

## II-562 - TRATAMENTO BIOLÓGICO PARA ÁGUAS NEGRAS EM RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR

**Marcelle Maria Pais Silva Rebêlo<sup>(1)</sup>**

Arquiteta e Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL).  
Arquiteta e Urbanista da Superintendência de Infra-Estrutura da UFAL.

**Samuel Tenório**

Engenheiro Civil, pela Universidade Federal de Alagoas.

**Araceli Laranjeira Fazzio**

Graduanda em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal de Alagoas.

**Ticiane Ayres Agra**

Graduanda em Engenharia Ambiental, da Universidade Federal de Alagoas.

**Marcio Gomes Barboza**

Engenheiro civil pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL). Mestre e Doutor em Engenharia Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Professor adjunto e pesquisador do Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua João Correia de Araújo, 645 – Farol – Maceió- AL - CEP: 57050-470 - Brasil - Tel: (82) 3214-1510 - e-mail: marcellepais@yahoo.com.br

### RESUMO

Diante das condições ambientais, culturais e econômicas do Brasil, soluções funcionalmente simples são as que utilizam os processos “mais naturais”, ou seja, reatores menos mecanizados e mais fáceis de serem construídos e operados. O reator anaeróbico em estudo possuía chicanas e meio suporte de casca de coco verde, sendo este sistema denominado de Reator Anaeróbico Horizontal com Chicanas (RACH). O mesmo demonstrou boa remoção de sólidos sedimentáveis, aproximadamente 94%. A eficiência alcançada foi de 35,5% para a remoção dos sólidos voláteis, já para os sólidos fixos houve um incremento de 2,2%. Isto pode ser um indicador de que o meio suporte continua retraindo sólidos voláteis no sistema, aumentando assim a atividade microbiana, já que tais análises foram realizadas após a colocação da casca de coco verde. Quanto à DQO, sua eficiência de remoção foi de 62%. Este resultado é aceitável para sistema de tratamento anaeróbico, tal índice foi incrementado com a introdução de leito fixo como meio suporte. Foi utilizado casca de coco verde como meio suporte, o que contribuiu para o aumento de desempenho do RACH.

**PALAVRAS-CHAVE:** Águas negras, Reator anaeróbico, Casca de coco.

### INTRODUÇÃO

Água negra é o efluente proveniente dos vasos sanitários, contendo basicamente fezes, urina e papel higiênico ou proveniente de dispositivos separadores de fezes e urina, tendo em sua composição grandes quantidades de matéria fecal e papel higiênico. Apresentam elevada carga orgânica e presença de sólidos em suspensão, em grande parte sedimentáveis, em elevada quantidade (GONÇALVES, 2006).

Ainda segundo Gonçalves (2006), este tipo de água segregada das demais, resulta em estações de tratamento menores, operando de forma mais estável e produzindo menos sub-produtos.

Os gastos com água nos aparelhos sanitários derivam não somente das descargas associadas às necessidades fisiológicas como também da utilização inadequada do componente. Considerando-se que uma pessoa utiliza o sanitário, em média, cinco vezes por dia, sendo uma delas para as fezes e as outras para urina, o dispêndio de água potável decorrente é de pelo menos 24 a 32 litros/pessoa/dia (caso se utilize descargas reduzidas de 6 litros) (REBOUÇAS *et al*, 2007). A água negra proveniente dos vasos sanitários representa uma fração de 20 a 30% do volume dos esgotos domésticos.

Para os esgotos sanitários, a aplicação de reatores anaeróbicos como principal unidade de tratamento, teve início na década de 1980, principalmente na Holanda, Brasil, Colômbia, Índia e México. É interessante notar que, a

maior parte dos países interessados nessa aplicação dos processos anaeróbios, possui condições climáticas favoráveis à operação de reatores à temperatura ambiente (CAMPOS, 1999; CHERNICHARO, 1997).

Campos (1999) e Chernicharo (1997), descreveram algumas das vantagens e desvantagens do sistema de tratamento anaeróbio, dentre as vantagens estão:

- Baixo consumo de energia;
- Baixa demanda de área;
- Baixo custo de implantação;
- Menor produção de lodo de excesso;

Já para os principais aspectos negativos pode-se citar:

- Longo período de partida do sistema, se não há disponibilidade de inóculo adequado;
- Sensibilidade do processo a mudanças das condições ambientais (pH, temperatura, sobrecargas orgânicas e hidráulicas);
- Provável emissão de odores ofensivos (possível controle);
- Necessário pós-tratamento.

O reator anaeróbio compartimentado ou de chicanas (*Anaerobic Baffled Reactor* - ABR) é um tanque com diversas câmaras dispostas horizontalmente em série, cada qual separada por paredes ou chicanas verticais (BARBER; STUCKEY, 1999). As diversas chicanas verticais ficam localizadas de tal maneira que forçam a água residuária afluente a movimentar-se descendente e ascendentemente, atravessando a densa camada de população microbiana presente na manta existente em cada câmara. Este artifício possibilita maior contato entre o afluente e os microrganismos responsáveis pela degradação da matéria orgânica, além de dificultar a perda de sólidos por arraste, na saída do efluente.

Fisicamente, se assemelha a um tanque séptico com câmaras em série, não tendo, em geral, dispositivo interno de separação de sólidos e gases, podendo ser fechado ou totalmente aberto e ser construído enterrado, uma vez que requer menores profundidades (CAMPOS, 1999). É um sistema de tratamento anaeróbio.

A retenção de biomassa ativa no interior de reatores anaeróbios é fator decisivo para o sucesso do processo de tratamento e depende de vários fatores operacionais e ambientais. A perda da biomassa com o efluente influencia negativamente o desempenho do tratamento. Uma forma de se evitar essa perda é sua imobilização em material suporte, formando os biofilmes.

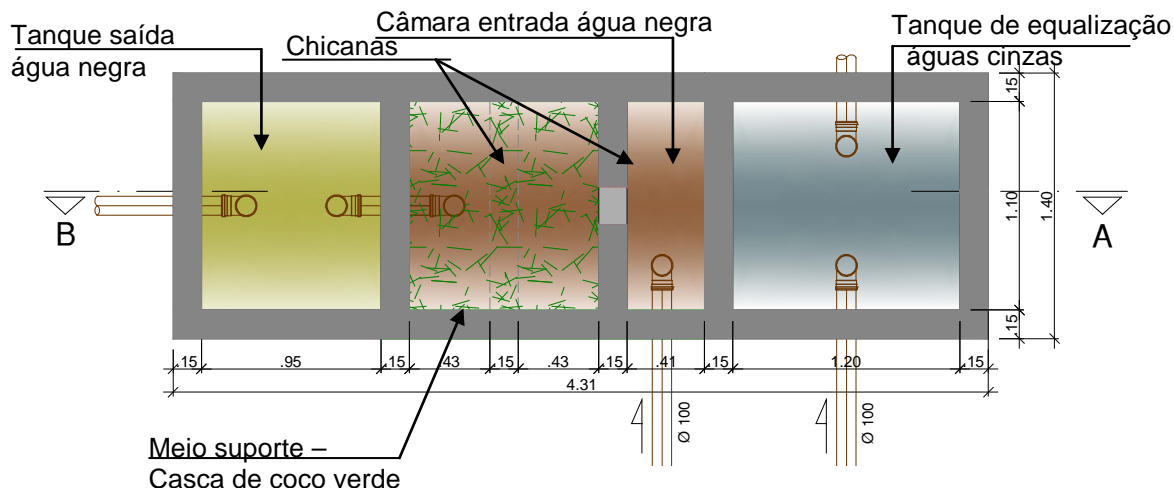
Existe uma potencialidade do uso da casca de coco verde como meio suporte, pois esse material apresenta uma elevada capacidade de retenção de umidade e alta porosidade, como suporte para biofilmes, torna-se uma alternativa extremamente atrativa de aliar a aplicação de um resíduo sólido abundante no Brasil ao tratamento de efluentes industriais ou sanitários (PINTO, 2003). E, segundo Cruz *et al* (2009), suas fibras têm grande resistência à degradação, o que o elegem como uma boa opção para meio suporte dos microrganismos anaeróbios.

Para o presente trabalho, foi definida como água negra os efluentes provenientes das pias de cozinha e dos vasos sanitários, os mesmos eram direcionados para o sistema de tratamento anaeróbio em estudo – Reator Anaeróbio com Chicanas e meio Suporte (RACH). Foram realizadas análises para confirmação da eficiência do sistema de tratamento em estudo.

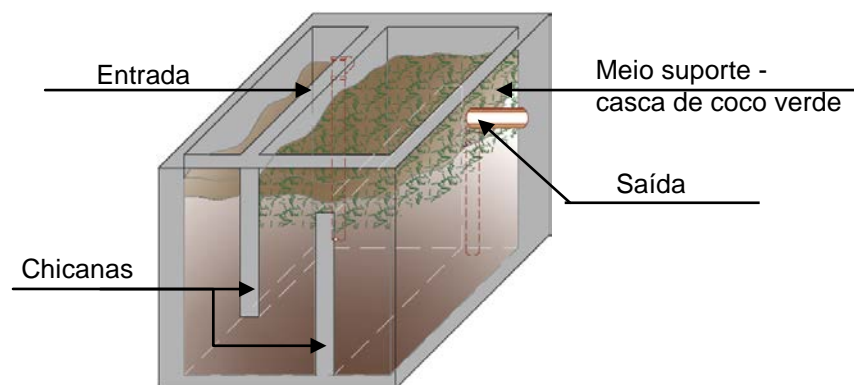
## MATERIAIS E MÉTODOS

Este experimento teve início em 2009, em residência unifamiliar com cinco residentes, situada no condomínio residencial San Nícolas, no bairro da Serraria em Maceió-AL. O projeto das instalações hidrossanitárias contemplou a segregação dos efluentes em águas cinzas e águas negras.

O RACH deste estudo é um reator anaeróbio de chicanas com meio suporte (casca de coco verde), que apresenta volume total de 2,8 m<sup>3</sup> e possui três câmaras com volumes próximos a 0,93 m<sup>3</sup> (Figuras 18 e 19). Foi construído em alvenaria revestida com argamassa de cimento e areia, com uma camada de impermeabilizante. Após a passagem pelas três câmaras, o efluente é direcionado para uma caixa de inspeção, que futuramente será utilizada para captação do efluente tratado. (Figuras 01, 02 e 03).



**Figura 01 - Planta baixa (sem escala) do sistema de tratamento proposto.**



**Figura 02 - Reator anaeróbico com meio suporte de fluxo vertical com chicanas estudado.**



**Figura 03: Câmara com meio suporte – casca de coco verde.**

As coletas foram realizadas entre os meses de setembro (2010) e janeiro (2011). O intervalo entre as amostragens foi de sete dias, totalizando cinco meses de análises. Como o sistema já estava em funcionamento, houve coletas esporádicas nos meses anteriores, que também fizeram parte das análises de eficiência do sistema.

As águas negras foram coletadas em dois pontos; na entrada (primeira câmara) e saída do sistema (quarta câmara). Para a análise de eficiência do sistema de tratamento, fez-se necessária as análises de alguns parâmetros. Foram definidos os mais relevantes para o trabalho em questão, os mesmos estão descritos na Tabela 01.

**Tabela 01: Parâmetros de qualidade das águas residuárias avaliados.**

<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>	<b>Unidade</b>	<b>Método Analítico</b>
Temperatura	°C	Determinação direta com sonda
Cor aparente	uC	Método nefelométrico
Turbidez	UNT	Método nefelométrico
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	Método gravimétrico
<b>CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS</b>	<b>Unidade</b>	<b>Método Analítico</b>
Sólidos Voláteis	mg/L	Método gravimétrico
Sólidos Fixos	mg/L	Método gravimétrico
DBO <sub>5</sub>	mg/L	Método dos frascos padrões
DQO	mg/L	Método colorimétrico
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	Método da destilação
Fósforo Total	mg/L	Método do ácido ascórbico pela oxidação em meio ácido
pH	-	Método eletrométrico
Alcalinidade Total	mgCaCO <sub>3</sub> /L	Método titulométrico
Cloretos	mg/L	Método Argentométrico (Método de Mohr)
Condutividade	mS/cm	Método Eletrométrico
<b>CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS</b>	<b>Unidade</b>	<b>Método Analítico</b>
Coliformes totais	UFC/100ml	Filtração em membrana utilizando meio de cultura o Chomocult Coliformen® Agar
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100ml	Filtração em membrana utilizando meio de cultura o Chomocult Coliformen® Agar / Tubos múltiplos

As análises da Tabela 01 foram realizadas em duplicata no Laboratório de Saneamento Ambiental da UFAL (LSA/UFAL), de acordo com os procedimentos descritos no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 2005). A partir do mês de dezembro, as mesmas análises, também foram realizadas no laboratório do IMA – Instituto do Meio Ambiente de Alagoas, excetuando-se as análises físicas e condutividade.

## RESULTADOS

Analisando os resultados dos exames microbiológicos (Tabela 02), para as águas negras na saída do reator e comparando os mesmos com os valores obtidos para as águas negras na entrada, nota-se uma remoção de 32,4 % para os coliformes totais e de 54,9% para os termotolerantes, que são valores ínfimos, mas são semelhantes a remoção em reatores anaeróbios de alta taxa. Sabe-se que os sistemas anaeróbios de tratamentos biológicos possuem baixa eficiência de remoção de organismos patogênicos, desse modo os resultados alcançados eram os aguardados para o sistema de tratamento proposto.



**Tabela 02: Índice de remoção de coliformes no RACH.**

<b>RACH – CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS</b>					
<b>Parâmetro</b>		<b>Entrada*</b>	<b>Saída*</b>	<b>D.P.**</b>	<b>% Remoção</b>
Coliformes Totais (UFC x 10 <sup>5</sup> /100 mL)		28,7	19,4	22,15	32,4
Coliformes Termotolerantes (UFC x 10 <sup>5</sup> /100 mL)		14,4	6,5	22,9	54,9

\* Média geométrica;

\*\* Desvio padrão.

Com relação às características físicas, a temperatura manteve-se estável permanecendo próxima a 25°C. Em tratamentos anaeróbios, o processo deve ocorrer preferencialmente na faixa mesofílica (20 – 40°C), para um bom desenvolvimento das bactérias metanogênicas.

Na Tabela 03 estão descritos os resultados encontrados para os parâmetros físicos. Cor e turbidez, os quais apresentaram redução de 42,7% e 16,1%, respectivamente, nas Figuras 04 e 06, pode-se observar a variação das características físicas supracitadas durante o período de amostragens.

Para os sólidos sedimentáveis, o RACH abrangeu uma eficiência de aproximadamente 94%, deixando o efluente final dentro do exigido pela CONAMA 357 (BRASIL, 2005) para lançamento de efluentes (<1,0 mL/L).

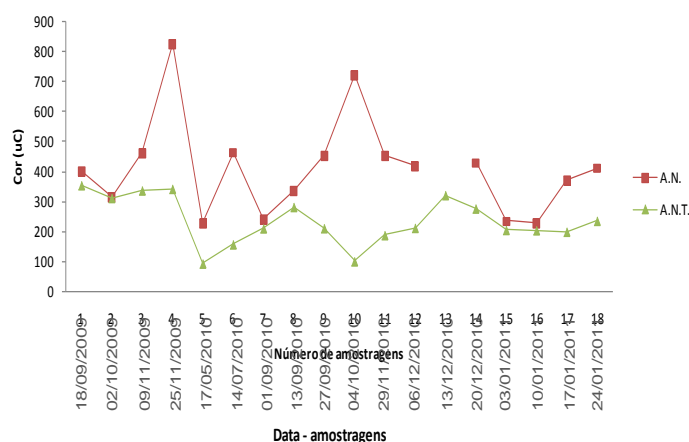
**Tabela 03: Caracterização física - RACH.**

<b>RACH – CARACTERÍSTICAS FÍSICAS</b>				
<b>Parâmetro</b>	<b>Entrada*</b>	<b>Saída*</b>	<b>D.P.**</b>	<b>% Remoção</b>
Cor Aparente (uC)	411,8	235,8	80,7	42,7
Turbidez (UNT)	247,0	207,3	120,2	16,1
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	1,7	<0,1	0,0	~ 94,0

\* Desvio padrão;

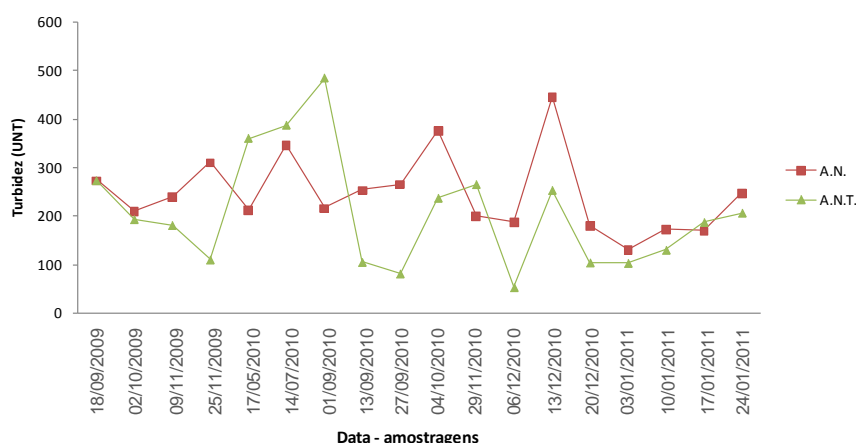
\*\* Número de amostragens

Fica evidente a grande oscilação durante o período experimental de tais parâmetros. A colocação do meio suporte se deu a partir da amostra do dia 01/09/2010. Apesar da casca de coco dar um tom esverdeado ao efluente final, os resultados permaneceram semelhantes aos encontrados antes de sua adição.

**Figura 04: Variação do parâmetro cor (uC) durante o período de amostragem.**

Legenda: A.N. = Água Negra; A.N.T. = Água Negra Tratada; UC = Unidade de Cor.

Na Figura 06, nota-se um alto índice de turbidez na amostra da data 01/09/2010, tal fato pode ser atribuído a colocação do meio suporte casca de coco verde, porém verificamos certa estabilidade nos resultados em seguida, estando a água negra tratada, na maioria das vezes, com turbidez abaixo da água negra sem tratamento.



**Figura 06: Variação do parâmetro turbidez (UNT) durante o período de amostragem.**

Legenda: A.N. = Água Negra; A.N.T. = Água Negra Tratada; UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez.

Os parâmetros químicos estão descritos na Tabela 04. Para os sólidos voláteis e fixos não há uma legislação pertinente, os resultados obtidos foram de 229,5 mg/L e 297,5 mg/L respectivamente, na saída do sistema.

**Tabela 04: Caracterização química – RACH.**

RACH – CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS				
Parâmetro	Entrada*	Saída*	D.P.**	% Remoção
Sólidos voláteis (mg/L)	356,0	229,5	293,1	35,5
Sólidos fixos (mg/L)	291,0	297,5	154,8	-
DBO (mg/L)	69,0	24,0	13,0	65,2
DQO (mg/L)	421,2	161,3	96,6	61,7
Salinidade (%)	0,5	0,5	0,1	-
Condutividade (mS/cm)	731,0	950,0	0,4	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	24,7	23,8	184,1	3,6
Fósforo Total (mg/L)	3,8	4,0	2,0	-
pH	7,3	7,4	0,3	-
Alcalinidade Total (mgCaCO <sub>3</sub> /L)	336,1	199,9	142,9	40,5
Cloretos (mg/L)	67,2	90,0	42,4	-

\* Desvio padrão;

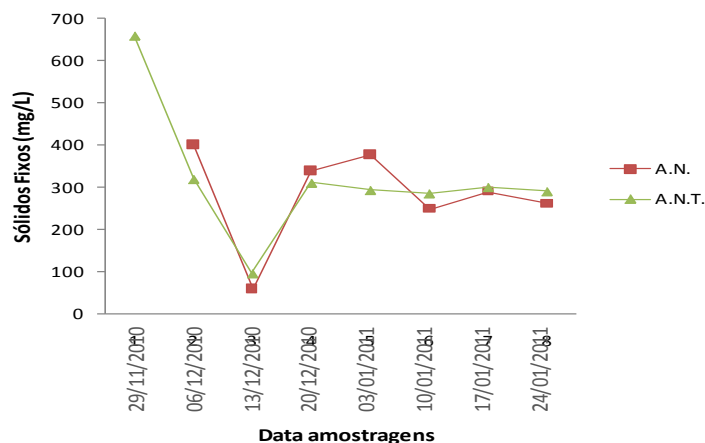
\*\* Número de amostragens

A eficiência alcançada foi de 35,5% para a remoção dos sólidos voláteis, já para os sólidos fixos houve um incremento de 2,2% (Figura 07). Isto pode ser um indicador de que o meio suporte continua reter sólidos voláteis no sistema, aumentando assim a atividade microbiana, já que tais análises foram realizadas após a colocação da casca de coco vede.

Barboza *et al* (2005) obtiveram uma variação na concentração de sólidos voláteis de 97 mg/L a 177 mg/L, demonstrando grande capacidade do sistema em reter ou hidrolisar sólidos. No sistema em estudo, ocorreu uma maior variação, de 40 mg/L a 980 mg/L (Figura 08).

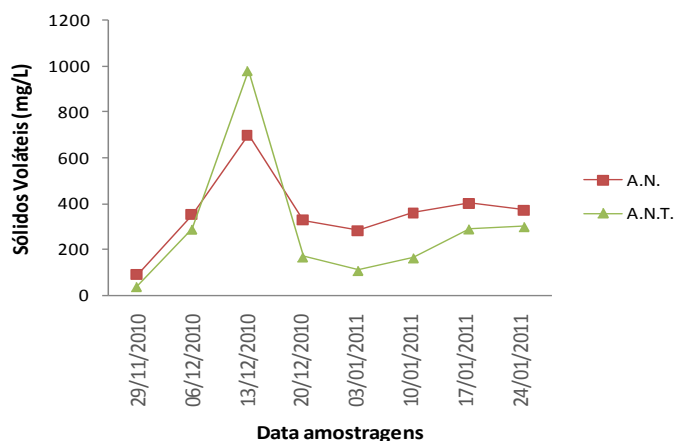
Com os dados de DQO, foi calculada a eficiência do tratamento, que ficou próxima a 62%. Em sistema semelhante, Abreu e Zaiat (2008) averiguaram uma remoção média de DQO de 64%. Em adição, Barboza *et al* (2005), obtiveram uma eficiência de remoção média de DQO de 77,9%, entretanto, segundo os autores, este alto índice ocorreu pelo fato do experimento ter sido realizado em escala de bancada, fazendo com que o manejo seja mais fácil, sendo possível efetuar o controle de temperatura (25°C). Portanto, os valores de eficiência do sistema abaixo do supracitado eram esperados em escala piloto.

A Figura 09 apresenta a variação da DQO durante o período de amostragem. Na mesma figura constata-se uma maior eficiência a partir da colocação do meio suporte a partir da amostra de número 7.



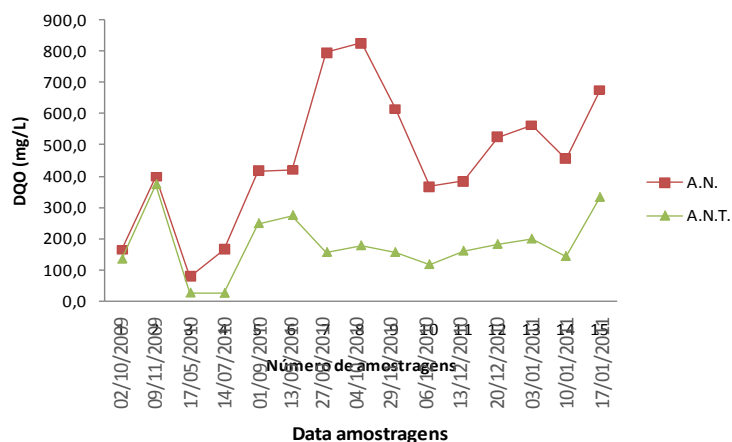
**Figura 07: Variação do parâmetro Sólidos Fixos (mg/L) durante período de amostragens.**

Legenda: A.N. = Água Negra; A.N.T. = Água Negra Tratada.



**Figura 08: Variação do parâmetro Sólidos Voláteis (mg/L) durante período de amostragens.**

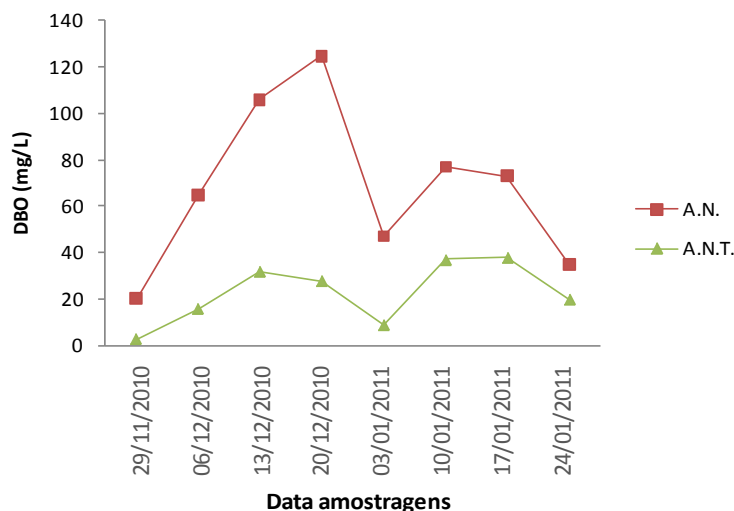
Legenda: A.N. = Água Negra; A.N.T. = Água Negra Tratada.



**Figura 09: Variação do parâmetro DQO (mg/L) durante período de amostragens.**

Legenda: A.N. = Água Negra; A.N.T. = Água Negra Tratada, DQO = Demanda Química de Oxigênio.

Os resultados encontrados para DBO, definiram um índice de remoção em torno de 65,2%, confirmando a eficiência determinada através da DQO. Na figura 10, pode-se observar a variação durante o período amostral de oito semanas, todos esses dados foram obtidos após a colocação do meio suporte.



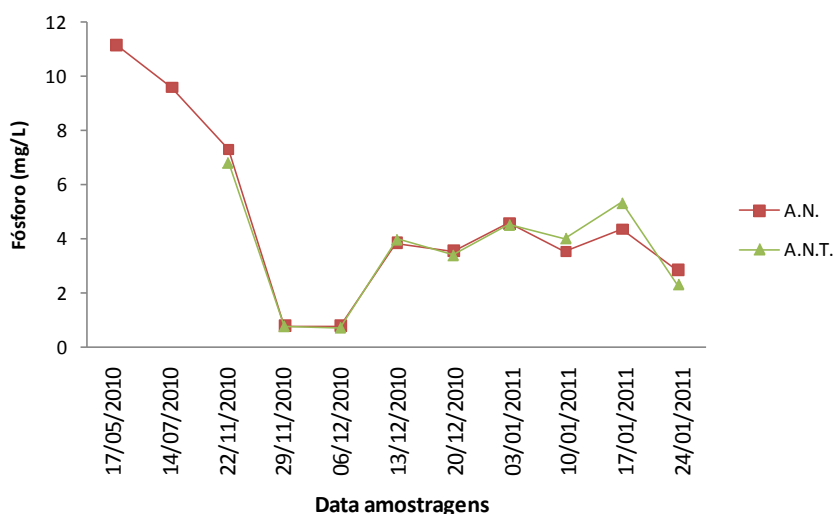
**Figura 10: Variação do parâmetro DBO (mg/L) durante período de amostragens.**

Legenda: A.N. = Água Negra; A.N.T. = Água Negra Tratada, DBO = Demanda Bioquímica de Oxigênio.

Houve um leve incremento nos valores encontrados na saída do sistema para a condutividade, os cloretos e o nitrogênio amoniacal. A média para a condutividade na saída do sistema foi de 950 mS/cm.

O cloreto na entrada do sistema era de 67,2 mg/L, já na saída foi de 90,0 mg/L. Galbiati (2009), trabalhando apenas com água negra em tanque de evapotranspiração, para cloretos encontrou uma média de 141,40 mg/L no interior do sistema de tratamento e na saída uma média de 154,0 mg/L. Sendo os valores próximos aos encontrados no presente trabalho, ao considerar o desvio padrão de aproximadamente 90.

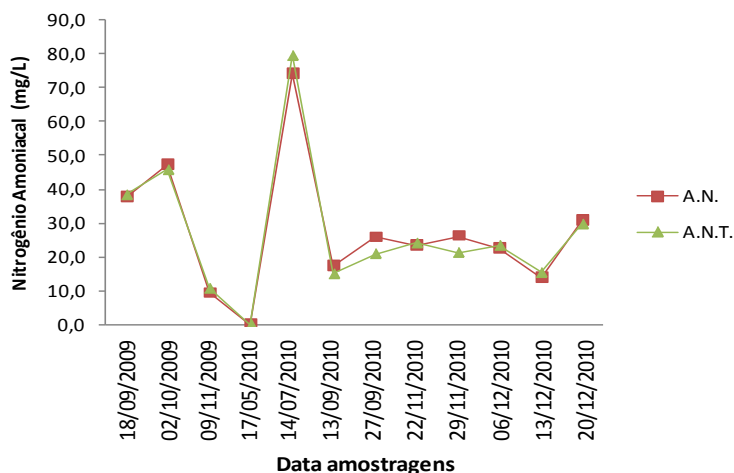
A remoção de nitrogênio amoniacal foi desprezível, estando em torno de 3,5%, tal resultado é considerado adequado, já que sistemas de tratamentos anaeróbios não realizam o processo de nitrificação. Analisando a remoção de fósforo obtemos o mesmo resultado, pode-se observar isso na Figura 11, a qual permite notar que se tem praticamente os mesmos valores na entrada e saída do sistema.



**Figura 11: Variação do parâmetro Fósforo (mg/L) durante período de amostragens.**

Legenda: A.N. = Água Negra; A.N.T. = Água Negra Tratada.

A Figura 12 apresenta a variação do nitrogênio amoniacal (mg/L) durante o período experimental, mostrando uma estabilidade na entrada e saída do sistema.



**Figura 12: Variação do parâmetro Nitrogênio Amoniacal (mg/L) durante período de amostragens.**

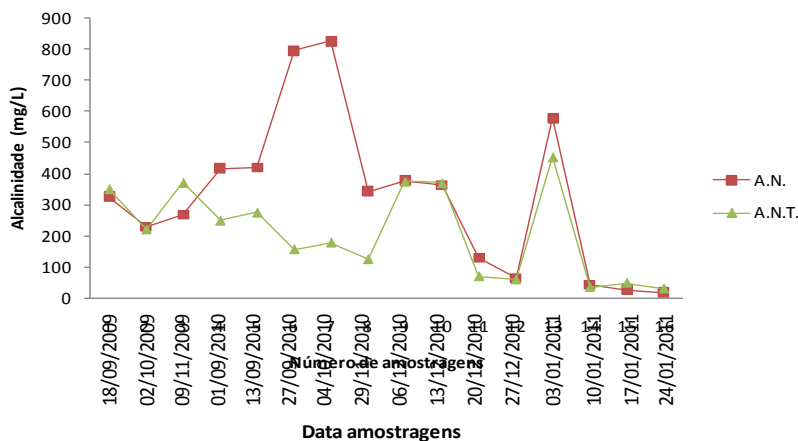
Legenda: A.N. = Água Negra; A.N.T. = Água Negra Tratada.

Os dados obtidos de nitrogênio amoniacal demonstram que no ponto de coleta dentro da primeira câmara, o nitrogênio orgânico já tinha sido convertido a amoniacal ou o efeito de flotação da matéria sólida pode ter influenciado no resultado de entrada.

O pH efluente (7,4) manteve-se estável e próximo a neutralidade, apresentando valor mínimo de 6,8 na entrada e máximo de 7,8 na saída do sistema. A atividade dos microrganismos anaeróbios metanogênicos é bastante sensível ao valor do pH; uma taxa elevada de metanogênese desenvolve-se apenas quando pH se mantém em uma faixa estreita, próxima do valor neutro. Se o pH tiver valor menor que 6,3 ou superior a 7,8, a taxa de metanogênese diminui rapidamente (VAN HAANDEL; LETTINGA, 1999).

Dessa maneira, o pH está dentro da margem ótima de funcionamento para um reator anaeróbio. Resultado semelhante foi obtido em RACH estudado por Barboza *et al* (2005), cujo efluente apresentou, durante todo período experimental, valores de pH entre 6,8 e 7,4. Nesse sentido, Mazzola *et al* (2002) também encontraram estabilidade do afluente e do efluente dos dois compartimentos, com valores próximos da neutralidade.

O nível de alcalinidade apresentou redução de 40,5% de quando comparados os resultados da entrada (336,1 mgCaCO<sub>3</sub>/L) e saída (199,9 mgCaCO<sub>3</sub>/L) do sistema (Figura 13). A alcalinidade total, correlaciona todos os compostos capazes de neutralizar ácidos, incluindo-se, entre outros, os íons carbonatos, os bicarbonatos e os ácidos orgânicos voláteis (SILVA; NOUR, 2005). Apesar da redução, o pH manteve-se próximo a neutralidade, caracterizando apropriada a capacidade de tamponamento do sistema proposto.



**Figura 13: Variação do parâmetro Alcalinidade (mg/L) durante período de amostragens.**

Legenda: A.N. = Água Negra; A.N.T. = Água Negra Tratada.

## CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

A concepção do sistema adotada apresentou baixa redução de coliformes, porém, sendo uma tipologia de tratamento anaeróbio, este resultado era esperado. Houve também baixa redução de turbidez isso pode ser atribuído a inserção do meio suporte casca de coco verde no sistema, porém sua inserção contribuiu com a redução de sólidos sedimentáveis, que foi satisfatória, aproximadamente 94%.

Quanto à DQO, sua eficiência de remoção ficou próxima a 62%, este resultado foi considerado satisfatório para um sistema de tratamento anaeróbio, cujo efluente tratado era de alta carga orgânica, tal índice foi incrementado com a colocação do meio suporte e consequente acréscimo do nível de microrganismos no RACH, antes de sua inserção havia uma média de 43% de remoção. Logo, o emprego da casca de coco verde como meio suporte foi viável e satisfatório.

O pH permaneceu dentro de uma margem ótima para o funcionamento do sistema anaeróbio, a alcalinidade contribuiu com tal acontecimento indicando a adequada capacidade de adaptação do mesmo.

O sistema é bastante simplificado, não há necessidade de manutenção periódica. Como também não há sistema operacional, deve-se seguir recomendação da NBR 13.969 (1997) quanto à limpeza e a verificação da eficiência do sistema.

Seria interessante a passagem do efluente do RACH em reator aeróbio para uma maior eficiência quanto à carga orgânica e em processo de filtragem ou desinfecção, possivelmente com pastilhas de cloro, devido ao custo e a facilidade de operação, para a redução até os níveis aceitáveis dos microrganismos patogênicos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABREU, S. B., ZAIAT, M. Desempenho de reator anaeróbio-aeróbio de leito fixo no tratamento de esgoto sanitário. **Revista de Engenharia Sanitária Ambiental**, v.13, n. 2, p. 181-188, abr/jun. 2008.
2. BARBER, W.P.; STUCKEY, D.C. The use of anaerobic baffled reactor (ABR) for the wastewater treatment: a review. **Water Research**, Oxford, v.33, n.7, p. 1559-1578.1999.
3. BARBOZA, M. G. et al. Desenvolvimento de Reator Anaeróbio Horizontal com Chicanas para tratamento de esgoto sanitário. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande; Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005.
4. BRASIL. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 mar. 2005.
5. CAMPOS, J. R. (Coord.). **Tratamento de Esgotos Sanitários por Processo Anaeróbio e Disposição Controlada no Solo**. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro : ABES, 1999.
6. CERQUEIRA, L. L., Desenvolvimento de Heliconia psittacorum e Gladiolus hortulanus irrigados com águas residuárias tratadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 6, p. 606-613. 2008.
7. CHERNICHARO, C. A. de L. **Reatores Anaeróbios**. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, v. 5, 1997.
8. CRUZ, L. M. de O. et al. Comparação entre o Período de Partida de Dois Filtros Anaeróbios com Leito de Coco Verde (*Cocos Nucifera*): Influência do Inoculo. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 25, 2009, Recife. **Anais...** Recife: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2009.
9. GONÇALVES, R. F. et al (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2006.
10. PINTO, G.A.S. **Rotas tecnológicas para o aproveitamento da casca de coco verde**. EMBRAPA, 2003.