

# USO DE ALAGADO CONSTRUÍDO (WETLAND) NO CONDICIONAMENTO DE EFLUENTE DE LAGOA DE ESTABILIZAÇÃO PARA FINS DE REÚSO NA AGRICULTURA NO SEMI-ÁRIDO BRASILEIRO

PEREIRA, M.G. (\*)

*Eng<sup>a</sup> Civil, Mestre Eng. Química, Bolsista (DTI/CNPq) do PROSAB-RN, mgpereira272@hotmail.com*

SILVA, D.A.

*Eng<sup>o</sup> Civil, Mestre Irrigação e Drenagem, Prof. UFRN, pesquisador PROSAB-RN, aeda@ct.ufrn.br*

ANDRADE NETO, C. O.

*Eng<sup>o</sup> Civil, Doutor em Recursos Naturais, Prof. da UFRN, Membro do Grupo Coordenador do PROSAB, cícero@ct.ufrn.br*

BRITO, L. P.

*Eng<sup>o</sup> Civil, Doutor com Pós Doutorado em Eng. Sanitária e Ambiental pela Univ. Politécnica de Madrid; Prof. Adjunto IV da UFRN, lbrito@ct.ufrn.br.*

MELO, H. N. S.

*Eng<sup>o</sup> Químico, Doutor em Eng. Ambiental, Prof. da UFRN, Coordenador do PROSAB-RN, henio@eq.ufrn.br*

**Endereço<sup>(\*)</sup>:** Rua Padre Zezinho, 04 – Nova Parnamirim – Parnamirim – RN – CEP: 59150-000 – Brasil – Tel.: (0xx84) 3208-3015 – E-mail: [mgpereira272@hotmail.com](mailto:mgpereira272@hotmail.com)

## RESUMO

O semi-árido brasileiro estende-se por uma área que abrange a maior parte de todos os estados da região Nordeste (89,5%). Em cerca de 60% do Rio Grande do Norte predomina o clima semi-árido, caracterizado por sua baixa precipitação pluviométrica, em torno de 400 a 600 mm por ano, distribuídas nos meses de janeiro a abril. As características da região, como escassez e irregularidade das chuvas, solos rasos, rios temporários e vegetação esparsas, conjugadas com a forma como foi se dando a ocupação, têm gerado condições precárias de sobrevivência para a grande maioria das pessoas que aqui vivem. O reúso planejado de águas residuárias domésticas na agricultura vem sendo apontado como uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semi-árido, sendo uma alternativa para os agricultores localizados especificamente nas áreas circunvizinhas das cidades. Neste trabalho são apresentados os resultados da avaliação de um wetland (alagado construído), utilizado para condicionamento do efluente de uma lagoa facultativa primária, em Parelhas/RN – Brasil, com vistas ao reúso em fertirrigação. Estudos em escala real e experimental têm mostrado que alagados construídos possuem boa capacidade de redução de matéria carbonácea, sólidos suspensos, nitrogênio, fósforo e organismos patogênicos. Essa redução é efetuada por diversos mecanismos, tais como: sedimentação, filtração, precipitação e adsorção química, interações microbiana e da vegetação e complexação. Foram analisadas as concentrações remanescentes de matéria orgânica e nutrientes. Verificou-se a remoção média de 73% e 85% para DQO e SS, respectivamente. Com relação à qualidade higiênica, verificou-se que coliformes termotolerantes estiveram presentes em concentrações indesejáveis no efluente final, durante todo o período. O sistema apresentou concentrações no efluente acima de  $10^5$  UFC  $100\text{mL}^{-1}$ . Não foram observados ovos de helmintos no efluente, confirmando a eficiência do sistema na remoção destes parasitas. Devido à baixa qualidade higiênica, nesse caso particular, os efluentes do wetland só poderiam ser usados na irrigação com restrição, pois apresentaram concentrações de coliformes termotolerantes superiores em 2 unidades log ao padrão estabelecido pela OMS (1989) para uso na irrigação irrestrita que é da ordem de ( $10^3$  UFC  $100\text{mL}^{-1}$ ).

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas residuárias, alagado construído, wetland, reúso de água.

## 1. INTRODUÇÃO / OBJETIVOS

O semi-árido brasileiro estende-se por uma área que abrange a maior parte de todos os estados da região Nordeste (89,5%) e a região setentrional do Estado de Minas Gerais (10,5%), ocupando uma área total de 969.589 km<sup>2</sup>.

No semi-árido, as precipitações anuais estão entre 400 e 800 mm, variando, também, as épocas de início e de fim da estação chuvosa. Outra característica marcante do regime de chuvas é a grande variação que se manifesta tanto na distribuição das precipitações ao longo da estação chuvosa como nos totais anuais de precipitação entre diferentes anos em uma mesma localidade. Há anos em que as chuvas se concentram num curto período da estação chuvosa. Em outros anos, a precipitação anual alcança valores bem abaixo de sua média, o que é característico dos chamados anos de “seca”.

Em cerca de 60% do Rio Grande do Norte predomina o clima semi-árido, caracterizado por sua baixa precipitação pluviométrica, em torno de 400 a 600 mm por ano, distribuídas nos meses de janeiro a abril (SEPLAN-IDEMA, 2002).

A Caatinga é o tipo de vegetação que caracteriza o Nordeste semi-árido. Sua fisiologia é bastante interessante, pois durante o período de seca (julho a dezembro) aparenta estar totalmente morta, mas aos primeiros sinais de chuva torna-se exuberante, mostrando que se encontrava em processo de dormência.

Ao longo do tempo, esse importante bioma, que tem provido grande parte da energia necessária às atividades produtivas do Estado e à subsistência das populações locais, vem sofrendo sérios impactos ambientais, resultando em significativa redução de recurso florestal, com reflexos a nível sócio-econômico. Esses impactos estão associados, principalmente, às queimadas, desmatamentos ao sobrepastoreio e a agricultura em terras não aptas, que podem conduzir à desertificação. O estado do Rio Grande do Norte possui cerca de 57,4% do seu território incluído nas categorias muito grave e grave de ocorrência de desertificação, o que evidencia processos de degradação ambiental bastante preocupantes.

As características da região, como escassez e irregularidade das chuvas, solos rasos, rios temporários e vegetação esparsas, conjugadas com a forma como foi se dando a ocupação, têm gerado condições precárias de sobrevivência para a grande maioria das pessoas que aqui vivem.

O reúso planejado de águas residuárias domésticas na agricultura vem sendo apontado como uma medida para atenuar o problema da escassez hídrica no semi-árido, sendo uma alternativa para os agricultores localizados especificamente nas áreas circunvizinhas das cidades (SOUSA, *et al.*, 2003)

Neste trabalho são apresentados os resultados obtidos, no período de março a novembro de 2005, na avaliação de um alagado construído (wetland), utilizado para condicionamento do efluente de uma lagoa facultativa primária, com vistas ao reúso em fertirrigação.

Estudos em escala real e experimental têm mostrado que alagados construídos possuem boa capacidade de redução de matéria carbonácea, sólidos suspensos, nitrogênio, fósforo e organismos patogênicos. Essa redução é efetuada por diversos mecanismos, tais como: sedimentação, filtração, precipitação e adsorção química, interações microbiana e da vegetação e complexação.

Os sistemas do tipo wetland (alagado construído) têm sido amplamente utilizados em vários países como uma solução apropriada para polimento final de águas residuárias e melhoramento da qualidade das águas de rios e lagos. Especificamente no Nordeste do Brasil, região onde a irradiação solar é constante durante quase todo o ano, condição que favorece o processo fotossintético das macrófitas, a utilização de alagado construído apresenta-se como uma tecnologia bastante viável.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

O sistema pesquisado está localizado na cidade de Parelhas/RN – Brasil, com coordenadas geográficas de 6°41'16" S e 36°39'27" W, numa altitude de 320 m acima do nível do mar. O clima da região é semi-árido, com pluviosidade média anual de 450 mm, distribuídos entre fevereiro e abril. A temperatura média anual é de 27,5°C e a umidade relativa média anual abaixo dos 64%. O município de Parelhas está inserido na área de ocorrência de desertificação, compondo com outros quatro municípios do Seridó o núcleo de desertificação (5,39% do Estado).



**Figura 1 – Localização do campo experimental**

A unidade de tratamento, em operação desde 1988, é composta por Grade de Barras, Caixa de Areia e Lagoa Facultativa Primária. As lagoas facultativas constituem a variante mais simples dos sistemas de lagoas de estabilização, sendo projetadas numa profundidade que varia de 1,0 a 2,5 metros, de maneira a apresentarem uma camada superior aeróbia, uma intermediária facultativa e uma camada mais profunda anaeróbia.

As principais vantagens do emprego de lagoas de estabilização são: simplicidade, baixo custo de operação e manutenção, capacidade para suportar grandes variações de cargas orgânicas e hidráulicas e grande eficiência na remoção de matéria orgânica e patógenos (MARA e PEARSON, 1986; SMITH, 1987; VON SPERLING, 1996 *apud* ARAÚJO, 2000). Como desvantagens, são citadas: necessidade de grandes áreas para sua implantação e remoção apenas razoável de sólidos suspensos (na forma de biomassa algal) e nutrientes (ARTHUR, 1983; OSWALD, 1995 *apud* ARAÚJO, 2000). Sob o enfoque do reúso, este conteúdo (biomassa de algas, fósforo e nitrogênio) é um valioso recurso quando se pretende o aproveitamento de efluentes para irrigação e piscicultura.

Para pós-tratamento foi construído em 2002 um sistema do tipo wetland (alagado construído) com área de 420 m<sup>2</sup> (15,00 x 28,00 m), em alvenaria de tijolos revestida e impermeabilizado internamente com lona de PVC. Nesse sistema, em particular, utilizou-se como meio de suporte para as macrófitas, rejeito de telha cerâmica lavada, com diâmetro médio variando de 12,5 a 25,0mm, material abundante na região, onde existem várias cerâmicas atuando na fabricação de telhas.

Inúmeras são as plantas, ou macrófitas que podem ser empregadas nos wetlands. Dentre elas o Capim Andrequicé, planta anual, que se reproduz por sementes e mudas, pertencente a família *Poaceae*,

gênero *Echinochloa* espécie *Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv. Esta espécie adapta-se ao limo existente nas áreas sujeitas a alagamento, e pode ser encontrada vegetando em diversos tipos de solos, inclusive salinos, desde que haja disponibilidade de água, indicando o potencial desta espécie para as vazantes de açudes e rios do semi-árido brasileiro, adequando-se também aos alagados construídos (wetland). Para esse estudo, o Capim utilizado no sistema monitorado são plantas remanescentes do início de operação do wetland, tendo sido efetuado apenas o corte de nivelamento da área foliar, permanecendo o sistema radicular.

Para a realização deste trabalho (período de março a novembro de 2005), foi estabelecido um programa de monitoramento do wetland, que consistia na realização de coletas e análises físico-químicas, bacteriológicas e parasitológicas, com frequência quinzenal do afluente e efluente do sistema. Foi analisado, também, do ponto de vista bacteriológico e parasitológico, amostras de raízes e da parte aérea do Capim Andrequicé em pontos localizados: próximo à zona de entrada do wetland (P1), na área central (P2) e próximo à zona de saída (P3).

As análises químicas das amostras foram efetuadas de acordo com o especificado no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater – 19ª edição (1995). A pesquisa de helmintos nas amostras de água residuária e do Capim foram realizadas com o emprego do método Bailenger modificado por AIRES e MARA (1996). Os parâmetros (variáveis) foram tratados através da aplicação de Estatística Descritiva (média, valores máximos e mínimos, desvio padrão e variância, etc.).

Como forma de agregar valor ao sistema “wetland” foi avaliada, de forma simultânea ao tratamento, a produção de forragem verde do Capim Andrequicé (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv). Para as condições do Nordeste, onde é plantado em vazantes, MOLLE e CARDIER (1992) *apud* MEDEIROS (1999) citam produções de 20 a 40 toneladas de forragem verde/hectare/corte e a realização de até três cortes/ano, desde que a fertilidade do solo e a disponibilidade de água permitam tal produtividade.

O Quadro 1 mostra as características físicas e operacionais dos sistemas de tratamento e pós-tratamento monitorados.

#### Quadro 1 – Características físicas e operacionais das unidades de tratamento e pós-tratamento

PARÂMETRO	TRATAMENTO	PÓS-TRATAMENTO
	LAGOA FACULTATIVA PRIMÁRIA	WETLAND
Área, m <sup>2</sup>	5.000	420
Volume útil, m <sup>3</sup>	6.500	210
Volume de vazios (estimado)	-	0,50
Vazão, m <sup>3</sup> .d <sup>-1</sup>	1.600 <sup>(1)</sup>	30
TDH, d	4 <sup>(1)</sup>	3,5
Carga Hidráulica Aplicada, mm.d <sup>-1</sup>	-	71,4
Carga superficial, kgDBO <sub>5</sub> .ha <sup>-1</sup> .d <sup>-1</sup>	2.182 <sup>(1)</sup>	-

<sup>(1)</sup> Estimativa feita com base na população prevista para 2.005 nas bacias de esgotamento sanitário atendidas pelo sistema.

De acordo com VON SPERLING (1996), a carga superficial de DBO aplicada em Lagoas Facultativas deve situar-se entre 100 e 350 kgDBO<sub>5</sub>.ha<sup>-1</sup>.d<sup>-1</sup>, dependendo dos fatores climáticos da região. Através destes dados verifica-se que a lagoa encontra-se muito sobrecarregada. Na verdade opera em condições precárias.

Segundo READ (1992) *apud* CHERNICHARO (2001), um dos critérios para construção de wetlands de fluxo subsuperficial é a carga hidráulica que pode se situar entre 2 e 30 mm.d<sup>-1</sup>. O sistema monitorado está sendo operado com uma carga hidráulica da ordem de 71,4 mm.d<sup>-1</sup>, justificando-se dessa forma, as elevadas cargas aqui apresentadas. Durante o período experimental, foram aplicadas no wetland cargas médias equivalentes a 90 kgDBO, 313 kgDQO, 42 kgNTK, 4,2 kgP e 157 kgK por hectare/dia.

Com o intuito de determinar a melhor frequência de corte do Capim, foi realizada uma campanha, no período de março a maio/2005, para avaliação de alguns parâmetros de controle da cultura. A cada quinze dias foram coletadas três amostras de 1,0 m<sup>2</sup> do capim, em pontos localizados no início, meio e final do wetland. Em cada amostra eram realizadas a pesagem total de matéria natural para obtenção da produtividade, e feitas medidas de altura e diâmetro do colmo em dez plantas colhidas aleatoriamente dentro de cada amostra.

### 3. RESULTADOS

Nos Quadros 2 e 3 estão apresentados os resultados médios de desempenho do wetland (alagado construído) que recebe efluentes de lagoa facultativa primária, no que se refere à remoção de matéria carbonácea, nutrientes e organismos patogênicos, durante o período de monitoramento.

**Quadro 2– Valores médios dos principais parâmetros de avaliação de desempenho do wetland**

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	DQO (mg/L)		SS (mg/L)		NTK (mg/L)		P-total (mg/L)	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
Média	438	119	160	24	59	57	5,84	8,17
SD	71	36	59	14	9	13	0,69	3,3
Mínimo	333	50	74	2	47	36	5,13	4,4
Máximo	630	213	256	46	71	76	6,51	10,2
Eficiência Média		<b>73 %</b>		<b>85 %</b>		<b>3%</b>		<b>-57 %</b>

Os dados médios de nitrogênio mostram que praticamente não houve remoção deste nutriente. Com relação ao fósforo, houve acréscimo no efluente, possivelmente devido à saturação do substrato com precipitado de compostos de fósforo. Estes resultados podem ser explicados com base na carga hidráulica aplicada bastante elevada para esse tipo de sistema, o que acarreta um aporte muito grande de nutrientes. Além disso, a absorção desses nutrientes, notadamente fosfato, pelas macrófitas é um processo lento quando comparado com a alta disponibilidade destes elementos nos esgotos e ambientes poluídos ou submetidos à eutrofização artificial.

De acordo com ESTEVES (1998) apud PHILIPPI (2004), a capacidade de absorção de fosfato é reduzida com o aumento da concentração deste nutriente nos tecidos. Este fenômeno evidencia a capacidade de saturação do vegetal. Em termos práticos, significa dizer que as macrófitas absorvem fosfato e amônia até atingirem seu ponto de saturação, após o qual estes compostos não são mais absorvidos. Além disso, as macrófitas apresentam ritmos diários de excreção de fosfato, deste modo, parte do fosfato assimilado é devolvida ao meio através de exsudados orgânicos, excretados ativamente. Deve-se considerar, ainda, que as macrófitas não são capazes de produzir a quantidade de biomassa necessária para eliminar toda a carga de nutrientes que chega ao sistema.

**Quadro 3 – Parâmetros microbiológicos**

PARÂMETROS ESTATÍSTICOS	Coliformes Termotolerantes (UFC/100mL)		Helmintos (ovos/L)	
	Afluente	Efluente	Afluente	Efluente
Média	9,0E+06	3,2E+05	0,5	0
SD	1,4E+07	8,0E+05	0,9	0
Mínimo	7,0E+05	4,5E+04	0	0
Máximo	5,1E+07	3,0E+06	2	0
Eficiência Média		<b>94,12 %</b>		<b>100 %</b>

Para os parâmetros microbiológicos, mesmo com uma redução da ordem de 94,12% de coliformes termotolerantes, o efluente do wetland ainda apresenta elevadas concentrações, em torno de  $10^5$  UFC  $100\text{mL}^{-1}$ . Não foram observados ovos de helmintos no efluente, confirmando a eficiência do sistema na remoção destes parasitas.

No Quadro 4 estão apresentados os valores médios da avaliação bacteriológica feita em amostras de raízes e da parte aérea do Capim Andrequicé (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) colhidas próximo à zona de entrada (P1), na área central (P2) e próximo à zona de saída (P3) do wetland.

**Quadro 4 – Concentração de coliformes termotolerantes na biomassa vegetal**

PARÂMETROS EXTATÍSTICOS	RAIZ			PARTE AÉREA		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3
Média Geométrica	4,11E+05	1,84E+05	3,64E+04	1,54E+05	3,38E+04	9,10E+03
SD	2,76E+05	1,93E+05	6,76E+04	1,28E+05	8,09E+04	6,57E+04
Eficiência Média		55,31 %	91,16 %		78,08 %	94,09 %

Os resultados de contagem e identificação de ovos de helmintos em cinco avaliações realizadas na parte aérea do Capim Andrequicé (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) acusaram presença de larvas rabditoide e filarioide de *Strongyloides sp.* em 60% das amostras analisadas no ponto P1, em 40% no ponto P2 e em apenas 20% no ponto P3, indicando um decaimento acentuado à medida que se distancia do ponto de aplicação do afluente (efluente de lagoa facultativa primária).

Com o intuito de determinar a melhor frequência de corte do Capim, foi realizada uma campanha, no período de março a maio/2005, para avaliação de alguns parâmetros de controle da cultura, cujos resultados estão apresentados no Quadro 5.

**Quadro 5 – Controle do Capim Andrequicé no Wetland para os diversos intervalos de corte.**

PARÂMETROS	14 DIAS	29 DIAS	43 DIAS	57 DIAS
Altura de planta, cm	46,0	78,0	108,6	103,2
Diâmetro do colmo, mm	8,3	13,3	10,9	11,6
Produtividade MN/corte, $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$	5,5	38,3	45,0	45,0
Matéria seca (MS), %	15,7	14,3	13,9	15,0
Proteína Bruta MN, %	3,3	3,6	4,0	3,3
Proteína Bruta MS, %	3,6	4,0	4,4	3,6

Com base nos resultados obtidos, pode-se inferir que, nas condições desta pesquisa, a melhor frequência para corte seria em torno dos 45 dias, quando se obteve a maior produtividade de matéria natural (MN). Mesmo que o teor de matéria seca (MS) tenha apresentado um pequeno decréscimo, houve um ganho com relação ao percentual de proteína bruta (PB).

Esta frequência de corte permitiria realizar cerca de 08 (oito) cortes por ano, que possibilitaria uma produtividade anual da ordem de 360 toneladas de matéria natural por hectare.

A Figura 2 apresenta aspectos do wetland (alagado construído) com destaque, à esquerda, para o material de suporte das macrófitas (rejeito de telha cerâmica) e, à direita, para o Capim Andrequicé (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) aos 45 dias da rebrota.



**Figura 2 - Vistas do wetland no campo experimental de Parelhas / RN - Brasil**

#### **4. CONCLUSÕES**

O wetland, operado sob as condições apresentadas nessa pesquisa, produziu efluente isento de ovos de helmintos, confirmando a eficiência do sistema na remoção destes parasitas, porém, apresentou concentrações de coliformes termotolerantes superiores em 2 unidades log ao padrão estabelecido pela OMS (1989) para uso na irrigação irrestrita ( $10^3$  UFC/100mL). Devido à baixa qualidade higiênica, nesse caso particular, os efluentes do wetland só poderiam ser usados na irrigação com restrição.

Observa-se que a eficiência de remoção de matéria carbonácea, expressa como DQO e SS, foi de 73% e 85%, respectivamente. Os valores de DQO do efluente ultrapassam os limites fixados para lançamento em corpos receptores, entretanto, se adequam para fins de reúso em agricultura irrigada, visto que a matéria orgânica no solo exerce uma série de efeitos sobre suas propriedades físicas, químicas e biológicas, em geral, benéficas do ponto de vista de fertilidade.

Os dados médios de nitrogênio mostram que praticamente não houve remoção deste nutriente. Com relação ao fósforo, houve um acréscimo no efluente, possivelmente devido à saturação do substrato com precipitado de compostos de fósforo. Entretanto, se para lançamento em corpos d'água isso é uma deficiência do "wetland", para uso do efluente em irrigação a conservação dos nutrientes constitui uma vantagem.

Com relação ao Capim Andrequicé, nas condições desta pesquisa, a melhor frequência para corte seria em torno dos 45 dias, quando se obteve maior produtividade de matéria natural. Apesar do pequeno decréscimo no teor de matéria seca, houve um ganho com relação ao percentual de proteína bruta. Esta frequência de corte permitiria realizar cerca de 08 (oito) cortes por ano, que possibilitaria uma produtividade anual da ordem de 360 toneladas de matéria natural por hectare.

O aproveitamento da produção de forragem verde do Capim Andrequicé (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv) como suplemento alimentar animal ou, ainda, a utilização desse material para adubação verde na agricultura, uma vez que as mesmas contêm nutrientes, especialmente, nitrogênio e fósforo, seria uma forma de agregar valor ao sistema "wetland".

## 5. AGRADECIMENTOS

Ao PROSAB – Programa de Pesquisas em Saneamento Básico;

À FINEP/CNPq/CAIXA pelo suporte financeiro concedido;

À CAERN-Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte, por permitir a realização da pesquisa nas dependências da Estação de Tratamento de Esgotos da cidade de Parelhas/RN;

A todos os bolsistas da UFRN, integrantes ou não deste projeto, que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## 6. BIBLIOGRAFIA

APHA – AWWA – WPCF (1998). Standard methods for the examination of water and wastewater. 20<sup>th</sup> edition. Washington D.C. American Public Health Association.

ARAUJO, L.F.P. (2000). Reúso, com lagoas de estabilização, potencialidade no Ceará. Fortaleza: SEMACE. 132p.

AYRES, R.M. e MARA, D.D. (1996). Analysis of wastewater for use in agriculture. A laboratory manual of parasitological and bacteriological techniques. WHO, Geneva.

CHERNICHARO, C.A.L. – coord. (2001). Pós-tratamento de efluentes de reatores anaeróbios. Belo Horizonte: Projeto PROSAB. 544p.

MARQUES, D.M. (1999). “Terras Úmidas Construídas de Fluxo Subsuperficial”, in Tratamento de Esgotos Sanitários por processo anaeróbio e disposição controlada no solo / José Roberto Campos (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, pp. 409-435.

MEDEIROS, H.R. (1999). Composição química e degradabilidade do Capim-de-cacho (*Sorghum halepense*, (L.) Pers) e do Capim Andrequicé (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv). Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco. 64p.

OLIVEIRA, A.C.A., *et al.* (2004). “Terras úmidas construídas: influência do tipo de leito e da vegetação na retenção de formas de nitrogênio, na eliminação de bactérias fecais e na biodegradação da matéria orgânica”. In Anais do XI Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Natal (Brasil).

PHILLIPI, L.S. e SEZERINO, P.H. (2004). Aplicação de Sistemas tipo Wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com Macrófitas. Florianópolis, Ed. do Autor, 144 p.

SEPLAN-IDEMA (2002). Perfil do Estado do Rio Grande do Norte. Secretaria de Estado do Planejamento e das Finanças do Rio Grande do Norte – Instituto de Desenvolvimento Econômico e do Meio Ambiente. Natal. 100p.

SOUSA, J.T. *et al.* (2004). “Utilização de wetland construído no pós-tratamento de esgotos domésticos pré-tratados em reator UASB”. Engenharia Sanitária e Ambiental, Vol. 9 – Nº 4 – out/dez., pp. 285-290.

SOUSA, J.T.; LEITE, V.D. (2003). Tratamento e utilização de esgotos domésticos na agricultura. 2. ed. Campina Grande: EDUEP. 135p.

VON SPERLING, M. (1996). Lagoas de estabilização. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 134 p. – (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; V.3).

WHO (1989). Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture. Technical report series. 778. Geneva: World Health and Organization, 72p.