

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS TRATADAS EM LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO NOS PERÍODOS SECO E CHUVOSO COM VISTA AO REÚSO NA AGRICULTURA IRRIGADA

Wesllen MELO (1), Lúcia de Fátima Pereira ARAÚJO (2), André Bezerra DOS SANTOS (3)

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará – CEFETCE

Av. 13 de Maio, 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.040-531, fone: (85) 3307-3647, fax: (85) 3307- 3647,

e-mail: wesllenmc@yahoo.com.br/wesllen.h2o@gmail.com.br

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará – CEFETCE

Av. 13 de Maio, 2081, Benfica, Fortaleza, Ceará, Brasil, 60.040-531, fone: (85) 3307-3647, fax: (85) 3307- 3647,

e-mail: lucifat@oi.com.br

(3) Universidade Federal do Ceará – UFC. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental. Campus do Pici, bloco 713. Pici. Fortaleza, Ceará, Brasil, 60-451-970, fone: (85) 3366-9490, e-mail: andre23@ufc.br

RESUMO

O presente trabalho avaliou dados de qualidade físico-química e microbiológica dos efluentes domésticos tratados em um sistema de lagoas de estabilização em série, durante os períodos seco e chuvoso, com vista ao reúso na agricultura irrigada. A pesquisa foi desenvolvida no Centro de Pesquisas sobre Tratamento de Esgotos e Reúso de Águas situado em um terreno anexo à estação de tratamento de esgotos de Aquiraz/CE. Conclui-se que nem todos os parâmetros físico-químicos atenderam aos limites recomendados pela literatura e legislações ambientais vigentes. Entretanto, não se observou diminuição da produtividade das culturas estudadas, nem impactos no solo a curto ou médio prazos. Sobre a qualidade sanitária do efluente tratado, atenderam-se as recomendações da OMS nos dois períodos, ou seja, coliformes termotolerantes abaixo de 1000 NMP/100mL e ovos de helmintos abaixo de 1 ovo/L. Entretanto, ainda existe um potencial risco microbiológico e as técnicas de irrigação e as de manuseio da produção devem ter como objetivos a segurança daqueles que estão em contato direto ou indireto com o esgoto tratado. Desta forma, conclui-se que o reúso de esgotos domésticos tratados na agricultura irrigada é uma forma de se aumentar a oferta de água em regiões carentes desse recurso, como no semi-árido Nordeste.

Palavras-chave: semi-árido, reúso e agricultura irrigada.

1. INTRODUÇÃO

Ao se observar a história da humanidade, pode-se perceber que os sítios iniciais das grandes civilizações foram os locais onde a água estava presente em abundância. Contudo, mesmo havendo uma relação de dependência do homem em relação aos recursos hídricos percebe-se que aquele polui e degrada as fontes hídricas o que vem causando sérios problemas nos mananciais de abastecimento e agravando o conflito oferta versus demanda por recursos hídricos.

Dias (1995) comentando um documento elaborado pelo Banco Mundial, intitulado “Em Direção ao Uso Sustentável dos Recursos Hídricos”, afirma que, enquanto o século 20 viu guerras causadas por diferenças ideológicas, religiosas ou políticas, ou pelo controle das reservas de petróleo, o século 21 poderá ser dominado por conflitos provocados por outro líquido: a água. Diante deste contexto, amplia-se a percepção de que a água é um recurso natural finito, de que há limites em seus usos e que os custos com o tratamento de água estão cada vez mais elevados devido à deterioração dos mananciais (TUNDISI, 2003).

Desta forma, o reúso de águas residuárias surge como uma ferramenta inovadora no gerenciamento dos recursos hídricos, principalmente naquelas regiões com problemas de oferta de água, como no semi-árido nordestino. Um requisito essencial é que a água utilizada tenha uma qualidade físico-química e microbiológica adequada, de maneira a não causar problemas no solo, nas águas subterrâneas, e nas pessoas que vão manipular o sistema ou consumir os produtos produzidos com água de reúso.

O presente trabalho avaliou dados de qualidade físico-química e microbiológica dos efluentes domésticos tratados em um sistema de lagoas de estabilização em série, durante os períodos seco e chuvoso, com vista ao reúso na agricultura irrigada.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

Em julho de 2006 foi estimada, pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), uma população de 70.938 habitantes para o município de Aquiraz. O município apresenta as seguintes características (IPECE Instituto de Pesquisa Estratégia Econômica do Ceará, 2004): Altitude: 14,2m; Clima: Tropical Quente Sub – úmido; Precipitação pluviométrica: 1379,9mm; Temperatura média: 26 a 28° C; Período chuvoso: de janeiro a maio; Solo: Areias Quartzosas Distróficas, Areias Quartzosas Marinhas, Buro Não-Cálcico, Podzólico Vermelho Amarelo, Solonchak e Solonetz Solonizado.

O desenvolvimento do trabalho ocorreu no Centro de Pesquisas sobre Tratamento de Esgotos e Reúso de Águas que é de propriedade da Companhia de Águas e Esgotos do Ceará/CAGECE. O centro de pesquisas (Figuras 1, 2 e 3) situa-se em um terreno anexo à estação de tratamento de esgotos (ETE) de Aquiraz, situado na Região Metropolitana de Fortaleza, distando cerca de 20 km de Fortaleza. A ETE é do tipo lagoas de estabilização, composta por dois sistemas paralelos, constituídos por uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e duas lagoas de maturação. Antes das lagoas de estabilização é feito o tratamento preliminar do esgoto com gradeamento, caixa de areia e calha Parshall. O efluente final é lançado no Rio Pacoti.

As pesquisas foram realizadas durante os períodos secos e chuvosos, e, para garantir uma maior confiabilidade dos resultados obtidos, a Funceme (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos) instalou na área do Centro um tanque de classe A e um pluviômetro, a fim de avaliar a taxa de evaporação e o índice pluviométrico, respectivamente.

Os dados aqui analisados são relativos às coletas realizadas entre janeiro de 2005 e janeiro de 2008, onde foram estudadas as seguintes culturas: melancia, feijão, mamão, girassol, mamona e capim. Foram testados os seguintes tratamentos na produtividade final das culturas: Tratamento 1: Água bruta + adubação com NPK; Tratamento 2: Esgoto tratado + adubação com NPK; Tratamento 3: Esgoto tratado; Tratamento 4: Esgoto tratado + adubação com ½ NPK. O esgoto utilizado durante a pesquisa é oriundo da segunda lagoa de maturação (Figura 2) e a água bruta proveniente de um poço profundo, os quais eram armazenados em dois reservatórios com capacidade de 10.000 litros (Figura 3), sendo precedidos de filtração por meio de filtros de discos. Destes reservatórios, o esgoto e a água bruta eram bombeados para as áreas de irrigação, onde foram testados os métodos de irrigação por sulco (Feijão e melancia), gotejamento (Feijão e melancia) e microaspersão (Mamona e mamão). As coletas foram realizadas com frequência semanal logo após a saída dos reservatórios de 10.000litros.

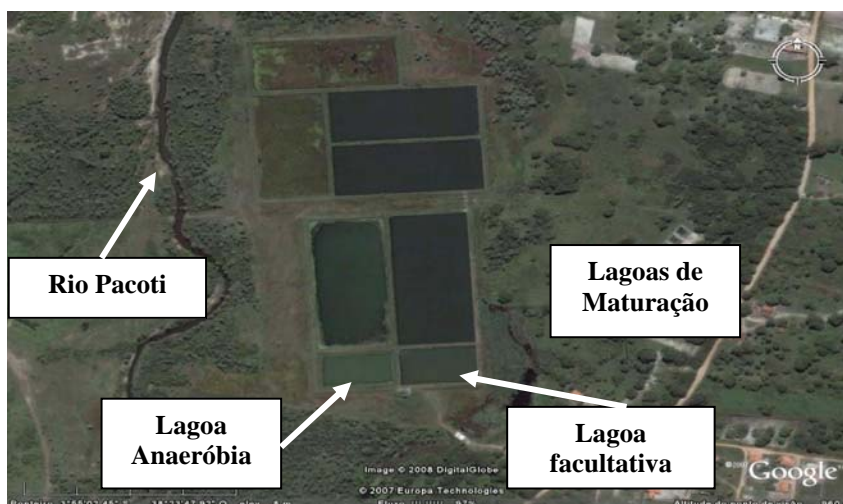


Figura 1: Foto aérea do sistema de tratamento de esgotos por lagoas de estabilização localizado no município de Aquiraz. Fonte: www.googleearth.com acesso em 18 de janeiro de 2008



Figura 2: Local de captação do esgoto tratado



Figura 3: Local de armazenamento do esgoto tratado

Para o presente trabalho é importante salientar que em nosso estado o período chuvoso compreende os meses entre janeiro e maio e o período seco nos demais meses do ano. Na tabela 2 podem ser verificados os dados pluviométricos relacionados ao período do estudo e que foram fornecidos pela Funceme.

Tabela 2. Média de chuva observada em milímetros para a região de Aquiraz/CE (2005 -2007)

Ano de 2005					
Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Janeiro a Maio
23,6	67,4	161,0	180,8	288,2	721,0
Ano de 2006					
15,0	106,0	285,0	463,0	341,6	1210,6
Ano de 2007					
38,5	250,5	210,0	452,6	115,0	1066,6

Fonte: Funceme (2007)

Análises

Os dados foram fornecidos pelo Grupo de Pesquisa em Reúso de Águas (DEHA – Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento Ambiental da UFC) para que fosse possível avaliar e monitorar a potencialidade do efluente doméstico tratado na agricultura irrigada e os parâmetros escolhidos foram os físicos (pH e condutividade), químicos (Sódio, Cálcio, Magnésio, cloretos, RAS-Relação de Adsorção de Sódio, fósforo, Nitrogênio amoniacal), e bacteriológicos (*Escherichia coli*- Ec e ovos de helmintos).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 3 e 4 resumem os valores dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos encontrados do esgoto tratado nos períodos chuvoso e seco, respectivamente.

Tabela 3. Características físico-químicas e microbiológicas do esgoto tratado usado na agricultura irrigada no período chuvoso

Parâmetro	Unidade	Nº de dados	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
pH	-	26	8,5	5,8	10,2	1,2
Condutividade	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	26	804,6	420	1170,0	158,2
Sódio	(mg Na^+/L)	7	75,7	32,2	117,3	27,0
Cálcio	(mg Ca^{2+}/L)	12	21,4	5,6	40,1	11,4
Magnésio	(mg Mg^{2+}/L)	12	15,8	4,4	31,6	7,3
RAS	meq/L	6	3,0	0,9	4,9	1,4
Cloretos	(mg Cl^-/L)	9	69,9	42,9	101,7	22,3
Amônia	(mg $\text{N-NH}_3/\text{L}$)	14	3,5	0,1	9,3	2,7
Fósforo	(mg P/L)	19	6,5	0,4	27,2	8,8
E. coli	(NMP/100mL)	16	4	1,50E+01	4,21E+05	1,05E+05
Ovos de Helmintos	(ovos/L)	13	1,0	0	3,3	1,4

Tabela 4. Características físico-químicas e microbiológicas do esgoto tratado usado na agricultura irrigada no período seco

Parâmetro	Unidade	Nº de dados	Média	Mínimo	Máximo	Desvio padrão
pH	-	26	7,2	6,2	8,3	0,5
Condutividade	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	25	744,2	530	1020,0	163,5
Sódio	(mg Na^+/L)	3	73,6	52,877	85,1	18,0
Cálcio	(mg Ca^{2+}/L)	6	21,4	6,4	60,1	19,8
Magnésio	(mg Mg^{2+}/L)	6	20,2	8,7	28,2	6,9
RAS	meq/L	3	2,7	1,5	3,4	1,1
Cloretos	(mg Cl^-/L)	25	124,5	31	213,3	58,8
Amônia	(mg $\text{N-NH}_3/\text{L}$)	16	8,8	3,6	12,3	2,8
Fósforo	(mg P/L)	22	4,5	0	9,3	1,7
E. coli	(NMP/100ml)	18	1,57E+02	8,00E+00	5,01E+04	1,17E+04
Ovos de Helmintos	(ovos/L)	5	0,0	0	0,0	0,0

3.1. Parâmetros Físico-químicos

pH

O pH do efluente tratado no período chuvoso variou entre 5,8 e 10,2 e apresentou um valor médio de 8,5 (Tabela 3). Estes valores obedecem às recomendações sugeridas pela Usepa (1992) para irrigação (6,0 – 9,0). Já no período seco, os valores mínimo e máximo foram respectivamente, 6,2 e 8,3 (Tabela 4), estando, portanto, dentro dos limites aceitáveis. A Figura 4 mostra um gráfico Box-plot dos valores de pH nos períodos seco e chuvoso. Verifica-se que no período chuvoso ocorreram maiores variações dos valores de pH.

Os maiores valores de pH observados no período chuvoso vão de encontro ao que a literatura registra (dos Santos; França, 2007) já que uma maior atividade fotossintética tende a elevar o pH. Tal comportamento pode ser devido ao fato de a coleta do esgoto ser após a saída do reservatório de acumulação, e devido às maiores temperaturas no período seco, haver uma maior degradação bacteriana no próprio tanque, uma subsequente formação de ácidos e o abaixamento do pH. Assim, um estudo mais minucioso deve ser realizado para explicar tal comportamento.

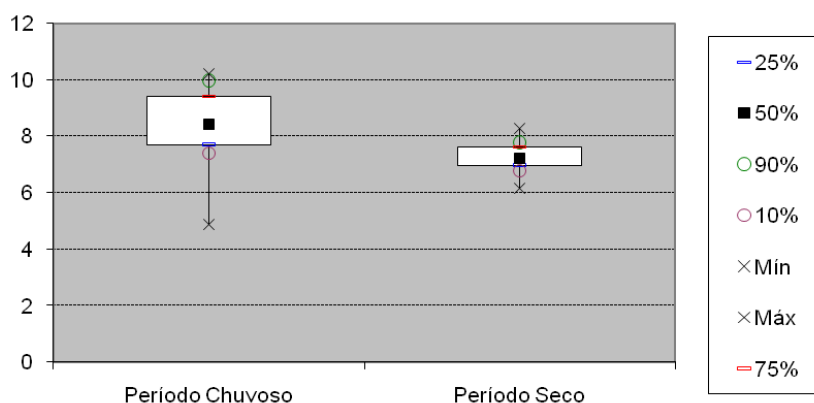


Figura 4. Gráfico Box-Plot da distribuição de frequência do pH nos períodos chuvoso e seco

Condutividade

A condutividade média do efluente tratado variou entre 800 e 1170 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos meses de chuva e de 530 a 1020 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos meses secos (Figura 5), ambos demonstrando uma salinidade elevada quando comparada às águas normalmente utilizadas em irrigação (na ordem de 300-400 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Segundo Paganini (2003) é necessário um controle especial da salinidade, de forma a não causar problemas de salinização do solo nem problemas nas culturas. Entretanto, vale salientar que o efluente atendeu ao limite da Portaria nº 154 da Semace que é de 3000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para atividades do tipo 1 (irrigação de vegetais ingeridos crus e sem remoção de casca, dessedentação de animais e aqüicultura.).

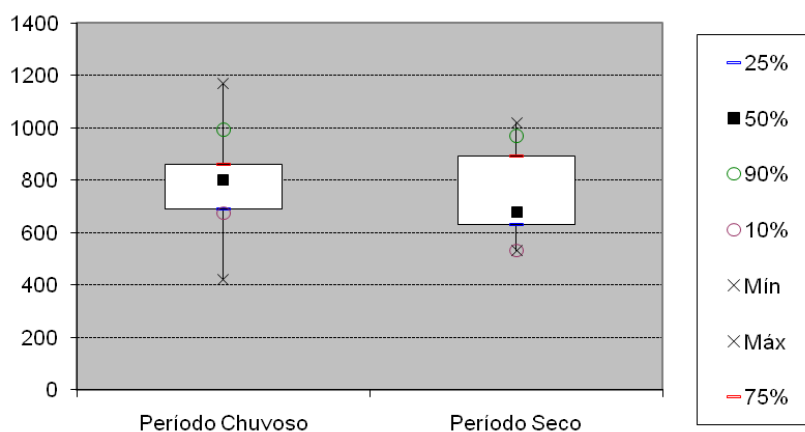


Figura 5. Gráfico Box-Plot da distribuição de frequência da Condutividade nos períodos Chuvosos e Secos.

Sódio (Na), Cálcio (Ca²⁺), Magnésio (Mg²⁺)

A concentração média de sódio durante a quadra chuvosa foi de 76 mg/L com um desvio padrão de 27 mg/L (Figura 6). Verifica-se que a concentração deste íon atingiu valores de até 120 mg/L. No período seco, a média observada foi de 74 mg/L, com um desvio padrão de 18 mg/L. Pode ser observado que o teor médio de sódio nas duas estações ficou em torno de 70 mg/L, e que alguns valores ficaram acima do que é recomendado pela USEPA (70 mg/L).

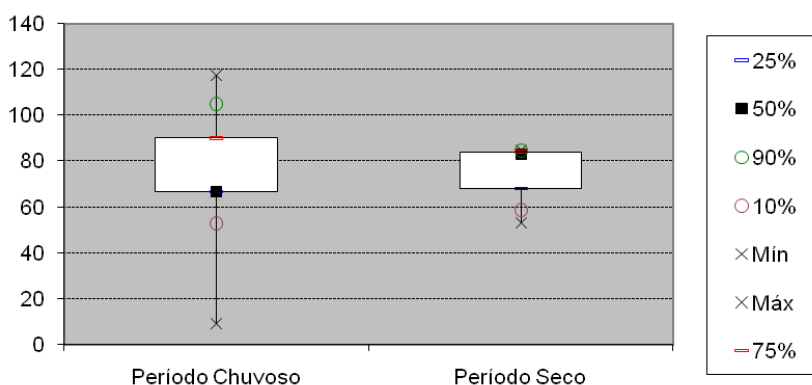


Figura 6. Gráfico Box - Plot da distribuição de frequência de Sódio presente no esgoto tratado

Já as concentrações médias de cálcio e magnésio no efluente tratado durante a quadra chuvosa (tabela 3) foram de 21,4 mg/L ($\pm 11,4$ mg/L) e 15,8 mg/L ($\pm 7,3$ mg/L), respectivamente. Analisando-se as figuras 7 e 8, percebe-se que ambos os parâmetros não atenderam as recomendações da FAO (Food Agriculture Organization) que estabelece limites entre 0 – 20 mg/L para cálcio e de 0-5 mg/L para magnésio.

As concentrações médias de cálcio e magnésio no efluente tratado durante a quadra seca (tabela 4) foram de 21,4 mg/L ($\pm 19,8$ mg/L) e 20,2 mg/L ($\pm 6,9$ mg/L), respectivamente. Para este período, verifica-se também que os teores de cálcio, cerca de 75% destes valores ficaram abaixo dos limites citados e que a concentração de magnésio permaneceu bem acima das recomendações sugeridas pela FAO.

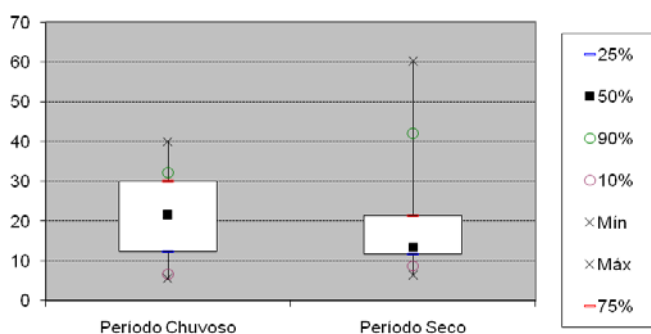


Figura 7. Gráfico Box – Plot da distribuição de Frequência das concentrações de Cálcio

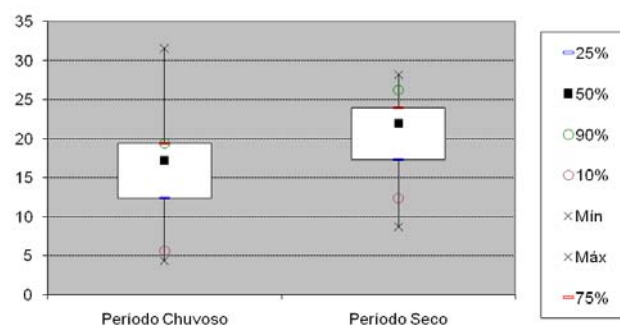


Figura 8. Gráfico Box – Plot da distribuição de Frequência das concentrações de Magnésio

RAS – Relação de Absorção de Sódio.

De posse dos valores de cálcio, magnésio e sódio, calculou-se a razão de absorção de sódio (RAS) nos períodos chuvoso e seco, cujas variações são mostradas na Figura 9. Observa-se que o efluente tratado apresentou, nos períodos chuvoso e seco, uma RAS de 3,0 meq/L e 2,7 meq/L respectivamente. De acordo com Ayres & Westcot (1991), esses valores sugerem um grau de restrição em relação à infiltração que varia de ligeiro a moderado, mas que essa situação adversa pode ser superada se um correto manejo do sistema de irrigação for realizado.

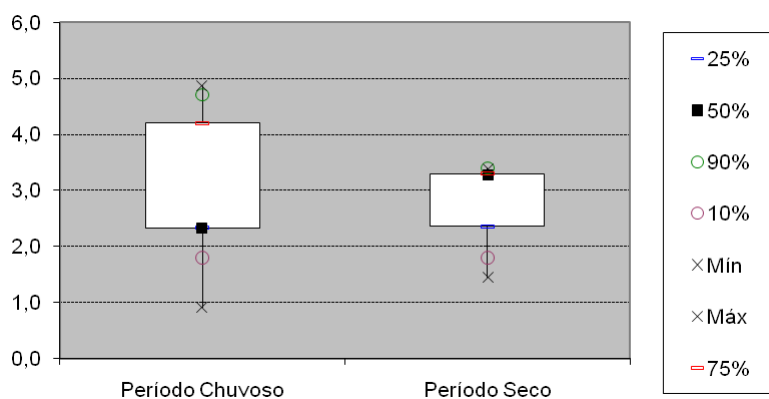


Figura 9. Gráfico Box – Plot da distribuição de frequência referente à Relação de Adsorção de Sódio

Cloretos

No período chuvoso, ocorreu uma menor variação no teor de cloretos durante o período chuvoso (25 – 74 mg/L), sendo a média em torno de 70 mg/L com um desvio médio de 22,3 mg/L. Os valores obtidos atendem às recomendações de Ayres e Westcot (1991) de que efluentes com até 100 mg/L não acarretam nenhum efeito prejudicial às culturas.

No período seco, a concentração média ficou em torno de 128 mg/L, variando entre 31 e 213 mg/L (tabela 4). Alguns valores de cloretos deste período ultrapassaram as recomendações para as práticas de agricultura irrigada, podendo, desta forma, causar algumas deficiências nas culturas que venham a ser irrigadas com esse efluente. O aumento na concentração de cloretos no período seco é decorrente da maior taxa de evaporação no período fazendo com que haja uma concentração desses íons. A Figura 10 mostra um Gráfico Box-plot dos valores de cloretos nos períodos seco e chuvoso.

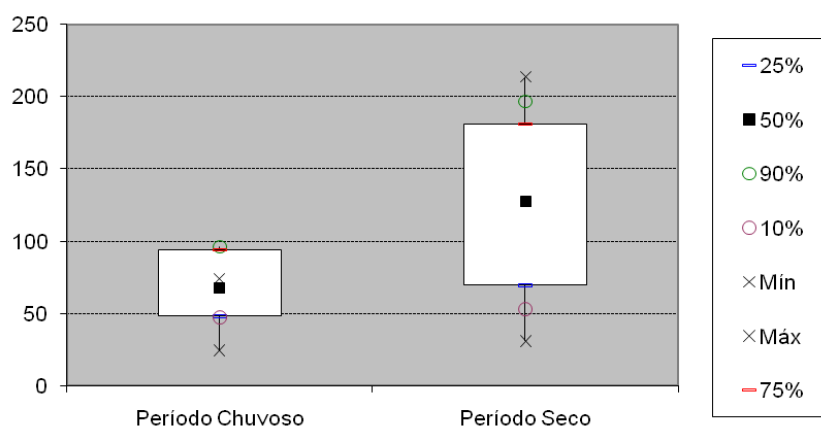


Figura 10. Gráfico Box – Plot da distribuição de frequência relativa ao teor de cloretos

Fósforo

Na quadra chuvosa, o efluente tratado teve um teor médio de 6,5 mg/L, apresentando uma ampla faixa de variação (0,4 a 27,2 mg/L) (Figura 11). Já no período sem chuvas, essa variação foi menor e a concentração média se situou em 4,5 mg/L de fósforo. Desta forma, pode-se concluir que os valores encontrados nos dois períodos não estão de acordo com as recomendações sugeridas por Ayres & Wescot (0 – 2mg/L). Tal fato pode ser justificado pela maior remoção biológica de fósforo nos períodos mais quentes, provavelmente pela assimilação das algas e bactérias presentes nas lagoas.

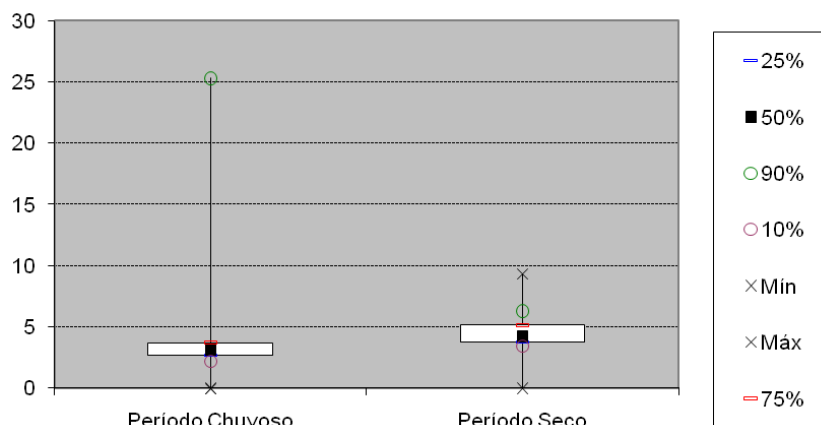


Figura 11. Gráfico Box – Plot da distribuição de frequência do teor de Fósforo

Nitrogênio Amoniacal

No efluente tratado durante a quadra chuvosa, percebe-se uma variação entre 0,1 e 9,3 mg/L de $N-NH_3$ e que o teor médio foi de 3,5 mg/L ($\pm 2,7$ mg/L) ficando abaixo do que é recomendado por Ayres & Westcot, (1991) que é de 5mg/L. Não se verificou queda de produtividade em nenhuma das culturas estudadas no período em questão a citar: mamão, melancia, feijão, mamona, capim, entre outras.

Na estação seca, a concentração de nitrogênio amoniacal variou entre 3,6 e 12,3 mg/L de $N-NH_3$ apresentando um teor médio de 8,8 mg/L ($\pm 2,8$ mg/L) (tabela 4). O maior valor médio observado nesse período é provavelmente decorrente da maior taxa de conversão do nitrogênio orgânico em nitrogênio amoniacal, a qual cresce com o aumento da temperatura. Essas variações nos dois períodos citados podem ser observadas na figura 12.

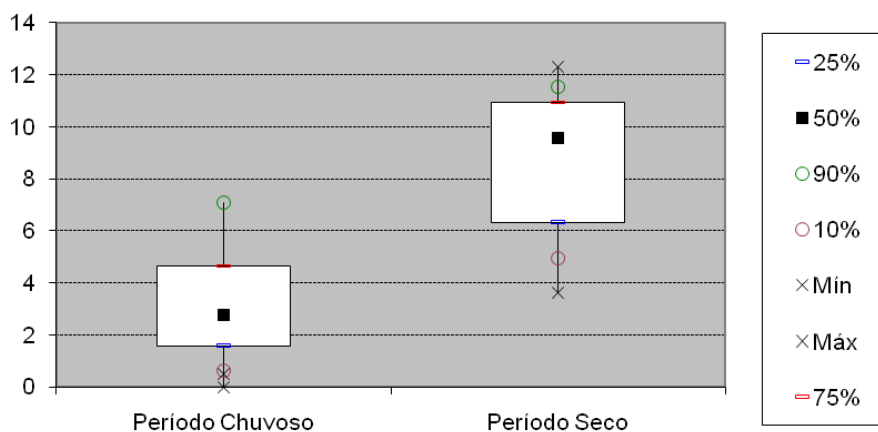


Figura 12. Gráfico Box – Plot da distribuição de frequência de Nitrogênio Amoniacal

3.2. Parâmetros microbiológicos

De acordo com as tabelas 3 e 4, pode-se perceber que na estação chuvosa a concentração média de *E.coli* foi de $4,4E+02$ NMP/100mL com uma variação entre $1,5E+01$ e $4,2E+05$. No período seco a concentração média foi de $1,6E+02$ variando entre $8,0E+00$ e $5,0E+04$ NMP/100mL, mostrando assim o efeito bactericida da radiação UV (ultravioleta) na remoção de coliformes. Os valores obtidos foram calculados com base na média geométrica. Conforme a figura 13, os dois períodos demonstram que em ambas as situações analisadas, as concentrações obtidas atendem às últimas recomendações da OMS para reúso de esgoto tratado na agricultura irrigada (<1000 NMP/100mL) (OMS, 2006).

Em relação à concentração de ovos de helmintos (tabela 3) o período chuvoso apresentou um teor médio de 1 ovo de helminto por litro e que essa taxa variou de 0 a 3,3 ovos/L com um desvio padrão de 1,4. Este valor máximo pode estar relacionado com o fato de que no período chuvoso as temperaturas são menores, o que desfavorece a sedimentação dos ovos de helmintos pela menor viscosidade da água. No período seco, a concentração de ovos de helmintos sugeriu a ausência deste patógeno (figura 14) o que demonstra que a incidência luminosa favorece as reações de sedimentação, fazendo atender as recomendações da OMS (≤ 1 ovo/L).

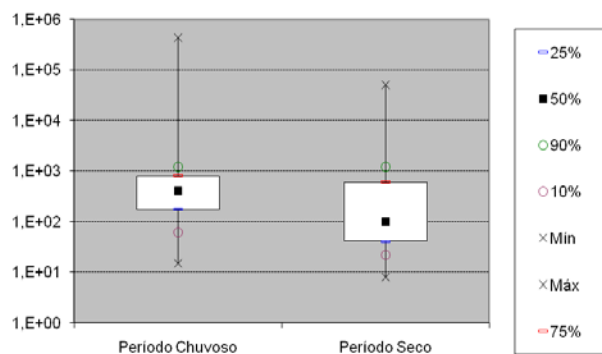


Figura 13. Gráfico Box – Plot da distribuição de frequência de *E. coli*

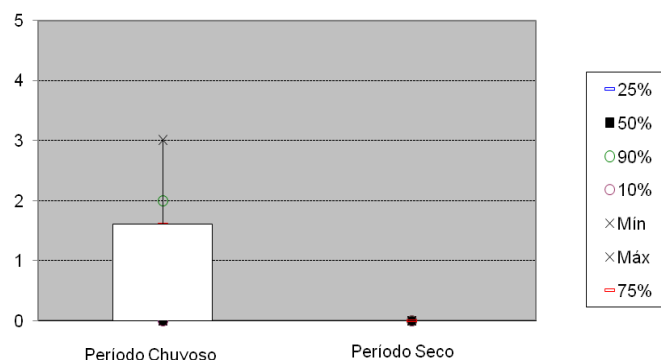


Figura 14. Gráfico Box – Plot da distribuição de frequência de Ovos de Helmintos

4. CONCLUSÃO

De acordo com os parâmetros físico-químicos analisados neste trabalho, pode-se concluir que nem todos ficaram abaixo de alguns limites sugeridos na literatura ou em recomendações para o reúso de esgotos tratados na agricultura irrigada. Entretanto estes limites poderiam ser repensados já que não houve diminuição na produtividade das culturas irrigadas.

Já em relação à qualidade sanitária do efluente doméstico, mesmo atendendo as recomendações sugeridas pela OMS para coliformes e ovos de helmintos, ainda assim existe um potencial risco microbiológico. Portanto, deve-se atentar para o fato que as técnicas de irrigação, bem como as de manuseio da produção devem ter como objetivos a segurança daqueles que estão em contato direto ou indireto com a cultura irrigada com o esgoto tratado.

De modo geral, pode-se concluir que o reúso de esgotos domésticos tratados na agricultura irrigada foi perfeitamente possível, podendo assim ser uma forma de se aumentar a oferta de água em regiões carentes desse recurso, como no semi-árido Nordeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H. R., MEDEIROS, J. F., DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande, UFPB, 1991.

Artigo 6º **Portaria nº154** de 2002 da Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado do Ceará – Semace.

BREGA FILHO, D.; MANCUSO, P. C. S **Reúso de águas**. São Paulo USP, 2003.

DIAS, O. **Escassez pode levar à guerra da água**. Folha de São Paulo. São Paulo, 01 de outubro de 1995, Caderno 1 p.27.

DOS SANTOS, A. B.; FRANCA, R. M. **Qualidade Físico-Química e Microbiológica de águas de Irrigação e Piscicultura**, tipos. In: MOTA, S.; AQUINO, M. D. DE; DOS SANTOS, A. B. (Eds.) **Reúso de Águas em Irrigação e piscicultura**. Expressão Gráfica. Fortaleza/CE. 2007.

Food and Agriculture Organization of the United Nations –FAO. **Wastewater: treatment and use in agriculture**. Rome, (FAO and Drainage paper 47). 1992.

Funceme- Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – **Boletins Meteorológicos do Estado do Ceará**. Disponível em (<http://www.funceme.br/DEMET/index.htm>)

IPECE. - **Perfil Básico Municipal – Aquiraz**. Fortaleza: Instituto Brasileiro de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Governo do Estado do Ceará, 2008. Disponível em (http://www.ipce.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/PBM2008.htm).

Imagens aéreas do sistema de lagoas de estabilização localizadas no Município de Aquiraz/CE. (www.googleearth.com) acesso em 18 de Janeiro de 2008.

LAVRADOR FILHO, J. **Contribuição para o entendimento do reúso planejado de água e algumas considerações sobre suas possibilidades no Brasil**. Dissertação de Mestrado – Escola Politécnica de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

MOTA, S.; Bezerra, A., e outros organizadores **Reúso de águas em irrigação e piscicultura**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará/Centro de Tecnologia, 2007.

PAGANINI, W. S. **Reúso de águas**. São Paulo USP, 2003.

SHUVAL, H. I. **Health Effects of Wastewater Irrigation and Their control in Developing Countries**. The World Bank, Integrated Resources Recovery Project Series. Nº GLO /80/004, 340p. 1985.

TUNDIZI, J. G., **ÁGUA NO SÉCULO XXI: Enfrentando a escassez**. São Carlos: Rima-São Paulo, 248p. 2003.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA, **Guidelines for water reuse**. Washington DC: USEPA, 1992.

WORLD HEALTH ORGANIZATION-WHO. **Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater**. Volume 2. Wastewater use in Agriculture. Geneva: World Health Organization, 2006a. 213p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Saneamento da UFC (Labosan), à CAGECE e ao Prosab, pelo apoio financeiro.