

## Análise da influência do Cloreto de Ferro III no ambiente aquático

### Analysis of the influence of iron chloride III in water bodies

Leonardo Barbosa <sup>(1)</sup>Ricardo Costa Fernandes <sup>(1)</sup>Carlos Suetoshi Miyazawa <sup>(2)</sup>

**Resumo.** O Cloreto de Ferro III é empregado no tratamento de esgoto industrial. Posteriormente, foi introduzido em processos de fotogravura por ser um composto pouco tóxico. O presente trabalho tem caráter inédito, tendo como principal objetivo estudar as mudanças causadas no ambiente aquático pelo Cloreto de Ferro III, analisando impactos tanto biológicos quanto químicos em estruturas metálicas. Os resultados obtidos com análises químicas e biológicas demonstraram o impacto da solução quando descartada em ambientes aquáticos lóticos e ao entrar em contato com a superfície de vigas formadas, em parte, por ferro. Os testes biológicos foram realizados a partir da água retirada de um lago do parque "Celso Daniel", município de Santo André – SP, em ambiente com temperatura controlada. O descarte de soluções de Cloreto de Ferro III em ambientes aquáticos de maneira arbitrária ocasiona a degradação de estruturas metálicas e impacta a fauna local, sendo necessário um estudo mais aprofundado de como seu descarte inadequado influencia o meio ambiente.

**Palavras-chave:** Cloreto de ferro III; ambiente aquático lótico; degradação; estruturas metálicas.

**Abstract.** Iron chloride III is applied to treat industrial waste. Later on, it was introduced in photo-engraving procedures as it is a lowly toxic compound. The present paper brings new information on the study of changes occurred in aquatic environments due to iron chloride III; we analyzed biological and chemical impacts in metallic structures. Results obtained with chemical and biological analyzes have shown the impact of the solution as it is discharged into lotic environments, as well as it gets contact with partly iron-made joists. Biological tests were carried out with water taken from a lake within "Celso Daniel" park, located in Santo André (São Paulo State, Brazil), with controlled temperature. Discharge of iron chloride III solutions into aquatic bodies arbitrarily brings in degradation of metallic structures, and it also impacts the local fauna. A more detailed study might be necessary to know whether inappropriate discharge of iron chloride III influences the environment.

**Keywords:** Iron chloride III; lotic environment; degradation; metallic structures.

<sup>(1)</sup> Discentes do curso de Bacharelado em Ciências e Tecnologia (BC&T) da Universidade Federal do ABC (UFABC); e-mail: [leonardo@aluno.ufabc.edu.br](mailto:leonardo@aluno.ufabc.edu.br)

<sup>(2)</sup> UFABC, Centro de Ciências Naturais e Humanas (CCNH).

Recebido em: 25 ago. 2013

Aceito em: 20 out. 2013

Publicado em: 30 abr. 2014

## 1 Introdução

O Cloreto de Ferro III é aplicado no tratamento de esgoto industrial e caseiro (SPIRO & STIGLIANI, 2009). Também é usado na manufatura de cores, pigmentos e tintas; como um agente clorificante e como catalisador em reações de cloração de aromáticos (PATNAIK, 2003).

O Cloreto de Ferro III foi introduzido no processo de fotogravura por ser um composto pouco tóxico em comparação com os ácidos que eram utilizados anteriormente, como o caso do ácido nítrico. Segundo Nishiyama *et al.* (2012), o descarte indevido da solução de Cloreto de Ferro III usada no processo de fotogravura pode causar danos ambientais, como a alteração de pH,

exterminação de colônias de bactérias e fungos e corrosão de estruturas metálicas submersas.

Assim, tornou-se necessário um trabalho que fosse capaz de analisar a presença do Cloreto de Ferro III e de outras soluções provenientes do processo da fotogravura em meios aquáticos.

O presente trabalho é inédito, não havendo praticamente outros estudos nesta área, o que explica o fato de existirem poucas referências bibliográficas sobre o assunto.

O objetivo desse trabalho consiste em estudar as mudanças causadas no ambiente aquático pelo Cloreto de Ferro III, analisando impactos tanto biológicos quanto em estruturas metálicas.

## 2 Materiais e métodos

No presente trabalho foram empregados os seguintes equipamentos: banho-maria com entrada para béquer, espectrofotômetro DR 500 HACH, estufa bacteriológica, microscópio Zeiss Primo Star, lupa estereomicroscópica Zeiss, balança analítica, dois aquários de 18 x 39 x 16,5 cm<sup>3</sup> com 11,5 litros de água (Fig. 1), 2 kg de pedras de aquário, dois filtros biológicos de cano de PVC e duas Bombas submersas de aquário.

No presente trabalho foram utilizados os seguintes reagentes: 20 litros de água do lago do parque “Celso Daniel”, município de Santo André - SP, fitas de pH, soluções de Cloreto de Ferro III Hexahidratado (2,7%, 7,3% e 20%), nove peças de vergalhão de ferro oxidadas com massa de 12±1 g e 2 cm de altura, 12 g de Cobre metálico e 500 g de Cloreto de Ferro III Hexahidratado.

Todas as soluções tiveram suas temperaturas controladas por um banho-maria com variação de temperatura de ± 2°C.

As peças foram expostas a três concentrações de Cloreto de Ferro III Hexahidratado, sendo elas 2,7%, 7,3% e 20%.

Para a simulação de uma peça nova, sem traços de óxidos de ferro, a peça foi submetida a uma solução de Ácido Clorídrico P.A. por volta de dois minutos e posteriormente neutralizada com Hidróxido de Sódio 4M.

Todas as peças de ferro tinham massa de 13±1 g e tamanho de 2,0±0,2 cm.

O volume das soluções em todos os testes se manteve em 60 ml.

Todos os testes tiveram a mesma duração, sendo analisados após 1 hora.

Após a corrosão, as peças de ferro foram neutralizadas, lavadas e secas em estufa por um dia, para que sua massa fosse determinada e comparada com sua massa anterior.

Dois aquários de 18 x 39 x 16,5 cm<sup>3</sup> com 11,5 litros de água cada um, expostos à mesma quantidade de luz, tiveram em sua concentração aproximadamente 1/4

de água natural, retirada do lago do parque “Celso Daniel”. Ambos foram equipados com aeradores de água e um sistema de filtragem biológico, que envolve pedras de aquário e tubulação feita com canos de PVC, montada sob estas pedras. O desenvolvimento de bactérias decompositoras foi favorecido com a movimentação da água por todo o aquário, sendo possível a manutenção dos ciclos dos nutrientes existentes nos aquários.

Após um mês de circulação da água, sem nenhuma alteração no sistema, foram retiradas amostras de água de cada aquário para crescimento de colônias bacterianas em placas de Petri, mantidas para encubação em estufa bacteriológica a 36°C por uma semana, com observação diária das placas.

Em um dos aquários foi adicionado 1 g de Cloreto de Ferro III Hexahidratado. Após um mês de circulação de água, foram retiradas amostras de água periódicas para a análise bacteriológica em placas de Petri.

A análise bacteriológica consistiu na observação em microscópio óptico, em lupas estereoscópicas e na observação da densidade de população bacteriana presente na placa.



Figura 1 – Aquários utilizados no experimento.

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Testes de corrosão de ferro por solução de Cloreto de Ferro III

Como mostram as Figuras 2 e 3, o Cloreto de Ferro III corroeu o ferro, sendo a velocidade da corrosão dependente da concentração de Cloreto de Ferro III e da temperatura do ambiente.

Em soluções mais concentradas, houve uma maior taxa de corrosão; a temperatura, em alguns casos, teve um papel de catalisador da reação.

Observou-se que, nas peças oxidadas em ambientes com temperaturas acima de 31°C, houve uma queda

brusca na taxa de corrosão, diferentemente do que ocorre nas peças sem a camada de óxidos (Fig. 2). Este fato pode ter relação com a taxa de proteção do hidróxido de ferro, presente nas peças com camada de óxidos (Fig. 3) e a temperatura da solução. Também há relação entre a reação de oxidação do Cloreto de Ferro III, que causa perda de cloro em altas temperaturas, acarretando diretamente influência na diminuição da corrosão nas peças.

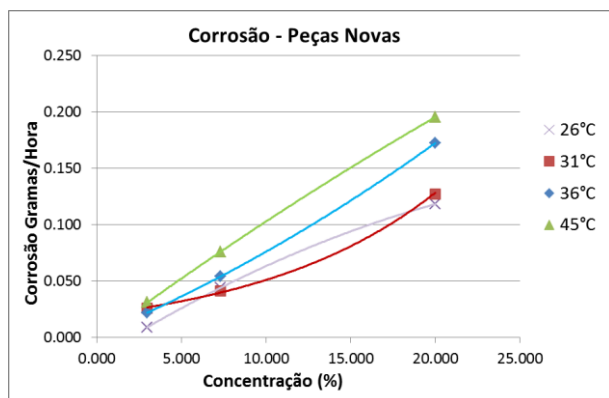


Figura 2 – Gráfico mostrando a taxa de corrosão do Cloreto de Ferro III em peças de ferro sem a camada de óxidos.

Como a taxa de corrosão é considerável em longo prazo, esta pode causar efeitos desvantajosos em estruturas metálicas.

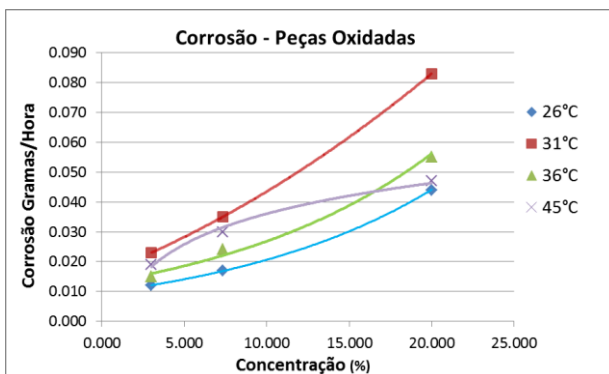


Figura 3 – Gráfico mostrando a taxa de corrosão do Cloreto de Ferro III em peças de ferro com a camada de óxidos.

Houve, também, maior corrosão nas peças sem a camada de óxidos (Fig. 4), pois o ferro metálico é diretamente exposto ao agente corrosivo, ocasionando um processo de reação direta de corrosão, enquanto nas peças com camada de óxidos o processo de corrosão envolve inicialmente a ionização da camada de óxidos de ferro e, em seguida, a reação de corrosão, gerando um processo mais lento.

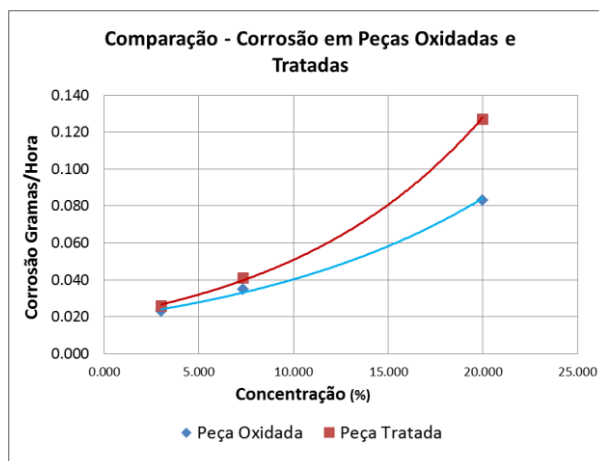


Figura 4 – Gráfico mostrando a relação entre a taxa de corrosão do Cloreto de Ferro III em peças novas e tratadas.

### 3.2 Análise a respeito da influência do Cloreto de Ferro III em meio lótico

O estudo morfológico básico das bactérias (Fig. 5) mostra um grupo semelhante ao gênero *Escherichia*, por ter média de tamanho similar ao grupo, e apresentarem condensação bacilar, embora uma análise mais acurada do grupo de bactérias encontradas não tenha sido realizada e deva ser feito em estudos posteriores.

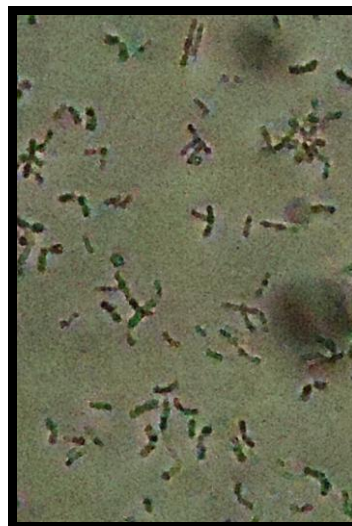
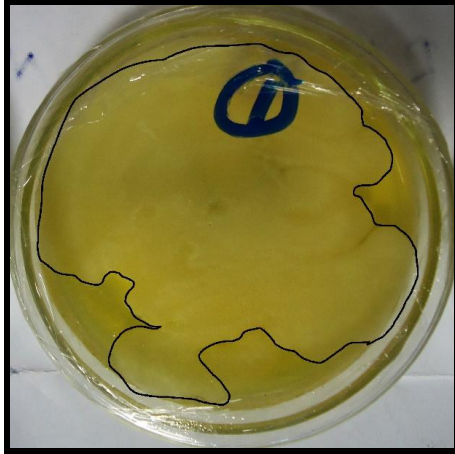


Figura 5 – Foto microscópica das bactérias encontradas na colônia exposta ao Cloreto de Ferro III.

Houve crescimento de colônia bacteriana em todas as placas de Petri, sendo notável um crescimento maior nas placas com bactérias expostas ao Cloreto de Ferro III (Fig. 6 e Fig. 7).

O pH ótimo para crescimento de *E. coli* está entre 6,0 e 8,0; entretanto, este pode ocorrer em uma faixa maior de pH, que vai de 4,3 a 10,0. O pH do aquário exposto ao Cloreto de Ferro III se manteve, durante

todo o experimento, em  $5,0 \pm 1$  e o pH do aquário sem exposição de Cloreto de Ferro III se manteve em  $7,0 \pm 1$ , ambos se encontrando na faixa de pH de crescimento para as bactérias, principalmente do grupo de *E. coli*.



**Figura 6** – Colônia bacteriana (destacada), a partir de amostras de água exposta ao Cloreto de Ferro III.

Desta forma, nota-se que a presença do Cloreto de Ferro III deixa o pH mais ácido, o que diminui a probabilidade de sobrevivência de peixes, pois Zaions & Baldisserotto (2000) discorrem sobre o fato que ocorre em *Rhamdia quelen*, em que a faixa de pH ideal vai de 5,0 a 9,0 sendo que pH abaixo de 4,0 praticamente elimina a ictiofauna do local.

#### 4 Considerações finais

Os resultados encontrados no presente trabalho mostram que, de fato, o Cloreto de Ferro III tem ação biológica, modificando o pH da água, deixando-o mais baixo e próximo de 5,0, que é um valor baixo para parte dos seres vivos aquáticos, principalmente peixes e macrófitas aquáticas. Bactérias crescem bem em meio com pH de 4,3 a 10,0 e, inclusive, têm vantagens com a presença do Cloreto de Ferro III, o que demonstra que estas usam o íon metálico em seu metabolismo e tem vantagens em seu desenvolvimento.

A taxa máxima onde nem mesmo estas bactérias sobrevivem em ambientes aquáticos será tema de trabalhos futuros. O fato é que a colocação de Cloreto de Ferro III, mesmo em concentrações baixas como 1g em 10 L de água, é o suficiente para modificar as condi-

#### 5 Agradecimentos

Agradecimentos à UFABC, pelo espaço, reagentes disponibilizados e bolsa de PDPD concedida; à CAPES, pela bolsa de JTC concedida, e aos técnicos de laboratório Johnson Delibero Angelo, Danielle Gonzales, Rodrigo Ferreira Prata e Bárbara Alonso Vieira Luiz pelo auxílio e apoio durante a realização do presente trabalho.



**Figura 7** – Colônia bacteriana (destacada), a partir de amostras de água sem presença de Cloreto de Ferro III.

Por outro lado, as bactérias expostas ao aquário com Cloreto de Ferro III deveriam obter um menor crescimento, uma vez que “grande parte das bactérias se desenvolvem melhor em uma estreita faixa de pH próxima da neutralidade, entre 6,5 e 7,5” (TORTORA, *et al.*, 2010). Isto não ocorreu experimentalmente. Este fato pode ser explicado pela maior concentração de íons ferro na solução, sendo que este é um mineral importante na manutenção da vida e promove um maior e melhor crescimento das bactérias no meio. (PATNAIK, 2003).

ções ambientais, favorecendo o crescimento de certas bactérias. A presença do filtro biológico em ambos os aquários que faz a circulação da água por todo o sistema, auxilia também no crescimento de bactérias, as quais fazem o equilíbrio do ambiente. Como este filtro foi igual no controle e no aquário com o Cloreto de Ferro III, não houve diferença neste sentido. Os aquários podem ter mais grupos de bactérias não identificadas com os testes realizados.

Testes para a determinação da taxa máxima de tolerância de bactérias ao Cloreto de Ferro III serão realizados em experimentos futuros, assim como a análise da tolerância de espécies de peixes nativos de distintas bacias hidrográficas quando em meio aquoso contendo Cloreto de Ferro III.

## Referências

NISHIYAMA, A. T.; MANDAJI, G.; ALVES, K. B.; BARBOSA, L. A.; FERNANDES, R. C.; OLIVEIRA, T. C. Reutilização do Cloreto Férrico. 53p. *Trabalho de Conclusão de Curso* (Técnico em Química). Escola Técnica “Lauro Gomes”, São Bernardo, 2012.

PATNAIK, P. *Handbook of Inorganic Chemical Compounds*. New York: McGraw-Hill, 2003.

SPIRO, T. G.; STIGLIANI W. M. *Química Ambiental*. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. *Microbiology: An Introduction*. 10.ed. San Francisco: Pearson Prentice Hall, 2010.

ZAIONS, M. I.; BALDISSEROTTO, B. Na<sup>+</sup> and K<sup>+</sup> body levels and survival of fingerlings of *Rhamdia quelen* (Siluriformes, Pimelodidae) exposed to acute changes of water pH. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 30, n. 6, Dec. 2000.

### Como citar este artigo científico

BARBOSA, L.; FERNANDES, R. C.; MIYAZAWA, C. S. Análise da influência do Cloreto de Ferro III no ambiente aquático. *Scientia Vitae*, vol. 1, n. 4, ano 2, abr. 2014, p. 61-65. Disponível em: <[www.revistaifsp.com/](http://www.revistaifsp.com/)>; acesso em: \_\_/\_\_/\_\_.