

da poluição por esgotos sanitários e, por conseguinte, dos sistemas de esgotamento sanitário. Toda e qualquer iniciativa que vise melhorar a qualidade dos cursos d'água urbanos, mas não signifique investimentos para a expansão e a melhoria da infraestrutura urbana de esgotamento sanitário, são caracterizadas por ações de remediação e que visam a reversão do efeito e não da causa do problema.

Remediar os efeitos da poluição por esgotos sanitários sem o devido controle das fontes de poluição não consiste em estratégia sustentável sob o ponto de vista ambiental, social e econômico. Toda e qualquer cidade dos países de maior grau de desenvolvimento obedece a lógica estratégia de dotar o espaço urbano de eficiente infraestrutura de esgotamento sanitário e assim, por essa razão, consequentemente, não apresentam coleções de águas superficiais poluídas e comprometidas ambientalmente.

Nesse contexto, ressalta-se a provável presença de lançamentos irregulares de efluentes no rio Arroio Fundo a jusante da ETR, refletindo a ausência de ações de ampliação e melhoria do sistema de coleta e tratamento de efluentes da bacia de Jacarepaguá. Portanto, a implantação de sistema de remediação da qualidade da água através da ETR Arroio Fundo de forma isolada, sem ações complementares abrangendo o sistema de esgotamento da bacia contribuinte, não seria efetivo ainda que fossem alcançadas eficiências máximas de remoção de poluentes no processo realizado na estação. Nota-se, portanto, a adoção de uma medida de remediação dos efeitos desconectada da atuação sobre a causa da poluição dos corpos d'água em referência, que consiste na ausência de sistema eficiente de esgotamento sanitário na região.

Vale destacar também o trecho do "Estudo de Impacto Ambiental das Obras de prolongamento do entrocamento (molhe) existente na entrada do Canal da Joutinga e as melhorias da circulação hídrica do Complexo Lagunar de Jacarepaguá", elaborado pela empresa Masterplan Consultoria de Projetos e Meio Ambiente a pedido da SFA e do INEA²⁸, que menciona a ineficiência da ETR Arroio Fundo na garantia da qualidade da água dos corpos hídricos a jusante:

Considerando as cargas calculadas, verifica-se que a Lagoa de Carnorim, apesar de ser a menor das três lagoas, é aquela que recebe a maior quantidade de matéria orgânica (DBO) e nutrientes, devido ao material transportado pelo Arroio Fundo. A

²⁸ Texto contido no Capítulo IV (Diagnóstico Ambiental), item 4.1 (Meio Físico), págs. IV-72/73 do referido EIA.



existência da Unidade de Tratamento do Rio (UTR) não garante a qualidade da água no ponto amostrado, pois a jusante da estação existe uma área urbana desenvolvida, que possivelmente contribui com aporte de esgoto, influenciando nos resultados destes parâmetros. A Lagoa da Tijuca, embora receba uma menor carga através dos rios das Pedras e da Cachoeira, tem sua carga acrescida pelo material transportado da Lagoa do Camorim.

Por fim, é pertinente mencionar a Recomendação emitida pelo Ministério Público Federal (MPF) no âmbito do Inquérito Civil MPF/PR/RJ n. 1.30.001.003315/2014-18, apresentada no Anexo VIII desta Informação Técnica. Esta recomendação traz em seus considerandos diversas questões levantadas na presente Informação Técnica, dentre as quais: (i) aporte contínuo de poluentes ao arroio Fundo a jusante da ETR; (ii) baixa eficiência do processo realizado pela ETR; (iii) bombeamento do lodo proveniente da ETR para a rede coletora de esgoto da CEDAE, sendo descartado pelo sistema sanitário do emissário submarino da Barra da Tijuca, o que configura situação de irregularidade perante a NBR 10.004/2004.

2.5.2. Potencial de alterar a qualidade da água e do sedimento

Para entender as possíveis alterações da qualidade da água e do sedimento de rios e lagoas em decorrência da metodologia utilizada na ETR é necessário compreender como os produtos químicos aplicados reagem com os outros elementos químicos existentes no meio. Cumpre informar que a tecnologia implementada se assimila àquela empregada no processo de tratamento de água para diversos usos, incluindo o consumo humano, com as etapas de coagulação, floculação e flotação. Destas etapas somente a flotação é caracterizada como um processo físico, enquanto que as outras são processos químicos.

Os produtos químicos utilizados, como já explanado no item 2.1, são o Sulfato de Alumínio ($Al_2(SO_4)_3$) e um polímero catiônico. Na vistoria não foi informado pela equipe da operação da estação qual o polímero utilizado.

O sulfato de alumínio é um agente coagulante responsável pela etapa de coagulação das impurezas encontradas. A principal função do agente coagulante é desestabilizar as partículas mais complexas, tais quais as coloidais e sólidas em suspensão, cujos tamanhos variam entre 10^0 e 10^3 mm, podendo incluir também microrganismos (bactérias e algas), existentes no meio, com o objetivo de auxiliar a formação dos flocos na etapa seguinte.

O polímero catiônico é utilizado como auxiliar de floculação, cuja função é melhorar a eficiência de coagulação, ou seja, aumentar a densidade dos flocos para sedimentarem ou decantarem com maior facilidade. Também auxilia em reduzir a dosagem



do coagulante utilizado e, normalmente estes tipos de polímeros possuem maior biodegradabilidade.

A agitação aplicada ao processo de tratamento auxilia as reações químicas que ocorrem, sendo rápida na etapa de coagulação e lenta na de floculação. No caso das ETR's, a mistura é proporcionada pelo fluxo natural do rio e, principalmente, pela aeração, proporcionada pelas bolhas de ar aplicadas, que possuem diâmetro e velocidade diferentes de acordo com a etapa do tratamento. Na coagulação são aplicadas bolhas grossas por ar comprimido com velocidade rápida e na floculação a aeração ocorre com ar comprimido com velocidade lenta, enquanto que na flotação são injetadas microbolhas de ar dissolvido com o objetivo de auxiliar na separação física dos flocos formados da parte líquida tratada, como também aumentar a quantidade de oxigênio dissolvido na água.

Em solução aquosa, a especiação química²⁹ do Alumínio pode incluir formas monoméricas (tanto inorgânicas como orgânicas) e poliméricas, como partículas coloidais, sólidos em suspensão ou como argilas, como apresentado na Figura 3 abaixo.

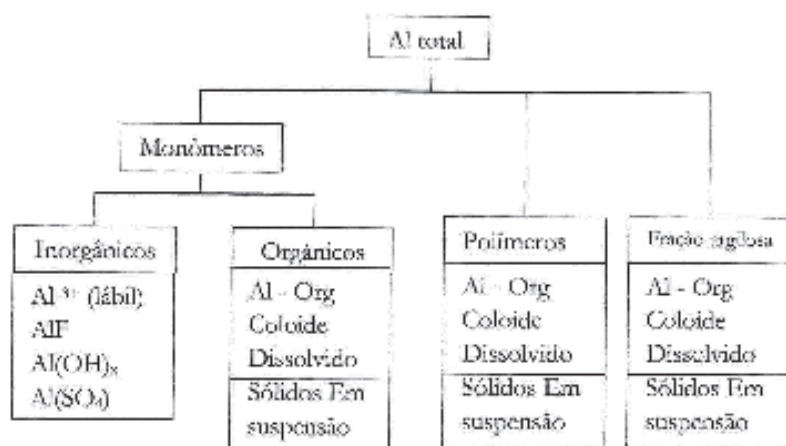


Figura 3 – Esquema representativo das especiação química do Alumínio. Adaptado e traduzido do livro Homeostasis And Toxicology of Non-essential metals, pg. 70.

²⁹ Especiação química, de acordo com a *International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC)*, consiste na distribuição de um elemento entre espécies químicas definidas em um sistema. Em outras palavras, é a distribuição das diferentes espécies de um dado elemento químico numa amostra, considerando as espécies complexadas e não complexadas e a distinção entre os diferentes estados de oxidação. <http://quese.sbq.org.br/online/cadernos/08/05-CTN3.pdf>



Os fatores que interferem na variação das espécies químicas do Alumínio são: o pH, a temperatura, a composição do meio (concentrações de outros compostos químicos), as diferenças de fluxo, dentre outras variáveis, destacando-se também a biota e os compostos químicos que podem ser disponibilizados e processados, por se tratar, no caso em questão, de ecossistema e não um meio isolado, como um tanque de uma unidade industrial. O fator que mais influencia a disponibilidade das espécies de Alumínio é o pH.

A maioria dos sais de Alumínio é caracterizada pela sua alta insolubilidade, num intervalo de pH entre 6 e 8. Segundo Pavanelli³⁰, a solubilidade é alcançada em condições ácidas (pH<6) ou alcalinas (pH>8), e/ou na presença de compostos complexos.

As espécies poliméricas de Al, apresentadas na Figura 3, são extremamente dependentes da química do meio e obedecem a reações muito complexas para serem aqui apresentadas. A título de informação, vale destacar que o Alumínio pode assumir uma grande variedade de compostos, como apresentado por Sposito (1996)³¹, onde são listadas 127 possibilidades de complexos iônicos orgânicos com o Alumínio em sua composição, a partir de dados gerados pela IUPAC e outros pesquisadores. Sposito expõe também que 90% de todo o alumínio dissolvido na forma orgânica complexada, apesar de não poder identificar ao certo todos os compostos, são ácidos carboxílicos, principalmente ácidos fúlvicos e húmicos, com base nas propriedades conhecidas destes complexos orgânicos. Cita que vários outros autores entendem que a formação de íons polinucleares com Alumínio e compostos orgânicos ocorre e que podem inclusive formar complexos do Alumínio com ácidos fúlvicos e com ácidos salicílicos. Por fim, o autor conclui que há necessidade de futuros estudos mais detalhados das propriedades químicas (peso molecular, porcentagem de aromaticidade, tipo de grupo funcional e distribuição, etc.) para poder modelar com sucesso as interações entre o Alumínio e os compostos orgânicos em sistemas naturais.

O hidróxido de alumínio (Al(OH)₃), apresentado na Figura 3, gerado é um colóide carregado positivamente que ao entrar em contato com as impurezas carregadas negativamente e com o polímero catiônico forma os flocos com maior diâmetro, incorporando o lodo, que será flotado na próxima etapa. Parte deste lodo acaba sendo depositado no fundo do corpo hídrico, fazendo com que os produtos químicos utilizados

³⁰ Pavanelli, G. Eficiência de diferentes tipos de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com tor ou turbidez elevada. Consultado em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tdc-21012003-084719/publico/Pavanelli+G.pdf>

³¹ Sposito, G. The Environmental Chemistry Of Aluminum, 1996, ed., 2nd edition, Boca Raton, Florida, CRC Press. – Chapter 2: Aqueous Equilibrium Data For Mononuclear Aluminum Species.



façam parte do sedimento, que será incorporado ao ecossistema e a sua cadeia trófica, de acordo com a sua biodisponibilidade, como será discutido no item 2.5.2 desta Informação Técnica.

No artigo "Biodisponibilidade de metais traço em sedimentos: uma revisão"³², os autores ponderam que o conhecimento das formas das ligações químicas do alimento, nos sedimentos, serve para reconhecer as fontes específicas de poluição no sistema aquático. Sua especiação tem significado importante quanto à biodisponibilidade³³ e à toxicidade e é necessário esclarecer que, embora a biodisponibilidade dos metais nos sedimentos esteja relacionada à fase geoquímica em que esses metais se encontram, sua efetiva biodisponibilização para plantas e animais vai depender das condições ambientais reinantes (composição iônica da água, mudanças de pH, presença de matéria orgânica), que poderão ou não torná-los lábeis ou disponíveis ao meio ambiente. Os principais processos que afetam a biodisponibilidade dos metais são a adsorção, as reações de oxirredução, diluição e o equilíbrio precipitação/dissolução.

Nos dados gerados pelo INEA na amostragem extraordinária de 24 de agosto de 2017, apresentados às fls. 344 deste IC, fica evidente que há uma contribuição significativa deste elemento químico para o sedimento acumulado ao longo do leito do rio, cuja concentração praticamente dobra, passando de 6.950 mg/kg (montante da estação) para 12.850 mg/kg (jusante da estação). Sendo a maior parte do alumínio aplicado na estação direcionada para o lodo, que teve a concentração de 114.350 mg/kg e é encaminhado para o emissário submarino da Barra da Tijuca, diluído por outras correntes de esgoto. Os impactos no ambiente fluvial e marinho ainda são pouco conhecidos e os estudos avaliados demonstram que em ambientes naturais o Alumínio não pode ser modelado por variar muito sua composição nos diferentes ambientes já avaliados, podendo ser tóxico para algumas espécies, conforme discutido a seguir.

Diante do exposto, entende-se que a aplicação de produtos químicos com Alumínio em sua composição às águas dos corpos hídricos necessita de maiores estudos sobre seus impactos nos diferentes ecossistemas brasileiros.

³² V. L. B. SOUZA; V. LIMÃO; C. A. HAZINA; C. K. L. FONSECA; S. O. SANTOS - Biodisponibilidade de metais-traço em sedimentos: uma revisão - BRAZILIAN JOURNAL OF RADIATION SCIENCES, 2015. https://www.researchgate.net/publication/277962188_Biodisponibilidade_de_Metals-traço_em_Sedimentos_Uma_Revisão

³³ A biodisponibilidade de uma espécie química pode ser entendida como a porção elementar que está disponível para ingestão, inalação ou assimilação por um organismo vivo. - definição dada no artigo citado na nota acima.



2.5.3. Aspectos relacionados à biota

Como já especificado nos itens 2.1 e 2.5.2, a metodologia utilizada em ETR's neta o curso d'água de forma similar a que ocorre no tratamento de água captada para consumo, humano ou industrial. Nas ETR's são adicionados produtos químicos, tais como o sulfato de alumínio, para que ocorra a coagulação das impurezas diretamente na calha do curso d'água, o que acarreta a alteração das propriedades físico-químicas do ecossistema aquático, além de acrescentar o alumínio que é um metal com potencial efeito tóxico à biota. Ou seja, o tratamento na calha do rio altera as condições do habitat para a fauna e flora e processos ecossistêmicos.

Parte do alumínio dissolvido na água, no leito flutuante²⁴ e, especialmente, no sedimento, segue pela calha do rio para trecho a jusante, podendo atingir e se acumular no corpo receptor final, no caso específico da ETR Arroio Função, as lagoas de Camarim e da Tijua.

Os metais como o alumínio (Al) encontram-se naturalmente no ambiente, no entanto, atividades antrópicas poluentes, como o caso das ETR's, acarretam aumento de sua concentração no ambiente, o que pode levar a atingir níveis tóxicos aos organismos.

O potencial efeito tóxico de altas concentrações de alumínio sobre a ictiofauna em ecossistemas dulcícolas encontra-se descrito na literatura científica²⁵. Em situações específicas, combinado a pH ácido (inferior a 6) ou básico (superior a 8), o potencial tóxico do alumínio sobre os organismos aumenta²⁶, havendo relatos na literatura científica de

²⁴ Observado no trecho do rio imediatamente a jusante da estação, na ocasião da visita.

²⁵ Lij ABDALLA, R. P. Efeito do Alumínio e Manganês, em pH Ácido, nos parâmetros de estresse oxidativo em machos de *Aegypius algerinus* (Characiformes: Characidae). Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, 2015.

CARGATO, M. M. P.; FERNANDES, M. N.; MARTINEZ, C. B. R. How aluminum exposure promotes neuroregulatory disturbances in the neotropical freshwater fish *Prochilodus lineatus*. *Aquatic Toxicology*, v. 94, p. 40-46, 2009.

CORREIA, T. G. Influência do Alumínio e do pH Ácido Sobre a Fisiologia Reprodutiva de Peixes Teleosteos Continentais. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, 2008.

NARCIZO, A. M. Avaliação da exposição aguda ao alumínio e variações do pH na expressão de gonadotropinas em *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae). Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo, 2009.

POLFO, A. B. S.; OSIBYE, R.; OXNEVAD, S. A.; ANDERSEN, R. A.; HILBO, E.; VOLLESTAD, J. A. Toxicity of Acid Aluminum-rich Water to Seven Freshwater Fish Species: a Comparative Laboratory Study. *Environmental Pollution*, v. 96, n. 2, p. 129-139, 1997.

²⁶ WILSON, R.W. Homeostasis And Toxicology of Non-essential metals Aluminum in Fish Physiology series. p. Cluis M. Wood, Anthony P. Farrell and Colin J. Brauner Honorary Editors; William S. Hoar and David J. Randall, v. 31B, p. 68-104.



redução e até mesmo eliminação de populações naturais de peixes em águas com pH ácido em países escandinavos (Pöhlö *et al.*, 1997)³⁷.

Entre os efeitos da exposição de peixes a altas concentrações de alumínio combinado ao pH ácido, descritos com base em ensaios laboratoriais, destacam-se alterações fisiológicas, como redução do número de ovos e prejuízos a atividade reprodutiva; alterações comportamentais e respiratórias³⁸. Já o acúmulo do alumínio em órgãos de peixes, como brânquias, músculo e fígado, foi identificado em estudos baseados em ensaios laboratoriais, bem como no ambiente natural (Moraes, 2009)³⁹. Informação disponibilizada no site da EPA (United States Environmental Protection Agency) corrobora com os relatos supracitados, ressaltando que o Alumínio em alta concentração pode acumular nas brânquias e causar disfunção respiratória⁴⁰.

Estudos relacionados à toxicidade do alumínio na população humana são recentes, havendo associação do alumínio como um dos fatores de risco para a doença neurodegenerativa como o Mal de Alzheimer⁴¹, a partir da observação da ocorrência de alta concentração deste metal em células cerebrais de portadores da doença, bem como a partir de evidências de neurotoxicidade deste metal.

Estudo realizado no Rio Piracicaba em Minas Gerais, o qual recebe fontes antrópicas de poluição provenientes de atividades industriais, relatou ocorrência de alta concentração de alumínio no músculo de peixes (259,15 mg/g), indicando a possibilidade do consumo do pescado acarretar danos à saúde dos consumidores uma vez que o limite máximo de consumo de Al preconizado pela Organização Mundial de Saúde é de 6 mg/kg/semanal (Moraes, 2009)⁴².

³⁷ PÖHLÖ, A. B. S.; ØSTBYE, K.; ØXNEVAD, S. A.; ANDERSEN, R. A.; HEIBO, E.; VOLLSTAD, I. A. Toxicity of Acid Aluminum rich Water to Seven Freshwater Fish Species: a Comparative Laboratory Study. *Environmental Pollution*, v. 96, n. 2, p. 129-139, 1997.

³⁸ Ig. Vuorinen, P. J.; Vuorinen, M. 1991. Effects of long term prespawning acid/aluminum exposure of whitefish (*Coregonus Warmanoi*) reproduction and blood and plasma parameters. *Finnish Fisheries Research* 12:125-133p.

³⁹ Vuorinen, P. J.H.; Vuorinen M. Pearnes, S.; Rask, M.; Lappalainen, A.; Raitaniemi, J. 1992. Reproductive status, blood chemistry, gill histology and growth of perch (*Perca fluviatilis*) in three acidic lakes. *Environmental Pollution*, 88: 19-27p.

⁴⁰ MORAIS, A. C. T. Concentração de Metais Pesados e Peixes Telésteis do Rio Piracicaba, Minas Gerais, Brasil. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 2009.

⁴¹ <https://www.epa.gov/wqc/aquatic-life-criteria-aluminum>

⁴² WANG, Z.; WEL, X.; YANG, J.; SUO, J.; CHEN, J.; LIU, X.; ZHANG, S. Chronic exposure to aluminum and risk of Alzheimer's disease: A meta-analysis. *Neuroscience Letters*, v. 610, p. 200-206, 2016.

⁴³ MORAIS, A. C. T. Concentração de Metais Pesados e Peixes Telésteis do Rio Piracicaba, Minas Gerais, Brasil. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Viçosa, 2009.



Estudos da ictiofauna das lagoas da baixada de Jacarepaguá realizados na década de 1990 (Bizerril e Primo, 2001)⁴⁵ registraram mais de 50 (cinquenta) espécies peixes na lagoa da Tijoca. Apesar do atual grau de antropização do ecossistema lagunar o que pode levar a redução da diversidade da fauna local, a atividade de pesca artesanal ainda é uma possibilidade nas lagoas da baixada de Jacarepaguá. Considerando serem as lagoas o corpo receptor da água e do sedimento proveniente do rio Arroio Fundo após o tratamento com a adição do sulfato de alumínio, o comportamento do alumínio no ecossistema e seu efeito na biota deve ser avaliado.

Apesar da tendência do alumínio ficar imobilizado no sedimento, deve-se considerar que esta imobilização é um processo relativamente instável, uma vez que o sedimento é um compartimento ativo que não somente acumula material oriundo da coluna d'água como também reprocessa. Ou seja, sob determinadas modificações das condições ambientais, pode ocorrer remobilização do metal ficando novamente disponível para o sistema (água e biota).

Por tudo o exposto entende-se haver indícios que sustentem a possibilidade da metodologia empregada nas UTR's acarretar impactos negativos à biota e até mesmo à população que por ventura consuma pescado da lagoa. Vale ter em vista que a UTR Arroio Fundo opera no local há cerca de nove anos, e que há previsão de implantação de novas unidades em Rios da Bacia hidrográfica o que pode potencializar os possíveis impactos negativos. Contudo, não se tem notícia da realização de monitoramento ou estudo específico no sentido de avaliar o comportamento do alumínio no ecossistema lagunar bem como, os potenciais impactos. Portanto, não há garantias da segurança ambiental da metodologia utilizada nas UTR's no ecossistema lagunar em tela. Da mesma forma, não há análise que demonstre que a implantação da UTR Arroio Fundo trouxe benefícios ao ecossistema lagunar.

Vale ressaltar, que recuperação dos rios e lagoas da sub-bacia hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá deve focar nos agentes degradadores de forma integrada, envolvendo a coleta e a destinação adequada do esgoto *in natura* lançado nos rios e lagoas, ocupação irregular em faixas marginais de proteção e áreas de várzea.

Diante todo o exposto e, ainda, considerando a limitada eficiência na remoção de poluentes verificada para a UTR Arroio Fundo (itens 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4 e 2.3), entende-se que esta metodologia no caso em tela é inadequada como solução para recuperação do rio

⁴⁵ Bizerril, C. R. S. F. & Silveira Braga, P. B. Peixes de Águas Interiores do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: FEMAR - SEMADS, p. 413, 2001.



Arroio Fundo ou mesmo do sistema lagunar, não observando o ecossistema aquático com seu compartimento físico, biótico, e interações e processos ecossistêmicos.

3. CONCLUSÃO

Conforme abordado ao longo da presente Informação Técnica, com base nas constatações feitas durante a vistoria à ETR Arroio Fundo, nas informações contidas nos autos do IC MA 8088, nos documentos produzidos anteriormente pela equipe técnica do GATE e na bibliografia existente relacionada aos processos realizados nas Estações de Tratamento de Rio, destacam-se os seguintes aspectos:

- Em relação às condicionantes da LMO n. 001016/2013, ressalta-se a disposição inadequada de resíduos sólidos na margem direita do rio Arroio Fundo e o lançamento de parte do lodo gerado no processo da ETR na rede coletora de esgoto operada pela CHDAE, além de ser considerado inadequado o pedido de atendimento à NT-202.R-10 e à DZ 215.R-4, que tratam de padrões de lançamento e controle de carga orgânica de efluentes líquidos, uma vez que na estação não ocorrem processos de tratamento e/ou lançamento de efluentes, mas sim de tratamento das águas do rio. Portanto, considera-se mais coerente que seja solicitado na licença o atendimento à Resolução CONAMA n. 357/2005, que estabelece os padrões de qualidade da água de acordo com a classificação do curso hídrico.
- Tanto nas análises realizadas pela Prefeitura, abordadas no item 2.2.2, quanto nas análises realizadas pelo INEA, abordadas nos itens 2.2.3 e 2.2.4 deste documento, nota-se que as eficiências de remoção de diversos parâmetros não atingiram o valor mínimo esperado para o processo Flotflux, empregado na ETR Arroio Fundo. Tal fato, observado em percentual significativo das amostras analisadas, indica que o desempenho da estação, de forma geral, não pode ser considerado satisfatório.
- Os resultados contidos nos Boletins de Monitoramento de Qualidade da Água dos corpos hídricos do sistema lagunar de Jacarepaguá, referentes aos anos de 2012 a 2018, indicam que a implantação da ETR, cuja operação iniciou-se em 2010, não contribuiu de forma significativa para a melhoria da qualidade da água do rio Arroio Fundo, classificada como "ruim" ou "muito ruim" em todas as amostras analisadas, mostrando-se ineficiente no atingimento do seu principal objetivo.
- Insta salientar a provável presença de lançamentos irregulares de efluentes no rio Arroio Fundo a jusante da ETR, refletindo a ausência de ações de ampliação e



melhoria do sistema de coleta e tratamento de efluentes da bacia de Jacarepaguá. Portanto, a implantação de sistema de remediação da qualidade da água através da ETR Arroio Fundo de forma isolada, sem ações complementares abrangendo o sistema de esgotamento da bacia contribuinte, não seria efetivo ainda que fossem alcançadas eficiências máximas de remoção de poluentes no processo realizado na estação. Nota-se, portanto, a adoção de uma medida de remediação dos efeitos desconectada da atuação sobre a causa da poluição dos corpos d'água em referência, que consiste na ausência de sistema eficiente de esgotamento sanitário na região.

- Considerando que o coagulante utilizado no processo de tratamento da ETR é o sulfato de alumínio, deve-se destacar a capacidade do Alumínio de assumir uma grande variedade de compostos, cujas reações são extremamente dependentes da química do meio. Portanto, trabalhos científicos apontam a necessidade de futuros estudos mais detalhados das propriedades químicas de tais compostos para poder modelar com sucesso as interações entre o Alumínio e os compostos orgânicos em sistemas naturais. Dessa forma, e considerando também a tendência dos compostos contendo Alumínio acumularem-se nos sedimentos depositados no fundo do rio e carregados para as lagoas a jusante, entende-se que a aplicação de produtos químicos com este metal em sua composição às águas dos corpos hídricos necessita de maiores estudos sobre seus impactos nos diferentes ecossistemas.
- O potencial efeito tóxico de altas concentrações de Alumínio sobre a ictiofauna em ecossistemas dulcícolas encontra-se descrito na literatura científica. Estudos relacionados à toxicidade do alumínio na população humana são recentes, e apontam este metal como um dos fatores de risco para doenças neurodegenerativas. Por todo o exposto, entende-se haver indícios que sustentem a possibilidade do processo realizado nas ETR's acarretar impactos negativos à biota e até mesmo à população que por ventura consuma pescado das lagoas a jusante da estação, o que demanda a realização de monitoramento ou estudo específico no sentido de avaliar o comportamento do alumínio no ecossistema lagunar bem como, os potenciais impactos.
- Tendo em vista o uso contínuo dessa metodologia e a ausência de demonstração da segurança ambiental para o ecossistema, entende-se que a utilização de ETR's na forma adotada até a presente data, não se mostra adequada como solução para recuperação do rio Arroio Fundo ou mesmo do sistema lagunar, uma vez que não



observa o ecossistema aquático com seu compartimento físico, biótico, suas interações e processos ecossistêmicos, mas apenas questões relativas à qualidade da água.

Vale mencionar que a escolha das Estações de Tratamento de Rio (ETR), propostas como parte das ações a serem implantadas para a Recuperação Ambiental do Complexo Lagunar de Jacarepaguá, não teve sua eficiência comprovada para reduzir a carga de poluentes afluentes ao sistema lagunar, bem como não foram avaliados os impactos associados à sua implantação ou a viabilidade financeira de sua operação⁴¹.

Destaca-se, ainda, que diante da ausência de ganhos ambientais significativos desde o início da operação da ETR Arróio Fundo, deve-se questionar a relação custo/benefício do projeto. Assim, cabe levantar o fato de não conter nos autos do IC MA 8088 dados relativos aos custos de implantação, operação e manutenção da ETR Arróio Fundo.

Portanto, diante do acima exposto, conclui-se que a alternativa de implantação de Estações de Tratamento de Rio como estratégia de recuperação de corpos hídricos deve ser avaliada de forma extremamente criteriosa e cientificamente embasada, uma vez que até o momento a mesma não mostrou-se eficiente no alcance de seus objetivos e a tecnologia empregada no processo é considerada controversa e bastante questionada tecnicamente. Ademais, conclui-se que tal alternativa apenas deve ser considerada após a completa exclusão e inviabilidade de adoção de outras técnicas mais consolidadas para casos críticos⁴², como a implantação de estruturas de Coleta em Tempo Seco (CTS), por exemplo.

JOANA ARCOVERDE TREIGER
Técnica Pericial
Matrícula n. 7141

JULIANA MARTINS BAHIENSE
Técnica Pericial
Matrícula n. 7495

SIMONE MANNUEIMER DE ALVARUNGA
Técnica Pericial
Matrícula n. 2024

⁴¹ Conforme apontado no Parecer Técnico n. 070/2014 elaborado pelo GATE.

⁴² Casos nos quais não é possível a implantação de sistema de esgotamento sanitário convencional, com rede de coleta com sistema separador absoluto, tratamento e disposição final adequados.



ANEXO I

RELATÓRIO FOTOGRÁFICO

Fotografias registradas na área da ETR Arroio Fundo durante a vistoria realizada pelo GATE/MPRJ em 14/01/2019





Figura A.1 - Barreira flutuante responsável pela retenção de resíduos sólidos flutuantes de maiores dimensões.



Figura A.2 - Área localizada na margem direita do rio e destinada ao armazenamento de resíduos sólidos retidos pela barreira flutuante e removidos do leito pela peneira estática, em etapa posterior do processo da ETR.



Figura A.3 - Trecho do rio imediatamente a jusante da barreira flutuante, onde se pode ter uma visão frontal da plataforma flutuante que abriga os sistemas de aeração e de injeção de produtos químicos que compõem o processo da ETR.



Figura A.4 - Etapa de coagulação realizada através da adição de sulfato de alumínio (coagulante) associada à aeração para mistura lenta, aplicados através de sistemas instalados na plataforma flutuante.



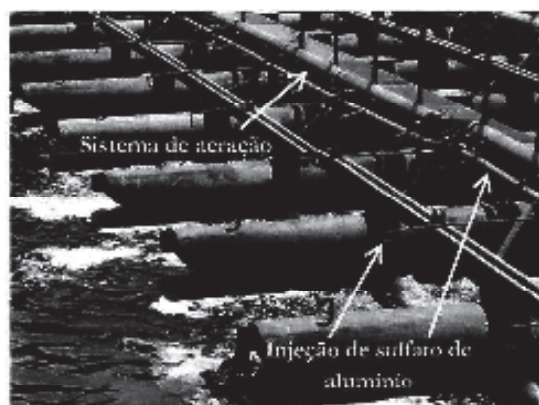


Figura A.5 – Detalhe dos sistemas de aeração e de injeção de coagulante instalados na plataforma flutuante na entrada da bacia de coagulação.



Figura A.6 – Linha de floculação a partir da adição de polímero catiônico (floculante) associada à aeração, aplicados através de sistemas instalados na plataforma flutuante a jusante da bacia de coagulação.

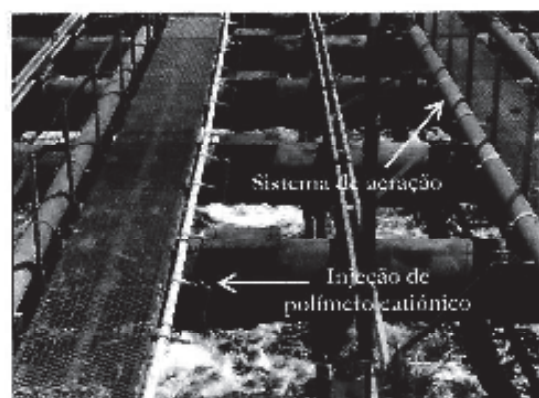


Figura A.7 – Detalhe dos sistemas de aeração e de injeção de flocoante instalados na plataforma flutuante na entrada da bacia de floculação.



Figura A.8 – Painel de controle do sistema de aeração.





Figura A.9 – Etapa de flotação auxiliada por sistema de microaeração instalado na plataforma flutuante a jusante da bacia de coagulação.

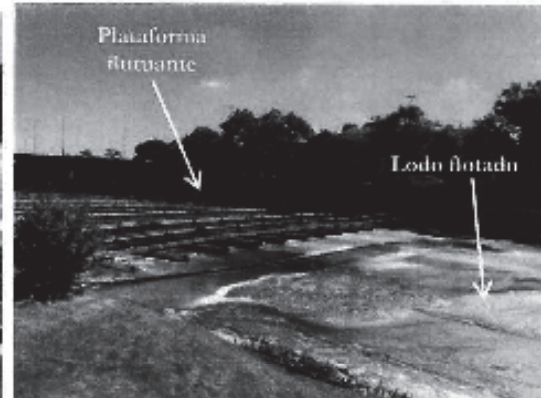


Figura A.10 – Trecho do rio imediatamente a jusante da plataforma flutuante, onde é possível visualizar o lodo flotado.



Figura A.11 – Processo de raspagem superficial do lodo flotado feito por uma estrutura de borracha flutuante. Nota-se que parte do lodo ainda permanece na bacia de flotação após a raspagem.



Figura A.12 – Direcionamento do lodo flotado até as rodas de dragagem através do processo de raspagem.





Figura A.13 – Rodas de dragagem responsáveis pela remoção do lodo flutuante do leito do rio.

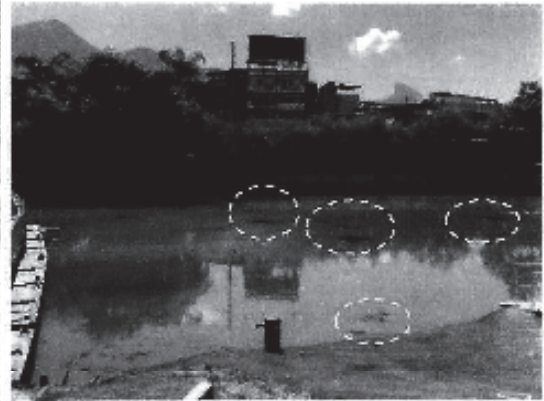


Figura A.14 – Trecho do rio imediatamente a jusante da última etapa do processo de tratamento realizado pela ETR. Destaca-se a presença de lodo flutuante (chamado pelos operadores de "jaratê") no leito do rio já neste trecho, logo a jusante da estação.



Figura A.15 – Sistema de bombeamento da água a jusante da ETR para reciclo, sendo injetada no processo junto ao sistema de microaeração.



Figura A.16 – Peneira estática que remove os sólidos do lodo proveniente das rodas de dragagem. Estes sólidos são armazenados na área mostrada na Figura A.1, juntamente com os resíduos retirados pela barreira flutuante.





Figura A.17 – Poço que recebe a parcela semi-sólida de lodo flutuante removido do leito do rio, após passagem pela peneira estática, de onde é bombeado para a rede coletora de esgoto operada pela CEDAT.



Figura A.18 – Sala de controle das rodas de dragagem.



Figura A.19 – Sala de controle do sistema de microaeração.



Figura A.20 – Local de estocagem dos produtos químicos utilizados na ETR.



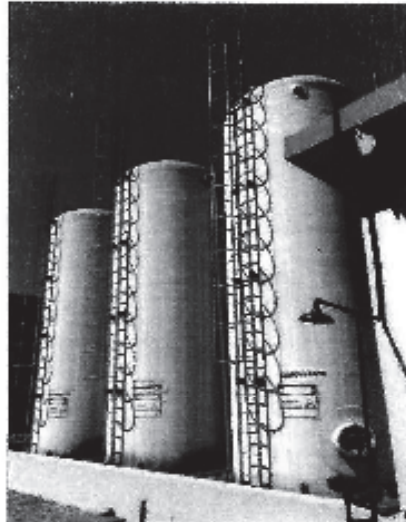


Figura A.21 – Tanques de armazenamento de coagulante utilizado na FTR.



Figura A.22 – Área destinada à oficina para manutenção dos equipamentos utilizados no processo realizado na estação.



Figura A.23 – Tijolos produzidos experimentalmente a partir de resíduos provenientes do lodo flutuado removido do leito do rio. Foi informado durante a vistoria que a produção de tijolos encontra-se paralisada.



Figura A.24 – Aparelhos eletrônicos utilizados para a dosagem dos produtos químicos utilizados na FTR. Foi informado durante a vistoria que estes equipamentos encontram-se inoperantes e que a dosagem está sendo feita de forma manual.



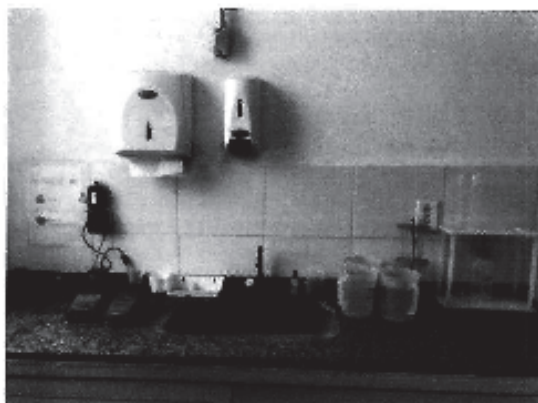


Figura A.25 – Bancada e equipamentos utilizados para a realização de testes de pH e turbidez nas amostras de água do rio coletadas a montante e a jusante da ETR.



Figura A.26 – Amostras de água do rio coletadas a montante (à esquerda) e a jusante (à direita) da ETR no momento da vistoria.





Serviço Público Estadual
Processo nº E-221.007/145/2019
Data: 14/01/2019 Págs. 181
Rubrica: MINISTÉRIO PÚBLICO DO RIO DE JANEIRO
ID. Funcional: 4321794-8

ANEXO II

RELATÓRIO DE OPERAÇÃO DA ETR ARROIO FUNDO

Fotografias do Relatório Diário de Operação referente ao dia 11/01/2019, observado durante a vistoria realizada pelo GATE/MPRJ em 14/01/2019



Endereço: Avenida Nilo Peçanha, 151, 10ª andar - Centro - CEP 20020-110
Telefones da Secretaria do GATE: 2262-1001 / 2262-1040
E-mail: sergate@mprj.mp.br; para reuniões: para.reuniao@mprj.mp.br