

## AVALIAÇÃO ECOTÓXICOLOGICA DE EFLUENTES NA ZONA INDUSTRIAL DE SANTA CRUZ, RJ

Tatiane Vieira de Menezes Coelho; Sirléia Conceição de Medeiros; Ana Cláudia Pimentel de Oliveira  
(Universidade Castelo Branco - Centro de Pesquisa em Biologia - Escola de Saúde e Meio Ambiente,  
Av. Santa Cruz, 1631, Realengo, Rio de Janeiro, RJ –CEP 21.710-250)  
e-mail: [tatianevieira87@gmail.com](mailto:tatianevieira87@gmail.com)

### RESUMO

A grande diversidade das atividades industriais gera efluentes de diversas naturezas, os quais podem poluir o solo e a água. O objetivo deste trabalho foi identificar as principais indústrias/fábricas localizadas na Zona Industrial de Santa Cruz (RJ) e avaliar a qualidade hídrica do Canal de São Francisco, corpo receptor dos efluentes. O potencial poluidor e tipo de resíduo das indústrias/fábricas foram determinados conforme a Resolução CONEMA nº 30. A qualidade de água foi avaliada através de ensaio de ecotoxicidade aguda com *Danio rerio*, seguindo a NBR 15088. A zona industrial contempla 17 indústrias/fábricas. Destas, 01 é classificada como potencial poluidor não determinado (ND), 01 como insignificante (I), 04 como de baixo potencial poluidor (B), 08 como médio (M) e 03 de alto potencial poluidor (A). Nos ensaios ecotoxicológicos realizados com as amostras A e B não foram verificados letalidade ou imobilidade dos organismos-teste, o *Danio rerio*, portanto, as amostras não são consideradas tóxicas, ou seja, não promoveram danos a vida aquática. A toxicidade de um efluente têxtil pode variar de acordo com o tipo de efluente gerado a depender do tipo de processo realizado. Os ensaios indicam que a qualidade da água do canal não compromete a biota aquática, uma vez que não foram observados mortes dos organismos-teste. O que permite concluir que nas águas analisadas não havia poluentes que pudessem configurar danos ao ecossistema. Ensaio com outro organismo mais sensível, como *Daphnia* se faz necessário.

**Palavras-chave:** Impacto Ambiental, Ensaios, *Danio rerio*.

### INTRODUÇÃO

A natureza dos problemas ambientais é parcialmente atribuída à complexidade dos processos industriais utilizados pelo homem. Todo produto, não importa de que material seja feito ou finalidade de uso, provoca um impacto no meio ambiente, seja em função de seu processo produtivo, das matérias-primas que se consome ou devido ao seu uso ou disposição final (Chehebe 1997).

Adas (2002) afirma que o crescimento da geração de resíduos e a alteração das suas características se devem a combinação do aumento populacional aliado ao avanço industrial, a mudança nos hábitos de consumo da população bem como a melhoria na qualidade de vida. A produção de resíduos está relacionada com classe social, pois quanto maior a renda do consumidor maior será a quantidade de lixo gerada por essa pessoa. Isto ocasiona um sério problema ambiental, pois as pessoas consomem visando o seu bem estar sem se preocupar com o destino do seu resíduo. Portanto, o modo de produção do lixo, a sua composição, a quantidade de reaproveitamento e o destino final indicam o desenvolvimento e cultura de uma sociedade.

Moraes & Jordão (2002) menciona que se podem observar vários problemas ambientais ainda não resolvidos, como a precariedade do sistema de água e de esgotos sanitários e industriais; uso abusivo de defensivos agrícolas, a inadequação das soluções utilizadas para o destino do lixo, níveis de poluição e contaminação hídrica, atmosférica, do solo, do subsolo e alimentar.

A grande diversidade das atividades industriais ocasiona durante o processo produtivo, a geração de efluentes de diversas naturezas, os quais podem poluir ou contaminar o solo e a água. De acordo com a Norma Brasileira — NBR 9800/1987, que estabelece os Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário, efluente líquido industrial é o despejo líquido proveniente do estabelecimento industrial, compreendendo emanções de processo industrial, águas de refrigeração poluída, águas pluviais poluídas e esgoto doméstico. Por muito tempo não existiu a preocupação de caracterizar a geração de efluentes líquidos industriais e de avaliar seus impactos no meio ambiente. No entanto, a legislação vigente e a conscientização ambiental fazem com que algumas indústrias desenvolvam atividades para quantificar a vazão e determinar a composição dos efluentes industriais.

A Resolução CONAMA 357 de março de 2005 estabelece que os "os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água, após o devido tratamento e desde que obedeçam as condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis".

As técnicas de tratamento para efluente geralmente estão associadas aos processos tradicionais que combinam tratamento físico (ou físico-químico) com tratamento biológico. A combinação destes tratamentos permite a remoção de matéria orgânica e de compostos eutrofizantes, permitindo atingir os padrões de qualidade para lançamento de efluentes exigidos pela legislação ambiental.

A Resolução CONAMA 430 de 13 de maio de 2011 dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, onde estabelece que ensaios ecotoxicológicos com organismos aquáticos façam parte das exigências da legislação Federal e Estadual na avaliação da qualidade ambiental visando à preservação da vida aquática. Estes ensaios também são utilizados no controle do lançamento de efluentes industriais e de materiais dragados, tanto em ambientes marinho, estuarino ou de água doce, para assegurar a manutenção das condições e padrões de qualidade previamente estabelecidos para um determinado corpo d'água.

O termo ecotoxicologia foi introduzido por Truhalt em 1977, sendo derivado das palavras ecologia e toxicologia, sua introdução reflete a crescente preocupação sobre o efeito de compostos químicos ambientais sobre as espécies, além do homem (Silva *et al.*, 2015).

Embora os primeiros testes de toxicidade com despejos industriais tenham sido realizados entre 1863 e 1917, somente na década de 30 foram realizados testes de toxicidade aguda com organismos aquáticos, com objetivo de estabelecer a relação causa/efeito de substâncias químicas e despejos líquidos (Rand 1995, Silva *et al.*, 2015).

De acordo com Jardim (2004), o teste de toxicidade aquática é uma ferramenta para o estudo dos efeitos dos agentes tóxicos sobre organismos aquáticos e está fundamentado no princípio de que a resposta dos organismos vivos depende da dose do tóxico a que foram submetidos.

São vários os estudos na área e já estão em vigor várias normas e protocolos nacionais e internacionais que definem como devem ser realizados os testes, sendo assim, há um maior grau de confiabilidade nos resultados expressos nas análises ecotoxicológicas. Diante do exposto, o objetivo do trabalho é identificar as principais indústrias/fábricas localizadas no Distrito Industrial de Santa Cruz (RJ) e avaliar a qualidade hídrica do Canal de São Francisco, corpo receptor dos efluentes industriais.

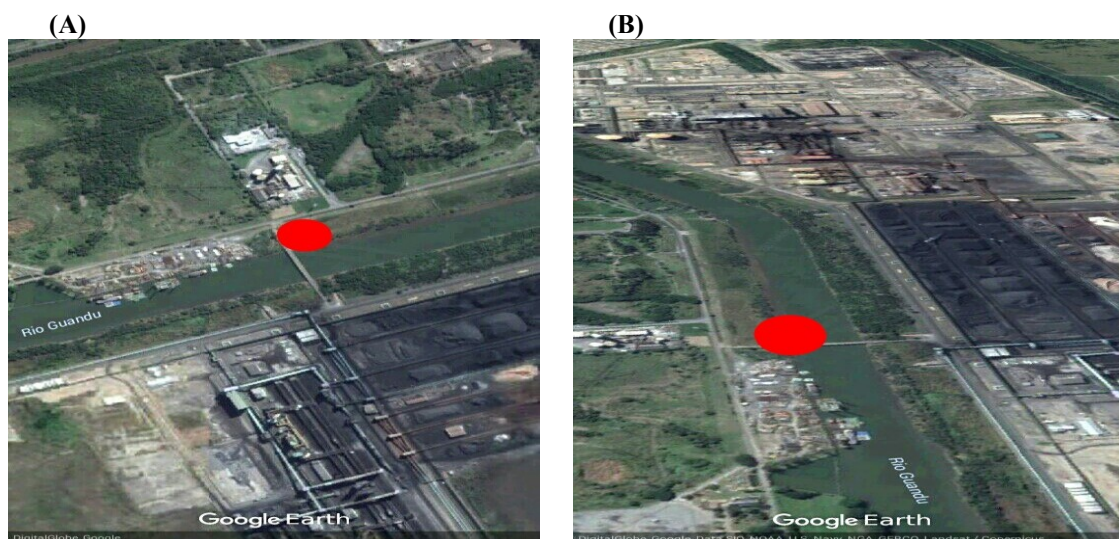
## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho proposto foi realizado em duas etapas: Na primeira parte foi feita uma pesquisa bibliográfica com base de dados do *google.com*, a fim de identificar as indústrias/fábricas localizadas na Zona Industrial de Santa Cruz, no município do Rio de Janeiro. Após a identificação, a atividade industrial foi correlacionada com o seu potencial poluidor e tipo de resíduo através do MN-050.R-5 – Classificação de Atividades Poluidoras citada na Resolução CONEMA 30, de 04 de abril de 2011. O potencial poluidor (PP) foi classificado como alto, baixo, médio e insignificante e foram representados simbolicamente pelas letras A, B, M e I, respectivamente (INEA, 2011).

Na etapa seguinte foi avaliada a qualidade hídrica do Canal de São Francisco, localizado no distrito de Santa Cruz, que recebe as águas do rio Guandu-Mirim e deságua na Baía de Sepetiba. O canal de São Francisco apresenta uma extensão de 0.6 km, liga o Rio Guandu à Baía de Sepetiba, corpo hídrico que pertence ao Sub-bacia do Rio Cação Vermelho e Canais da Baixada de Santa Cruz, Rio de Janeiro.

A avaliação da qualidade de água do Canal foi realizada através de ensaio de toxicidade aguda, seguindo a metodologia determinada na NBR 15088. Para a realização dos ensaios ecotoxicológicos, preliminarmente foi realizada uma coleta de águas superficiais em dois pontos amostrais do Canal de São Francisco, no mês de Outubro de 2016. A amostragem foi feita em período caracterizado por semana sem chuva, em horário de acordo com a maré vazante.

Os dois pontos amostrais foram denominados de (A) e (B). O ponto A está localizado na direção da Avenida João XXIII. A amostragem foi feita de cima de ponte com auxílio de uma corda e balde. O ponto (B) está localizado próximo a Avenida Canal de São Francisco, esta coleta foi realizada nas margens do rio, utilizando também corda e balde (Figura 1).



**Figura 1** – Localização dos pontos de coletas de água no curso do Canal de São Francisco, com sinalização dos pontos de amostragens (A) e (B) em vermelho.

Modificado de: *Google Earth*

A avaliação da qualidade hídrica do canal foi feita através de ensaio de toxicidade aguda, seguindo a norma da ABNT-NBR 15088, utilizando como organismo bioindicador o peixe *Danio rerio*. Para cada ensaio realizado foram utilizados quatro (4) fatores de diluições: 100% da amostra, 50%, 25%, 12,5%, mais a condição controle 100% água de diluição. Os organismos-teste utilizados tinham tamanho aproximado de 1 a 3 cm, adulto. Estes organismos foram expostos à amostra por 48 horas. Os parâmetros analisados durante os ensaios foram pH e oxigênio dissolvido, nos tempos amostrais de 0h (início), 24h e 48h.

O teste foi considerado válido quando a sobrevivência dos organismos-teste na condição controle foi igual ou maior que 90%.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta a listagem das indústrias e fábricas localizadas na Zona Industrial de Santa Cruz (RJ). Este permite verificar que na área tem 17 empreendimentos com diferentes áreas de atuação e tipos de resíduos. Todas as atividades foram classificadas de acordo com o CONEMA 42 (2012).

A classificação dos impactos ambientais permite correlacionar às atividades industriais e os tipos de resíduos dessas atividades com o seu potencial poluidor

O complexo industrial contempla um total de 17 indústrias/fábricas operando, destas somente uma (01) atividade é considerada de potencial poluidor insignificante (I), e outra não determinada (ND). Estas empresas atuam na área de construção, montagem e manutenção industrial e na oferta de cursos e aperfeiçoamento profissional. Estas classificações estão de acordo com os resíduos da produção (Resolução CONEMA nº 42).

Para as demais, 04 indústrias/fábricas estão classificadas como de baixo potencial poluidor (B), 08 classificadas como médio (M) e 03 como de alto potencial poluidor (A).

Conforme já mencionado, a classificação do potencial poluidor está de acordo com o grupo de atividade estabelecido na MN-050.R, porte do empreendimento e tipo de resíduo gerado na linha de produção.

**Tabela 1** – Listagem das Indústrias/Fábricas localizadas na Zona Industrial de Santa Cruz (RJ), áreas de atuações, tipos de resíduos e classificação do potencial poluidor (PP).

INDÚSTRIA / FÁBRICA	ÁREA DE ATUAÇÃO	RESÍDUO	PP
1. Casa da Moeda do Brasil - CMB	A empresa possui três unidades industriais: - Departamento de Cédulas. - Departamento de Moedas e Medalhas. - Departamento de Gráfica Geral.	Metais nobres como: o ouro, prata, outras ligas, aço inoxidável. Tintas fiduciárias, ofsete e calcográfica, laminado.	M
2. Morganite Brasil Ltda	Isolamento térmico, acústico e também refratário.	Lã de fibra cerâmica, concretos refratários, grânulos de vermiculita, sílica de diatomáceas.	M
3. Rexam Beverage Can South America S/A	Fabricação de latas de alumínio.	Bobinas de alumínio, verniz interno, verniz externo, tintas e produtos químicos da lavadora, e óleos lubrificantes.	B
4. Liarte Metalquímica Ltda	Indústria química, atua nos setores de construção civil, têxtil, plástico, couro, adesivo e manutenção industrial.	Resina acrílica, Acrílica-estirenadas, acrílica-vinílica, resinas poliuretânicas, adesivo acrílicos.	M
5. Sicpa Brasil Indústria de Tintas e Sistemas Ltda	Indústria de Tintas e vernizes de impressão em cédulas.	VOC (composto orgânico volátil).	B
6. Pan-Americana S.A. Indústrias Químicas	Indústria química.	Cloro e soda, sulfeto de sódio por via eletrolítica, resinas arilsulfonamidas para esmalte de unhas, hidróxido e carbonato de potássio, cloro líquido, soda cáustica, potassa cáustica, sulfeto de sódio, carbonato de potássio, ácido clorídrico, policloretos de Alumínio e resimpol.	M
7. Fabrica Carioca de Catalisadores S.A.	Fabricação dos catalisadores de craqueamento catalítico.	Silicato de sódio, sílica em solução, soda cáustica, cloreto de terras raras, ácido sulfúrico, ácido clorídrico, ácido nítrico e ácido fosfórico, amônia anidra e diluição de amônia.	M
8. Transcor Indústria de Pigmentos e Corantes Ltda	Pigmentos e corantes.	Concentrados a base d'água, mono pigmentados, concentrados a base de resina, alquídica longa em óleo em aguarrás, mono pigmentados. Concentrados a base de resina Alquídica Curta em óleo de Coco em Xilol, mono pigmentados. Concentrados a base de resina Alquídica Média em óleo de Soja em Xilol, mono pigmentados. Concentrados mono	M

		pigmentados para uso industrial, compostos com uma resina Aldeídica-Cetônica.	
9. Gerdau aços longos s/a	Fabricação de produtos em aço.	Carvão como combustível, permite alcançar altas temperaturas, necessárias à fusão do minério. Tipos de aço: Aço CarbonoLigados / Especiais: Para construção mecânica: Aços ferramenta:	A
10. Tkcsa - Thyssenkrupp Companhia Siderurgica do Atlântico Ltda	Fabricação de placas de aço.	Carvão, carvão metalúrgico, minério de ferro, escória granulada de alto-forno, graxas e lubrificantes, ferro gusa (fase líquida) e sucata de aço e/ou de gusa (fase sólida), sínter de minério de ferro e pelotas de minério de ferro.	A
11. Linde Gases Ltda	Gases industriais.	Produtos químicos gasosos, amônia, monóxido de carbono, etileno, óxido de etileno, cloreto de hidrogênio, dióxido de enxofre e hexafluoreto de enxofre	B
12. Rolls-Royce Brasil Ltda	Fornecimento de sistemas de energia e serviços para uso em terra, mar e ar.	Derivados do petróleo.	A
13. Aciquimica Industrial Ltda	Químicos industriais.	Sulfato de manganês; Zinco, óxido de cobre; vapor, águas residuais.	M
14. Ecolab Química Ltda	Produtos químicos.	Acetona, etanol, ácidos, papel, cartão, embalagem.	M
15. Furnas-Centrals Elétricas S.A.	Geração de energia elétrica. Empresa estatal vinculada ao Ministério de Minas e Energia.	Gera energia elétrica a partir da queima de óleo combustível e do gás natural de petróleo.	B
16. Misel Engenharia Eireli	Construção, montagem e manutenção industrial.	Não tem	I
17. Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial Senai	Cursos e aperfeiçoamento profissional.	Não tem	ND

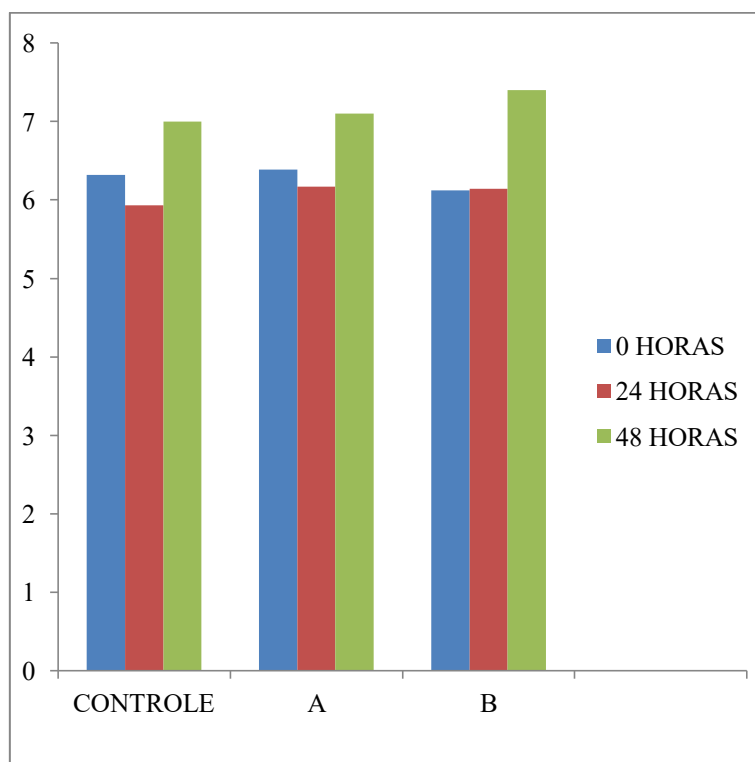
PP (potencial poluidor); A (Alto); M (médio), B (baixo); I (insignificante) e ND (não determinado).

As indústrias/fábricas classificadas como de baixo potencial poluidor atuam na fabricação de latas de alumínio, tintas e vernizes para impressão, gases industriais e geração de energia elétrica.

As indústrias/fábricas classificadas como de médio potencial poluidor, representam 47% das atividades. Estas apresentam como resíduo de suas atividades metais pesados, tintas, verniz, resinas, compostos orgânicos voláteis, cloro, soda entre outros.

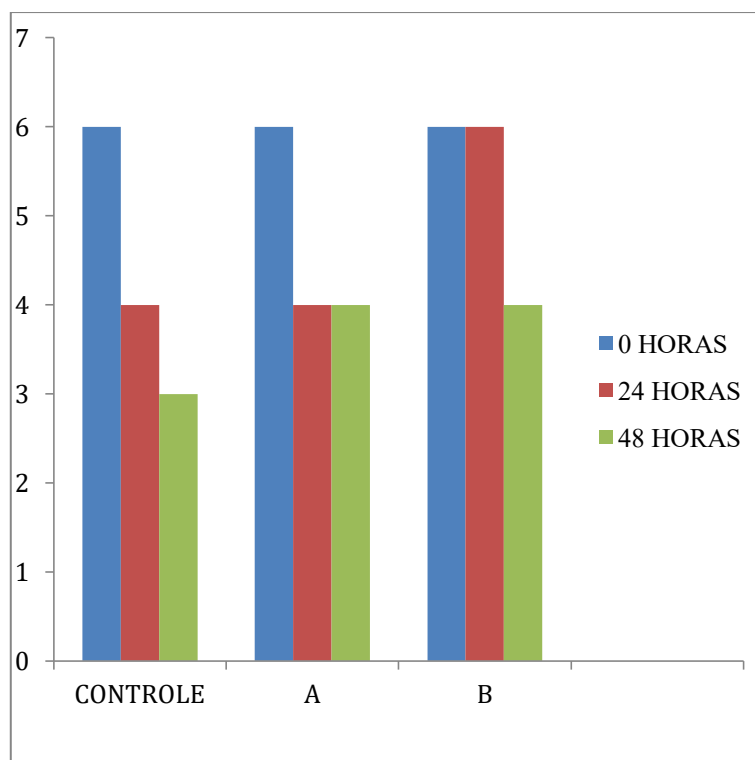
As atividades que tem área de atuação na fabricação de produtos em aço e fornecimento de energia, como a Gerdau aços, Tkcsa Thyssenkrupp e a Rolls-Royce Brasil são classificadas como potencial poluidor A, representam apenas 17% das atividades da zona industrial de Santa Cruz.

A figura 2 evidencia os valores de pH determinados durante os ensaios ecotoxicológicos. De forma geral, os valores variaram de pH 6,1 a pH 7,2. Estes resultados estão de acordo com o descrito na Resolução CONAMA 430, o valor aceitável de emissão de efluentes, em relação ao pH deve ser entre 5 e 9.



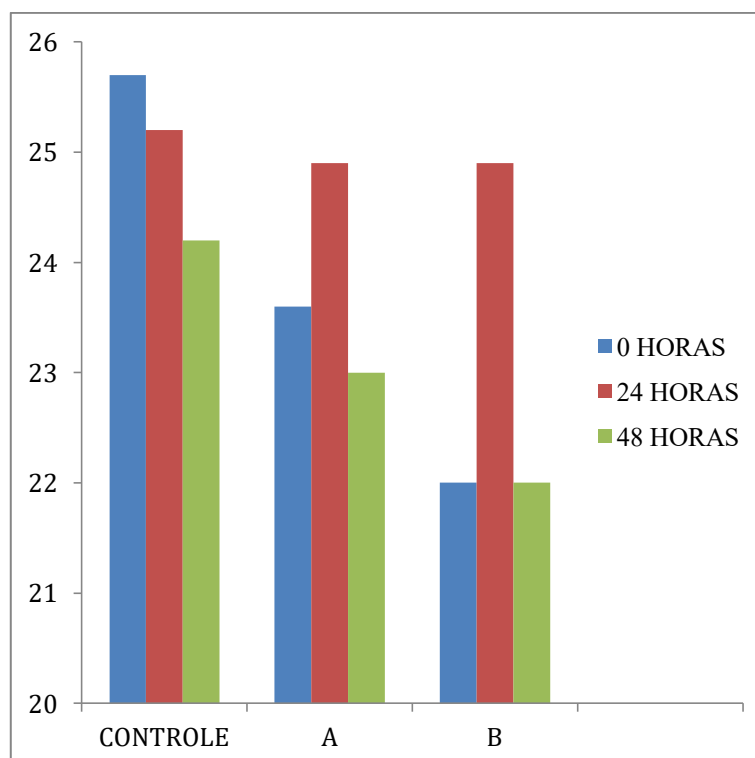
**Figura 2:** Valores de pH determinados durante os ensaios ecotoxicológicos nas amostras dos pontos (A – Ponte) e (B- Beira) do Canal de São Francisco da Zona Industrial de Santa Cruz (RJ) realizados com o organismo-teste, *Danio rerio*.

A figura 3 apresenta as concentrações de oxigênio dissolvido (mg/L). As concentrações variaram de 3 mg/L a 6mg/L de OD, tais concentrações não caracterizam um ambiente anóxico e estão dentro da faixa recomendada pela ABNT 15088. Enquanto, o CONAMA N° 357 determina que a concentração de oxigênio dissolvido não pode ser inferior a 6 mg/L, nos ensaios ecotoxicológicos, em qualquer amostra de água doce, sendo esta uma concentração mínima para que não cause danos ao bioindicador.



**Figura 3:** Concentrações de Oxigênio dissolvido (mg/L) determinadas durante os ensaios ecotoxicológicos nas amostras dos pontos (A – Ponte) e (B- Beira) do Canal de São Francisco da Zona Industrial de Santa Cruz (RJ) realizados com o organismo-teste, *Danio rerio*.

Os valores de temperatura tiveram mínima de 22°C e máxima de 25,7°C (Figura 4). Estes também estão dentro da faixa recomendada pela ABNT 15088.



**Figura 4:** Valores de Temperatura (°C) determinadas durante os ensaios ecotoxicológicos nas amostras dos pontos (A – Ponte) e (B- Beira) do Canal de São Francisco da Zona Industrial de Santa Cruz (RJ) realizados com o organismo-teste, *Danio rerio*.

Nos ensaios ecotoxicológicos realizados com as duas amostras do Canal de São Francisco (pontos A e B) não foram verificadas letalidade ou imobilidade dos organismos-teste, *Danio rerio*, portanto, a amostra é considerada não tóxica, ou seja não promoveu danos a vida aquática.

Castro (2008) relata que verificou que a toxicidade de um efluente têxtil variou entre as diversas coletas realizadas, tanto para o efluente bruto como o tratado. Isso provavelmente se deve ao fato de o tipo de efluente gerado pela indústria depender do tipo de processo realizado, o que evidencia a dificuldade de interpretação de trabalhos e até a divergência de alguns autores com relação a um mesmo resultado.

De acordo com Lundstedt (2003), deve ocorrer um controle mais efetivo de efluentes emitidos em rios, de modo que esses efluentes não prejudiquem a biota dos rios. Confirmando, que se o efluente for tóxico pode desestabilizar o ecossistema onde ele foi lançado.

## CONCLUSÃO

A Zona Industrial de Santa Cruz é caracterizada por apresentar, predominantemente atividades consideradas de médio potencial poluidor. Entretanto, os ensaios ecotoxicológicos realizados indicam que a qualidade da água do Canal São Francisco, que recebe o efluente da Zona Industrial de Santa Cruz (RJ) não compromete a biota aquática, uma vez que não foram observados mortes dos organismos-teste. O que permite concluir que nas amostras analisadas de água desse corpo hídrico não haviam poluentes que pudessem configurar danos ao ecossistema.

Contudo, mais ensaios ecotoxicológicos devem ser realizados a fim de estabelecer um monitoramento mais ponderado. Ensaios com outros organismos-teste, como *Daphnia* também se fazem necessários para uma melhor compreensão da sensibilidade e dos efeitos de diferentes contaminantes à biota aquática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adas, M. (2002) Geografia: Os impasses da globalização e o mundo desenvolvido. 4.ed. São Paulo: Moderna.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 15088. (2011) Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com peixes.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 9800. (1987) Critérios para lançamento de efluentes líquidos industriais no sistema coletor público de esgoto sanitário.
- Castro, A.A.S. (2008) Avaliação ecotoxicológica de efluentes industriais utilizando *Danio rerio* Hamilton Buchanan, 1822 (Teleostei Cyprinidae). Dissertação de Mestrado do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <http://www.repositorio.ufrn.br:8080/jspui/bitstream/123456789/12481/1/AnaAASC.pdf>. Acessado em 14/11/2016.
- Chehebe, J. R. (1997) Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark,CNI.
- Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio de Janeiro. CONEMA Resolução nº 30, de 04 de abril de 2011. Disponível em: [http://www.rj.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=141ddd3-b079-4189-bb70-5005ae94d356&groupId=132946](http://www.rj.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=141ddd3-b079-4189-bb70-5005ae94d356&groupId=132946). Acessado em 14/11/2016.
- Conselho Estadual de Meio Ambiente do Rio de Janeiro. Resolução Nº. 42 de 17 de agosto de 2012, disponível em: <[http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1052411/DLFE-53946.pdf/Res\\_CONEMA\\_42\\_12.pdf](http://download.rj.gov.br/documentos/10112/1052411/DLFE-53946.pdf/Res_CONEMA_42_12.pdf). Acessado em 14/11/2016.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Disponível em: <HTTP://www.mma.gov.br/port/CONAMA/res/res05/res35705.pdf>. Acessado em 14/11/2016.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. CONAMA RESOLUÇÃO No 430, DE 13 DE MAIO DE 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acessado em 14/11/2016.
- Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA). Resolução INEA nº 32 de 15 de abril de 2011. Disponível em: <http://www.macaerj.gov.br/midia/conteudo/arquivos/1354963279.pdf>. Acessado em 26/10/2016.
- Jardim, G. M. (2004) Estudos ecotoxicológicos da água do sedimento do Rio Corumbataí, SP. Dissertação de Mestrado da Escola superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- Lundstedt, R.(2003) Utilização de testes de toxicidade em peixes TELEOSTEI PAULISTINHA (*Danio rerio*) nos efluentes do rio Sarapuí. Augustus, Rio de Janeiro, vol 08, n. 16, jan./jun.
- Moraes, D. S. L.; Jordão, B. Q. (2002) Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. Revista Saúde Pública, v. 36. n. 3, p. 370-374.
- Silva D.C.V.R ; Pompêo M. ; Paiva T.C.B. (2015). A Ecotoxicologia No Contexto Atual No Brasil – Pompêo et al. (Orgs.) Ecologia de reservatórios e interfaces, São Paulo : Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- Truhaut, R.. (1977) Eco-Toxicology – Objectives, principles and perspectives. Ecotoxicology and Environmental Safety, Vol. 1, Nº 2.