

IX-003 - ANÁLISE DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA ARMAZENADA EM LAGOAS DE DETENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM PARA REÚSO AGRÍCOLA, URBANO E EM PISCICULTURA.

Selma Thaís Bruno da Silva⁽¹⁾

Tecnóloga em Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Educação e Tecnologia/RN (IFRN). Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Cícero Onofre de Andrade Neto

Professor Associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPgES / UFRN.

Maria del Pilar Durante Ingunza

Professora Associada da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPgES / UFRN.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária (UFRN/PPgES), Campus Universitário, BR 101 s/n Lagoa Nova – Natal - RN - CEP: 59072-970 - Brasil - Telefone: +55 (84) 8842-4315 - e-mail: thaisbs19@yahoo.com.br

RESUMO

O uso de águas de lagoas de detenção e infiltração dos sistemas de drenagem urbana destaca-se como uma interessante fonte de aproveitamento de água. A inserção destas no meio urbano pode resultar numa diminuição de custos com transporte de água, e seu uso contribui com a preservação de águas de melhores qualidades para fins mais nobres. É necessário que a qualidade encontrada nestas lagoas seja compatível com os usos pretendidos e dentre esses usos inclui-se o agrícola, o piscícola e fins urbanos. Foi analisada a qualidade da água de seis lagoas de detenção e infiltração do sistema de drenagem de Natal para avaliar a qualidade microbiológica e parasitológica de suas águas com vistas à utilização em fins agrícola, urbano e em piscicultura. Observando-se os parâmetros de turbidez, coliformes termotolerantes, DQO, sólidos suspensos totais e ovos de helmintos pode-se concluir que as águas das lagoas situadas em bacias hidrográficas com melhores condições de saneamento apresentaram maiores possibilidades de utilização em fins agrícolas, urbanos e piscícolas, em virtude dos pequenos riscos sanitários oferecidos. O teor de coliformes termotolerantes encontrado nas águas das seis lagoas estudadas impôs restrição de uso para fins urbanos, e a água de apenas uma das lagoas analisadas apresentou compatibilidade com este uso.

PALAVRAS-CHAVE: Lagoas de detenção e infiltração, Qualidade microbiológica de água, Reúso agrícola, urbano e em piscicultura.

INTRODUÇÃO

O aproveitamento de água das lagoas de detenção e retenção de sistemas de drenagem pode ser uma alternativa interessante de reaproveitamento de água no meio urbano, contribuindo para a conservação de fontes de água potável para fins nobres. Para tal, é necessário que a qualidade da água seja compatível com o uso proposto ou pretendido, e dentre esses usos inclui-se o agrícola, urbano não potável e em piscicultura.

O Brasil não dispõe de regulamentos para reúso de água, apesar de esforços já terem sido observados nesse sentido, a exemplo da Resolução N° 54 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, ou diversos estudos no âmbito do PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (FLORÊNCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSSE, M. M. *et al.*, 2006) que direcionam quais parâmetros e limites a serem adotados em atividades de reúso. Em 2008, Bastos e outros reuniram limites de parâmetros microbiológicos para subsidiar a regulamentação de reúso da água no Brasil (BASTOS *et al.*, 2008).

A ausência de padrões nacionais para reúso resulta na adoção de padrões internacionais que são, em alguns casos, muito restritivos e ultrapassam limites relacionados à segurança.

Para uso urbano irrestrito, no qual inclui-se irrigação (campos de esporte, parques e jardins, áreas verdes de cemitérios etc), usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso irrestrito ao público, descarga de

toiletas, combate à incêndio, e outros usos com exposição similar a qualidade do efluente tratado proposto pela USEPA (2004), deve ser: turbidez ≤ 2 uT, cloro residual total (CRT) ≥ 1 mg/L, ausência de CTerm e organismos patogênicos, pH de 6 a 9 e DBO ≤ 10 mg/L.

Já para uso urbano restrito (irrigação de parques e canteiros de rodovias, usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso controlado ou restrito ao público, e usos na construção civil) a USEPA (2004) indica que as concentrações dos esgotos sanitários tratados devem ser: pH entre 6 e 9, DBO ≤ 30 mg/L, SST ≤ 30 mg/L, coliformes termotolerantes ≤ 200 UFC/100mL e CRT ≥ 1 mg/L.

Os estudos no âmbito do PROSAB indicam as seguintes diretrizes para usos urbanos de esgoto sanitário: para usos irrestritos (irrigação de campos de esporte, parques, jardins e cemitérios, usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso irrestrito ao público, limpeza de ruas, canteiros de rodovias etc) considera-se a concentração de coliformes termotolerantes ≤ 200 UFC/100mL e ≤ 1 ovo de helminto/L; para usos restritos (irrigação de parques e canteiros de rodovias, usos ornamentais e paisagísticos em áreas com acesso restrito ao público, abatimento de poeira em estradas vicinais, usos na construção etc) a concentração de coliformes termotolerantes é de $\leq 1 \times 10^4$ UFC/100mL e ≤ 1 ovo helminto/L.

Os padrões do PROSAB para uso agrícola de esgotos sanitários são de: $\leq 1 \times 10^3$ UFC/100mL e ≤ 1 ovo helminto/L para irrigação irrestrita, e $\leq 1 \times 10^4$ UFC/100mL e ≤ 1 ovo helminto/L para irrigação restrita (FLORÊNCIO, BASTOS E AISSE, 2006).

Para aplicação de esgotos domésticos em tanques piscícolas, os riscos claramente observados estão associados a trabalhadores que manipulam os tanques e aos consumidores dos peixes. Há possibilidade de contaminação por helmintos, bactérias, protozoários, vírus, além de problemas relacionados à toxicidade e bioacumulação, por transferência de contaminantes através da cadeia alimentar.

Aquino, Gradwohl e Santos (2007) apontam que a possibilidade de bactérias atingirem o músculo de peixes, ocorre apenas quando o cultivo é realizado em meio líquido com concentração maior que 10^4 a 10^5 NMP/100 mL de coliformes termotolerantes e Salmonella.

Santos *et al.*, (2009) adotaram a espécie tilápia do nilo para análise de adequação do cultivo, em termos de crescimento das espécies e riscos sanitários oriundos da presença de coliformes termotolerantes, salmonella e Estafilococcus. Foram usadas águas com diferentes qualidades em cada um dos três tanques adotados, sendo um deles abastecido com esgoto doméstico tratado em lagoas de estabilização sem aeração mecânica, e os demais com água de melhor qualidade. Foi possível concluir com este estudo que até mesmo no tanque abastecido com esgoto doméstico sem aeração mecânica não houve contaminação nos músculos dos peixes.

Para o PROSAB a concentração recomendada de coliformes termotolerantes e de ovos de helmintos no afluente ao tanque piscícola é de: $< 1 \times 10^4$ UFC/100mL e ≤ 1 ovo de nematoide intestinal humano; no tanque piscícola a concentração é: $\leq 1 \times 10^3$ UFC/100mL e ≤ 1 ovo de nematoide intestinal humano. (FLORÊNCIO, BASTOS E AISSE, 2006).

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram analisadas as águas de seis lagoas de retenção e infiltração, denominadas CTG, Makro, Manoel Felipe, Alagamar, Petrobrás e Preá (Figura 1), que para efeito de simplificação serão denominadas de lagoas A, B, C, D, E e F. Todas as lagoas estão situadas na cidade de Natal, e correspondem a aproximadamente 17% do total de lagoas de drenagem do município.

O ponto de coleta das águas das lagoas foi sempre aquele que seria o possível local de onde a água seria retirada para utilização produtiva.

Foram realizadas vinte coletas em cada lagoa analisada, no período compreendido entre janeiro e agosto de 2010.



Figura 1: Imagem das lagoas de retenção estudadas. A) Lagoa do CTG, B) Lagoa do Makro, C) Lagoa Manoel Felipe, D) Lagoa de Alagamar, E) Lagoa da Petrobrás e F) Lagoa do Preá.

As lagoas A (CTG) e B (Makro) estão situadas na mesma bacia hidrográfica, e apresentam similaridades com a lagoa C (Manoel Felipe), seja em relação ao aspecto visual de suas águas ou quanto às condições de saneamento existente em suas bacias. As duas primeiras estão situadas em bacia hidrográfica que, apesar de possuir baixa cobertura de rede coletora de esgotos, é ocupada por população que possui alto poder aquisitivo e, dessa forma, é pouco observado o lançamento de águas servidas nas vias públicas.

A lagoa C (Manoel Felipe) está situada em uma bacia que possui elevada cobertura de rede de esgotos, e também é, em sua grande parte, ocupada por população de alta renda e muitos prédios comerciais.

A lagoa D (Alagamar) está localizada em bacia hidrográfica que possui elevada cobertura de rede coletora de esgotos, entretanto, na sua área interna está situada uma estação elevatória de esgotos do sistema existente, que ao apresentar problemas operacionais pode vir a ser fonte de contaminação das águas de drenagem da lagoa. As lagoas que possuíam águas com pior aspecto visual eram E (Petrobrás) e F (Preá). Para E (Petrobrás) há indícios de lançamento de esgoto, e foi observado em F (Preá) o lançamento durante o período de coleta. Essas lagoas estão localizadas em bacias com nenhuma e pequena cobertura de rede de esgoto respectivamente. Muito resíduo sólido foi observado nas águas das lagoas E (Petrobrás) e F (Preá).

O aspecto geral das águas, e das estruturas das lagoas estudadas, assim como informações relacionadas às condições de saneamento da bacia hidrográfica onde cada lagoa está inserida, e usos percebidos ou existentes, são resumidos na Tabela 1:

Tabela 1 – Principais características das lagoas de retenção e infiltração estudadas.

Lagoa	Aspecto geral da água	Usos percebidos ou existentes	Condições de saneamento na bacia**
A	Pouco poluída	Controle de poeiras em obras; recreação de contato primário; pesca	Aproximadamente 0% de cobertura de sistema de coleta de esgoto
B	Pouco poluída	Não percebido	Aproximadamente 0% de cobertura de sistema de coleta de esgoto
C*	Turva	Recreacional	Grande cobertura de rede coletora de esgoto
D	Razoável poluição; presença de macrófitas	Não percebido	Grande cobertura de rede coletora de esgoto.
E	Razoável poluição; presença de resíduos sólidos; indícios de recebimento de esgotos	Não percebido	0% de cobertura de sistema de coleta de esgoto
F	Elevada poluição; presença de resíduos sólidos; recebimento de esgotos	Não percebido	Pequena cobertura de sistema de coleta de esgoto

* Lagoa inserida no Parque Cidade da Criança, que durante toda a pesquisa encontrava-se em obras inclusive para aumentar a profundidade da lagoa.

** Em todas as bacias há coleta regular de resíduos sólidos com frequência de duas vezes por semana.

Os parâmetros analisados, assim como os métodos de determinação e referência adotada, estão detalhados na Tabela 2:

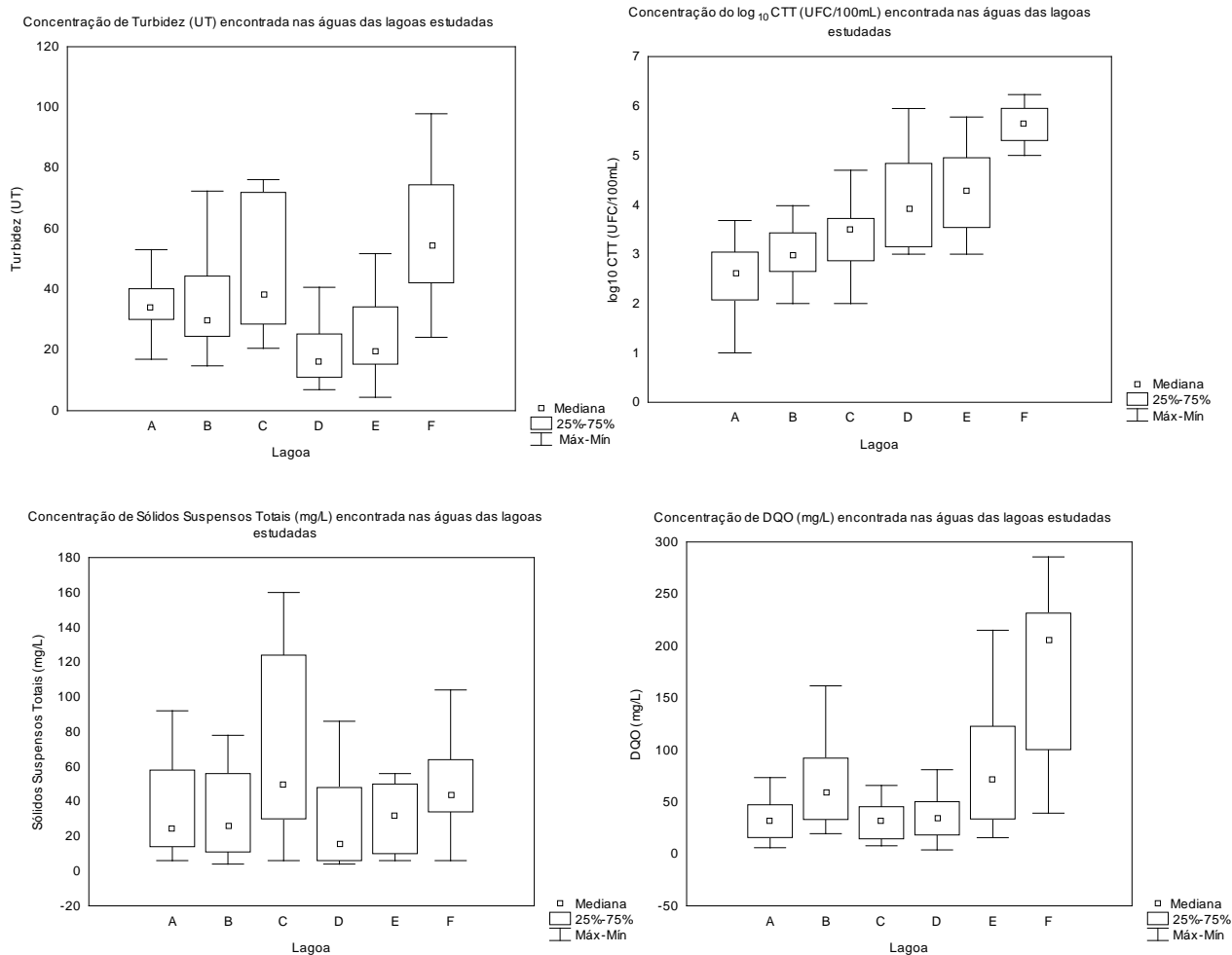
Tabela 2- Parâmetros analisados e seus respectivos métodos de determinação.

PARÂMETRO	MÉTODO	REFERÊNCIA	CÓDIGO STANDARD METHODS
Turbidez	Turbidimétrico	APHA <i>et al</i> , 1998	2130 B
Col. Termot.	Membrana Filtrante	APHA <i>et al</i> , 1998	9222
Ovos helmintos	Contagem ovos de helmintos	BAILINGER, 1979	
DQO	Refluxação Fechada	APHA <i>et al</i> , 1998	5220 C
SST	Gravimétrico	APHA <i>et al</i> , 1998	2540

RESULTADOS

Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 1.

Figura 1: Box plot dos parâmetros analisados nas águas das lagoas estudadas



Fatores como, por exemplo, elevado adensamento populacional, presença de estação elevatória na área interna de lagoas do sistema de drenagem, pouca consciência ambiental da população, podem contribuir para deterioração das águas armazenadas nestas lagoas. Dessa forma, percebe-se que mesmo a lagoa D está situada em bacia hidrográfica com elevada cobertura de rede coletora de esgoto sua água apresentou razoável grau de contaminação. Observa-se também, que apesar das lagoas A e B estarem situadas em bacias com baixa cobertura de sistema de coleta de esgotos, suas águas apresentaram baixo aspecto de poluição.

A concentração de ovos de helmintos encontrada nas águas de todas as lagoas foi a mesma: < 1 ovo/L. É importante comentar que apenas na lagoa F (Preá), e em uma única amostra, foi encontrado um (1) ovo. Para as demais amostras, e para as outras lagoas, o resultado encontrado foi zero (0) ovos. A mesma concentração de ovos de helmintos foi encontrada para todas as lagoas em função da expressão de resultados que é feita a partir de fórmula que considera para efeito de cálculo o número médio de ovos encontrados, e diferentes volumes.

Analisando-se juntamente a concentração de CTerm e ovos de helmintos dos padrões recomendados por estudos do PROSAB, observou-se que para uso das águas em tanques piscícolas apenas as águas das lagoas A e B apresentam concentrações de coliformes que permitem tal aplicação. As águas das lagoas C e D podem ser usadas como afluente aos tanques piscícolas. Analisando-se os riscos de contaminação de coliformes nos músculos de peixes, observou-se que com exceção das águas da lagoa F as demais lagoas apresentam concentrações de CTerm abaixo de 10^4 , o que não representa, portanto, riscos de contaminação nos músculos de peixes.

Considerando-se a utilização urbana recomendada pelos estudos no âmbito do PROSAB as águas da lagoa A podem ser destinadas ao uso urbano irrestrito, e as águas das lagoas B e C podem ser destinadas a usos urbanos restritos.

Para utilização agrícola, observou-se que as águas das lagoas A e B se adequam às recomendações dos estudos no âmbito do PROSAB para irrigação irrestrita, enquanto as lagoas C e D são adequadas para uso restrito. Para as demais lagoas, E e F, é necessário tratamento prévio para posterior utilização.

Com a análise dos gráficos de DQO é possível identificar que há diferença entre as águas das lagoas analisadas, assim como, a concentração encontrada na lagoa F permite afirmar que suas águas se assemelham a esgoto fraco.

CONCLUSÕES

Para uso em piscicultura, e considerando-se as recomendações do PROSAB, as concentrações de CTerm encontradas nas águas das lagoas impuseram as seguintes condições: apenas duas lagoas (A e B) são adequadas para abastecer tanques piscícolas. Duas são adequadas para serem usadas como afluentes a tanques, e outras duas (E e F) não são adequadas para utilização, em virtude dos valores de CTerm acima de limites recomendados.

De acordo com as recomendações dos estudos do PROSAB para uso agrícola, duas lagoas são adequadas para uso irrestrito (lagoas A e B), duas para uso restrito (lagoas C e D), e as demais (lagoas E e F) necessitam de tratamento prévio.

A concentração de coliformes termotolerantes encontrada nas águas das seis lagoas estudadas impôs restrição de uso para fins urbanos. Apenas as águas de uma das lagoas analisadas (lagoa A) apresentou compatibilidade com este uso. No entanto, como foi observada a ausência de ovos de helmintos, é possível afirmar que com simples desinfecção das águas das demais lagoas há capacidade de ampliação de seus usos urbanos, com a diminuição dos riscos sanitários apresentados para padrões toleráveis.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA; AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION – AWWA; WATER ENVIRONMENT FEDERATION – WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 20ed. Washington D. C. 1998.
2. AQUINO, M. D. de; GRADVOHL, S. T. S.; SANTOS, E. S. **Reúso em Piscicultura**. In: MOTA, S.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. (orgs) Reúso de águas em irrigação e piscicultura. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará/Centro de Tecnologia, 2007.
3. BASTOS, R. K. X.; KIPERSTOK, A.; CHERNICHARO, C. A. de L.; FLORENCIO, L.; MONTEGGIA, L. O.; VON SPERLING, M.; AISSE, M. M.; BEVILACQUA, P. D.; PIVELI, R. P. Subsídios à regulamentação do reúso de água no Brasil. Utilização de esgotos sanitários tratados para fins agrícolas, urbanos e piscicultura. **Revista DAE**, [São Paulo], v. 177, p. 50-62, 2008.
4. FLORÊNCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (Coord.). **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Recife, PE: ABES, 2006.
5. SANTOS, E.S.; OLIVEIRA, M. A.; MOTA, S.; AQUINO, M. D.; VASCONCELOS, M. M. Crescimento e qualidade dos avelinos de tilápia do Nilo produzidos em esgotos domésticos tratados. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 40, n. 2, p.232-239, 2009.
6. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for water reuse**, Washington DC: USEPA, 2004. Disponível em <<http://www.epa.gov>>. Acesso em: 09 fev 2011.