



O PAPEL DO ENGENHEIRO NO DESENVOLVIMENTO DE SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS E MEDIDAS DE INTERVENÇÃO AMBIENTAL: O CASO DO SISTEMA LAGUNAR DE JACAREPAGUÁ

DANNYLO CARDOSO MAURICIO; MARCELO BORGES ROCHA

RESUMO

Recentemente, o Brasil vem alcançando avanços tecnológicos significativos como consequência do desenvolvimento industrial. Estes avanços, no entanto, trazem consigo uma série de impactos negativos, como o crescimento urbano desordenado e a degradação ambiental. A exemplo disto, temos o Sistema Lagunar de Jacarepaguá que é um corpo hídrico diretamente impactado pela ação antrópica ao longo dos anos. Neste estudo, buscou-se reunir, por meio de análise documental, informações sobre programas de recuperação ambiental do Sistema Lagunar de Jacarepaguá e o papel dos Engenheiros Civis, Urbanistas, Sanitaristas e Ambientais nestes. Foram encontrados dois projetos de recuperação, ambos descontinuados devido a problemas de ineficiência técnica nas projeções e na gestão/manutenção. Esses resultados demonstraram uma relação entre a capacitação técnica dos Engenheiros em um projeto e o sucesso deste, enfatizando a necessidade da formação de profissionais qualificados para essas atividades.

Palavras-chave: Recuperação Ambiental; Sustentabilidade; Engenharia; Despoluição.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o Brasil vem alcançando avanços consideráveis em suas tecnologias, permitindo a evolução econômica a partir do desenvolvimento industrial. Esses marcos, no entanto, complexos, são acompanhados de impactos negativos que refletem imperfeições nos projetos. Isso é perceptível, notadamente, pelo crescimento desordenado próximo aos centros urbanos.

O município do Rio de Janeiro, considerado uma Metrópole Nacional (IBGE, 2018), foi um dos principais focos de urbanização no país. Sendo uma cidade costeira, tal crescimento da população urbana veio a apresentar uma série de problemas socioambientais, especialmente no âmbito do saneamento e da degradação ambiental. Acredita-se que o estabelecimento irregular da população próximo aos corpos hídricos da região, acompanhada do depósito de resíduos sólidos, diminuiu consideravelmente a qualidade ambiental dos mesmos (CRUZ, 2019).

Os ecossistemas lacustres urbanos são exemplos de ambientes afetados diretamente pela ação antrópica, como é o caso do Sistema Lagunar de Jacarepaguá (SLJP). Localizado na zona oeste do Rio de Janeiro, o sistema possui cerca de 280km² de área e é formado por quatro lagoas: a de Jacarepaguá, da Tijuca, do Camorim e a de Marapendi.

Existem cerca de 19 canais e rios conectados às lagoas, sendo estes alvos de despejo de esgoto *in natura*, fazendo com que se tornem veículos de boa parte da contaminação do ecossistema lacustre. Dentre estes, destacam-se o Arroio Pavuna e Canal Pavuninha na Lagoa de Jacarepaguá, o Arroio Fundo na Lagoa da Tijuca e o Canal das Taxas na de Marapendi. O

Rio Arroio Fundo recebe maior destaque dentre os demais, isso se dá pela sua extensão.

O SLJP se comporta como uma laguna costeira sufocada, sendo ligado ao oceano por um único canal estreito de entrada (CRUZ, 2019). Tal caracterização retrata a maneira que ocorre a troca de água com o oceano, sendo está apenas pelo estuário localizado a extremo leste da praia da Barra da Tijuca, o Canal da Joatinga (ou Canal da Barra).

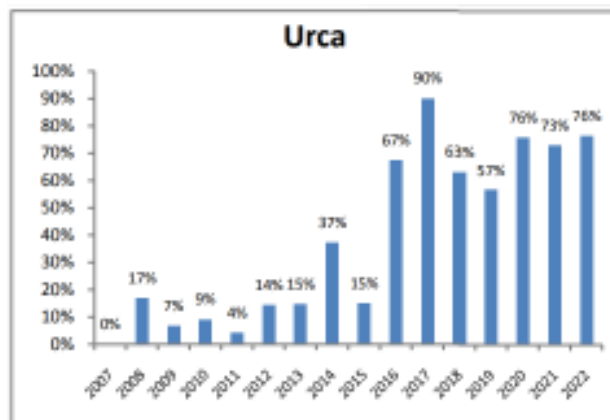
O Canal da Joatinga é a principal fonte de poluição das praias do Quebra-Mar e do Pepê (FEEMA, 1984, 2000). O fluxo advindo das lagoas com aporte de sedimentos e efluentes impacta não somente a balneabilidade das praias adjacentes, como também faz com que essas praias sejam as únicas consideradas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) nos boletins de balneabilidade como sob risco de exposição de banhistas quanto a cianobactérias do gênero *Microcystis*. Tais microrganismos estão presentes no canal devido ao intenso processo de eutrofização das lagoas que precedem o mesmo.

Um equívoco comum no conhecimento popular consiste na crença de que os efluentes domésticos são compostos exclusivamente por dejetos humanos, o que poucas vezes é verdade. De acordo com Cunha (2020), uma grande e constante preocupação quanto à saúde pública é a presença de diversos contaminantes químicos em água potável. Dentre essas substâncias, destacam-se pesticidas, compostos antibacterianos, hormônios, drogas (ilícitas), compostos perfluorados e microplásticos.

Como solução para a degradação ambiental, são propostas soluções em forma de empreendimentos para trazer um ecossistema, ou parte de um, a um estado de melhor qualidade ambiental, esses são chamados Programas de Recuperação Ambiental. Tais empreendimento variam em complexidade e abrangência, podendo tratar de melhorias para a balneabilidade de uma praia até a completa despoluição de um extenso corpo hídrico. Este vem a ser o caso do programa de despoluição da Baía de Guanabara, gerenciado pela CEDAE, e das obras de melhoria da circulação hídrica do Sistema Lagunar de Jacarepaguá.

Os programas de recuperação ambiental têm grande potencial de eficácia caso empregados da forma correta. Como exemplo, temos o Programa Sena-Limpa 1, que objetivava intervir em seis áreas praianas do município do Rio de Janeiro em questões de saneamento. Essas são as praias de: São Conrado, Leblon, Ipanema, Leme, Urca/Vermelha e Bica (INEA, 2013). O programa foi iniciado em 2012 e expressou resultados a partir do ano de 2016. A Praia da Urca é uma das que tiveram suas condições de qualidade de água para banho melhoradas significativamente conforme mostra a **Figura 1**.

Figura 1: Percentual de Boletins de Balneabilidade Próprios - Praia da Urca.



Fonte: INEA (2023).

Outros empreendimentos similares foram propostos, como o Programa Sena-Limpa 2, que busca a melhoria de outras seis praias: Botafogo, Flamengo, Guanabara, orla da Ilha de Paquetá, Copacabana e o trecho Pepê-Joatinga. Este projeto, no entanto, não demonstrou

resultados tão expressivos quanto o seu precursor.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo de caso objetiva reunir, por meio de análise documental, informações sobre programas de recuperação da qualidade ambiental do Sistema Lagunar de Jacarepaguá e a continuidade destes. Busca-se, ainda, caracterizar a necessidade da formação de profissionais da engenharia qualificados para a intervenção e desenvolvimento de soluções ambientais eficazes e eficientes para a poluição de corpos hídricos, dando ênfase ao SLJP.

A fase de análise documental foi dividida em duas etapas. Durante a primeira etapa, com o intuito de compreender de forma holística as variáveis políticas e ambientais que permeiam o Sistema Lagunar de Jacarepaguá, foram analisados os boletins de balneabilidade e monitoramento de rios e lagoas do INEA; relatórios de impacto ambiental referentes aos projetos de recuperação ambiental do SLJP; atas, resumos e transcrições de reuniões de licenciamento ambiental; artigos de jornais; pareceres técnicos; leis e notas oficiais.

Na segunda etapa, buscou-se compreender e relacionar aos impactos identificados nas lagoas, por meio de documentos oficiais, as atribuições dos engenheiros ambientais, civis, sanitaristas e urbanistas. Esta etapa objetivou entender como estes profissionais podem contribuir para o desenvolvimento de soluções de baixo impacto ambiental.

Em seguida, foi realizado um aprofundamento teórico, por meio de revisão bibliográfica para compreender a qualidade ambiental do Sistema Lagunar de Jacarepaguá, a partir de estudos que tratassem da avaliação do corpo hídrico por índices de qualidade da água (IQA) ou pela resolução CONAMA nº357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento

Em uma última fase foram escolhidos artigos que tratassem da aplicação da Lei Nº 9795/1999 (Lei da Política Nacional de Educação Ambiental) na formação de engenheiros e conscientização da população para participação ativa nos processos de preservação e recuperação ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a pesquisa no site do Instituto Estadual do Ambiente por processos de licenciamento ambiental no sistema lagunar, foram encontrados um total de dois programas que visavam a recuperação ambiental das lagoas, as Obras de Recuperação Ambiental do Sistema Lagunar de Jacarepaguá e a Unidade de Tratamento de Rio (UTR) Arroio Fundo.

Em 2011, foi proposto pelo Governo do Estado um projeto de recuperação ambiental das lagoas de Jacarepaguá e Barra. Este projeto contava com obras que buscavam melhorar a circulação hídrica do sistema, para que assim fosse possível aumentar o nível de oxigenação da água (MOREIRA, 2020).

Em um Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) realizado em 2015, foi caracterizado o empreendimento, que tinha como um de seus objetivos o prolongamento do molhe que separa o Canal da Joatinga das praias, fazendo com que os esgotos fossem lançados mais longe das mesmas. Além do prolongamento do molhe, o empreendimento objetivava também a dragagem e cava das lagoas para ampliar o espelho d'água, o que fora visto como solução para o assoreamento (SEAS/MASTERPLAN, 2015).

Em uma audiência pública realizada no processo de licenciamento ambiental das obras (E-07/002.7236/2015), foi discutida a verossimilhança dos impactos descritos no RIMA realizado pela empresa Masterplan Consultoria de Projetos e Meio Ambiente a pedido do Instituto Estadual do Ambiente. Foi frisado pelo Dr. Adacto Benedicto Ottoni, representante do Ministério Público Federal, que realizar a dragagem como etapa inicial, conforme o

planejamento do empreendimento, seria uma “tragédia anunciada”, pois diminuindo o volume de areia das lagoas aumenta-se, como previsto pelo projeto, a troca de água entre as lagoas e o mar, impactando diretamente as praias da barra com a grande quantidade de esgotos advindo das lagoas, devido a vazão gerada pelas cavas. Para evitar este problema, sugeriu-se que fossem removidos os lodos, resíduos sólidos e material orgânico das lagoas em uma etapa anterior às cavas.

Sobre o prolongamento do molhe, foi observado que uma vez que os esgotos continuassem a ser despejados nas lagoas, a balneabilidade das praias não passaria por quaisquer alterações positivas, pois a menos que o molhe fosse estendido por quilômetros, assim como o Emissário Submarino da Barra, os esgotos continuariam a atingir as praias do Quebra-mar e Pepê.

O Grupo de Apoio Técnico Especializado (GATE), no ano de 2016, apresentou em um memorando algumas questões que deveriam ser esclarecidas sobre o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC) e o EIA referentes ao empreendimento. Dentre estas questões, foi comunicado que nos documentos havia informações ausentes ou insuficientes para o processo de licenciamento. Os principais problemas eram quanto à indenização da comunidade pescadora da região, em decorrência dos impactos da dragagem, medidas compensatórias pela redução da área de reprodução do jacaré-de-papo amarelo, além de estudo e análise de risco à saúde humana em caso de contato primário com a praia em situação de presença de algas e contaminantes transportados pelas lagoas.

O projeto de recuperação das lagoas fazia parte do compromisso olímpico dos Jogos Rio 2016 e teve um investimento previsto de R\$ 672 milhões. Entretanto, com o passar do tempo, uma série de entraves surgiu no empreendimento, fazendo com que mesmo após 5 anos de planejamento, com diversas alterações realizadas, o projeto não tenha saído do papel (MOREIRA, 2020).

A Unidade de Tratamento de Rio (UTR) Arroio Fundo foi inaugurada em 2010 com o propósito de diminuir a carga poluidora que chega às lagoas do Camorim e Tijuca, no sistema lagunar (PEREIRA; MACHADO; SILVA, 2017). A instalação dessa UTR, inicialmente, se mostrou eficiente no processo de limpeza das águas para os parâmetros pH, demanda química de oxigênio, turbidez, odor, nitrogênio e fósforo totais, destacando-se os quatro últimos (PEREIRA; MACHADO; SILVA, 2017). No entanto, diz Oliveira (2015) que a presença de uma estação de tratamento não causa nenhuma redução nos níveis de compostos desreguladores endócrinos, o que era esperado para um processo de tratamento apenas físico-químico.

O processo de tratamento contava com três etapas: a remoção de resíduos sólidos grosseiros com eco barreiras, a flotação com sulfato de alumínio pelo método Flotflux e a microaeração para a suspensão do lodo produzido na etapa anterior. De acordo com Moreira (2020), foi constatada a alteração significativa do pH da água do rio após a instalação da UTR. Acredita-se que a mesma foi dada em razão do uso de sulfato de alumínio na flotação. O autor adiciona ainda que o lodo decorrente do tratamento é tóxico e que não pode ser despejado no rio tampouco no Emissário Submarino da Barra da Tijuca, podendo apenas ser descartado em aterro sanitário.

O GATE, em um parecer técnico, disse que na Informação Técnica (IT) nº279/2019, foram relatadas inadequações na operação e manutenção da UTR. Foi dito que o processo de dosagem automática de produtos químicos estava inoperante e era possível verificar lodo na superfície da água à jusante da estação, indicando problemas na contenção destes. Recomendou-se ainda a realização de monitoramento ou estudo específico para avaliar o comportamento do alumínio no ecossistema e seus potenciais impactos, uma vez que este metal é potencialmente tóxico para a ictiofauna, além de ser descrito na literatura científica como fator de risco para doenças neurodegenerativas.

Outro problema mencionado tratava da disposição dos resíduos sólidos retidos pelas eco barreiras da estação. De acordo com esta, após a remoção dos resíduos acumulados, até a posterior coleta pela COMLURB, estes eram dispostos no solo na margem direita do rio, em desacordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Em conclusão da IT nº279/2019, feitas as seguintes observações: há disposição inadequada de resíduos sólidos na margem direita do rio; foi verificado o lançamento de parte do lodo subproduto da flotação na rede coletora de esgoto da Companhia Estadual de Águas e Esgotos do Rio de Janeiro (CEDAE); o desempenho do processo de flotação para diversos parâmetros foi insuficiente, fazendo com que este fosse considerado insatisfatório; há ausência de contribuição significativa para a melhoria da qualidade da água do rio, de acordo com os boletins de monitoramento do INEA referentes ao período 2012-2018 e há necessidade de monitoramento do processo de flotação, devido ao risco proposto pelo uso sulfato de alumínio como coagulante.

Por fim, foi dito que a utilização de uma UTR não se mostra adequada como solução para a recuperação da qualidade do rio ou mesmo do sistema lagunar, uma vez que este não observa o ecossistema aquático de forma integrada com seus compartimentos, mas apenas as questões de qualidade das águas.

Com a privatização da CEDAE em 2021, a Concessionária Iguá assumiu a unidade de tratamento e, cerca de um ano depois, desativou a mesma. Em um informe divulgado pela concessionária, foi dito que a UTR Arroio Fundo tinha o propósito de ser uma solução temporária para o despejo de esgotamento sanitário nos corpos hídricos da região, mas devido ao avanço da urbanização irregular à jusante da estação, a mesma se tornou obsoleta e por causa disso foi descontinuada (IGUÁ, 2022).

Outro motivo que levou à desativação da UTR foi a necessidade de interrupção da produção de lodo subproduto, por determinação do Ministério Público Federal.

Além da estação de tratamento do Rio Arroio Fundo, como missão para com os Jogos Rio 2016, a construção de mais quatro UTRs foi prevista, para o Arroio Pavuna, Canal Pavuninha, rio das Pedras e rio Anil. Com o investimento previsto de R\$ 164 milhões, esses projetos, no entanto, não foram realizados (MOREIRA, 2020).

Ao analisar a Resolução nº218 de 29 de junho de 1973 do Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, sobre as atribuições e atividades permitidas aos profissionais de engenharia, foram identificadas interseções com as principais falhas apresentadas nos programas de recuperação ambiental.

Compete ao Engenheiro Civil a execução de todas as atividades explicitadas no Art 1º do documento, constando como aplicações, mas não se limitando a, sistemas de abastecimento de água e saneamento, portos, rios, canais, barragens e diques. Tais atribuições estariam relacionadas com os problemas na projeção e planejamento das obras de recuperação referentes ao licenciamento E-07/002.7236/2015, onde foi observada uma falha em questão hidrodinâmica no ecossistema estuarino que, possivelmente, iria levar a impactos negativos à balneabilidade das praias adjacentes ao Canal da Joatinga.

Em relação às atribuições do Engenheiro Urbano, cabe a este a execução das atividades 1 a 12 e 14 a 18 do Art 1º, referentes ao desenvolvimento urbano e regional, atividades paisagistas, além de outras mencionadas na resolução. É notável que, o crescimento urbano irregular à jusante da UTR Arroio Fundo foi uma das principais causas da sua inutilização, demonstrando deficiências no planejamento urbano da região.

Em questão do Engenheiro Ambiental suas atribuições se encontram na Resolução nº447 de 22 de setembro de 2000. A estes é atribuída a atuação em administração, gestão e ordenamentos ambientais e ao monitoramento e mitigação de impactos ambientais, seus serviços afins e correlatos, referentes às atividades 1 a 14 e 18 da Resolução 218/1973.

De acordo com a PL 0979/2002, sobre profissionais habilitados para a execução de

monitoramento ambiental de dragagem simples de areias fluviais, o Engenheiro Ambiental pode realizar atividades de monitoramento da fauna aquática e terrestre, da flora e do meio físico nas áreas impactadas. No memorando realizado pelo GATE em 2016, foi dito que no RIMA das obras de recuperação do sistema, havia ausência de medidas compensatórias pela redução da área de reprodução do jacaré-de-papo amarelo, pressupõe-se que, para que isto viesse a ser elaborado, fossem necessárias as atividades de monitoramento da espécie.

Por fim, dentre as atividades atribuídas ao Engenheiro Sanitarista, destaca-se que compete a este o desempenho das atividades 01 a 18 do artigo 1º da Resolução 218/1973, referentes a sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgotos, manejo de resíduos sólidos; controle sanitário do ambiente, incluindo o controle de poluição ambiental e instalações prediais hidrossanitárias. Com isto, é possível concluir que o Engenheiro Sanitarista assume um papel essencial na execução e manutenção de projetos de recuperação ambiental, pois são responsáveis pelo controle da poluição.

4 CONCLUSÃO

A partir dos estudos reunidos, foi possível enfatizar deficiências na gestão e planejamento urbano do município do Rio de Janeiro. Isto se expressa pela notável dificuldade de concretização dos projetos propostos e pela tendência de ineficiência e descontinuidade dos que vem a ser realizados.

Diante dos resultados apresentados, sugere-se a continuidade das ações de fiscalização ambiental quanto ao despejo de resíduos sólidos, efluentes domésticos e industriais nos rios da bacia. Além disso, reforça-se a necessidade de elaboração de medidas efetivas na recuperação do Sistema Lagunar de Jacarepaguá que não se tornem obsoletas com o tempo. Para isso, faz-se necessário o investimento em projetos de recuperação ambiental e na qualificação dos profissionais para gerar soluções sustentáveis ou de baixo impacto ambiental. Concomitantemente, destaca-se a necessidade da formação de engenheiros especializados em solucionar, por meio de ações concretas, os problemas ambientais presentes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo auxílio financeiro e fomento à pesquisa, sem este apoio não seria possível desenvolver esta e outras pesquisas.

REFERÊNCIAS

CREA/CONFEA. **Resolução nº 218, de 29 de junho de 1973.** Discrimina atividades das diferentes modalidades profissionais da Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Rio de Janeiro, RJ: Diário Oficial da União, 1973.

CREA/CONFEA. **Resolução nº 310, de 23 de julho de 1986.** Discrimina as atividades do Engenheiro Sanitarista. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 1986.

CREA/CONFEA. **Resolução nº 447, de 22 de setembro de 2000.** Discrimina as atividades do Engenheiro Ambiental. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2000.

CRUZ, Felipe de Souza. **Análise da dinâmica espaço-temporal da qualidade da água na lagoa de Jacarepaguá-RJ a luz das interferências antrópicas de sua bacia hidrográfica.** 2019. 127 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) - Universidade do Estado do Rio

de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

CUNHA, Priscila Maria de Oliveira Muniz. **Avaliação de risco ecológico da Lagoa de Jacarepaguá - RJ**. 2020. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Qualidade das praias: zona sul do Rio de Janeiro, Niterói, Barra da Tijuca, Programa FEEMA/CEDAE**. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

FEEMA - Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente. **Qualidade das praias: zona sul e oeste, Qualificação Anual das Praias**. Rio de Janeiro, RJ, 2000.

GATE. **Informação Técnica nº291/2019 - Parte 1**. Grupo de Apoio Técnico Especializado. Rio de Janeiro, 2019.

GATE. **Informação Técnica nº291/2019 - Parte 3**. Grupo de Apoio Técnico Especializado. Rio de Janeiro, 2019.

GATE. **Memorando N.04/2016/GATE Ambiental**. Grupo de Apoio Técnico Especializado. Rio de Janeiro, 2016.

IGUÁ SANEAMENTO. **Unidade de Tratamento do Rio Arroio Fundo será desativada em fevereiro**. Rio de Janeiro, 2022.

INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Programa Sena Limpa 2 vai despoluir mais seis praias do Rio**. Rio de Janeiro, 2013.

MOREIRA, Silvana Di Iulio. **Degradação Ambiental no Complexo Lagunar de Jacarepaguá na cidade do Rio de Janeiro: o papel da governança**. 2020. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2020.

OLIVEIRA, Marcio de Miranda. **Monitoramento de desreguladores endócrinos no rio Arroio Fundo na bacia de Jacarepaguá, RJ**. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental: controle da poluição urbana e industrial) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

PEREIRA, Samanta Vieira; MACHADO, Priscilla Rocha; SILVA, Nátaly de Sousa Ferreira Cruz. **Análise da qualidade da água do rio Arroio Fundo-RJ após a construção de uma estação de tratamento de água de rio**. ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, XIX, 2017.

SEAS/MASTERPLAN. **RIMA - Relatório de Impacto Ambiental das Obras de Prolongamento do Enrocamento (Molhe) Existente na Entrada do Canal da Joatinga e as Melhorias de Circulação Hídrica do Complexo Lagunar de Jacarepaguá**. Masterplan Consultoria de Projetos e Meio Ambiente. 2015.