



II-171 - AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DO REÚSO DAS ÁGUAS RESIDUÁRIAS TRATADAS, PROVENIENTES DO SISTEMA DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO DE PONTA NEGRA EM NATAL – RN

Germário Marcos Araújo⁽¹⁾

Tecnólogo em Recursos Hídricos/Saneamento Ambiental pelo Centro de Ensino Tecnológico, CENTEC – CE (2001). Especialista em Planejamento Urbano e Gestão Ambiental, CEFET- CE (2004). Mestre em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN (2004). Professor do Instituto Centro de Ensino Tecnológico - CENTEC Cariri.

Suetônio Mota:

Engenheiro Civil e Sanitarista. Doutor em Saneamento Ambiental. Professor Titular do Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Ceará. Autor dos livros: “Introdução à Engenharia Ambiental”; “Urbanização e Meio Ambiente”; “Preservação e Conservação de Recursos Hídricos”.

André Luis Calado Araujo

Graduado em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Pará, UFPA (1990). Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB (1993). Ph.D. em Engenharia Civil pela Universidade de Leeds, Leeds, Inglaterra (1999). Professor da Área de Recursos Naturais do CEFET- RN e do Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal- RN Brasil.

Ewerton Campelo Assis de Oliveira

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN (2002). Mestre em Engenharia Sanitária da UFRN. Engenheiro da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN.

Endereço⁽¹⁾: Rua Santa Tereza nº 695 – Bairro Pio XII – Juazeiro do Norte – CE, CEP: 63020-320, Fones: (88) 3511 - 4638, (88) 8801 – 9846. Fax: (88) 3566-4040. e--mail: germario@centec.org.br

RESUMO

O trabalho teve como objetivo determinar as características físico-químicas e bacteriológicas do efluente final do sistema de lagoas de estabilização de Ponta Negra, em Natal – RN, avaliando as possibilidades de seu possível reúso, comparando os resultados obtidos com os parâmetros constantes em diversas legislações. Os resultados encontrados mostraram a viabilidade técnica para reutilização do efluente da ETE Ponta Negra, sendo necessário, em alguns casos, dependendo do tipo de reúso, tratamentos adicionais.

PALAVRAS-CHAVE: Reuso, Lagoas de Estabilização, Helmintos, Clorofila “a”

INTRODUÇÃO

Diante de uma situação de ameaça à manutenção da vida na terra, surge a preocupação em adotar medidas efetivas visando à preservação e/ ou recuperação dos recursos hídricos, como forma de garantir reservas de água com qualidade requerida pelo ser humano e pelo meio ambiente.

Nos dias atuais uma pergunta chave aparece: como enfrentar a relação demanda/ oferta? E a resposta passa invariavelmente pela necessidade de serem estabelecidas políticas adequadas e implementados sistemas de gestão efetivos.

Diversos são os instrumentos, os mecanismos e as tecnologias a serem empregados no trato dessa questão, porém vários deles carecem de estudos e investigações que auxiliem o seu melhor desempenho e produzam resultados sanitários, ambientais e econômicos satisfatórios.

Uma das alternativas que se tem apontado para o enfrentamento do problema é o reúso de água, importante instrumento de gestão ambiental do recurso água e detentor de tecnologias já consagradas para a sua adequada utilização (MANCUSO e SANTOS, 2003).

O termo reúso vem sendo difundido no vocabulário técnico de saneamento ambiental. No caso da água, refere-se ao processo de reutilização dos esgotos tratados para fins menos exigentes do ponto de vista físico-



23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental

químico e microbiológico. Não se trata de uma novidade, pois a vasta literatura existente mostra que há décadas os esgotos já são considerados fontes não convencionais de água.

As águas residuárias tratadas são capazes de atender a diversos usos, em particular a produção agrícola e a aquicultura, ajudando a minimizar a fome em muitos países, notadamente nas regiões áridas e semi-áridas.

Com os avanços das tecnologias de tratamento de despejos líquidos, industriais e domiciliares, é possível a obtenção de efluentes tratados com níveis de qualidade que se enquadram nos padrões de exigência mais restritivos (LEON e CAVALLI, 1996; METCALF & EDDY *apud* ARAÚJO, 2000).

Dentre os processos utilizados no tratamento de águas residuárias, as lagoas de estabilização são as mais indicadas para as regiões de clima tropical, onde normalmente há disponibilidade de terrenos e a temperatura é favorável ao seu desempenho. Dependendo da configuração, as lagoas de estabilização podem alcançar o grau de purificação desejado, a baixo custo financeiro, em vista da simplicidade de operação e manutenção. Quanto à redução de organismos patogênicos, nenhum dos processos de tratamento convencional pode competir com as lagoas de estabilização (BASTOS e MARA, 1993; MONTE, 1995; SILVA e MARA, 1979; YÁNEZ, 1993 *apud* ARAÚJO, 2000).

A carência dos recursos hídricos favorece a discussão sobre a necessidade urgente da reutilização de águas de qualidade inferior em atividades menos exigentes como, por exemplo, na agricultura irrigada.

Um das formas de reutilização dessas águas na agricultura consolida-se através de esgotos tratados, o que é prática antiga em muitos países do mundo.

Nessas condições, o presente trabalho avaliou o possível reuso do efluente final da Estação de Tratamento de Esgotos de Ponta Negra – Natal / RN, comparando os resultados obtidos com diversas legislações, além de agregar conhecimentos essenciais ao entendimento e a aplicação do reuso de águas residuárias tratadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área em Estudo

A estação de tratamento de esgotos denominada ETE Ponta Negra na qual se realizou a pesquisa é de responsabilidade da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), e está localizada no bairro de Ponta Negra, situada na cidade de Natal – RN (5° 47' 42" de latitude sul e 35° 12' 34" de longitude oeste).

O sistema de esgotamento é composto por rede coletora, estações elevatórias, tratamento preliminar, lagoas de estabilização em série e disposição final do efluente no solo em valas de infiltração. A série é composta por uma lagoa facultativa primária e duas lagoas de maturação sendo uma primária e uma secundária, cujas características físicas são apresentadas na Tabela 1. A Figura 1 mostra a vista da ETE de Ponta Negra .

Tabela 1 - Características físicas e operacionais da ETE Ponta Negra. 2004.

Características	Reatores		
	LFP	LM1	LM2
Área (m ²)	55.174	28.038	28.600
Volume (m ³)	110.348	42.057	42.899
Profundidade (m)	2,0	1,5	1,5
λs (KgDBO ₅ /ha.dia)*	180	92	49
TDH (dia)*	31,5	12,0	12,0

* baseados na vazão média atual de aproximadamente 3500 m³/dia

Fonte: VIEIRA, 2003.



Figura 1 - Vista do sistema de tratamento de esgotos localizado no bairro de Ponta Negra, Natal/RN.

Período de amostragem

O estudo foi desenvolvido entre os meses de Janeiro a Julho de 2004. As amostras do efluente do sistema foram coletadas semanalmente na caixa de saída do efluente final da lagoa de maturação 2 – LM2 da ETE Ponta Negra, todas no período da manhã, entre 7:00 as 11:00; em seguida, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório Central da Companhia de Saneamento, onde foram realizadas as análises laboratoriais.

Parâmetros físico-químicos e microbiológicos

No efluente final da ETE, foram analisados os seguintes parâmetros: pH, Temperatura, Sólidos Suspensos (SS), Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅) (total e solúvel), Demanda Química de Oxigênio (DQO) (total e solúvel), Helmintos, Coliformes Termotolerantes, Clorofila “a”.

Procedimentos Analíticos

Todos os procedimentos analíticos seguiram as recomendações estabelecidas por APHA *et al* (1995), exceto para o parâmetro clorofila “a”, que foi determinado segundo JONES (1979), e Helmintos, de acordo com WHO (1989). A Tabela 2 apresenta as variáveis analisadas, métodos e referências.

Tabela 2 – Variáveis, métodos e referencias analisados

Variáveis	Métodos	Referencias
Temperatura	Termômetro Filamento de Mercúrio	APHA <i>et al.</i> (1995)
pH	Potenciométrico/ Eletrométrico	APHA <i>et al.</i> (1995)
Oxigênio Dissolvido	Winkler modificado/ Iodométrico	APHA <i>et al.</i> (1995)
DBO (total e solúvel)	Frascos Padrões	APHA <i>et al.</i> (1995)
DQO (total e solúvel)	Refluxação Fechada	APHA <i>et al.</i> (1995)
Sólidos Suspensos	Gravimétrico	APHA <i>et al.</i> (1995)
Clorofila “a”	Extração com Metanol	JONES (1979)
Coliformes Termotolerantes	Membrana Filtrante	APHA <i>et al.</i> (1995)
Helmintos	Método da sedimentação	WHO, (1989)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, encontram-se dispostos todos os resultados obtidos (valores médios) necessários a caracterização do efluente da LM2, durante o período estudado (Janeiro a Junho de 2004).



Tabela 3: Valores máximos, mínimos e médios no efluente final da ETE Ponta Negra, Natal – RN. 2004.

Parâmetros	(n)	Média	Faixa de variação	
			Mínimo	Máximo
pH	26	7,3	7,0	7,9
Temperatura °C	26	27,8	24,2	32
OD (mgO ₂ /L)	26	4,0	0,4	8,4
DBO (mgO ₂ /L)	25	89	54	120
DBO filtrada (mgO ₂ /L)	25	22	06	54
DQO (mgO ₂ /L)	25	252	144	360
DQO filtrada (mgO ₂ /L)	25	84	57	117
Sólidos Suspensos (mg/L)	26	241	121	494
Clorofila “a” (µg/L)	26	1103	368	3287
Coliformes Termotolerantes	26	6,9X10 ⁴	1,3X10 ⁴	2,5X10 ⁵

A seguir, são apresentados e comentados dados mais detalhados dos diversos parâmetros que foram determinados.

pH

O pH do efluente final do sistema de lagoas de Ponta Negra se manteve levemente alcalino, com média aritmética de 7,3 (Figura 2), porém abaixo do esperado, já que o sistema apresentou elevada biomassa de algas, sendo estas consideradas responsáveis pelo aumento dessa variável, devido aos íons hidroxila (OH⁻) liberados durante o consumo do CO₂. Este comportamento pode estar associado a algum fator interferente no meio, como presença de bicarbonatos e ácido carbônico em quantidades tais que exerçam a ação tamponante.

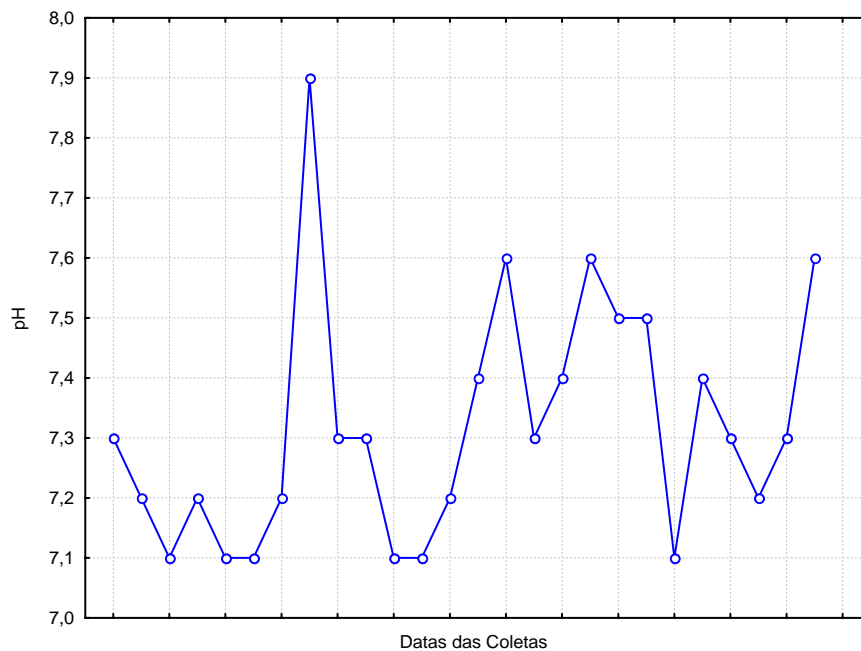


Figura 2 - Variação espaço temporal do pH. Efluente da ETE Ponta Negra. Natal, RN. 2004

Temperatura

Os valores de temperatura do efluente apresentaram amplitude de 8° C, com mínima de 24,2° C e máxima de 32° C. (Figura 3) Os elevados valores de temperatura se associam com a temperatura ambiente da região. Por outro lado, influenciou também o horário de coleta, geralmente entre 7:30 e 11:00, horário este de forte insolação.



Oxigênio dissolvido

Os níveis de oxigênio dissolvido foram baixos, embora o sistema tenha apresentado elevada biomassa de algas. (Figura 3) Os valores de oxigênio dissolvido variaram de 0,4 a 8,4 mg/L; o valor médio foi de 4,0 mg/L. Vale ressaltar que a caixa de saída do efluente final (local de coleta) liberava o efluente 50 cm abaixo da superfície líquida da lagoa, sendo provável, portanto, que nas camadas superiores, com maior atividade fotossintética das algas, sejam observadas concentrações mais elevadas devido a maior atividade fotossintética das algas.

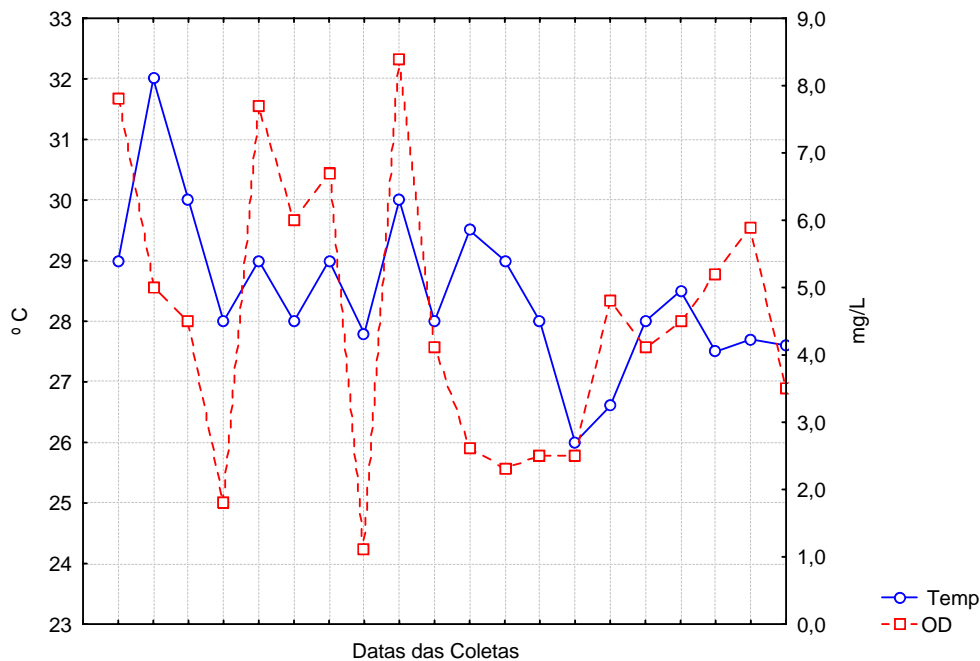


Figura 3- Variação espaço temporal da Temperatura e OD. Efluente da ETE Ponta Negra. Natal, RN, 2004

Demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) total e solúvel

Os valores médios de DBO₅ total e solúvel foram 89mgO₂/L e de 22 mgO₂/L, respectivamente; esses valores não estão compatíveis com os indicados para reúso urbano, de acordo com legislações de alguns países como, Estados Unidos, Espanha e Japão, onde são recomendados valores limites de DBO₅ variando entre 10 mgO₂/L a 25 mgO₂/L. A Figura 4 mostra a variação espaço-temporal da DBO (total e solúvel).

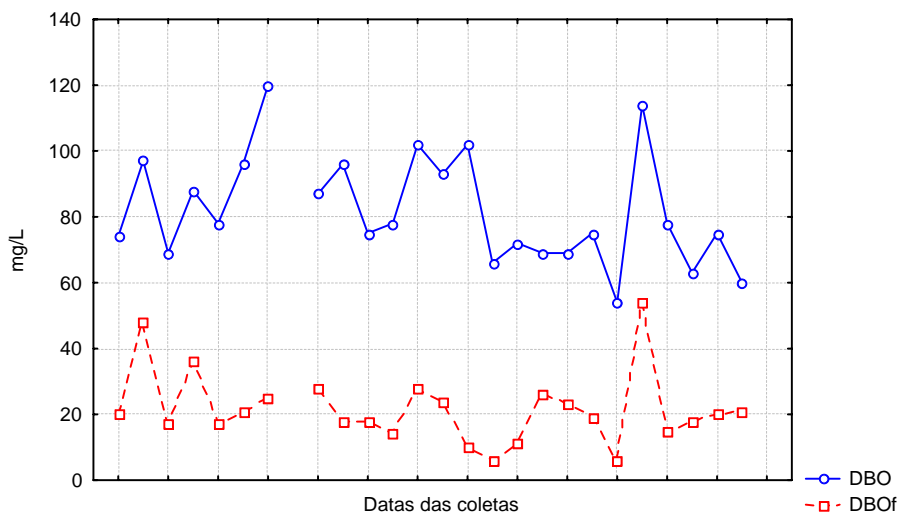


Figura 4- Variação espaço temporal de (DBO₅) total e solúvel Efluente da ETE Ponta Negra. Natal, RN, 2004.



Demanda química de oxigênio (DQO) total e solúvel

Os valores médios de DQO total e solúvel foram 257 mg/L e de 84 mg/L, respectivamente, com mínima de 144 e máxima de 360 mg/L para a DQO total, e mínima de 57 e máxima de 117 mg/L para a DQO solúvel (Figura 5).

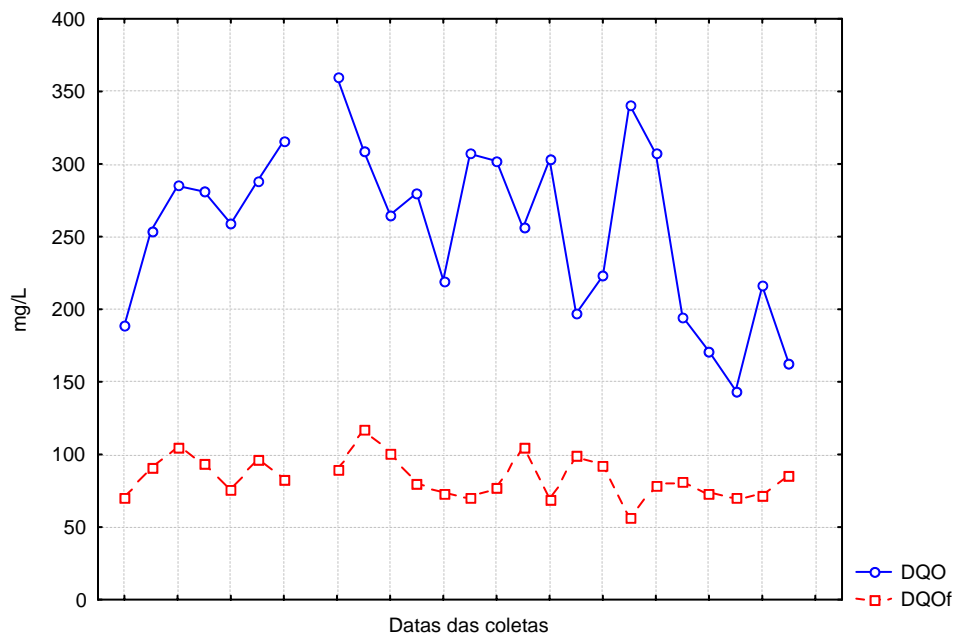


Figura 5- Variação espaço temporal de (DQO) total e solúvel Efluente da ETE Ponta Negra, Natal, RN, 2004.

Sólidos suspensos totais

O teor de matéria sólida em suspensão pode gerar um possível risco sanitário para a população como também para os trabalhadores envolvidos no processo do reúso. Os sólidos suspensos podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos e, conseqüentemente, propagar enfermidades. Os valores obtidos de sólidos suspensos foram elevados, variando de 121 mg/L a 494 mg/L, com valor médio de 241 mg/L. A Figura 6 mostra a variação espaço-temporal dos SS.

Clorofila “a”

O efluente final da ETE Ponta Negra apresentou elevadas concentrações de clorofila “a”. Os valores variaram de 368 a 3287 µg/L, com média de 1104 µg/L. Embora as legislações de reúso não versarem sobre esse parâmetro, o mesmo foi determinado para quantificar-se a biomassa algal, já que o mesmo está relacionado com outros parâmetros importantes, tais como: sólidos suspensos totais, DBO e DQO (total e filtrada) e coliformes termotolerantes. A Figura 6 mostra a variação espaço-temporal da clorofila “a”.

Helmintos

Existem grandes incidências de doenças parasitárias nos homens e animais, principalmente em áreas tropicais e subtropicais pobres. A resistência ambiental apresentada pelos ovos de helmintos, a identificação e quantificação de ovos desses parasitas nas amostras de efluente tratado constituem uma prática relevante quando se pretende reutilizar estas águas. A ingestão de um ovo fértil de helmintos é suficiente para iniciar o ciclo de doenças transmitidas por esses parasitas. Por esse motivo, a Espanha e a OMS recomendam o padrão de menos de 1 ovo/L. Existem outros critérios menos exigentes, como é o caso do Estado de New South Wales (Austrália), o qual estabelece o padrão de menos de 1 ovo/ 50L.

Em todas as amostras do efluente tratado da ETE Ponta Negra, não houve presença de larvas ou ovos de nenhuma espécie de helminto. Este resultado confirma a eficiência das lagoas de estabilização na remoção de ovos e parasitas intestinais.

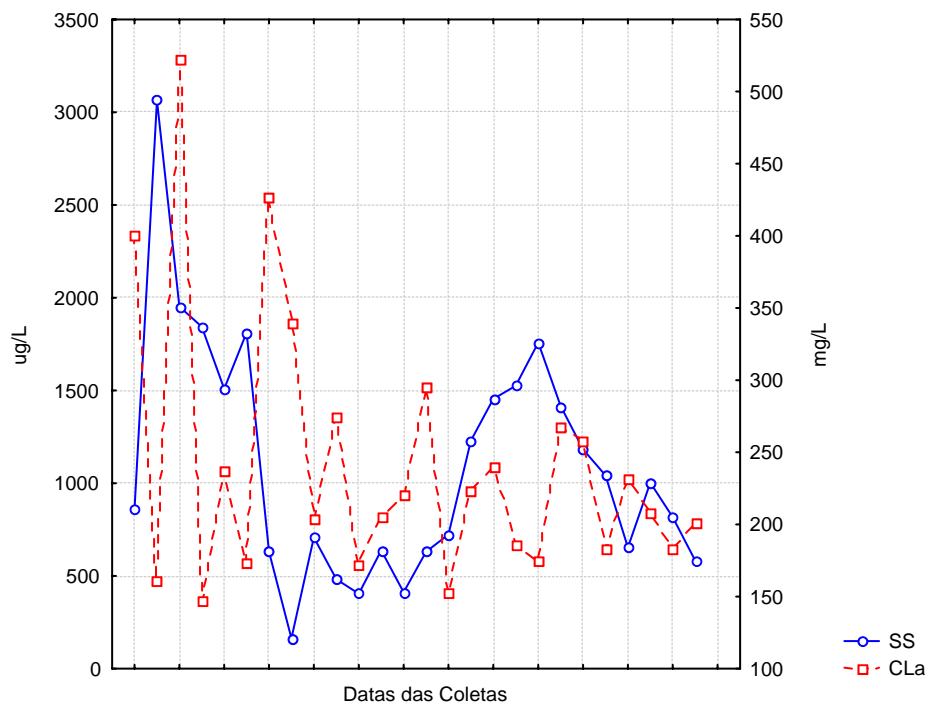


Figura 6- Variação espaço temporal dos SS e da clorofila "a" Efluente da ETE Ponta Negra. Natal, RN. 2004

Coliformes termotolerantes

Para este parâmetro, foi utilizada a média geométrica, e foi obtido o valor médio de $6,90E+04$, verificando-se uma elevada concentração de coliformes termotolerantes por /100 mL de amostra. Os valores desse parâmetro estão bem superiores aos valores permitidos pelas legislações existentes, até as mais permissivas. O estado da Flórida, por exemplo, estabelece que, num período de 30 dias, 75% das amostras deverão apresentar um valor de no máximo 25 CF/ 100 ml. A norma espanhola é mais rigorosa, recomenda que em 90% das amostras o valor máximo seja inferior a 10 CF/ 100 ml. Para a OMS os principais problemas de saúde relacionados com a reutilização de efluentes são os helmintos. A OMS admite irrigações com até 1000 CF /100 mL, tomando por base os valores de balneabilidade em diversos países. A Figura 7 mostra a variação espaço-temporal dos coliformes termotolerantes.

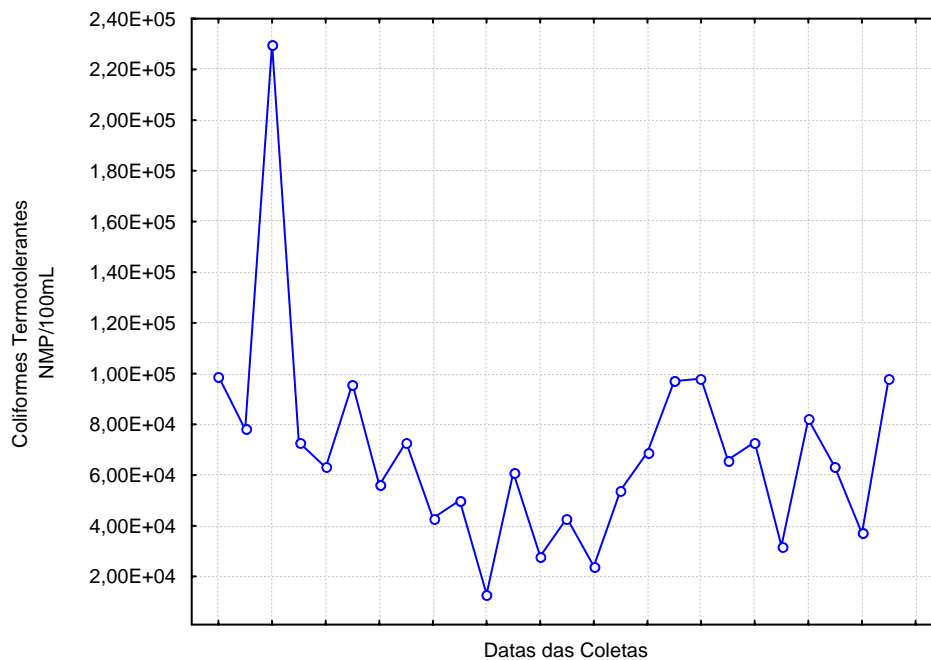


Figura 7- Variação espaço temporal dos coliformes Efluente da ETE Ponta Negra. Natal, RN. 2004.

Comparação dos Dados Obtidos na ETE Ponta Negra Frente às Diversas Legislações de Reúso

Nos Quadros 1 a 5, são feitas comparações entre os valores determinados para o efluente da ETE Ponta Negra e diversas legislações relativas ao reúso de águas.

Quadro 1 - Diretrizes recomendadas sobre a qualidade microbiológica das águas residuárias utilizadas na agricultura segundo a Organização Mundial de Saúde

CONDIÇÕES DE REÚSO	GRUPOS EXPOSTOS	NEMATÓIDES* (Nº de ovos /litro)	CF ** (Nº/100 ml)	Situação do sistema de Lagoas frente às Diretrizes da OMS
IRRIGAÇÃO IRRESTRITA (culturas para serem comidas cruas, campos de desportos e parques públicos)	Operários Consumidores Público	≤1	≤ 1000	Fora dos Padrões
IRRIGAÇÃO RESTRITA (cereais, culturas industriais, forragens, pastos e árvores)	Operários	≤1	não especificado	Dentro dos Padrões
IRRIGAÇÃO RESTRITA E LOCALIZADA (se a exposição de operários e do público não ocorre)	Nenhum	não se aplica	não se aplica	Dentro dos Padrões

Fonte: (WHO, 1989)

* Áscaris, Trichuris, Ancilostoma, Necator - média aritmética do número de ovos viáveis, durante o período de irrigação.

** Média geométrica, durante o período de irrigação.



Quadro 2 - Tratamentos e critérios de qualidade do Estado da Flórida USA) para utilização de águas residuais não potáveis

Tipos de Uso	Padrões de Qualidade	Tratamento Requerido	Situação do sistema de Lagoas frente os critérios de qualidade da Flórida
Áreas de acesso público restritivo ⁽¹⁾ , usos industriais	200 CF/100ml 20mg/L SST 20mg/L DBO	Secundário e Desinfecção	Fora dos Padrões
Áreas de acesso público ⁽²⁾ , irrigação de cultivos ⁽³⁾ , lavagens de tanques sépticos ⁽⁴⁾ , recreação restrita, proteção contra incêndios, fins estéticos, controle de poeira.	CF não detectáveis/100ml 5mg/L SST 20mg/L DBO	Secundário, Filtração e Desinfecção	Fora dos Padrões

Fonte: (Florida Department of Environmental Protection, 1995 *apud* BRITO, 1998)

- (1) Zonas com árvores, zona de pasto, áreas utilizadas para cultivar árvores, forragem ou áreas similares;
- (2) Gramados residenciais, campo de golf, cemitérios, parques, áreas paisagísticas ou similares;
- (3) Somente se os cultivos são descascados, cozidos ou processados termicamente antes de ser consumido;
- (4) Somente onde as residências não tenham acesso ao sistema de tubos.

Quadro 3 - Critérios de Qualidade da água e tratamentos indicados para utilização de água residual urbana na irrigação agrícola e recreação, na Espanha

Tipo de Cultivo	Tratamento Indicado	Nematóides Intestinais	Qualidade da Água	Situação do sistema de Lagoas frente os critérios de reutilização da Espanha
Irrigação de gramas e plantas ornamentais com contato direto (Parques públicos, campos de golf, etc).	Secundário Filtração Desinfecção	≤1/l	pH 6 – 9 SS < 10 mg/l DBO <10 mg/l CF<10/100ml	Fora dos Padrões
Irrigação de gramas zonas de árvores e outras áreas onde o acesso ao público é restrito ou infrequente	Secundário Desinfecção	≤1/l	pH 6 – 9 SS < 30 mg/l DBO <30 mg/l CF <200/100ml Cl ₂ res > 0.3 mg/l	Fora dos Padrões
Irrigação de cultivos para consumirem crus	Secundário Filtração Desinfecção	≤1/l	pH 6 – 9 SS < 10 mg/l DBO <10 mg/l CF<10/100ml Cl ₂ res > 0.6 mg/l	Fora dos Padrões
Irrigação de hortaliças e frutas assim como hortaliças para serem consumidas cozidas (não se deve recolher frutos do solo)	Secundário Desinfecção	≤1/l	pH 6 – 9 SS < 30 mg/l DBO <30 mg/l CF<200/100ml Cl ₂ res > 0.3 mg/l	Fora dos Padrões
Irrigação de cereais e cultivos industriais, forragem e pastos.	Secundário Desinfecção	≤1/l	pH 6 – 9 SS < 45 mg/l DBO <45 mg/l CF<500/100ml Cl ₂ res > 0.1 mg/l	Fora dos Padrões

Fonte: (MOPT, 1993).



Quadro 4 - Pauta técnica para utilização de água residual tratada no Japão

Parâmetros	Descarga de Sanitários	Irrigação de Áreas Naturais	Estético - Ambiental	Situação do sistema frente à Pauta Técnica do Japão
CF – NMP/100ml	≤ 10	Não detectado	Não detectado	Fora dos Padrões
Cloro residual	retido	≥ 0,4	-	Fora dos Padrões
Aparência	Não desagradável	Não desagradável	Não desagradável	Fora dos Padrões
DBO	-	-	≤ 10	Fora dos Padrões
Odor	Não desagradável	Não desagradável	Não desagradável	Dentro dos Padrões
pH	5,8 – 8,6	5,8 – 8,6	5,8 – 8,6	Dentro dos Padrões

Fonte: (MAEDA *et al.*, 1995).

Quadro 5 - Comparativo de diversas normas para a utilização de água residual na irrigação agrícola

Normas / Países	Cultivos			
	Cultivos cujos produtos se comem crus	Cultivos cujos produtos se comem depois de cozinhar	Forragens, Fibras e sementes	Frutas e Uvas
Informe de Engelberg (OMS)	<1000 CF/100ml <1 ovo de nematóides/ l	<1 ovo de nematóides/ l	<1 ovo de nematóides/ l	<1 ovo de nematóides/ l
EE.UU/ Califórnia Irrigação superficial Irrigação por aspersão	<2,2 CT/100ml <2,2 CT/100ml	Efluente trat. Primário <23 CT/100ml	Efluente trat. Primário Efluente trat. Primário	
Alemanha	Irrigação somente na fase de floração	Interromper 4 semanas antes da colheita	Efluente secundário desinfectado	Não devem receber irrigação por aspersão
Antiga URSS	Não se permite a irrigação	Irigar fora dos períodos vegetativos. Não devem receber irrigação por aspersão	Efluente depois da sedimentação que ultrapasse 2h. Não devem receber irrigação por aspersão	Irrigação subterrânea. Interromper 2 semanas a 2 meses antes da colheita
França	-	-	É proibido o consumo do pasto irrigado	Efluente trat. Secundário Biológico
Israel	Não é permitido a menos que sejam frutas que se comem sem a casca	Efluente trat. Secundário	Efluente trat. Secundário	Efluente trat. Secundário Irigar até 1 mês antes da coleta
África do Sul	-	<1000 CF/100ml em 80% das amostras	Efluente de tratamento terciário clorado	Efluente de tratamento terciário clorado
Espanha	<1 ovo de nematóides/ l. <10 CF/100ml	<1 ovo de nematóides/ l <200 CF/100ml	<1 ovo de nematóides/ l <500 CF/100ml	<1 ovo de nematóides/ l <200 CF/100ml

Fonte: (Adaptado por BRITO, 1998).



CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

- Os resultados obtidos expressam a viabilidade técnica para reutilização do efluente da ETE Ponta Negra, sendo necessários, em alguns casos, tratamentos adicionais, dependendo do tipo de reúso pretendido.
- Os níveis de ovos de helmintos encontrados no efluente final da ETE Ponta Negra atende às recomendações da Organização Mundial de Saúde - OMS para o uso irrestrito na irrigação. No entanto, não é alcançado o nível recomendado para coliformes fecais, no caso de reúso irrestrito.
- Embora já bastante utilizado em alguns lugares do mundo, o reúso de águas residuárias ainda é uma prática não muito difundida no Brasil, não estando ainda institucionalizado; em geral, é feito de uma forma não planejada e não inclui, em sua prática, barreiras de proteção para garantir a saúde pública. Há necessidade de iniciativas governamentais de modo a determinar as melhores formas de utilização dos efluentes tratados e os critérios e cuidados a serem observados.
- O reúso de águas residuárias tratadas representa uma alternativa favorável para os municípios, cidades, estados ou países que enfrentam problemas de escassez de recursos hídricos. A reutilização de efluentes tratados pode reduzir significativamente a demanda sobre os limitados recursos hídricos.
- No Brasil, há necessidade de que sejam estabelecidos critérios para a utilização de efluentes de ETEs para fins não potáveis. Atualmente, um Grupo de Trabalho elabora normas sobre reúso de águas, em nível nacional.
- O uso de efluentes tratados de lagoas de estabilização pode disponibilizar água para usos menos nobres, destinando-se a água de melhor qualidade para usos mais nobres.
- A proposta / conclusão desta pesquisa é a urgente necessidade do estabelecimento de normas de adequação dos projetos de ETEs, para que o tratamento das águas residuárias atenda aos padrões de qualidade requeridos para projetos específicos de reúso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA /AWWA / WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 19ª Ed. New York, American Public Health Association, 1995.
2. ARAÚJO, LUCIA DE FÁTIMA PEREIRA. **Reúso com Lagoas de Estabilização, potencialidades no Ceará** – Fortaleza: SEMACE, p.132. 2000.
3. BRITO, LUIZ PEREIRA DE. **Reutilización de Água Residual Depurada** – Universidade Politécnica de Madri, Espanha, 1998. p. 209.
4. JONES, G. J. **A guide to methods for estimating microbial numbers and biomass in fresh water**. Amble side: Freshwater Biological Association – Scientific Publication, v. 39. 1979.
5. MAEDA, M.; NAKADA, K.; KAWAMOTO, **Area wide Use of Reclaimed Water in Tokio, Japan**. Bureau of Sewerage, Tokyo Metropolitan Government, 2-8-1 Nishi-shinjuku, Shinjuku-ku. Tokyo 163-03. Japan. 1995.
6. MANCUSO, P. C. S e SANTOS, H. F. **Reúso de Água** – São Paulo: ABES, 2003.
7. MOPT – MINISTÉRIO DE OBRAS PÚBLICAS Y RANSPORTES – Borrador. **Proyecto de Real Decreto por el que se Establecen las Condiciones Básicas para la reutilización directa de las Aguas Residuales Depuradas**. España. 1993.
8. VIEIRA, J. R. G. **Avaliação da eficiência na remoção de fósforo em lagoas de estabilização em escala real no Nordeste do Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal - RN. 2003.
9. WHO. **Health Guidelines for the Use of Wastewater in Agriculture and Aquaculture**. Technical Report Series Nº 778. Geneva, World Health Organization, 1989