	18
6.1.1.	Implementação de Tecnologias Inovadoras.....	18
6.1.2.	Parcerias Eficazes	18
6.2.	Áreas de Melhoria	19
6.2.1.	Comunicação e Engajamento	19
6.2.2.	Monitoramento Continuado.....	20
6.2.3.	Problemas Ambientais	20
7.	APLICABILIDADE A OUTROS PROJETOS	21
7.1.	Modelo para Outras Cidades	21
7.2.	Sustentabilidade como Legado Olímpico.....	21
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
9.	CONCLUSÃO.....	24
	REFERÊNCIAS	25

1. PROJETO DE DESPOLUIÇÃO DO RIO SENA PARA AS OLIMPÍADAS DE PARIS 2024

1.1. Abstract

This case study examines the Seine River depollution project initiated as part of preparations for the 2024 Paris Olympics. The project reflects both the symbolic importance of the Seine for Paris and the practical need to improve water quality for recreational and sporting use. The study analyzes the motivations behind the project, strategies employed, and expected impacts, with a discussion on the river's pollution history and challenges faced.

1.2. Keywords

Depollution, Seine River, Paris 2024 Olympics, Water Treatment, Environmental Restoration.

1.3. Resumo

Este estudo de caso examina o projeto de despoluição do Rio Sena, iniciado como parte dos preparativos para as Olimpíadas de Paris 2024. O projeto reflete tanto a importância simbólica do Sena para Paris quanto a necessidade prática de melhorar a qualidade da água para uso recreativo e esportivo. O estudo analisa as motivações por trás do projeto, as estratégias empregadas e os impactos esperados, com uma discussão sobre a história da poluição do rio e os desafios enfrentados.

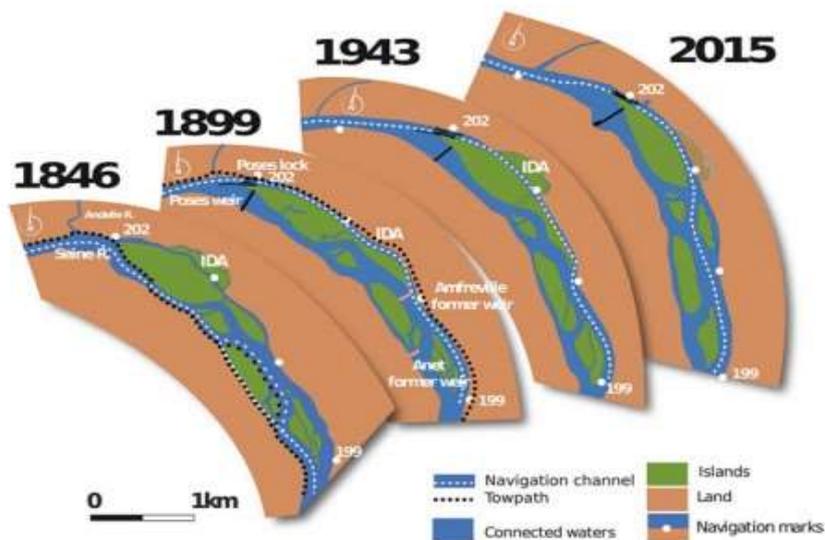
1.4. Palavras-Chave

Despoluição, Rio Sena, Olimpíadas de Paris 2024, Tratamento de Água, Restauração Ambiental.

2. INTRODUÇÃO

Este estudo de caso visa examinar o projeto de despoluição do Rio Sena, iniciado como parte dos preparativos para as Olimpíadas de Paris 2024. O Rio Sena, além de ser um dos principais marcos históricos e culturais de Paris, desempenha um papel essencial na vida da cidade e nas atividades planejadas para os Jogos Olímpicos. Este projeto ambicioso reflete tanto a importância simbólica do Sena para Paris quanto a necessidade prática de melhorar a qualidade de suas águas para uso recreativo e esportivo. A análise incluirá as motivações por trás do projeto, as estratégias empregadas, e os impactos esperados, com uma discussão sobre o histórico de poluição do rio e os desafios enfrentados (FLIPO et al., 2020).

Figura 1 - Caminhos do Canal de Navegação em Trecho do Rio Sena (1846 a 2015)



Fonte: FLIPO, 2020

2.1. Contexto Histórico e Ambiental

O Rio Sena é o coração de Paris, desempenhando um papel vital no desenvolvimento da cidade ao longo dos séculos. Desde tempos medievais, o rio tem sido uma importante via de transporte e uma fonte de sustento para os habitantes da região. No entanto, com o crescimento urbano e industrial ao longo dos séculos XIX e XX, o Sena sofreu graves problemas de poluição, resultantes do despejo de resíduos industriais e esgoto não tratado diretamente em suas águas (MEYER, 2015).

2.2. Problemas Ambientais – Contexto histórico

2.2.1. História do Rio Sena

O Rio Sena é indiscutivelmente o coração pulsante de Paris, desempenhando um papel central no desenvolvimento social, econômico e cultural da cidade ao longo dos séculos. Desde os tempos medievais, o Sena foi uma artéria vital para Paris, não apenas como uma via de transporte essencial, mas também como uma fonte de água e recursos para a população local. Com seus 777 km de extensão, desde sua nascente na região da Borgonha até sua foz no Canal da Mancha, tem sido uma testemunha da história parisiense (NEVES, 2022).

Durante a Idade Média, suas águas eram utilizadas para transporte de mercadorias, abastecimento de moinhos e como fonte de peixe, que era um alimento básico para a população local. À medida que a cidade crescia, o Sena tornou-se o eixo central em torno do qual a vida parisiense se organizava, servindo de rota comercial que conectava Paris ao restante da França e ao mundo (NOACK, 2021).

2.2.2. Papel no Desenvolvimento Urbano e Industrial

No século XIX, Paris experimentou um rápido crescimento populacional e uma expansão industrial sem precedentes, fenômenos que estavam diretamente ligados ao Rio Sena. Durante a Revolução Industrial, o rio tornou-se ainda mais crucial como rota de transporte para carvão, madeira, grãos e outros materiais essenciais para a economia em expansão. A cidade se modernizava rapidamente, e o Sena era a via principal por onde circulavam os bens que alimentavam essa modernização (IKEDA, 2016).

No entanto, com esse crescimento veio também um aumento significativo da poluição. As fábricas que se multiplicavam às margens do rio começaram a despejar grandes quantidades de resíduos industriais diretamente nas águas do Sena, sem qualquer tipo de tratamento. Além disso, o aumento da população urbana gerou uma quantidade crescente de esgoto doméstico que, da mesma forma, era descarregado no rio sem qualquer filtragem ou purificação. Esse despejo indiscriminado marcou o início de um período sombrio para o Sena, onde a qualidade da água começou a se deteriorar rapidamente (GONÇALVES et al., 2017).

2.2.3. Degradação Ambiental ao Longo dos Séculos XIX e XX

Os séculos XIX e XX foram particularmente desafiadores para o Sena. O rio, que havia sido um símbolo de vida e prosperidade, passou a ser sinônimo de poluição e degradação ambiental. A industrialização trouxe não apenas desenvolvimento econômico, mas também um fardo ambiental que o Sena suportou pesadamente. A ausência de regulamentações ambientais robustas permitiu que fábricas e indústrias despejassem resíduos tóxicos, metais pesados, produtos químicos e efluentes industriais diretamente no rio (GARCÍAS & AFONSO, 2013).

Ao mesmo tempo, a infraestrutura de saneamento de Paris não acompanhou o crescimento rápido da cidade. Até o início do século XX, grande parte do esgoto doméstico de Paris era lançada sem tratamento no Sena, contribuindo para a deterioração da qualidade da água. O resultado foi um rio que, em muitas áreas, estava praticamente morto, incapaz de sustentar a vida aquática e com água imprópria para qualquer uso humano (MACHADO et al., 2015).

2.2.4. Tentativas de Recuperação ao Longo do Século XX

Reconhecendo a gravidade da situação, as autoridades francesas começaram a tomar medidas para combater a poluição do Sena ao longo do século XX. Diversos planos de recuperação e projetos de saneamento foram implementados, com a construção de estações de tratamento de esgoto e a introdução de leis ambientais mais rígidas (ESCULIER, 2018).

Essas iniciativas foram impulsionadas pela crescente conscientização pública sobre os problemas ambientais e pela pressão internacional para proteger os recursos hídricos. Apesar dessas iniciativas, a recuperação do Sena foi lenta e enfrentou muitos obstáculos. A poluição acumulada ao longo de décadas, combinada com o contínuo crescimento urbano, tornou o processo de despoluição extremamente desafiador. No entanto, as décadas finais do século XX marcaram um ponto de virada, com melhorias significativas na qualidade da água do Sena, ainda que insuficientes para tornar o rio seguro para natação e outras atividades recreativas (GONÇALVES et al., 2017).

Foto 1 – Parisienses em lazer no Rio Sena.



Fonte: GATEUILLE, 2020

2.2.5. Relevância Atual do Rio Sena para Paris e as Olimpíadas de 2024

Nos dias atuais, o Rio Sena continua a ser um ícone de Paris, simbolizando a união entre a herança histórica e a modernidade da cidade. A sua relevância foi reforçada com os planos de despoluição em preparação para as Olimpíadas de Paris 2024, quando o rio será palco de competições de natação em águas abertas e triatlo. Este evento global coloca uma enorme pressão sobre as autoridades para garantir que o Sena atenda aos rigorosos padrões de qualidade da água necessários para essas competições.

O projeto de despoluição do Sena para as Olimpíadas de 2024 não é apenas uma medida prática, mas também simbólica, representando o compromisso de Paris com a sustentabilidade e a proteção de seus recursos naturais. O sucesso deste projeto tem o potencial de transformar o Sena de um exemplo de degradação ambiental em um modelo de recuperação e revitalização urbana, servindo de inspiração para outras cidades ao redor do mundo que enfrentam desafios semelhantes.

2.3. Problemas Ambientais do Rio Sena

2.3.1. Poluição Química

O Rio Sena, ao longo dos séculos, tornou-se um depósito de resíduos industriais e urbanos, onde a poluição química se destacou como uma das principais fontes de degradação. Com o advento da Revolução Industrial, a introdução de poluentes químicos no Sena começou a intensificar-se drasticamente. Fábricas situadas nas proximidades do rio despejavam resíduos perigosos diretamente em suas águas, sem qualquer tratamento prévio. Entre esses resíduos estavam metais pesados como mercúrio, chumbo e cádmio, todos conhecidos por sua toxicidade e capacidade de persistir no ambiente por longos períodos. Esses metais pesados acumulam-se nos sedimentos do rio, criando uma camada contaminante que afeta a qualidade da água e a saúde dos organismos aquáticos. A toxicidade dos metais pesados pode causar danos neurológicos e imunológicos em organismos que vivem nas águas do Sena. Para os seres humanos, o consumo de água ou de peixes contaminados pode levar a sérios problemas de saúde, incluindo envenenamento por mercúrio, que pode danificar o sistema nervoso central, e intoxicações por chumbo, com efeitos especialmente graves em crianças (IKEDA, 2016).

2.3.2. Presença de Metais Pesados

A presença contínua de metais pesados no Rio Sena representa um problema ambiental de longo prazo. Estes metais não apenas se acumulam nos sedimentos, mas também entram na cadeia alimentar, impactando diretamente a fauna aquática e indiretamente os seres humanos. A bioacumulação — o processo pelo qual os metais se concentram em organismos ao longo de suas vidas — resulta em níveis tóxicos que podem ser transmitidos através da cadeia alimentar. Organismos no topo da cadeia alimentar, como grandes peixes, aves e, eventualmente, humanos, sofrem os maiores impactos. Por exemplo, o envenenamento por mercúrio pode causar sérios danos ao sistema nervoso central, manifestando-se em sintomas neurológicos debilitantes. Da mesma forma, a exposição ao chumbo é particularmente perigosa para crianças, podendo causar danos irreversíveis ao desenvolvimento cognitivo e físico (NOACK, 2021).

2.3.3. Proliferação de Algas

Outro problema ambiental significativo enfrentado pelo Rio Sena é a proliferação de algas, fenômeno fortemente associado à eutrofização. Esse processo ocorre quando há

um excesso de nutrientes na água, principalmente nitrogênio e fósforo, que advêm de fontes como esgoto doméstico, resíduos agrícolas e descargas industriais inadequadamente tratadas. O excesso de nutrientes cria condições ideais para o crescimento descontrolado de algas, particularmente cianobactérias, também conhecidas como algas azuis-verdes. Estas algas formam camadas densas na superfície da água, impedindo a passagem de luz solar e prejudicando o processo de fotossíntese de outras plantas aquáticas. Além disso, quando essas algas morrem e se decompõem, consomem grandes quantidades de oxigênio dissolvido na água, criando zonas mortas onde a vida aquática não pode sobreviver (NOACK, 2021).

A proliferação de algas tem um impacto devastador na biodiversidade do rio, causando a morte em massa de peixes e outras espécies aquáticas, alterando drasticamente o equilíbrio ecológico do Sena. Este processo não só reduz a biodiversidade, mas também pode gerar condições que favorecem a proliferação de espécies invasoras, que competem com as espécies nativas, exacerbando ainda mais a degradação do ecossistema (MACHADO et al., 2015).

Foto 2 – Mortandade de peixes no Rio Sena



Fonte: GATEUILLE, 2020

2.3.4. Despejo de Esgoto e Resíduos Sólidos

A urbanização acelerada de Paris, especialmente ao longo do século XX, contribuiu significativamente para o agravamento dos problemas ambientais do Rio Sena. O crescimento populacional levou a um aumento exponencial na produção de esgoto doméstico e industrial. Historicamente, uma grande porção desse esgoto foi despejada no rio sem qualquer tipo de tratamento adequado, sobrecarregando a capacidade do Sena de absorver e processar poluentes. Além disso, a má gestão dos resíduos sólidos em áreas urbanas resultou em grandes quantidades de lixo, incluindo plásticos, concreto e outros detritos, sendo descarregados diretamente no rio. Esses resíduos não só contribuem para a poluição visual e física do Sena, mas também representam uma ameaça séria à vida aquática, causando enredamento e ingestão de lixo por animais marinhos, o que pode ser fatal (GARNIER et al., 2020).

A urbanização também resultou na impermeabilização do solo, uma consequência do aumento de superfícies pavimentadas que reduz a capacidade natural de infiltração da água da chuva no solo. Isso levou ao aumento do escoamento superficial, que carrega consigo poluentes urbanos, incluindo óleos, metais pesados e produtos químicos, diretamente para o rio, exacerbando os níveis de poluição (GONÇALVES et al., 2017).

2.3.5. Impacto na Vida Aquática e na Saúde Humana

A contínua deterioração da qualidade da água no Rio Sena teve impactos devastadores tanto na vida aquática quanto na saúde humana. Espécies nativas de peixes, que antes eram abundantes no Sena, sofreram um declínio acentuado devido à toxicidade da água, à perda de habitat e à redução dos níveis de oxigênio, o que resultou em uma drástica diminuição da biodiversidade. Este declínio criou um ambiente propício para espécies invasoras, que competem com as espécies nativas e alteram ainda mais o equilíbrio ecológico do rio (DRIS et al., 2018).

Do ponto de vista da saúde pública, a poluição do Sena representa um risco significativo para os parisienses. A contaminação da água forçou a cidade a investir em caros sistemas de tratamento de água para garantir que ela fosse segura para o consumo humano. Além disso, as atividades recreativas no rio tornaram-se altamente arriscadas, com elevados riscos de infecções e doenças para aqueles que entram em contato com a água poluída. A situação exigiu uma resposta contundente e coordenada para reverter os danos causados e restaurar o Sena a um estado de saúde ambientalmente sustentável (GATEUILLE et al., 2020).

3. PLANEJAMENTO E IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO DE DESPOLUIÇÃO DO RIO SENA

3.1. Objetivo do Projeto

O projeto de despoluição do Rio Sena tem como principal objetivo garantir que as águas do rio estejam limpas e seguras para atividades recreativas e esportivas durante as Olimpíadas de Paris 2024. Especificamente, o foco estava na preparação do rio para competições de natação em águas abertas e triatlo, dois eventos de destaque nos Jogos Olímpicos. O projeto visa não apenas a remoção de poluentes, mas também a criação de condições duradouras para que o Sena seja oficialmente declarado seguro para o banho pela primeira vez em quase um século. Esse objetivo é emblemático, representando tanto um compromisso com a sustentabilidade ambiental quanto uma revitalização simbólica do rio mais icônico de Paris.

3.2. Estratégias e Tecnologias

Para atingir as ambiciosas metas de despoluição e garantir a segurança das águas do Sena, foram implementadas várias estratégias e tecnologias avançadas:

3.2.1. Melhoria do Tratamento de Esgoto

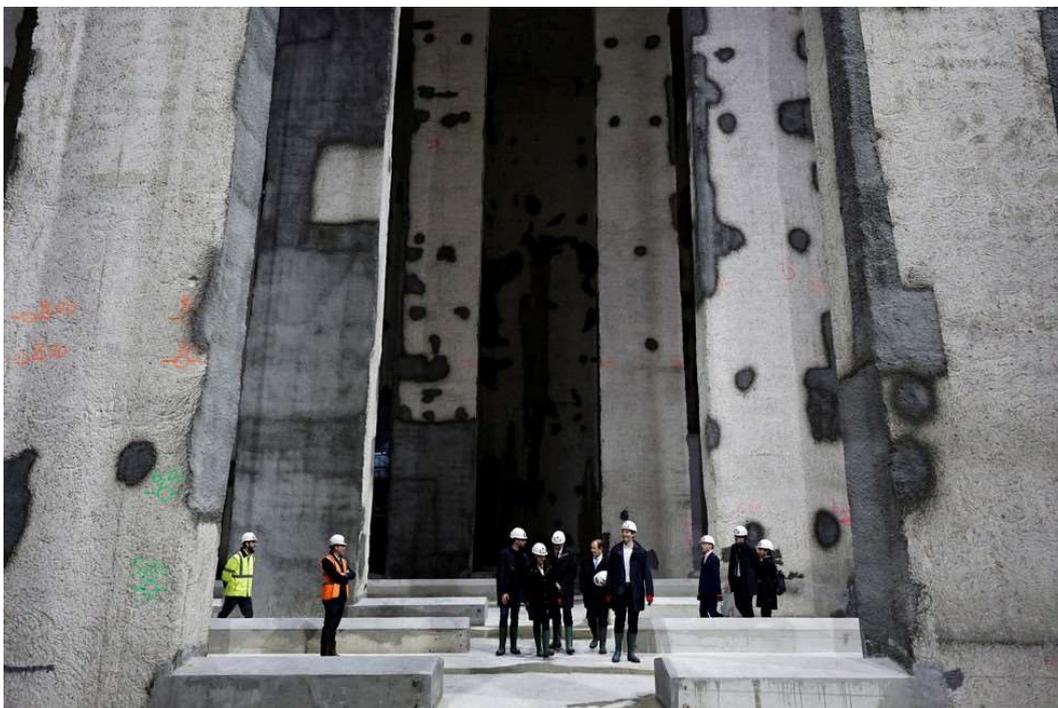
Uma das iniciativas centrais do projeto foi a modernização das estações de tratamento de esgoto da cidade de Paris e das áreas metropolitanas circundantes. As instalações existentes foram atualizadas para garantir a remoção eficaz de poluentes, incluindo nutrientes como nitrogênio e fósforo, que contribuem para a proliferação de algas. Tecnologias de ponta, como a filtração avançada e o tratamento biológico, foram introduzidas para assegurar que o esgoto tratado atenda aos padrões de qualidade antes de ser lançado no rio.

3.2.2. Gestão de Águas Pluviais:

Dada a importância de controlar a poluição derivada do escoamento superficial urbano, foi construído um grande reservatório subterrâneo para capturar e tratar a água da chuva, chamado de reservatório de Austerlitz. Esse reservatório ajuda a prevenir a

sobrecarga dos sistemas de esgoto durante eventos de chuva intensa, evitando que escoamentos contaminados, carregados de poluentes urbanos como óleos, metais pesados e detritos, alcancem diretamente o Sena.

Foto 3 – Reservatório de Águas Pluviais de Austerlitz em Paris



Fonte: GLOBO ESPORTE, 2024

3.2.3. Monitoramento Contínuo da Qualidade da Água:

Um sistema de monitoramento em tempo real foi implementado ao longo do rio, permitindo a detecção e resposta rápida a qualquer anomalia na qualidade da água. Sensores instalados em pontos estratégicos rastreiam parâmetros críticos, como níveis de oxigênio dissolvido, presença de nutrientes, e concentração de poluentes químicos. Este monitoramento contínuo é essencial para garantir que as condições da água permaneçam dentro dos padrões seguros estabelecidos, especialmente durante os eventos olímpicos.

3.2.4. Parcerias e Colaborações

O sucesso do projeto de despoluição do Sena dependeu de uma ampla rede de parcerias e colaborações, envolvendo múltiplos níveis de governo e organizações. A Prefeitura de Paris desempenhou um papel de liderança, coordenando esforços com

agências nacionais de meio ambiente, como a Agência de Água de Seine-Normandie, que forneceu financiamento e expertise técnica. Além disso, colaborações internacionais trouxeram à mesa conhecimentos e tecnologias de ponta de outras grandes cidades que enfrentaram desafios semelhantes.

Parcerias com universidades e instituições de pesquisa também foram cruciais. Essas parcerias permitiram o desenvolvimento e a aplicação de soluções inovadoras, como o uso de biorremediação para tratar áreas contaminadas do rio e a introdução de espécies aquáticas que auxiliam na purificação natural da água. A integração de ciência, política pública e tecnologia foi fundamental para o planejamento e implementação bem-sucedidos do projeto.

4. DESAFIOS ENFRENTADOS NO PROJETO DE DESPOLUIÇÃO DO RIO SENA EM 2024

4.1. Desafios Tecnológicos

Implementar um sistema eficaz de tratamento de esgoto em uma cidade com a história e complexidade de Paris foi um desafio significativo. A cidade possui uma infraestrutura antiga, muito dela datada do século XIX, que precisou ser adaptada para atender aos padrões modernos de qualidade da água.

A integração de novas tecnologias em uma rede de esgoto centenária exigiu inovação, planejamento cuidadoso e a minimização de interrupções nas atividades urbanas. Além disso, o espaço limitado no subsolo urbano complicou a instalação de novas instalações de tratamento e do reservatório para gestão de águas pluviais, tornando o processo técnico ainda mais desafiador.

O reservatório de águas pluviais de Austerlitz é uma das maiores obras do programa de despoluição do Rio Sena para os Jogos Olímpicos de Paris 2024. Com 50 metros de diâmetro e 30 metros de profundidade, tem capacidade para armazenar 50 milhões de litros de água da chuva, que é enviada para tratamento antes de retornar ao rio. O custo de construção foi de 90 milhões de euros, e sua profundidade, equivalente à altura de um prédio de dez andares, lhe rendeu o apelido de "catedral subterrânea", conforme a Rádio França Internacional (RFI, 2024).

Foto 4 – Reservatório de Águas Pluviais de Austerlitz em Paris



Fonte: GLOBO ESPORTE, 2024

4.2. Desafios Financeiros

O custo do projeto de despoluição do Rio Sena foi substancial, refletindo a magnitude das obras de infraestrutura necessárias e as tecnologias avançadas implementadas. O financiamento foi uma barreira significativa, exigindo uma combinação de recursos públicos e privados. Somente para efeito de comparação, conforme noticiado pela revista Piauí (2024), o valor de 1,4 bilhão de euros investidos para efetuar essa operação, convertido em reais, foi maior que todo o investimento no Parque Olímpico do Rio de Janeiro para a Olimpíada de 2016 e mesmo corrigido pela inflação, o valor do investimento francês continuaria bem superior. Em resumo, o governo francês gastou 1,4 bilhão de euros, cerca de 8,4 bilhões de reais, enquanto o Parque Olímpico do Rio custou 2,5 bilhões de reais (valores de 2017).

O governo distrital/municipal e nacional precisaram equilibrar as demandas financeiras do projeto com outras prioridades urbanas e sociais, o que gerou tensões e debates sobre a alocação de fundos. Além disso, a necessidade de investimentos contínuos para manutenção e monitoramento da qualidade da água após a conclusão das obras colocou pressão adicional sobre os orçamentos municipais, exigindo estratégias de financiamento de longo prazo.

4.3. Desafios Sociais e Políticos

A implementação do projeto enfrentou resistência de diferentes setores da sociedade. Algumas comunidades e grupos de interesse questionaram a viabilidade e a necessidade do projeto, especialmente diante dos altos custos envolvidos e das incertezas sobre os resultados. Houve preocupações sobre a transparência na alocação dos recursos e o impacto potencial das obras em outras áreas da cidade.

Politicamente, a coordenação entre diferentes níveis de governo, incluindo autoridades locais, regionais e nacionais, bem como a cooperação com entidades privadas e internacionais, apresentou desafios logísticos e burocráticos. Garantir que todos os envolvidos estivessem alinhados em seus objetivos e comprometidos com o sucesso do projeto foi um processo complexo, que exigiu negociações e compromissos frequentes.

Foto 5 – Entardecer em Paris, com o Rio Sena em destaque



Fonte: NOACK, 2021

5. RESULTADOS E IMPACTOS

5.1. Qualidade da Água:

Os esforços de despoluição do Rio Sena trouxeram melhorias significativas na qualidade da água. A modernização das estações de tratamento de esgoto e a gestão eficaz das águas pluviais resultaram na redução substancial de poluentes, o que, por sua vez, contribuiu para o aumento da biodiversidade aquática.

Espécies que antes haviam desaparecido ou se tornado raras no rio estão começando a retornar, evidenciando uma recuperação gradual do ecossistema. Testes recentes mostram que os níveis de poluição agora estão próximos dos padrões necessários para atividades de natação e outras competições aquáticas, marcando um marco histórico para o Rio Sena.

5.2. Impactos a Longo Prazo:

O projeto de despoluição do Sena está projetado para gerar impactos ambientais e sociais de longo alcance. Além de revitalizar as margens do rio, promovendo espaços verdes e acessíveis para a população, espera-se um aumento significativo no turismo, o que beneficiará a economia local. A melhoria na qualidade da água também tem implicações diretas para a saúde pública, reduzindo riscos associados à poluição aquática e incentivando atividades recreativas seguras.

Além disso, o projeto serve como um modelo inspirador para outras cidades globais que enfrentam desafios ambientais semelhantes. A integração de tecnologias inovadoras, parcerias intersetoriais, e um compromisso com a sustentabilidade demonstram que é possível recuperar ecossistemas urbanos degradados, criando um legado positivo tanto para a natureza quanto para as comunidades locais.

5.3. Problemas Ambientais:

Apesar dos sucessos, o projeto também revelou desafios ambientais contínuos que precisarão ser abordados. A complexidade da poluição em uma cidade antiga como Paris significa que, além de tratamentos tecnológicos, há uma necessidade urgente de mudanças comportamentais e políticas mais amplas para assegurar a manutenção da qualidade da

água. Fatores como o manejo inadequado de resíduos sólidos e o escoamento urbano continuam a representar riscos potenciais para o ecossistema do rio.

Por isso, estratégias contínuas de monitoramento e educação ambiental são essenciais para mitigar esses riscos e garantir que os ganhos ambientais obtidos sejam sustentados e aprimorados ao longo do tempo.

6. LIÇÕES APRENDIDAS

6.1. Sucessos

6.1.1. Implementação de Tecnologias Inovadoras

A adoção de tecnologias de ponta foi fundamental para o sucesso do projeto de despoluição do Rio Sena. A modernização das estações de tratamento de esgoto e a implementação de sistemas de monitoramento em tempo real permitiram uma resposta rápida e eficaz aos desafios de qualidade da água.

Essas inovações não apenas facilitaram a redução de poluentes, mas também estabeleceram um padrão para futuras iniciativas de recuperação ambiental em áreas urbanas densamente povoadas. O uso de soluções tecnológicas avançadas também demonstrou como a inovação pode transformar desafios ambientais complexos em oportunidades de melhoria significativa.

6.1.2. Parcerias Eficazes

A colaboração entre diferentes setores – governo, empresas privadas, instituições acadêmicas e ONGs – foi essencial para superar os desafios técnicos e financeiros do projeto. Essa abordagem colaborativa permitiu o compartilhamento de conhecimentos, recursos e tecnologias, além de fortalecer a confiança entre os diversos stakeholders.

O sucesso dessas parcerias sublinha a importância de uma abordagem integrada e intersetorial para a gestão ambiental, especialmente em projetos de grande escala. Isso também reforça a importância de criar estruturas de governança que facilitem a

cooperação contínua e adaptativa, vital para a sustentabilidade a longo prazo dos resultados obtidos.

6.2. Áreas de Melhoria

6.2.1. Comunicação e Engajamento

Embora o projeto tenha alcançado muitos de seus objetivos técnicos, identificou-se uma falha significativa na comunicação e no engajamento com o público. A falta de transparência em alguns momentos gerou desconfiança em certos setores da sociedade, que questionaram a necessidade e a eficácia das intervenções.

Para futuros projetos, será crucial melhorar a estratégia de comunicação, garantindo que as informações sejam divulgadas de forma clara, acessível e contínua. Além disso, o envolvimento ativo da comunidade local desde o início do projeto pode contribuir para um maior apoio e participação pública, minimizando resistências e promovendo um senso de propriedade coletiva sobre os resultados.

Foto 6 – Prefeita de Paris em mergulho no Rio Sena



Fonte: BBC, 2024

6.2.2. Monitoramento Continuado

A manutenção e o monitoramento contínuos das infraestruturas implantadas, bem como da qualidade da água, são aspectos críticos para garantir que os benefícios ambientais alcançados pelo projeto sejam sustentáveis a longo prazo.

Após as Olimpíadas, é imperativo que se mantenha um foco constante na supervisão dos sistemas de tratamento e na qualidade do ecossistema do rio. Isso inclui a adaptação das tecnologias conforme necessário e a implementação de programas de reavaliação periódica para ajustar as estratégias conforme novas informações e desafios ambientais surgem.

O comprometimento com o monitoramento contínuo é essencial para assegurar que os impactos positivos do projeto não sejam temporários, mas perdurem como parte do legado olímpico para Paris.

6.2.3. Problemas Ambientais

Embora o projeto tenha sido bem-sucedido em muitas frentes, ele também evidenciou desafios ambientais que precisam ser abordados em projetos futuros. Em particular, o manejo dos resíduos sólidos e o controle do escoamento urbano ainda representam desafios significativos.

A falta de uma solução abrangente para esses problemas pode comprometer os ganhos ambientais alcançados, destacando a necessidade de uma abordagem mais holística e integrada. Isso pode incluir a promoção de práticas mais sustentáveis entre os cidadãos e empresas, além de políticas públicas mais rigorosas para o controle e redução das fontes de poluição.

Esse entendimento é crucial para replicar os sucessos do projeto em outros contextos urbanos, onde os desafios ambientais podem ser ainda mais pronunciados.

7. APLICABILIDADE A OUTROS PROJETOS

7.1. Modelo para Outras Cidades

As lições aprendidas com o projeto de despoluição do Rio Sena têm uma aplicabilidade ampla e significativa para outras cidades que enfrentam desafios semelhantes de revitalização de corpos d'água poluídos.

A combinação de parcerias eficazes, inovação tecnológica e um planejamento meticuloso serve como um modelo valioso para projetos futuros ao redor do mundo. Cidades que buscam revitalizar seus recursos hídricos podem se inspirar neste projeto para adotar abordagens interdisciplinares, integrar tecnologias avançadas e garantir a colaboração contínua entre os diversos atores envolvidos.

Este projeto de Paris demonstra que, com a coordenação adequada, é possível transformar desafios ambientais em oportunidades de revitalização urbana, com benefícios duradouros para a população e o meio ambiente.

7.2. Sustentabilidade como Legado Olímpico

A sustentabilidade do projeto de despoluição do Sena também deve ser vista como um elemento central do legado olímpico de Paris. Ao melhorar a qualidade da água e revitalizar as margens do rio, o projeto não apenas contribui para o sucesso das competições aquáticas nas Olimpíadas, mas também deixa um impacto duradouro na cidade.

Este investimento de longo prazo em um recurso natural vital reforça a importância de integrar considerações ambientais nas grandes iniciativas urbanas. O legado vai além das competições esportivas, servindo como um exemplo de como os eventos globais podem ser catalisadores para melhorias ambientais e urbanas significativas, inspirando outras cidades a seguirem o mesmo caminho.

A preservação e a manutenção desse legado ambiental são fundamentais para assegurar que os benefícios obtidos sejam sustentáveis e continuem a promover a saúde pública, o turismo e o bem-estar geral da população a longo prazo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto de despoluição do Rio Sena para as Olimpíadas de Paris 2024 não só representa uma conquista notável em termos de gestão ambiental urbana, mas também estabelece um novo padrão para que as cidades enfrentem desafios ambientais complexos de forma eficaz e sustentável.

A melhoria da qualidade da água no Rio Sena, que agora permite a realização segura de eventos olímpicos, como natação em águas abertas e triatlo, é um marco histórico que deixará um legado duradouro para Paris e suas futuras gerações. Esse projeto é um exemplo claro de como a combinação de esforços políticos, inovação tecnológica e engajamento comunitário pode transformar crises ambientais em oportunidades para um futuro mais sustentável.

Os problemas ambientais que afligiram o Rio Sena ao longo dos séculos criaram desafios complexos que exigiram esforços significativos de despoluição e recuperação. As Olimpíadas de Paris 2024 catalisaram um esforço sem precedentes para restaurar o rio, não apenas como uma necessidade ambiental, mas também como uma oportunidade de revitalizar um dos maiores símbolos da cidade. A recuperação do Sena é uma tarefa monumental, que envolve desafios tecnológicos, financeiros e sociais, mas também oferece uma lição valiosa sobre a importância de uma gestão ambiental sustentável e proativa, aplicável a outras cidades e ecossistemas ao redor do mundo.

O planejamento e a implementação do projeto de despoluição do Rio Sena representam um esforço multidimensional para restaurar a saúde de um dos recursos naturais mais importantes de Paris. Através da modernização da infraestrutura de tratamento de esgoto, gestão eficaz das águas pluviais, monitoramento contínuo da qualidade da água e amplas colaborações institucionais, o projeto busca garantir que o Sena esteja à altura das expectativas dos Jogos Olímpicos de 2024. Mais do que uma iniciativa voltada para um evento específico, este projeto estabelece um legado de sustentabilidade e compromisso ambiental que beneficiará Paris e seus habitantes por muitos anos após o término das Olimpíadas.

Os desafios tecnológicos, financeiros, sociais e políticos enfrentados durante o projeto de despoluição do Rio Sena foram substanciais, refletindo a complexidade de revitalizar um recurso natural em uma das cidades mais densamente povoadas e historicamente ricas do mundo. No entanto, a superação desses desafios demonstrou a importância de um planejamento estratégico, de parcerias eficazes e de uma visão compartilhada de um futuro sustentável. O enfrentamento dessas barreiras não apenas

garantiu o sucesso do projeto em termos de qualidade da água para as Olimpíadas de Paris 2024, mas também criou um modelo de referência para outras cidades que buscam revitalizar seus corpos d'água urbanos.

Os resultados do projeto são significativos e multifacetados. A melhoria na qualidade da água, evidenciada pela redução dos poluentes e o retorno gradual da biodiversidade aquática, marca um passo vital na recuperação ecológica do Rio Sena. Além dos benefícios diretos para as Olimpíadas de Paris 2024, o projeto projeta impactos de longo prazo que vão além do evento, incluindo a revitalização das margens do rio, o estímulo ao turismo, e a promoção da saúde pública. Esse esforço também serve como um modelo inspirador para outras cidades que enfrentam desafios semelhantes, demonstrando que é possível recuperar ecossistemas urbanos degradados e, ao mesmo tempo, melhorar a qualidade de vida dos habitantes.

O projeto revelou várias lições cruciais que podem guiar iniciativas futuras. Entre os sucessos, destaca-se a implementação de tecnologias inovadoras e a construção de parcerias eficazes, que foram fundamentais para superar os desafios técnicos e financeiros. No entanto, também foram identificadas áreas de melhoria, como a necessidade de um melhor engajamento com o público e uma comunicação mais transparente, que poderiam ter mitigado a desconfiança de alguns setores da sociedade. Além disso, o monitoramento contínuo e a manutenção das infraestruturas pós-Olimpíadas são essenciais para garantir que os benefícios do projeto sejam sustentáveis a longo prazo.

As lições aprendidas com a despoluição do Sena têm uma relevância que transcende Paris. Este projeto oferece um modelo robusto para outras cidades globais que enfrentam desafios semelhantes de revitalização de corpos d'água poluídos. A combinação de parcerias eficazes, inovação tecnológica e planejamento cuidadoso demonstrou que é possível enfrentar grandes desafios ambientais de forma coordenada e eficaz. Além disso, a sustentabilidade do projeto como um legado olímpico destaca a importância de considerar os impactos ambientais em iniciativas urbanas de grande escala, servindo de inspiração para cidades que buscam integrar desenvolvimento urbano com preservação ambiental.

Em outro trabalho, na qual um dos autores, que explora o "Contributo da Transdisciplinaridade para a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos", este projeto do Rio Sena exemplifica como a transdisciplinaridade pode ser aplicada na prática para resolver problemas complexos. A transdisciplinaridade não apenas promove a fusão de conhecimentos entre diferentes disciplinas, mas também facilita a integração de

perspetivas sociais, políticas e culturais. Este projeto demonstrou a importância de uma abordagem holística, onde a ciência, a tecnologia, as políticas públicas e a participação comunitária se uniram para alcançar um objetivo comum. A transdisciplinaridade atua como um mediador essencial entre a ciência e a sociedade, transformando desafios ambientais complexos em soluções sustentáveis e aplicáveis a contextos diversos.

Neste sentido, o projeto de despoluição do Rio Sena é mais do que uma preparação para um evento esportivo; é uma prova de que, com visão, planejamento e cooperação, podemos criar legados duradouros que beneficiam tanto a natureza quanto a humanidade. Ele serve como um exemplo de como a gestão sustentável dos recursos hídricos, guiada por uma abordagem transdisciplinar, pode ser alcançada e replicada em todo o mundo.

Continuar a monitorar e adaptar as estratégias de gestão hídrica, alinhadas com as mudanças ambientais e urbanas, será crucial para garantir que esse legado não apenas perdure, mas também evolua para enfrentar novos desafios futuros.

9. CONCLUSÃO

O projeto de despoluição do Rio Sena para as Olimpíadas de Paris 2024 é uma conquista notável em gestão ambiental urbana, estabelecendo um novo padrão para enfrentar desafios ambientais complexos. A melhoria da qualidade da água, que agora permite a realização de eventos olímpicos seguros, como natação e triatlo, é um marco significativo que deixará um legado duradouro para Paris.

Este projeto demonstra como a combinação de esforços políticos, inovação tecnológica e engajamento comunitário pode transformar crises ambientais em oportunidades para um futuro mais sustentável. A restauração do Sena não apenas atende às necessidades dos Jogos Olímpicos, mas também revitaliza um dos maiores símbolos da cidade, trazendo benefícios de longo prazo, como o aumento da biodiversidade, o estímulo ao turismo e a melhoria da saúde pública.

Os desafios enfrentados — tecnológicos, financeiros e sociais — foram superados através de parcerias eficazes e um planejamento estratégico robusto. O sucesso do projeto serve como um modelo inspirador para outras cidades globais que buscam revitalizar corpos d'água degradados.

As lições aprendidas, desde a implementação de tecnologias inovadoras até a importância de maior engajamento público, reforçam a necessidade de monitoramento contínuo e adaptação das estratégias de gestão hídrica. Garantir a manutenção desse legado exigirá um compromisso contínuo com a sustentabilidade e a adaptação às mudanças ambientais e urbanas.

Em suma, o projeto de despoluição do Rio Sena vai além de uma preparação para um evento esportivo; ele é um exemplo de como visão, planejamento e cooperação podem criar legados duradouros que beneficiam tanto a natureza quanto a humanidade.

REFERÊNCIAS

BBC NEWS BRASIL. Por que limpeza bilionária do Sena para Olimpíada virou motivo de 'vergonha'. Londres: BBC News Brasil, 12 set. 2023. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/c724er3pwp1o>. Acesso em: 13 set. 2024.

DRIS R, GASPERI J, ROCHER V, TASSIN B (2018) Synthetic and non-synthetic anthropogenic fibers in a river under the impact of Paris megacity: sampling methodological aspects and flux estimations. *Sci Total Environ* 618:157–164. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.11.009>.

ESCULIER F (2018) Le système alimentation/excrétion des territoires urbains: régimes et transitions socio-écologiques. Thèse de doctorat en sciences et techniques de l'environnement. Université Paris-Est, Paris. <https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01787854/document>.

FLIPO N, LESTEL L, LABADIE P et al (2020) Trajectories of the Seine River basin. In: Flipo N, Labadie P, Lestel L (eds) *The Seine River basin. Handbook of environmental chemistry*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/698_2019_437.

GATEUILLE D, GASPERY J, BRIAND C et al (2020) Mass balance of PAHs at the scale of the Seine River basin. In: Flipo N, Labadie P, Lestel L (eds) *The Seine River basin. Handbook of environmental chemistry*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/698_2019_382.

GARCIAS, Carlos Mello; AFONSO, Jorge Augusto Callado. Revitalização de rios urbanos. *Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais*, v. 1, n. 1, p. 131-144, 2013.

GLOBO ESPORTE. Paris ganha catedral subterrânea para escoar esgoto; entenda como funciona. *Rio de Janeiro: Globo Esporte*, 02 maio 2024. Disponível em: <https://ge.globo.com/olimpiadas/noticia/2024/05/02/paris-ganha-catedral-subterranea-para-escoar-esgoto-entenda-como-funciona.ghtml>. Acesso em: 13 set. 2024.

GONÇALVES, A. et al. Revitalização do Rio Sena. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: Acesso em: set. 2024.

IKEDA, Eloisa Balieiro. São Paulo – Paris metrópoles fluviais. Ensaio de projeto de arquitetura das orlas do canal Pinheiros inferior, córrego Jaguaré e córrego Água Podre. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MACHADO, V.; RIBETI, G.; BOURGUIGNON, N. Engenheiro francês que recuperou Rio Sena faz sobrevoo no Rio Doce. *G1 Globo*, 14 dezembro 2015. Disponível em: . Acesso em: set. 2024.

MEYER, D. et al. Modelling constructed wetlands: scopes and aims—a comparative review. *Ecological Engineering*, v. 80, p. 205-213, 2015.

NEVES, Ernesto. Mergulho na história: o ambicioso projeto de despoluição do Rio Sena. *VEJA*, [S. l.], p. 1-1, 25 fev. 2022. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/mundo/mergulho-na-historia-o-ambicioso-projeto-de-despoluicao-dorio-sena/>. Acesso em: set. 2024.

NOACK, Rick. Paris wants to make the Seine swimmable for the Olympics and the public. *The Washington Post*, [S. l.], p. 1-1, 29 dez. 2021. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/world/2021/12/29/seine-paris-olympics/>. Acesso em: set. 2024.

PIAUI, Revista. "Valor desembolsado para limpar Rio Sena foi mais que o triplo do investimento no Parque Olímpico do Rio." Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/valor-desembolsado-para-limpar-rio-sena-foi-mais-que-o->

triplo-do-investimento-no-parque-olimpico-do-rio/#:~:text=Uma%20das%20grandes%20promessas,8%2C4%20bilh%C3%B5es%20de%20reais. Acesso em: set. 2024.

RFI. Prefeitura de Paris constrói reservatório gigante para evitar poluição e garantir provas no Rio Sena. Disponível em: <https://www.rfi.fr/br/podcasts/esporte-em-foco/20240407-prefeitura-de-paris-constr%C3%B3i-reservat%C3%B3rio-gigante-para-evitar-polui%C3%A7%C3%A3o-e-garantir-provas-no-rio-sena>. Acesso em: 14 set. 2024.