

IX-077 - ANÁLISE DE ADEQUAÇÃO DO USO DAS ÁGUAS DE LAGOAS DE DETENÇÃO E INFILTRAÇÃO EM IRRIGAÇÃO

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

As lagoas de detenção e infiltração do sistema de drenagem urbana geralmente possuem a função de proteger a população contra os efeitos indesejáveis de enchentes. Geralmente as águas de tais lagoas não são utilizadas e o seu potencial é desperdiçado. Por estarem disseminadas nas cidades pode-se reduzir os custos com transporte de água, além de permitir a preservação de águas de melhor qualidade. Um dos possíveis usos é a irrigação de áreas verdes de vias públicas, de áreas particulares, praças, etc . A qualidade destas águas sofre influência de lançamentos indevidos de esgotos sanitários na rede de drenagem. O estudo foi realizado em seis lagoas de detenção e infiltração do sistema de drenagem de Natal, situadas na zona sul da cidade, e com o objetivo de verificar as condições de uso de suas águas em irrigação. As lagoas são representativas das características de lagoas de detenção e infiltração que estão disseminadas em Natal, assim como no Brasil. Indiretamente também objetiva incentivar a disseminação das águas destas lagoas como uma fonte de água com potenciais de outros usos no meio urbano. Não foi observada restrição severa ao uso das águas das lagoas na irrigação. Para duas lagoas, a concentração de coliformes termotolerantes sugere que suas águas sejam tratadas previamente antes de utilizadas na irrigação, para que se eliminem riscos sanitários, seja aos trabalhadores ou transeuntes que possam ter contato com esta água. A velocidade de infiltração das águas das lagoas analisadas impôs uma condição de uso moderado, mas os efeitos são potencializados apenas em solos pouco arenosos, que não se trata da realidade dos solos de Natal.

PALAVRAS-CHAVE: Água de reúso; Uso de águas pluviais, Qualidade de Água, Irrigação, Lagoas de detenção e infiltração.

INTRODUÇÃO

Tem sido desprezado o potencial de aproveitamento de águas do sistema de drenagem armazenadas em lagoas de detenção e infiltração, seja pelo desconhecimento da qualidade dessas águas, ou por ações que não promovem a preservação das suas qualidades, como por exemplo, o lançamento de esgotos clandestinos na rede de drenagem.

Águas acumuladas em lagoas de detenção e infiltração geralmente são utilizadas unicamente para recarga de aquífero, mas muitas são as aplicações possíveis. Uma delas é para irrigação, seja em áreas agrícolas ou em áreas verdes inseridas no meio urbano, que estão situadas muitas vezes nas suas redondezas.

A distribuição dessas lagoas no meio urbano é uma vantagem a mais no processo de reaproveitamento de suas águas. Tendo em vista que boa parte dos custos para a aquisição de água está relacionada ao transporte destas até os locais de consumo, a inserção de fontes de água no meio urbano e, portanto, próximo aos pontos de consumo, implica em redução de custos.

Alguns critérios de qualidade devem ser obedecidos para uso de águas em irrigação, a fim de se evitar problemas ao solo ou às culturas vegetais, e correspondem em geral, às concentrações de salinidade, a

velocidade de infiltração, a presença de substâncias tóxicas e excesso de nutrientes, além de ser necessária a observação dos riscos sanitários que podem existir em função da presença em determinadas concentrações de organismos patogênicos.

O presente trabalho objetiva analisar qualitativamente a água de seis lagoas de retenção e infiltração de águas pluviais, indicando se tais águas apresentam ou não possibilidades de serem utilizadas em irrigação. As lagoas são representativas para a cidade de Natal, assim como, se trata de uma reprodução das condições de lagoas de retenção em infiltração espalhadas pelo país.

Para Ayers e Westcot (1991), água cuja condutividade elétrica (CEa) está situada abaixo de 0,7 dS/m não apresenta problema relacionado à salinidade, dispensando técnicas de gestão dessa água. Já aquelas com CEa entre 0,7 e 3,0 dS/m, possuem salinidade moderada, podendo ser necessária alguma técnica de gestão especial para seu uso. Para águas com CEa maior que 3,0 dS/m as técnicas de gestão necessárias já serão mais intensas, e em alguns casos será preciso substituir o cultivo por outro que apresente maior tolerância à salinidade.

A análise da velocidade de infiltração (considera-se tanto a RAS° quanto a salinidade) deve ser feita por representar um importante conceito para a engenharia sanitária, uma vez que águas com baixa velocidade de infiltração podem causar condições propícias ao desenvolvimento de vetores.

Dentre as substâncias que podem conferir efeitos tóxicos, destaca-se o sódio, o boro e cloretos. Florêncio, Bastos, Aisse, *et al* (2006) trazem referências para os níveis máximos toleráveis de cloreto, em águas de irrigação. Para águas usadas em irrigação superficial, concentrações menores que 140 mg/L não apresentam restrição ao uso, enquanto que concentrações maiores de 350 mg/L apresentam severa restrição, e valores situados entre 140 mg/L e 350 mg/L representam restrição moderada.

O íon sódio atua como dispersante do material constituinte do solo, e a toxicidade por este íon é claramente identificada pela elevada proporção de sódio na água, através do resultado da RAS°. Em irrigação superficial, valores de RAS° menores que 3 não apresentam restrição; valores variando entre 3 e 9 apresentam restrição moderada; e valores de RAS° maiores que 9 possuem severa restrição ao uso em irrigação superficial.

Outro problema potencial ao desenvolvimento de vegetais é a aplicação de águas de irrigação que contenham elevados valores de nitrogênio. Comumente em águas de irrigação o nitrato é a forma mais predominante. Dessa forma, destaca-se que águas de irrigação que apresentam concentrações de nitrato menores que 5 mg/L não possuem restrição de uso; águas com concentrações entre 5 e 30 mg/L, possuem restrição moderada; e águas com concentrações maiores que 30 mg/L possuem restrição severa ao uso em irrigação. Os efeitos da aplicação de quantidades excessivas em vegetais podem ser: aumentar o crescimento, retardar a maturação ou provocar colheitas de baixa qualidade (AYERS E WESTCOT (1991)).

Também é importante considerar a infiltração de água com nitrato nos aquíferos. O limite de nitrato considerado para evitar contaminações é de 10 mg/L.

A Resolução CONAMA 357/05 traz concentrações de determinados parâmetros que permitem o enquadramento de águas em função do uso pretendido. Águas enquadradas na Classe 3 podem ser destinadas à irrigação de cultura arbóreas. Para tal devem apresentar pH entre 6 e 9; sólidos dissolvidos totais (SDT) ≤ 500 mg/L; nitrato ≤ 10 mg/L; cloretos ≤ 250 mg/L; e coliformes termotolerantes (CTer) ≤ 2500 UFC/100 mL.

Os estudos realizados no âmbito do Programa de Pesquisa em Saneamento Básico (PROSAB) indicam que para uso de águas em irrigação irrestrita (irrigação superficial ou por aspersão de qualquer cultura, inclusive alimentícia consumida crua) a concentração de CTer deve ser $\leq 1 \times 10^3$ UFC/100mL, e ≤ 1 ovo de helminto/litro. Para irrigação restrita (irrigação superficial ou por aspersão de qualquer cultura não ingerida crua, incluindo culturas alimentícias e não alimentícias, forrageiras, pastagens e árvores) recomenda-se a concentração de CTer $\leq 1 \times 10^4$ UFC/100mL, e ≤ 1 ovo de helminto/litro (FLORENCIO, BASTOS, AISSE, et al. (2006))

Para a USEPA (2004) águas com teor de SDT < 500 mg/L os efeitos prejudiciais da salinidade não são percebidos; águas com teor entre 500 e 1000 mg/L podem ter os efeitos da salinidade percebidos em culturas sensíveis; águas com concentração entre 1000 e 2000 mg/L os efeitos da salinidade são percebidos em muitas espécies e é provável que sejam necessárias técnicas de gestão para o uso destas águas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Natal, no estado do Rio Grande do Norte, em seis lagoas de retenção e infiltração (Figura 1), denominadas de lagoa do CTG, Alagamar, Preá, Makro, Manoel Felipe, Petrobrás. Este estudo faz parte de outro mais amplo, que visa a verificação da qualidade das águas destas lagoas para utilização em outros usos, como por exemplo em indústrias, piscicultura, etc. As lagoas estudadas apresentam, em uma primeira aproximação, distintos patamares de qualidade de água, variando entre supostamente pouco poluída, até lagoas supostamente muito poluídas, e lagoas com qualidade intermediária (Tabela 1). As características observadas em cada lagoa estudada se assemelham as características de outras lagoas do município, mas de maneira mais abrangente são semelhantes a lagoas de retenção espalhadas no Brasil.

Tabela 1: Resumo dos principais aspectos observados nas lagoas de retenção e infiltração estudadas

Lagoas	Área da bacia (ha)	Aspecto geral da água da lagoa	Aspecto geral das estruturas
CTG	1016	Baixa contaminação	Boa conservação
MAKRO	1016	Baixa contaminação	Má conservação; ausência de cercas e vegetação crescida.
MANOEL FELIPE	714,8	Baixa contaminação	Em obras
ALAGAMAR	949,3	Média contaminação	Elevada inclinação de taludes; vegetação bastantes crescida; presença de estação elevatória de esgotos na área interna da lagoa; cercas e portões bem conservados.
PETROBRÁS	431,8	Média contaminação	Elevada inclinação de taludes; vegetação bastante crescida; formação de bancos de areia; presença de resíduos sólidos na água; indícios de recebimento de esgoto; cercas mal conservadas.
PREÁ	1264,8	Elevada contaminação	Vegetação bastante crescida; cerca e portões de proteção quebrados; presença de resíduos sólidos na água; recebimento de água servida.

Nas bacias de drenagem onde estão inseridas todas as lagoas estudadas há sistema regular de coleta de resíduos sólidos.

Em relação ao sistema de coleta de esgotos domésticos, apenas nas bacias onde estão inseridas as lagoas de Preá, Alagamar e Manoel Felipe há sistema de coleta. Nas demais bacias a disposição de esgotos domésticos ocorre em tanques sépticos.

A bacia onde está a lagoa do Preá localiza-se numa área que apresenta condição socioeconômica heterogênea, ocupada em relativa porcentagem por população de baixa renda, e com insuficiente sistema de coleta dos esgotos domésticos gerados. Estes fatores associados explicam o grande lançamento de águas servidas nas vias públicas, que culminam por alcançar os dispositivos de drenagem, contribuindo para deterioração da qualidade da água da lagoa do Preá.

Na lagoa de Alagamar há uma estação elevatória de esgotos domésticos, que representa um problema em potencial com a possibilidade de contaminação das águas pluviais por esgoto caso aconteçam problemas operacionais e vazamentos na estação elevatória. Além disso, a cobertura do sistema de coleta e tratamento dos esgotos não contempla toda a bacia onde a lagoa de Alagamar está localizada.

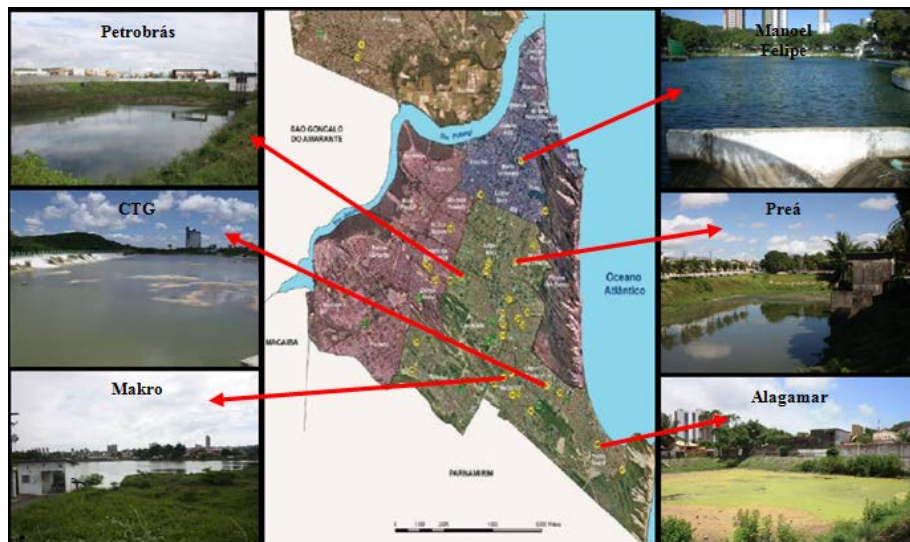


Figura 1: Localização das lagoas de retenção e infiltração estudadas

Os parâmetros analisados, assim como os métodos de determinação, estão detalhados na Tabela 2. Foram realizadas oito coletas em cada uma das lagoas, e analisados os parâmetros abaixo detalhados durante o período de junho e agosto de 2010. As amostras foram coletadas sempre pela manhã entre 8:00h e 10:00h, no local onde estão situados os dispositivos de bombeamento das águas das lagoas de retenção estudadas.

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

PARÂMETRO	MÉTODO DE ANÁLISE
pH	Aparelho multifunção com eletrodo para medição
Condutividade elétrica	Aparelho multifunção com eletrodo para medição de condutividade elétrica
Sólidos Dissolvidos Totais	Gravimétrico
Bicarbonatos	Titulação neutralização por ácido sulfúrico
Cálcio	Através da dureza total
Magnésio	Através da dureza total
Sódio	Fotometria de chamas
Cloretos	Argentimétrico
Nitrogênio/ Nitrato (NO^{-3})	Salicilato
Coliformes Termotolerantes	Membrana Filtrante
Contagem de ovos de Helmintos	Bailinger, 1979, modificada
DQO	Refluxação fechada

RESULTADOS

A Tabela 3 mostra as medianas obtidas dos parâmetros analisados para cada lagoa estudada.

Tabela 3 - Valores médios dos parâmetros analisados.

INDICADORES	Unidade	CTG	Makro	Manoel Felipe	Alagamar	Petrobrás	Preá
pH		7,1	7,0	7,0	7,6	7,0	7,0
CEa	dS/m	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3
SDT	mg/L	134	110	216	253	183	368
RAS°		0,3	0,3	0,3	0,8	3	2,5
Cloretos	mg/L	7,59	11,02	17,80	8,84	61,96	79,92
Nitrato	mg/L	1,60	1,87	6,49	1,94	3,11	2,32
CTer	UFC/100mL	1,23E+03	2,91E+03	3,69E+03	2,56E+04	1,38E+05	5,38E+05
Ovos de helmintos	ovos/L	0	0	0	0	0	0
DQO	mg/L	33,12	58,20	31,78	34,10	72,51	204,41

Apesar da DQO não ser um indicador de qualidade de água para irrigação, é considerado um importante parâmetro para verificação de qualidade de água. É possível observar as diferenças obtidas entre as águas das lagoas estudadas.

Considerando-se as lagoas de Preá e Manoel Felipe, a concentração de DQO nas águas da primeira foi aproximadamente sete vezes maior que nas águas da lagoa Manoel Felipe, e quase seis vezes maior do que a concentração observada nas águas da lagoa do CTG. Dessa forma, considera-se que a DQO encontrada para a lagoa do Preá é moderada, e dá indícios de contaminação das suas águas por esgoto considerado fraco; para as demais lagoas, os baixos valores de DQO não permitem que sejam feitos comentários semelhantes.

Porto, Martins e Armelin (2009) realizaram estudo em reservatórios de contenção de cheias em São Paulo, numa região atendida por rede de esgoto, e constataram que não se confirmava a hipótese de que a precipitação era a única ocorrência que afeta a concentração de constituintes da poluição. O aporte de contaminantes mesmo em períodos sem precipitação era responsável por estabelecer quadro de contaminação. Neste estudo, foram encontrados valores médios de DQO entre cerca de 50 e 120 mg/l, e coliformes termotolerantes entre cerca de 5×10^5 e 1×10^6 , em um intervalo de tempo sem precipitação.

Considerando-se a DQO há equivalência entre os valores encontrados por Porto, Martins e Armelin (2009) com os observados em Makro e Petrobrás. Para CTG, Manoel Felipe e Alagamar os valores obtidos foram menores, e para Preá a mediana foi consideravelmente maior. Há equivalência também para os teores de coliformes termotolerantes de Petrobrás e Preá.

Os valores obtidos para a condutividade elétrica de todas as lagoas foram menores que 0,7 dS/m, o que não apresenta problemas para a irrigação, analisando-se a salinidade. Estes resultados mostram correspondência com os valores obtidos para sólidos dissolvidos totais: para todas as lagoas os valores médios encontrados foram menores que 500 mg/L.

Os valores medianos encontrados para a RAS° foram menores que 3, conforme pode ser observado na Figura 2.

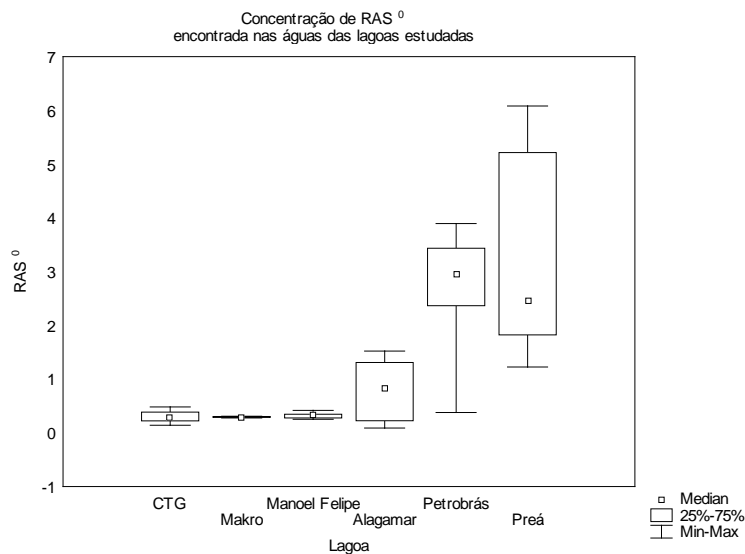


Figura 2: Box da concentração de RAS^o observada nas águas das lagoas estudadas.

A velocidade de infiltração propiciada pelas águas das lagoas impõe restrição moderada ao uso em irrigação. Apesar da restrição imposta ser a mesma para todas as lagoas, é importante destacar que para as águas do Preá, e principalmente Petrobrás, os valores da RAS^o (2,5 e 3 respectivamente) estão no limite entre a possibilidade de uso das águas com restrição moderada, e restrição severa ao uso em irrigação.

As restrições impostas pela velocidade de infiltração são potencializadas principalmente em solos pouco arenosos, característica que não é encontrada nos solos do município em estudo.

A Tabela 4 mostra as medianas tanto da RAS^o quanto da condutividade elétrica encontradas para as lagoas, assim como a classificação imposta em função desses dois parâmetros por Florêncio, Bastos, Aisse, et al. (2006).

Tabela 4 - Classificação das águas das lagoas para uso na irrigação, considerando-se a velocidade de infiltração.

	CTG	Makro	Manoel Felipe	Alagamar	Petrobrás	Preá
CEa (dS/m)	0,23	0,25	0,18	0,26	0,29	0,52
RAS ^o	0,3	0,3	0,3	0,8	3	2,5
Classificação	Restrição moderada	Restrição moderada	Restrição moderada	Restrição moderada	Restrição moderada	Restrição moderada

Em relação aos teores de cloretos não foi observada restrição ao uso, seja em irrigação superficial ou por aspersão. Para todas as lagoas foram encontrados baixos valores. Entretanto, é possível observar que as medianas encontradas para as águas das lagoas de Preá e Petrobrás foram consideravelmente maiores que as das demais lagoas, enfatizando assim as diferenças existentes entre as águas das lagoas analisadas. A mediana encontrada nas águas da lagoa do Preá foi 10 vezes maior que a mediana nas águas da lagoa de Alagamar, 9 vezes maior que a da lagoa do CTG, 7 vezes que a do Makro, e cerca de 4 vezes que a da lagoa Manoel Felipe.

Com exceção da mediana de nitrato encontrada nas águas da lagoa Manoel Felipe, as demais lagoas não apresentaram restrição ao uso em irrigação. Para as águas da lagoa Manoel Felipe a restrição é considerada moderada, mas para irrigação de gramíneas as concentrações encontradas não são consideradas excessivas. Dessa forma, nenhuma das lagoas possui água com quantidades excessivas de nitrato para irrigação de gramíneas, que são comumente utilizadas em praças e áreas verdes públicas e privadas, sendo portanto, recomendado o seu uso. Ao se considerar a concentração de nitrato na água, e os problemas associados à

contaminação de aquíferos, nenhuma das águas apresentou restrição, uma vez que para todas a mediana foi menor que 10 mg/L.

A concentração de coliformes termotolerantes das águas de todas as lagoas está ilustrada na Figura 3.

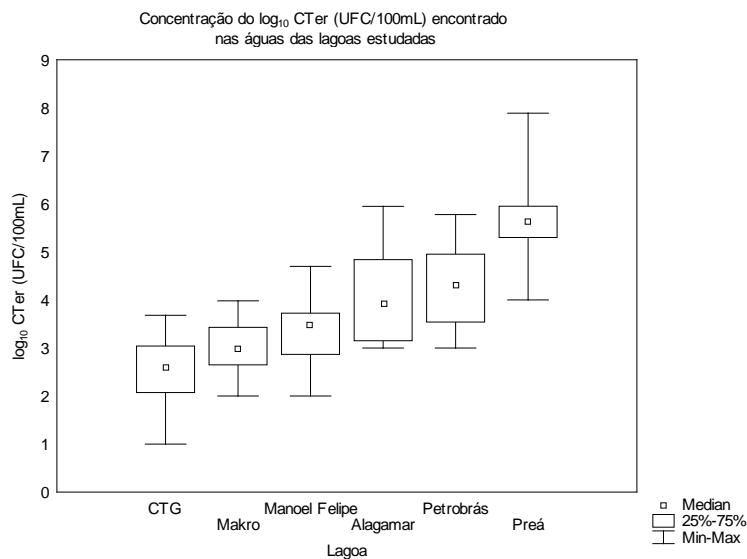


Figura 3: Box da concentração de coliformes termotolerantes observada nas águas das lagoas estudadas.

A contagem de ovos de helmintos também é necessária para a identificação de riscos sanitários oferecidos por águas destinadas à irrigação de culturas. As concentrações de ovos de helmintos em todas as lagoas foram menores que 1 ovo/litro. É importante comentar que apenas na lagoa do 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.

A inexistência de ovos de helmintos nas águas das lagoas faz pressupor que haja sedimentação dos ovos, durante o tempo entre a introdução destes nas lagoas, e a coleta.

Quanto aos riscos sanitários, os padrões do PROSAB (Florêncio, Bastos, Aisse, et al, (2006)) recomendam que para utilização das águas em irrigação, as águas do CTG, Alagamar, Makro e Manoel Felipe podem ser destinadas para uso em irrigação restrita ($CTer \leq 1 \times 10^4$ UFC/100 mL e ≤ 1 ovo de helminto/litro), ou seja, para irrigação de qualquer cultura não ingerida crua, seja alimentícia ou não, como por exemplo, forrageiras, pastagem e árvores.

É importante mencionar que os padrões sugeridos pelo PROSAB são para esgoto sanitário tratado, e que tais padrões são função dos riscos sanitários que estes efluentes podem oferecer. Possivelmente as águas das lagoas do sistema de drenagem apresentam riscos menores, mas os teores de coliformes encontrados nas águas do Preá e de Petrobrás são função de lançamentos de esgotos sanitários indevidos na rede de drenagem. Para estas duas lagoas é necessário o tratamento de suas águas para posterior uso em irrigação.

As águas da lagoa do CTG podem ser enquadradas na Classe 3 proposta pela Resolução CONAMA 357/05. Para as demais lagoas, apenas os teores de CTer não permitiram o enquadramento na mesma Classe. Recomenda-se para as águas destas lagoas desinfecção ou tratamento simplificado complementar para aumento da possibilidade de utilização.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados indicam que não há restrição severa ao uso das águas das lagoas do sistema de drenagem em irrigação.

As águas das lagoas estudadas são apropriadas para irrigação de gramíneas e árvores, que são comumente encontradas em canteiros centrais, praças, e demais áreas verdes da cidade.

A velocidade de infiltração das águas das lagoas analisadas impôs uma condição de uso moderado. Entretanto, os efeitos são potencializados em solos pouco arenosos, que não ocorrem em Natal.

Para a análise de ovos de helmintos, com exceção de uma única amostra, em todas as demais não foram encontrados ovos. Portanto, os resultados encontrados são de menos de 1 ovo de helminto/L, inclusive em amostras de águas de lagoas que receberam contribuição de águas servidas.

Para as águas de duas das lagoas, Preá e Petrobrás, é necessário tratamento ou desinfecção de suas águas para posterior uso na irrigação, a fim de se eliminar os riscos sanitários das águas destas lagoas que apresentam concentrações de coliformes termotolerantes elevadas. A desinfecção é suficiente uma vez que os riscos sanitários são associados às concentrações de coliformes termotolerantes e não de ovos de helmintos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AYERS, R. S.; WETCOT, D. W. **A Qualidade da Água na Agricultura**. Tradução GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de; DAMASCENO, F. A. V. do. Campina Grande: UFPB, 1991. Tradução de: Water Quality for Agriculture. Rome: FAO, 1985.
2. BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 13 jan 2011.
3. FLORÊNCIO, L.; BASTOS, R. K. X.; AISSE, M. M. (Coord.), et al. **Tratamento e utilização de esgotos sanitários**. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
4. PORTO, M.; MARTINS, J. R.; ARMELIN, L. F. Qualidade da água em reservatórios de contenção de cheias urbanas. In: RIGHETTO, A. M. (org) **Manejo de águas pluviais urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
5. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Guidelines for water reuse**, Washington DC: USEPA, 2004. Disponível em <<http://www.epa.gov>>. Acesso em: 09 fev 2011.