

## II-401 – SISTEMAS DE TRATAMENTO DE ESGOTO DOMÉSTICO NA COMUNIDADE RURAL DE CAETÉ, MICROBACIA DO RIO SÃO BENTO, GRAVATAL-SC

**José Luiz Rocha Oliveira<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

**Alan Henn**

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

**Suselei Brunato Weber**

Assistente Social pela Faculdade Estácio de Sá de Santa Catarina - Universidade do Sul de Santa Catarina (FESSC-UNISUL) Especialista em Educação e Meio Ambiente pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Extensionista Rural da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

**Bernardeti Panceri**

Pedagoga pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Mestre em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Analista de Pesquisa e Extensão Rural da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rod. Admar Gonzaga, 1347 – Itacorubi – Florianópolis – SC – CEP: 88.034-901 – Brasil – Tel: (48)3665-5156 – e-mail: [joseoliveira@epagri.sc.gov.br](mailto:joseoliveira@epagri.sc.gov.br)

### RESUMO

Em comunidades rurais, a distância entre as residências, normalmente inviabiliza a implantação de sistemas de tratamento coletivo, o que leva a necessidade de implantação de alternativas uni familiares de tratamento de esgoto doméstico. Porém, o custo de implantação do sistema de tratamento de esgoto doméstico convencional (fossa séptica, filtro biológico e valas de infiltração) dificulta o acesso das famílias carentes a esse benefício, o que acarreta uma série de prejuízos e problemas de saúde socioambiental. A literatura aponta vários sistemas para o tratamento do esgoto doméstico uni familiar ou em pequenos grupos, porém, as tecnologias apontadas nem sempre são adequadas as situações encontradas no meio rural, principalmente quando se trata de famílias de baixo poder aquisitivo. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica de diferentes sistemas de tratamento de esgoto doméstico de baixo custo na comunidade rural de Caeté, microbacia do rio São Bento, Gravatal-SC. Os sistemas alternativos, objeto do presente trabalho, são compostos de um sistema tradicional (Alternativa 1) com tanque séptico, filtro anaeróbio (leito filtrante com brita nº 4) e valas de infiltração, dimensionado de acordo com a norma 7229/93 da ABNT, e, quatro reatores anaeróbicos de fluxo ascendente com meio suporte fixo preenchidos com pedaços de bambu, combinados de diferentes formas (alternativas 2, 3, 4 e 5). Foram realizadas coletas de amostras de efluente bruto e tratado dos sistemas de tratamento no período de setembro de 2006 a outubro de 2007, e novembro de 2012 a novembro de 2013. Para a avaliação foram utilizados os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO<sub>5</sub> e Demanda Química de Oxigênio - DQO. Pela análise dos resultados pode-se concluir que os cinco sistemas avaliados apresentaram eficiências de remoção de DBO<sub>5</sub> e DQO satisfatórias, exceto na alternativa 3 onde é possível verificar que o esgoto tratado apresentou valores de concentração maiores que o bruto. Tanto para o período de 2006-2007 quanto para o período de 2012-2013, a alternativa 2 apresentou as melhores eficiências de remoção de DBO<sub>5</sub> e DQO onde na maioria das coletas, os resultados foram superiores a 85%, com máximos de 99% para DBO<sub>5</sub> e 98% para a DQO. Os gráficos também mostram que os sistemas suportaram variações nas concentrações de esgoto bruto mantendo as eficiências de remoção.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistemas Alternativos, Saneamento Rural, Matéria Orgânica.

## **INTRODUÇÃO**

Em comunidades rurais, a distância entre as residências, normalmente inviabiliza a implantação de sistemas de tratamento coletivo, o que leva a necessidade de implantação de alternativas uni familiares de tratamento de esgoto doméstico. Porém, o custo de implantação do sistema de tratamento de esgoto doméstico convencional (fossa séptica, filtro biológico e valas de infiltração) dificulta o acesso das famílias carentes a esse benefício, o que acarreta uma série de prejuízos e problemas de saúde socioambiental.

A literatura, assim como a ABNT 7229/93 (Associação Brasileira de Normas Técnicas), aponta vários sistemas para o tratamento do esgoto doméstico uni familiar ou em pequenos grupos, porém, as tecnologias apontadas nem sempre são adequadas as situações encontradas no meio rural, principalmente quando se trata de famílias de baixo poder aquisitivo. A dificuldade em atuar com o saneamento de baixo custo é justamente encontrar alternativas que possam atender a ABNT 7229/93, sejam de baixo custo, atendam a diversidade de solos e profundidade do lençol freático, sejam de fácil manutenção e de fácil entendimento de funcionamento, isto é, tecnologias que atendam as questões ambientais e sociais de comunidades e famílias com menor disponibilidade de recursos financeiros.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de remoção de matéria orgânica de diferentes sistemas de tratamento de esgoto doméstico de baixo custo na comunidade rural de Caeté, microbacia do rio São Bento, Gravatal-SC.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

O município de Gravatal, onde o trabalho foi desenvolvido, localiza-se no sul do Estado de Santa Catarina, a uma distância de 150 Km de Florianópolis, possui uma área de 168,4 km<sup>2</sup> com uma população de aproximadamente 10.600 habitantes.

Os sistemas alternativos, objeto do presente trabalho, são compostos de um sistema tradicional (Alternativa 1) com tanque séptico, filtro anaeróbio (leito filtrante com brita nº 4) e valas de infiltração, dimensionado de acordo com a norma 7229/93 da ABNT, e, quatro reatores anaeróbicos de fluxo ascendente com meio suporte fixo preenchidos com pedaços de bambu, combinados de diferentes formas (alternativas 2, 3, 4 e 5).

O sistema da alternativa 2 (Laranjal) é composto de quatro câmaras circulares de 0,80m de diâmetro e altura total de 0,80m, com fluxo ascendente e fundo falso de 0,20m de altura. O leito filtrante é de bambu, sendo que na última câmara há uma camada de brita e areia de 0,10 a 0,15m. O objetivo da avaliação deste sistema é verificar a sua eficiência e a possibilidade de instalação de unidades com necessidade de profundidades reduzidas, tanto para locais onde o lençol freático é superficial como para terrenos muito rochosos.

A alternativa 3 (Reator Duplo) é composta de dois reatores anaeróbicos instalados em série com leito filtrante de bambu. Os reatores têm geometria cilíndrica e as dimensões médias de 1,0 m de diâmetro e 1,80 m de altura total, com aproximadamente 1,50 m de altura útil. O efluente do segundo reator é encaminhado ao sistema de wetland com o cultivo de bananeiras.

Na alternativa 4 (Reator Duplo com Areia), o sistema é composto de dois reatores anaeróbicos instalados em série com bambu como leito filtrante. A diferença desta alternativa em relação à alternativa 3 é que aqui foi instalado um pequeno leito filtrante entre 15 e 20 cm de areia no segundo reator, com o objetivo de remover coliformes.

O sistema da alternativa 5 (Sistema Coletivo) é composta de câmaras retangulares em série com meio filtrante de bambu, brita e areia, dimensionado de acordo com o número de usuários. O tratamento secundário é feito no círculo da bananeira, onde o efluente tratado tem disposição final num sistema de wetlands com cultivo de bananeiras, onde ocorre a infiltração sub-superficial.

Foram realizadas coletas de amostras de efluente bruto e tratado dos sistemas de tratamento no período de setembro de 2006 a outubro de 2007, e novembro de 2012 a novembro de 2013. Para a avaliação foram utilizados os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio - DBO<sub>5</sub> e Demanda Química de Oxigênio - DQO.

As análises de DBO<sub>5</sub> e DQO foram realizadas de acordo com os procedimentos do Standard Methods (APHA, AWWA, WEF, 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

São apresentados e discutidos os resultados do monitoramento dos sistemas.

### ALTERNATIVA 1 - ABNT

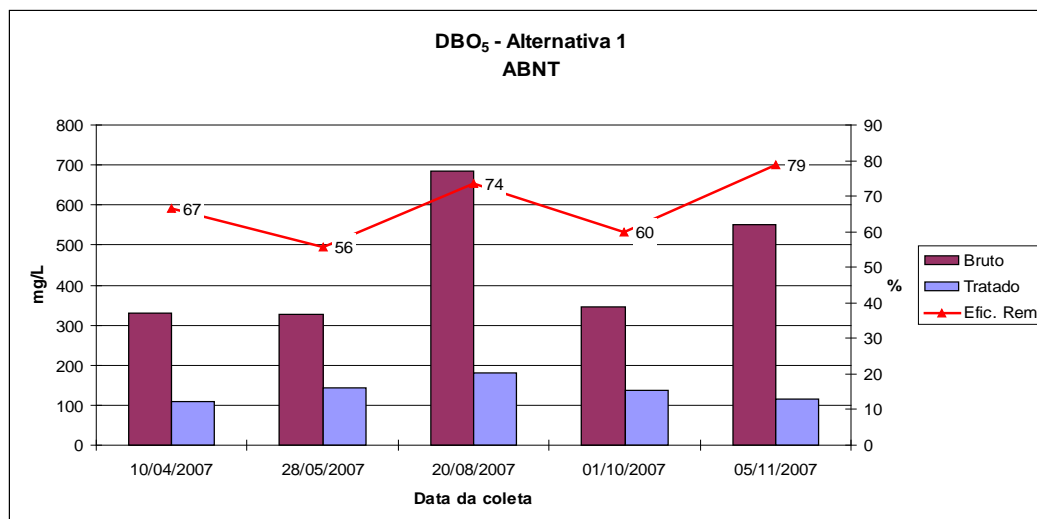


Figura 1: Concentração de DBO<sub>5</sub> do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007(Alternativa 1).

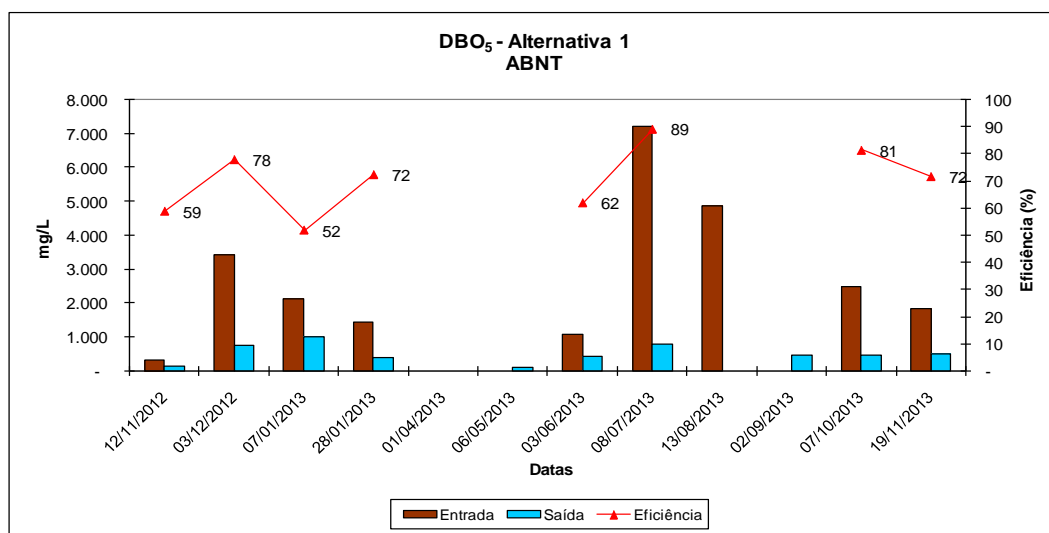
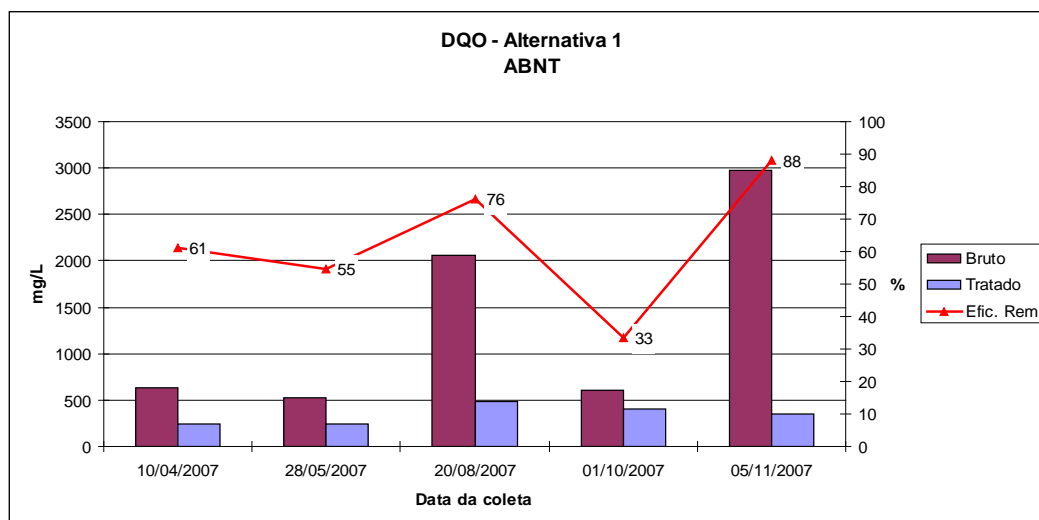


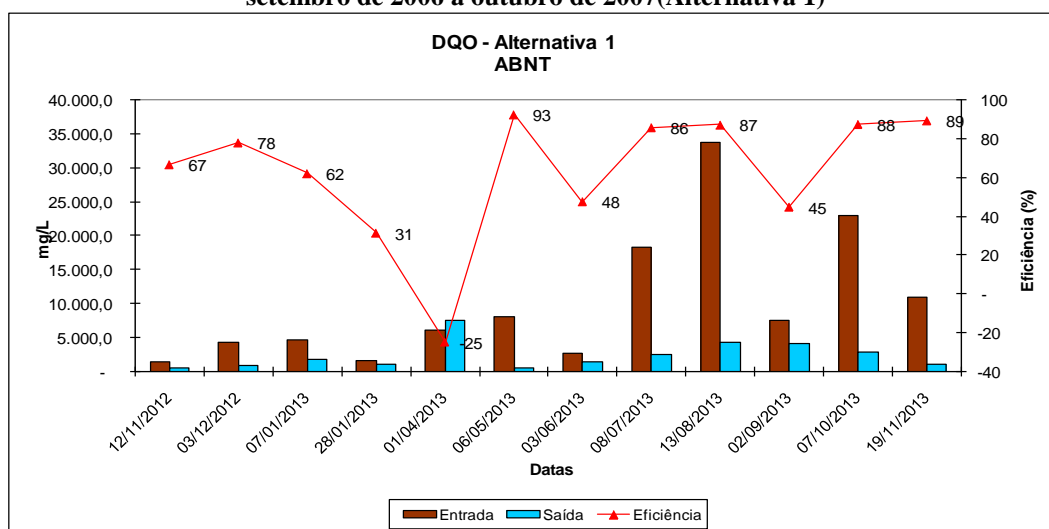
Figura 2: Concentração de DBO<sub>5</sub> do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 1).

Observando as Figuras 1 e 2, é possível notar que as eficiências de remoção de DBO<sub>5</sub> foram da ordem de 50 a 80%. Esses valores eram esperados para esse tipo de sistema dimensionado de acordo com as normas da ABNT. É importante ressaltar que os valores de efluente bruto no período de Nov/2012 a Nov/2013 foram muito superiores ao período de Set/2006 a Out/2007, entretanto, as eficiências de remoção se mantiveram satisfatórias, mesmo após seis anos.

As Figuras 3 e 4 mostram os resultados de DQO. Os resultados são semelhantes ao da DBO<sub>5</sub>, porém, em algumas coletas as eficiências foram inferiores a 50%, principalmente no período de Nov/2012 a Nov/2013, inclusive com uma coleta (01/04/2013) com concentração do efluente de saída maior que o da entrada. Isso pode ter ocorrido devido ao efluente bruto estar diluído no momento da coleta, já que o sistema não contava com tanque ou sistema de equalização de efluente bruto.



**Figura 3: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007(Alternativa 1)**



**Figura 4: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 1).**

## ALTERNATIVA 2 – LARANJAL

O sistema Laranjal obteve excelentes resultados em termos de eficiência de remoção de DBO<sub>5</sub> (78 a 99%) nos dois períodos estudados (Figuras 5 e 6). Além disso, suporta bem as variações de concentração do efluente de entrada, sem comprometer sua eficiência. Mesmo após seis anos, o sistema se manteve eficiente e cumprindo os objetivos para o qual foi concebido.

Para a DQO, conforme as Figuras 7 e 8, o comportamento do sistema apresentou resultados muito bons em termos de eficiência de remoção, tanto para o primeiro (86 a 98%) quanto para o segundo período avaliado (68 a 98%). Esses resultados denotam o bom funcionamento desse sistema alternativo.

Vale ressaltar, tanto para a  $DBO_5$  quanto para a DQO, os elevados valores do efluente bruto foram bem superiores aos valores típicos para esgotos domésticos. Mesmo com essa peculiaridade, o sistema se manteve eficiente, inclusive após seis anos em uso.

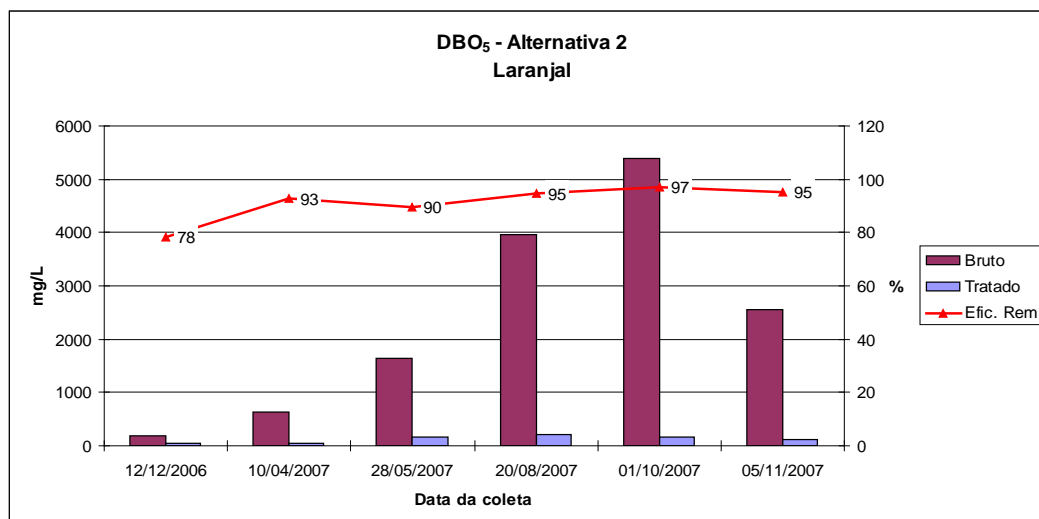


Figura 5: Concentração de  $DBO_5$  do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007(Alternativa 2).

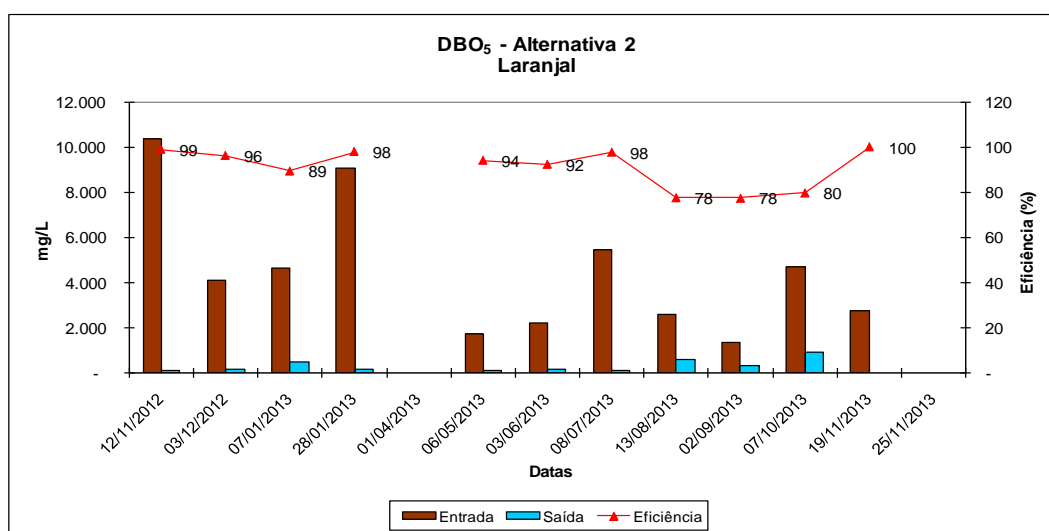
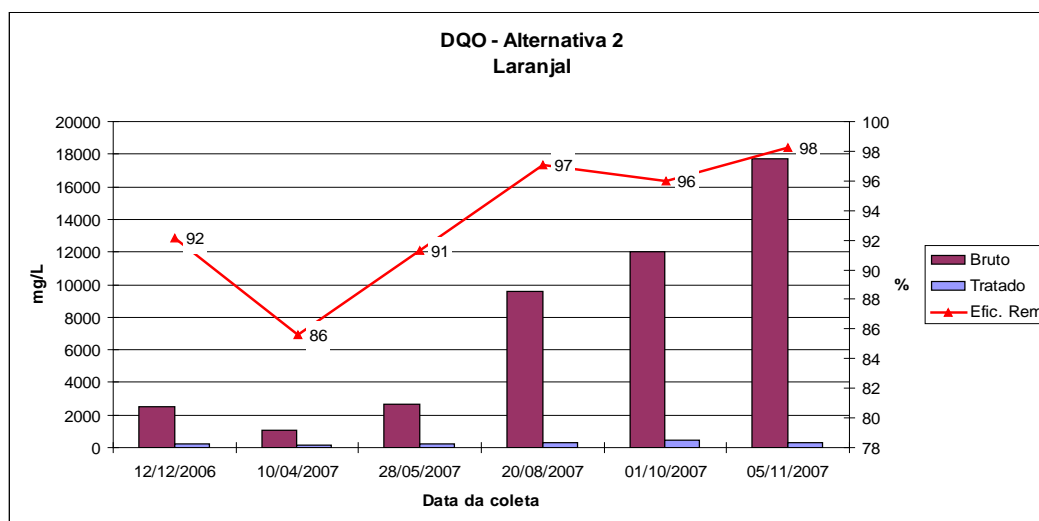
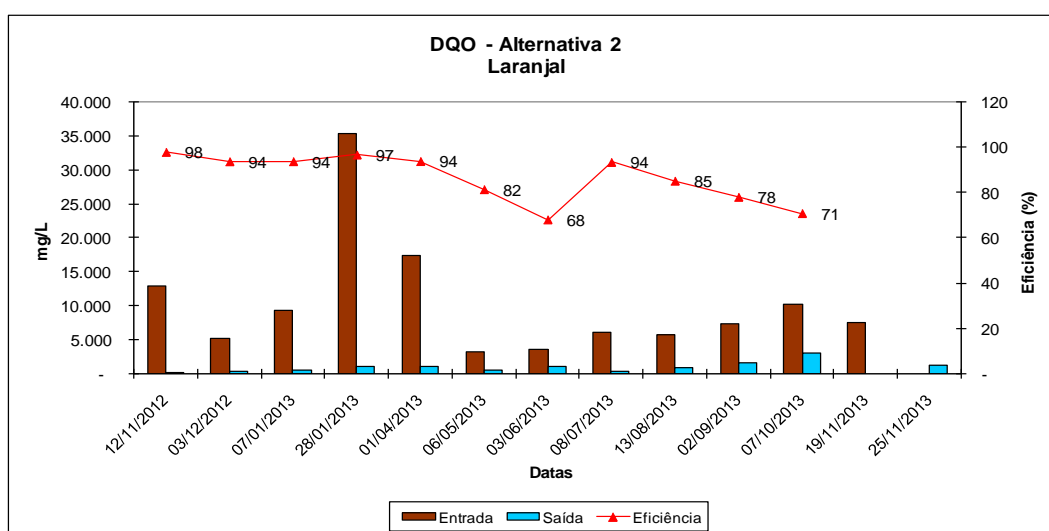


Figura 6: Concentração de  $DBO_5$  do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 2).



**Figura 7: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007(Alternativa 2)**

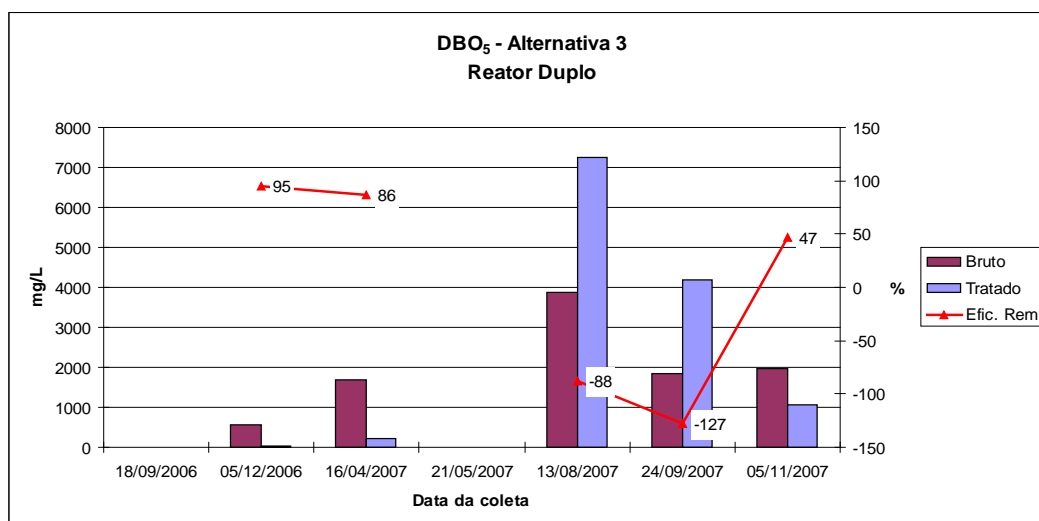


**Figura 8: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 2).**

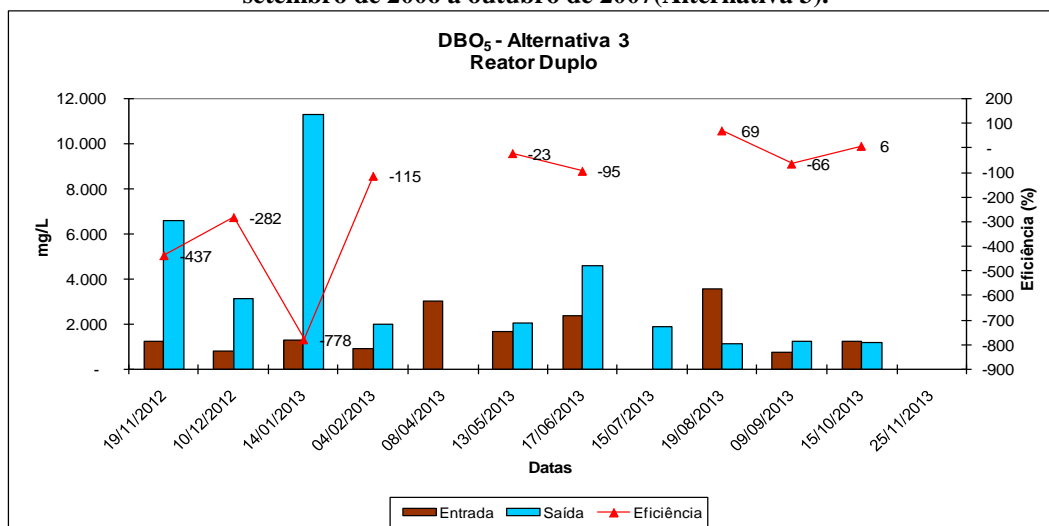
### ALTERNATIVA 3 – REATOR DUPLO

As figuras 9, 10, 11 e 12 mostram que a alternativa 3 (Reator Duplo) não obteve resultados satisfatórios na remoção da matéria orgânica. Embora os reatores tenham sido preenchidos com bambu como material suporte, por algum motivo essa alternativa não apresentou os resultados esperados. Vale citar que essa alternativa de tratamento foi aplicada em outras regiões do país com resultados substancialmente melhores aos do presente estudo. É necessário investigar as possíveis causas desse comportamento para inferir melhores conclusões.

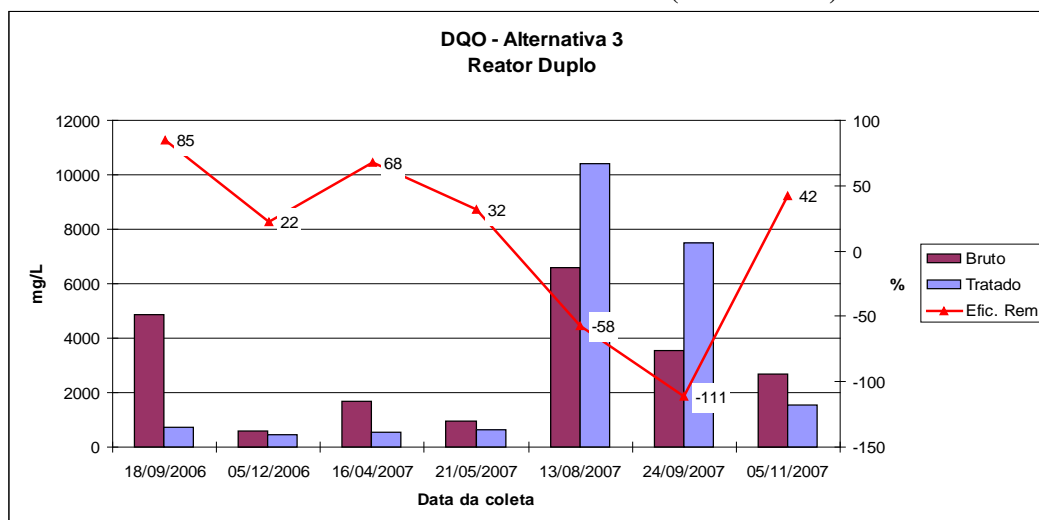
A simples adoção de filtro de areia no fim do tratamento no segundo reator, como na alternativa 4, apresentou melhores resultados.



**Figura 9: Concentração de DBO<sub>5</sub> do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007(Alternativa 3).**



**Figura 10: Concentração de DBO<sub>5</sub> do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 3).**



**Figura 11: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007(Alternativa 3)**

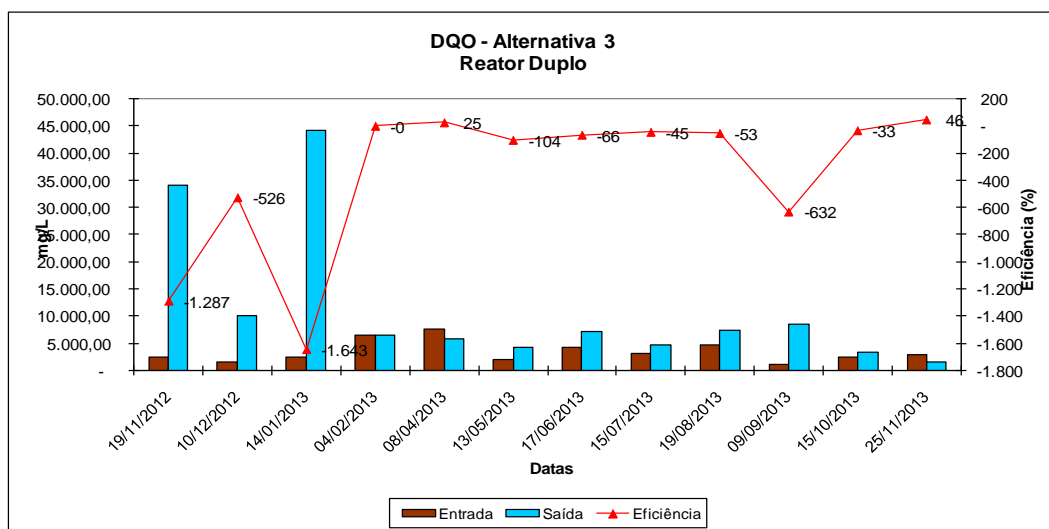


Figura 12: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 3).

#### ALTERNATIVA 4 – REATOR DUPLO COM AREIA

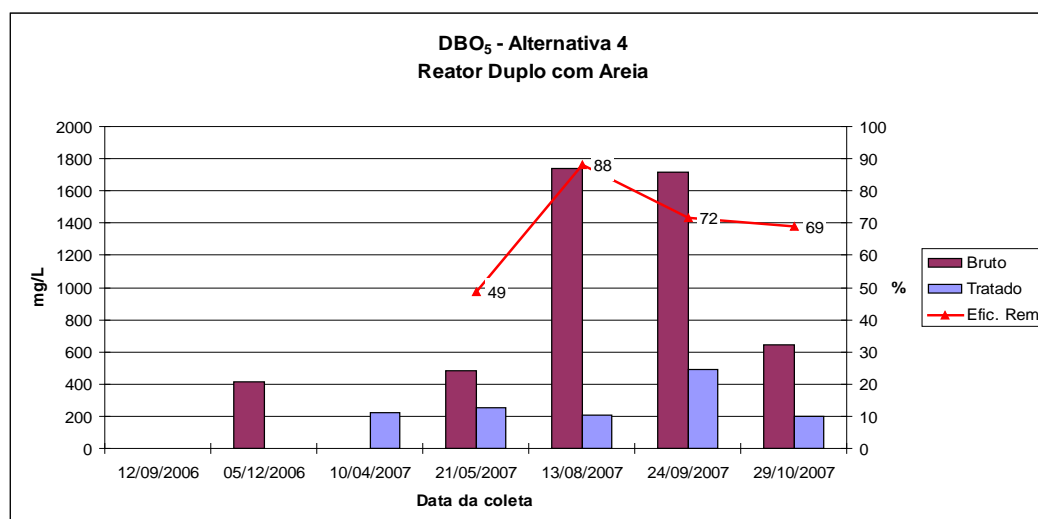
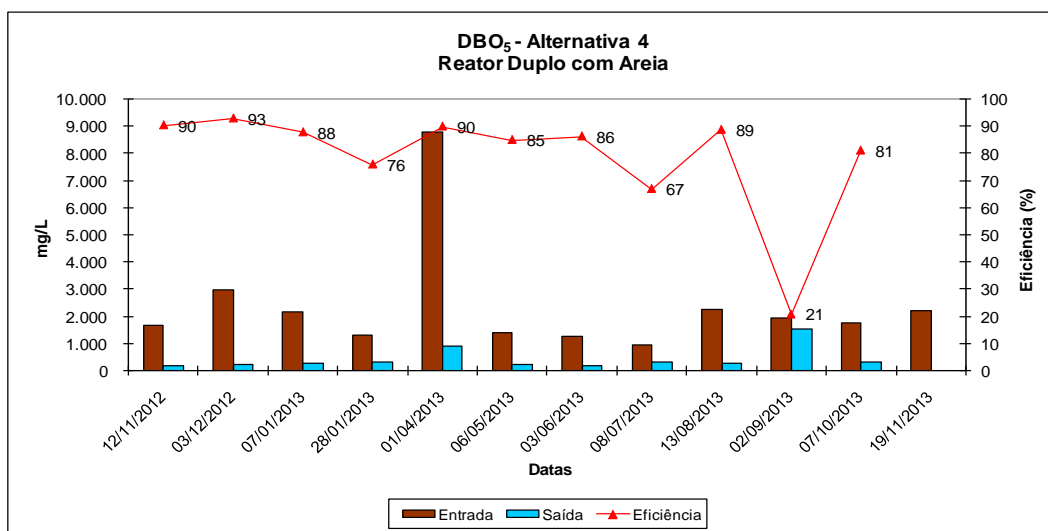


Figura 13: Concentração de DBO<sub>5</sub> do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007 (Alternativa 4).



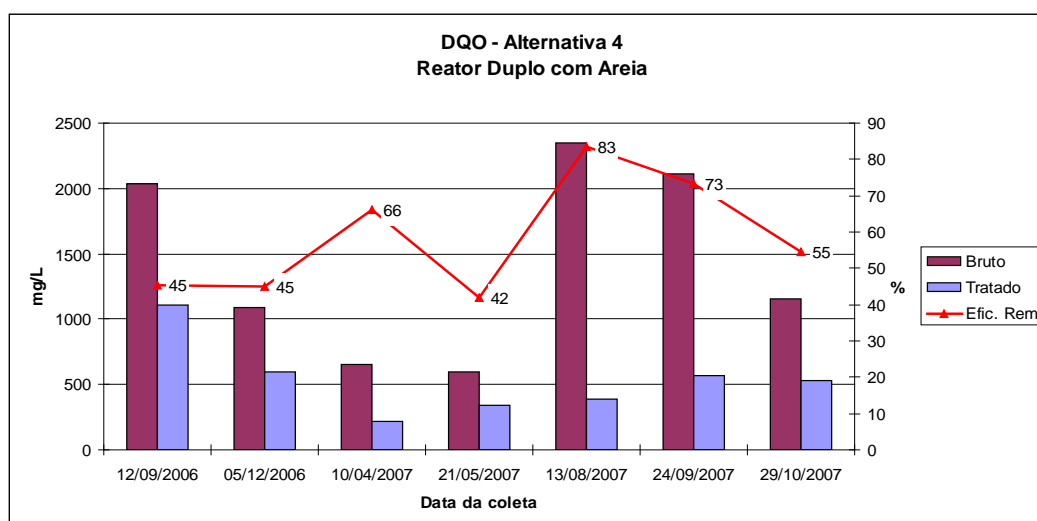


**Figura 14: Concentração de DBO<sub>5</sub> do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 4)**

Como pode ser observado nas Figuras 13 e 14, o reator duplo com areia apresentou eficiências de remoção de DBO<sub>5</sub> entre 49 e 88% para o primeiro período avaliado (2006-2007) e, com exceção da coleta do dia 02/09/2013 (21%), entre 67 e 93% para o segundo período (2012-2013). Analisando os dois períodos é possível verificar que mesmo após seis anos o sistema se manteve com bom funcionamento e eficiência na remoção da matéria orgânica.

A Figura 15 mostra os resultados da DQO para o período de 2006-2007. As eficiências de remoção foram de 42 a 83%. Para o período 2012-2013, conforme a Figura 16, com exceção de duas coletas onde as concentrações de saída foram maiores que as de entrada, as eficiências variaram de 14 a 96%.

Comparando os resultados da alternativa 3 e 4, nota-se que a adoção do filtro de areia no segundo reator da alternativa 4, que o que diferencia os dois sistemas, melhorou consideravelmente os resultados em termos de eficiência de remoção de matéria orgânica, visto que os resultados da alternativa 4 foram melhores que os da alternativa 3.



**Figura 15: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007 (Alternativa 4)**

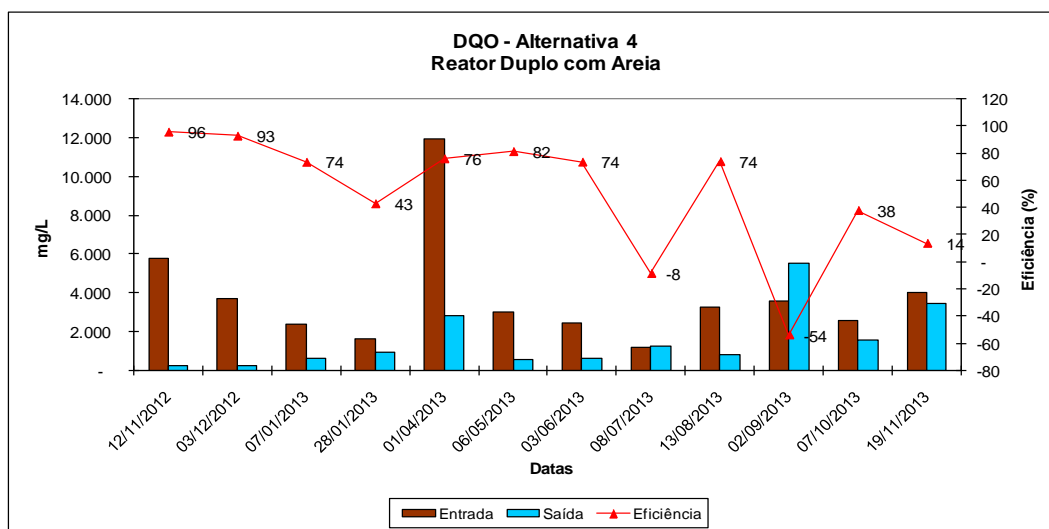


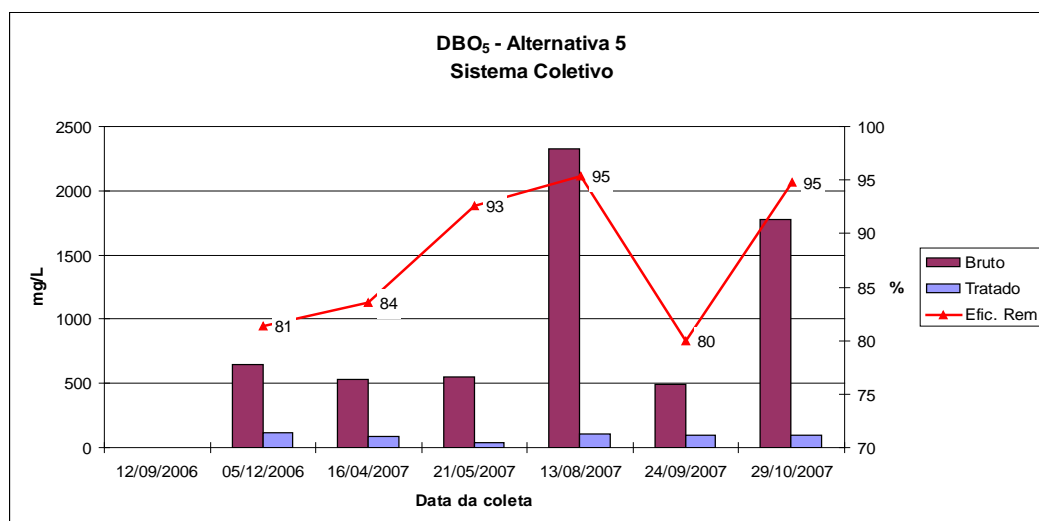
Figura 16: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 4)

## ALTERNATIVA 5 – SISTEMA COLETIVO

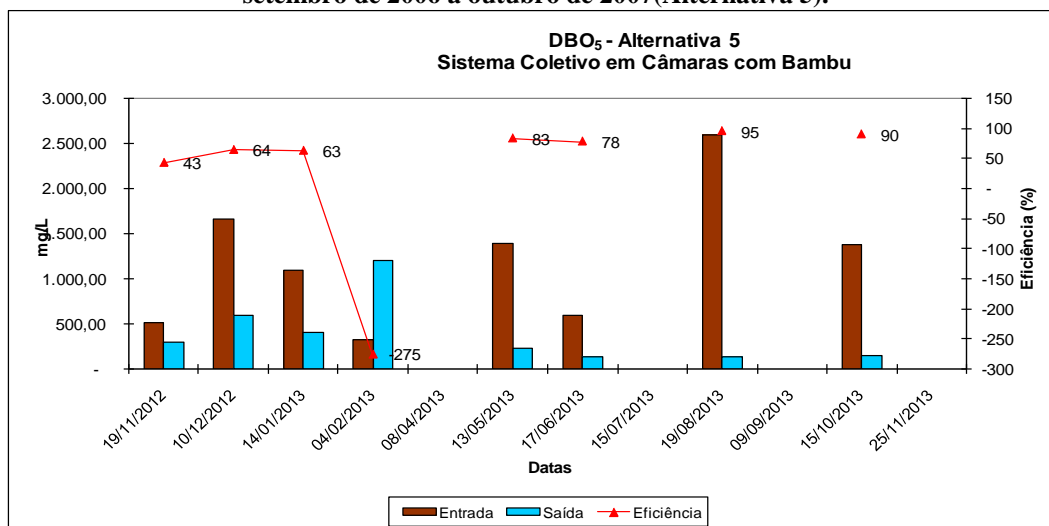
O sistema coletivo em câmaras com bambu, conforme a Figura 17 apresentou eficiência de remoção de  $DBO_5$  de 80 a 95% no primeiro período (2006-2007). Pelo gráfico também é possível notar que o sistema suportou bem variações de concentração de  $DBO_5$ , pois mesmo com variações de concentrações de entrada de efluente bruto as concentrações de saída se mantiveram constantes. Isso denota a estabilidade do sistema de tratamento em suportar variações de efluentes brutos.

No segundo período (2012-2013), algumas amostras foram prejudicadas devido a defeitos no aparelho que mede a  $DBO_5$ . Também vale ressaltar que os sistemas não foram concebidos para a realização de coletas de amostras de efluentes para sua avaliação e sim como sistemas de aplicação real, por isso em algumas coletas o efluente de saída dos sistemas tinha maiores concentrações que os de entrada. Esse fato pode ser notado na coleta do dia 04/02/2013. Mesmo assim, a partir de maio de 2013 pode-se perceber na Figura 18 bons resultados em termos de eficiência de remoção de  $DBO_5$ , com valores de 78 a 95%. Da mesma forma que no primeiro período, no segundo período a partir de maio de 2013, também nota-se a capacidade do sistema em suportar variações de concentração do efluente de entrada sem que isso afete as concentrações de saída.

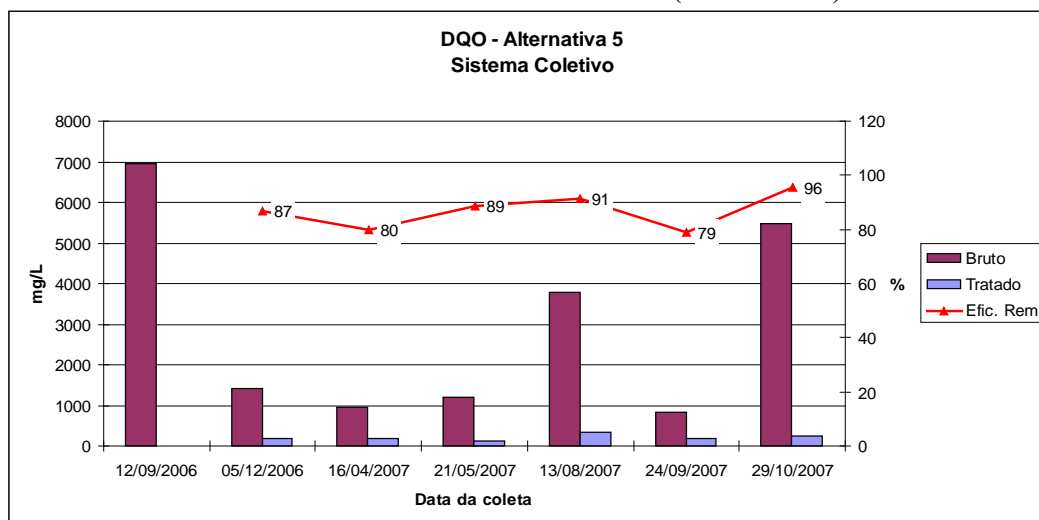
Os valores de eficiência de remoção de DQO (Figura 19), 79 a 96%, foram semelhantes aos da  $DBO_5$  no mesmo período (2006-2007). No segundo período (2012-2013), a partir de abril, o sistema obteve bom desempenho, apresentando valores de eficiência de remoção de 65 a 97%.



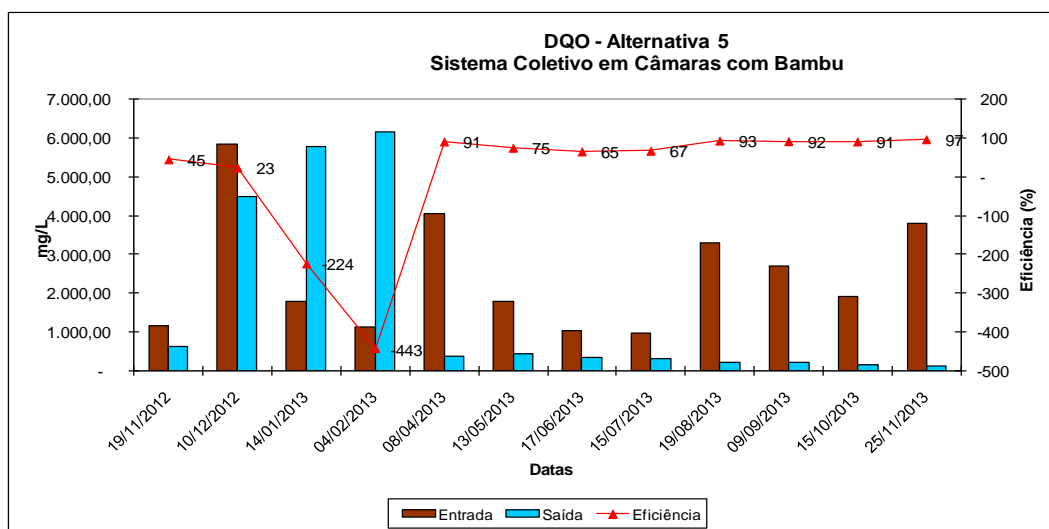
**Figura 17: Concentração de DBO<sub>5</sub> do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007(Alternativa 5).**



**Figura 18: Concentração de DBO<sub>5</sub> do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 5)**



**Figura 19: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de setembro de 2006 a outubro de 2007(Alternativa 5)**



**Figura 20: Concentração de DQO do esgoto Bruto, Tratado e Eficiência de Remoção no período de novembro de 2012 a novembro de 2013 (Alternativa 5)**

## CONCLUSÕES

Pela análise dos resultados pode-se concluir que os cinco sistemas avaliados apresentaram eficiências de remoção de DBO5 e DQO satisfatórias, exceto na alternativa 3 onde é possível verificar que o esgoto tratado apresentou valores de concentração maiores que o bruto. Tanto para o período de 2006-2007 quanto para o período de 2012-2013, a alternativa 2 apresentou as melhores eficiências de remoção de DBO5 e DQO onde na maioria das coletas, os resultados foram superiores a 85%, com máximos de 99% para DBO5 e 98% para a DQO.

Embora um pouco inferiores a alternativa 2, a alternativa 5 também apresentou eficiências superiores a 80%, com exceção de poucas coletas.

Os gráficos também mostram que os sistemas suportaram variações nas concentrações de esgoto bruto mantendo as eficiências de remoção.

Comparando os diferentes períodos de coletas de amostras, é possível verificar que os sistemas mantiveram-se com bom desempenho na remoção da matéria orgânica, mesmo sem a manutenção desejável de retirada de lodo anualmente. Esse fato evidencia a boa empregabilidade de tais sistemas em áreas sem acesso a rede coletora de esgoto, onde mesmo sem manutenção, os sistemas se mantiveram eficientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA – American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20 ed. Washington: APHA-AWWA-WEF. 1998.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos: NBR 7.229. Rio de Janeiro: ABNT, 1993