

## II-455 - UTILIZAÇÃO DE EFLUENTES DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO PARA USO URBANO NO NORDESTE BRASILEIRO

**Ligianne Dynara Câmara e Silva<sup>(1)</sup>**

Técnica em construção civil pelo CEFET-RN. Engenheira civil pela UFRN. Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária da UFRN – Bolsista CAPES.

**Maria del Pilar Durante Ingunza**

Geóloga pela UCM/Espanha. Mestre em Meio Ambiente pela UPM/Madrid/Espanha. Doutorado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UPM/Madrid/Espanha. Professora Associada da UFRN/Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária (PPGES-UFRN).

**André Luís Calado Araújo**

Engenheiro Civil pela UFPA. Mestre em Engenharia Sanitária pela UFPB. PhD em Engenharia de Saúde Pública pela University of Leeds. Professor do IFRN. Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia Sanitária da UFRN (PPGES-UFRN).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Av. Dão Silveira, 4404, Bloco P, Apt. 301 - Candelária - Natal - RN - CEP: 59066-900 - Brasil - Tel: +55 (84) 9922-7110 - e-mail: [ligicamara@yahoo.com.br](mailto:ligicamara@yahoo.com.br)

### RESUMO

O trabalho teve como objetivo determinar os possíveis usos, através de características físico-químicas e bacteriológicas, dos efluentes finais provenientes de sistemas de lagoas de estabilização para uso urbano localizadas na região metropolitana de Natal/RN. Os parâmetros adotados foram escolhidos de acordo com os estabelecidos no âmbito do PROSAB (Florêncio *et. al.*, 2006). Os resultados encontrados mostraram a viabilidade técnica para utilização dos efluentes finais de algumas das ETEs analisadas, sendo necessário para determinados tipos de uso tratamento posteriores para esses efluentes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Uso de efluentes tratados, Lagoas de Estabilização, Reúso de águas.

### INTRODUÇÃO

A escassez de recursos hídricos seja pela não existência de água ou pela contaminação das fontes naturais, motiva estudos e pesquisas no campo da reutilização das águas residuárias, pois o futuro desses recursos exige cada vez mais soluções inovadoras, tanto do lado da gestão da oferta quanto da demanda.

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

O processo de utilização dos esgotos tratados deve ser adotado para fins menos exigentes do ponto de vista físico-químico e microbiológico. Esta é uma atividade realizada há décadas, que pode ser comprovada diante da vasta quantidade de estudos referente ao tema.

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.

Diante da necessidade de se estabelecer padrões de qualidade, embasados por um suporte legal, que possam ser adotados como parâmetro para utilização desses efluentes.

Esses padrões devem ser cumpridos, por força da legislação, pelas entidades envolvidas com a água a ser utilizada e devem ser função do uso previsto.

No Brasil, estudos no âmbito do PROSAB – Florêncio *et. al.* (2006) elaboram normas confiáveis e seguras sobre reúso de efluentes, em nível nacional.

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 (METCALF & EDDY, 1991; LEON e CAVALLI, 1996 apud ARAÚJO, 2000).

As águas residuárias tratadas são capazes de atender a diversos usos e podem ser feitas de diversas formas, dependendo para onde se deseja usá-la e o grau de qualidade que esse uso exige. Dentre muitas, incluem-se: as recargas de aquíferos (alimentação de lagos artificiais, de fontes ornamentais, etc.), o reuso urbano (irrigação de parques, jardins, cemitérios, canteiros centrais de autovias, campos de golfe, pátios de colégios, complexos turísticos, limpezas de vias públicas, de caminhões de coleta de lixo, etc.), industrial (sistemas de refrigeração, lavagem e transporte de materiais, etc.) e em edifícios residenciais e comerciais (limpeza de sanitários, sistemas contra incêndios), na irrigação, hidroponia e piscicultura.

Apesar de um grande número de autores tratarem do assunto e de diversas pesquisas comprovarem essa viabilidade, quando atendidos os parâmetros exigidos, ainda existe uma grande rejeição por parte da população que, mesmo consciente da real necessidade de se usar águas residuárias tratadas, ainda não possui esclarecimento suficiente em relação à segurança e confiabilidade do efluente que será reutilizado.

Se tratando de efluentes finais de lagoas de estabilização, segundo Holanda & Amorim (1997) apud Sousa *et. al.* (2001), a adequação da água para irrigação é um tanto subjetiva, mas é preciso avaliar alguns parâmetros que poderão produzir efeitos desagradáveis na relação água, planta e solo. Uma água pode ser considerada adequada para certo tipo de solo ou cultura, porém inadequada para outros. Para tanto, deve-se analisar as características físico-químicas, a qualidade sanitária da água, a tolerância das culturas a serem utilizadas, o clima local, o manejo da irrigação e a drenagem. Os principais parâmetros físico-químicos do efluente da lagoa de estabilização e da água bruta, utilizados como águas de irrigação, são mostrados na Tabela 1.

**Tabela 1: Valores médios dos principais parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água e do efluente da lagoa de estabilização.**

PARÂMETROS	UNIDADE	ESGOTO TRATADO
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	60
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	215
Sódio	mgNa/L	89
Potássio	mgK/L	22
CE	mS/cm	751
Cloretos	mgCl/L	67
Amônia	mgN-NH <sub>3</sub> /L	5,3
Fósforo Total	mgP/L)	3,4

Fonte: REGO *et. al.* (2005)

## CARACTERÍSTICAS DE EFLUENTES FINAIS DE LAGOAS DE ESTABILIZAÇÃO NO NORDESTE BRASILEIRO

Na Tabela 2 são apresentados os principais dados estatísticos dos parâmetros físico-químicos dos efluentes de lagoa de maturação no Estado da Paraíba.

**Tabela 2: Características do efluente de lagoa de maturação no Estado da Paraíba.**

PARÂMETROS	UNIDADE	ESGOTO TRATADO
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	80
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	229
SST	mg/L	101
Fósforo Total	mgP/L	6,6
NTK	mgN/L	57
Coliformes Fecais	UFC/100mL	6,3 x 10 <sup>5</sup>

Fonte: SOUZA *et. al.* (2001)

De acordo com SILVA (2008) e BRANDÃO (2002), no estado do Ceará as características dos efluentes finais de uma série de lagoas de estabilização, sendo uma anaeróbia, uma facultativa, seguidas de duas de maturação, apresentam valores conforme a Tabela 3.

**Tabela 3: Características químicas do efluente de lagoa de estabilização no Estado do Ceará.**

PARÂMETROS	UNIDADE	ESGOTO TRATADO
pH	pH	7,23
Sólidos Totais	mg/L	298
Ferro Total	mgFe/L	0,5
Cloretos	mgCl/L	218
Sulfatos	mgSO <sub>4</sub> /L	11,7
Coliformes Fecais	NMP/100mL	2,7 x 10 <sup>1</sup>

Fonte: Adaptada de SILVA (2008) e BRANDÃO (2002)

Já estudos realizados no Rio Grande do Norte, para um sistema de lagoas de estabilização possuindo uma lagoa facultativa, seguidas de duas de maturação, apresentam os seguintes valores para seus efluentes finais de acordo com a Tabela 4.

**Tabela 4: Características do efluente final de lagoa de estabilização no Estado do Rio Grande do Norte.**

PARÂMETROS	UNIDADE	ESGOTO TRATADO
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /L	55
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	171,76
OD	mgO <sub>2</sub> /L	2,29
SST	mg/L	108,79
Fósforo Total	mgP/L	5,28
Nitrogênio Total	mgN/L	3,74
pH	-----	7,22
Temperatura	°C	26,8
Turbidez	uT	193,36
CE	μS/cm	419,38
E. coli	NMP/100mL	3,48 x 10 <sup>3</sup>
Ovos de helmintos	Ovos/L	não detectados

Fonte: TINÔCO (2003)

A fim de caracterizar efluentes provenientes de lagoas de estabilização no Nordeste brasileiro, o presente trabalho avaliou os possíveis usos dos efluentes finais da Estação de Tratamento de Esgoto Ponta Negra, Estação de Tratamento de Esgoto Felipe Camarão e Estação de Tratamento de Esgoto Guarapes, todas localizadas na Grande Natal, no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Os resultados obtidos serão comparados com os dados estabelecidos pelo PROSAB - Florêncio *et al.* (2006), que são parâmetros reconhecidamente confiáveis e essenciais ao entendimento e a aplicação do uso de águas residuárias tratadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

### CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A área a ser analisada compreende a região metropolitana de Natal, localizada no estado do Rio Grande do Norte, onde foram selecionadas três diferentes configurações de sistemas de lagoas para a avaliação dos seus efluentes finais com vistas ao uso urbano. Foram realizadas coletas para a caracterização desses efluentes, para que assim, posteriormente, fossem verificados os possíveis usos que esses efluentes podem ser submetidos.

O esgoto doméstico da referida cidade é tratado basicamente através de sistemas de lagoas de estabilização. Dentre eles, foram selecionados para verificação da viabilidade ao reuso urbano dos efluentes finais das lagoas de: Ponta Negra, Felipe Camarão e Guarapes. O primeiro sob o gerenciamento da Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN) e os demais possuindo gerenciamento particular.

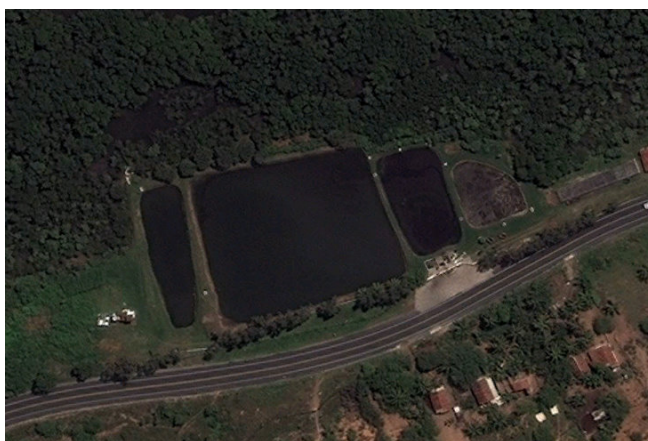
A estação de tratamento de esgotos denominada ETE Ponta Negra está localizada no bairro de Ponta Negra. O sistema de esgotamento é composto por rede coletora, estações elevatórias, tratamento preliminar, lagoas de estabilização em série e disposição final do efluente no solo em valas de infiltração. A série é composta por uma lagoa facultativa primária e duas lagoas de maturação. A Figura 1 mostra a vista da ETE de Ponta Negra.



**Figura 1: Vista da ETE de Ponta Negra.**

Fonte: Banco de dados da CAERN.

A estação de tratamento de esgotos denominada ETE Felipe Camarão está localizada no bairro de Felipe Camarão. O sistema de esgotamento é composto por esgotos provenientes de caminhões “limpa-fossa”, tratamento preliminar, lagoas de estabilização em série e o efluente final é lançado no Rio Potengi. A série é composta por duas lagoas anaeróbias, uma lagoa facultativa e uma lagoa de maturação. A Figura 2 mostra a vista da ETE de Felipe Camarão.



**Figura 2: Vista da ETE de Felipe Camarão.**

Fonte: Google Earth (dezembro/2010).

Já a estação de tratamento de esgotos denominada ETE Guarapes está localizada no município de Macaíba – RN, na Região Metropolitana de Natal. O sistema de esgotamento também é composto por esgotos provenientes de caminhões “limpa-fossa”, tratamento preliminar, lagoas de estabilização em série e o efluente final também é lançado no Rio Potengi. A série é composta por uma lagoa anaeróbia, uma lagoa facultativa e uma lagoa de maturação. A Figura 3 mostra a vista da ETE Guarapes.



**Figura 3: Vista da ETE Guarapes.**  
Fonte: Google Earth (dezembro/2010)

### PERÍODO DE AMOSTRAGEM

O estudo foi desenvolvido entre os meses de dezembro/2010 e maio/2011. As amostras foram coletadas semanalmente no ponto de saída do efluente final de cada lagoa de estabilização, totalizando 8 coletas, sendo realizadas no período da manhã, entre 7h30 e 11h. Em seguida, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, onde foram realizadas as análises laboratoriais.

### PARÂMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS

No efluente final das ETES, foram analisados os seguintes parâmetros: pH, Temperatura, Série de Sólidos, Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Coliformes Termotolerantes (CTer), NTK, Condutividade elétrica e Fósforo total.

Os Helmintos não foram determinados, pois em estudos realizados por Andreoli *et. al.* (2009) no âmbito do PROSAB e por Tinôco (2003) nas lagoas estudadas, mostraram que nos efluentes finais de lagoas de estabilização os ovos de helmintos quase nunca eram detectados e quando detectados não apresentavam viabilidade.

### PROCEDIMENTOS ANALÍTICOS

Todos os procedimentos analíticos seguiram as recomendações estabelecidas por APHA *et. al.* (1998). A Tabela 5 apresenta as variáveis analisadas e os métodos pelos quais foram realizados.

**Tabela 5: Variáveis e métodos realizados nas amostras coletadas.**

PARÂMETROS	UNIDADE	MÉTODOS
Coliformes Termotolerantes	ufc/100ml	Membrana Filtrante
Condutividade elétrica	µS/m	Sonda Multiparâmetro Potenciométrico
Demanda Química de Oxigênio	mgO <sub>2</sub> /L	Dicromato de potássio
Fósforo Total	mgP/L	Ácido ascórbico
NTK	mgN/L	Semi-micro-kjeldhal
Oxigênio Dissolvido	mgO <sub>2</sub> /L	Oxímetro portátil
pH	-----	Sonda Multiparâmetro Potenciométrico
Sólidos Totais	mg/L	Gravimétrico - Secagem a 103 -105°C
Sólidos Fixos e Voláteis	mg/L	Gravimétrico - Secagem a 103 -105°C seguida de ignição a 550°C
Temperatura	°C	Sonda Multiparâmetro Potenciométrico



## RESULTADOS

Para esse estudo, os valores médios obtidos para os efluentes finais das lagoas de estabilização encontram-se apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6: Características dos efluentes finais das lagoas estudadas.**

PARÂMETROS	UNIDADE	ETE PONTA NEGRA	ETE FELIPE CAMARÃO	ETE GUARAPES
DQO	mgO <sub>2</sub> /L	293,20	306,87	361,74
OD	mgO <sub>2</sub> /L	1,69	2,22	0,92
Fósforo Total	mgP/L	12,34	22,65	28,86
NTK	mgN/L	20,25	67,06	61,04
Ph	-----	7,1	7,5	7,6
Temperatura	°C	30,4	29,7	30,4
CE	μS/cm	551	3457	2165
Coliformes Termotolerantes	ufc/100mL	24420	0	4350
ST	mg/L	521	1697	1146
STF	mg/L	240	1431	718
STV	mg/L	281	266	428
SST	mg/L	150	77	173
SSF	mg/L	24	15	37
SSV	mg/L	126	62	137
SDT	mg/L	371	1619	973

Nas estações de tratamento estudadas os valores de DQO variaram pouco entre si, sendo a ETE de Ponta Negra a que apresentou o valor mais baixo (293,20 mgO<sub>2</sub>/L) e a ETE Guarapes a com valor mais elevado (361,74 mgO<sub>2</sub>/L).

Ocorreu também uma pequena variação entre em relação ao OD das três estações de tratamento, sendo a ETE Guarapes a que apresentou o valor mais baixo (0,92 mgO<sub>2</sub>/L) e a ETE Felipe Camarão com valores mais elevados (2,22 mgO<sub>2</sub>/L).

Para os valores de Fósforo total as ETEs Felipe Camarão e Guarapes apresentaram valores bastante próximos entre si, sendo esses dois, por sua vez, em torno do dobro apresentado na ETE Ponta Negra, como pode ser visto na Tabela 6.

Em relação ao NTK, os valores apresentados pelas Estações de Felipe Camarão (67,06 mgN/L) e Guarapes (61,04 mgN/L) também foram bastante próximos, assim como no caso do Fósforo total, estando mais uma vez, bastante distante dos apresentados pela ETE Ponta Negra (20,25 mgN/L).

O pH das três estações de tratamento se mostraram bastante próximos, sendo o da ETE Ponta Negra 7,1, o da ETE Felipe Camarão 7,5 e o da ETE Guarapes 7,6.

As temperaturas dos efluentes finais das estações em estudo também se apresentaram bastante próximas. As ETEs Ponta Negra e Guarapes apresentaram os mesmos valores de temperatura (30,4°C). A ETE Felipe Camarão apresentou uma temperatura de 29,7°C.

A Condutividade elétrica da ETE Ponta Negra foi bastante inferior as da ETEs Felipe Camarão e Guarapes. Sendo a da ETE Ponta Negra 551 μS/cm, a da ETE Felipe Camarão 3457 μS/cm, e a da ETE Guarapes 2165 μS/cm.

O parâmetro de Coliformes Termotolerantes foi o que apresentou maior diferença entre os resultados dos efluentes finais das ETEs analisadas, como pode ser visto na Tabela 6. Isso ocorre devido à cloração na qual o efluente final da ETE Potiguar é submetido.

Em relação aos valores de sólidos, a ETE Felipe Camarão e a ETE Guarapes, apresentaram uma quantidade de sólidos bastante superior a encontrada na ETE Ponta Negra.

**Tabela 7: Padrões de qualidade de diversas tecnologias de tratamento de esgotos.**

EXEMPLO DE TECNOLOGIAS	PARÂMETRO DE REFERÊNCIA	QUALIDADE ESPERADA DO EFLUENTE
Lagoa Facultativa Lagoa Anaer. + Lagoa Decantação	DBO	< 80
	SST	< 90
	N-NH <sub>3</sub>	> 15
	N-total	> 20
	P- total	> 4
	CTer	< 10 <sup>6</sup>
	Helminhos	< 1
Lagoa Facultativa + LM	DBO	< 70
	SST	< 80
	N-NH <sub>3</sub>	> 15
	N-total	> 20
	P- total	> 4
	CTer	< 10 <sup>3</sup>
	Helminhos	< 1

Fonte: Adaptada de Florencio *et. al.* (2006)

A ETE Ponta Negra apresentou valores de SST superiores ao esperado para o tipo de tecnologia de tratamento a qual está submetida, onde esperava-se um valor inferior a 80 e a mesma apresentou o valor de 150.

Já os valores de Nitrogênio e Fósforo total para a ETE Ponta Negra apresentaram-se de acordo com o limite esperado. O efluente apresentou o valor de 20,25 para N-total, atendendo o valor de > 20 esperado. Para o P-total esperava-se um valor > 4 e o efluente apresentou 12,34.

Os CTer para a ETE Ponta Negra apresentaram valores superiores ao esperado que é de 10<sup>3</sup>. O efluente final da referida ETE apresentou o valor de 2,4x10<sup>4</sup>.

Em relação a ETE Felipe Camarão, a mesma apresentou valores de SST conforme o esperado para o tipo de tecnologia de tratamento que esse efluente está submetido. Esperava-se um valor < 90 e o efluente apresentou 77.

Assim como na ETE de Ponta Negra, a ETE Felipe Camarão também apresentou valores de N-total e P-total atendendo aos limites esperados. Esperava-se um valor de N-total > 20 e o efluente apresentou 67,06 e para P-total > 4, em que o efluente final apresentou 22,65.

O efluente final da ETE Felipe Camarão não apresentou valores de CTer, estando bem inferiores ao limite estabelecido de até 10<sup>6</sup> para a tecnologias na qual esse efluente esta submetido. O mesmo apresentou um valor 0, devido a cloração que é feita na etapa final do tratamento desse efluente.

Quanto a ETE Guarapes, a mesma apresentou valores de SST superiores ao esperado para o tipo de tecnologia a qual está submetida. Esperava-se um valor < 90 e o efluente apresentou 173.

Assim como nas outras duas ETE analisadas nesse estudo, a ETE Guarapes também apresentou valores de N-total e P-total atendendo ao limite esperado. Esperava-se um valor de N-total > 20 e o efluente apresentou 61,04 e para P-total > 4, apresentando 28,86. Os valores da ETE Felipe Camarão e Guarapes se mostraram bastante próximos, podendo-se atribuir ao tratamento em ambas são submetidas serem bastante semelhantes.

Os CTer da ETE Guarapes apresentaram valores inferiores ao esperado que é de até 10<sup>6</sup> para os efluentes finais da tecnologia de tratamento que o mesmo sofre, a referida ETE apresentou o valor de 4350, dentro do limite esperado.

Em relação aos ovos de helmintos, as três estações de tratamento analisadas se enquadram nos valores esperados de  $< 1$ , já que em tratamento por lagoas de estabilização os ovos não se mostram viáveis.

Com esses resultados obtidos através das análises em campo e laboratoriais, os efluentes foram enquadrados de acordo com seus possíveis usos, comparando-os com as diretrizes gerais para utilização de esgotos tratados elaborada por Florencio *et al.* (2006), como mostra a Tabela 8.

**Tabela 8: Diretrizes gerais para utilização de esgotos tratados.**

TIPO DE UTILIZAÇÃO	QUALIDADE NECESSÁRIA PARA A ÁGUA DE REÚSO
	PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS
<b>Uso urbano irrestrito</b> Irrigação (campos de esporte, parques, jardins e cemitérios, etc.) e usos ornamentais e paisagístico em áreas com acesso irrestrito ao público, limpeza de ruas e outros usos com exposição similar.	CTer $<200/100\text{mL}$ Helmintos $< 1\text{ovo/L}$
<b>Uso urbano restrito</b> Irrigação (parques, canteiros de rodovias, etc.) e usos ornamentais e paisagístico em áreas com acesso controlado ou restrito ao público, abatimento de poeira em estradas vicinais, usos na construção (compactação do solo, abatimento de poeira, etc.).	CTer $<1 \times 10^4/100\text{mL}$ Helmintos $< 1\text{ovo/L}$
<b>Uso predial</b> Redes públicas e domiciliares de água utilizada para descarga de vasos sanitários.	CTer $<1 \times 10^3/100\text{mL}$ Helmintos $< 1\text{ovo/L}$

Fonte: Adaptada de Florencio *et al.* (2006)

## CONCLUSÕES

- Os resultados obtidos expressam a viabilidade técnica para utilização do efluente final da ETE Felipe Camarão quando analisados os valores de coliformes termotolerantes para os três tipos de reuso urbano (irrestrito, restrito e predial).
- A ETE Guarapes apresenta viabilidade técnica para utilização do efluente final para uso urbano restrito quando analisados os valores de coliformes termotolerantes.
- A ETE Ponta Negra não apresenta viabilidade técnica para o a utilização de seus efluentes finais.
- Em relação aos níveis de ovos de helmintos no efluente final de lagoas de estabilização, verifica-se em estudos anteriores Tinôco (2003) e Andreoli *et al.* (2009) que os ovos de helmintos quando submetidos a esse tipo de tratamento não apresentam viabilidade.
- O uso de efluentes tratados de lagoas de estabilização pode disponibilizar água para usos menos nobres, destinando águas de melhor qualidade para usos mais nobres. As estações de tratamento de esgotos estudadas, em seu estado de operação e manutenção atual, apresentam valores que inviabilizam o melhor aproveitamento desses efluentes finais com vistas ao uso.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDREOLI, C.V. (Coordenador). Lodo de fossa e tanque séptico: caracterização, tecnologias de tratamento e destino final. PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2009.
2. ARAÚJO, G.M.; MOTA, S.; ARAUJO, A.L.C.; OLIVEIRA, E.C.A. Avaliação do potencial do reuso das águas residuárias tratadas, provenientes do sistema de lagoas de estabilização de Ponta Negra em Natal – RN. 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. ABES, 2005.
3. ARAÚJO, L.F.P. Reuso com Lagoas de Estabilização, potencialidades no Ceará – Fortaleza: SEMACE, 2000.



4. BRANDÃO, L. P.; MOTA, S.; MAIA, L. F. Perspectivas do uso de efluentes de lagoas de estabilização em irrigação. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. 2002. Anais. Vitória/ES, 2002.
5. FLORÊNCIO, L.; BASTOS, R.K.X.; AISSE, M.M. (Coord.). Tratamento e Utilização de esgotos sanitários. PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
6. MANCUSO, P.C.S.; SANTOS, H.F. Reúso de água. São Paulo: Manole, 2003.
7. REGO, J. L.; OLIVEIRA, E. L. L.; CHAVES, A. F.; ARAÚJO, A. P. B.; BEZERRA, F. M. L.; SANTOS, A. B.; MOTA, S. Uso de esgoto doméstico tratado na irrigação da cultura da melancia. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.9, (Suplemento), p.155-159. Campina Grande/ PB, 2005.
8. SILVA, J. L. M. Utilização de esgoto tratado em sistemas de lagoas de estabilização como água de amassamento e cura de concreto. Fortaleza, 2008. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Ceará, 2008.
9. SOUSA, J. T.; LEITE, V. D.; LUNA, J. G. Desempenho da cultura do arroz irrigado com esgotos sanitários previamente tratados. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.5, n.1, p.107-110. Campina Grande/PB, 2001.
10. TINOCO, J. D. Caracterização do efluente final da ETE Ponta Negra com vistas à reutilização na irrigação de canteiros públicos na cidade de Natal – RN. Dissertação de mestrado – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2003.
11. VON SPERLING, M. Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 2º Ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996. 243p. v1