

# Tecnologias sociais de baixo custo em sistemas de tratamento de esgoto doméstico na área rural de Gravatal, SC





**Governador do Estado**  
João Raimundo Colombo

**Vice-Governador do Estado**  
Eduardo Pinho Moreira

**Secretário de Estado da Agricultura e da Pesca**  
Moacir Sopelsa

**Presidente da Epagri**  
Luiz Ademir Hessmann

**Diretores**

Jorge Luiz Malburg  
Administração e Finanças

Luiz Antonio Palladini  
Ciência, Tecnologia e Inovação

Ivan Luiz Zilli Bacic  
Desenvolvimento Institucional

Paulo Roberto Lisboa Arruda  
Extensão Rural



ISSN 1414-5219  
Outubro/2015

BOLETIM DIDÁTICO Nº 126

# **Tecnologias sociais de baixo custo em sistemas de tratamento de esgoto doméstico na área rural de Gravatal, SC**

Bernardete Panceri  
Suselei Brunatto Weber  
José Luiz Rocha Oliveira  
Alan Henn  
Marta Maria Mendes de Oliveira  
Iran Henrique Rodrigues  
Noeli Pazetto  
Ricardo Vencato



**Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina  
Florianópolis  
2015**

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri)  
Rodovia Admar Gonzaga, 1347, Itacorubi, Caixa postal 502  
88034-901 Florianópolis, SC, Brasil  
Fone: (48) 3665-5000, fax: (48) 3665-5010  
Site: [www.epagri.sc.gov.br](http://www.epagri.sc.gov.br)  
E-mail: [gmc@epagri.sc.gov.br](mailto:gmc@epagri.sc.gov.br)

Editado pela Gerência de Marketing e Comunicação (GMC).

Editoria técnica: Paulo Sergio Tagliari  
Revisão textual e padronização: João Batista Leonel Ghizoni  
Normatização: Ivete Teresinha Veit  
Diagramação: Cheila Pinnow Zorzan

Primeira edição: outubro de 2015  
Tiragem: 600 exemplares  
Impressão: Dioesc

É permitida a reprodução parcial deste trabalho desde que citada a fonte.

### Ficha catalográfica

PANCERI, B.; WEBER, S.B.; OLIVEIRA, J.L.R. et al.  
*Tecnologias sociais de baixo custo em sistemas de tratamento de esgoto doméstico na área rural de Gravatal, SC.* Florianópolis: Epagri, 2014, 24p. (Epagri. Boletim Didático, 126).

Tecnologia social; Esgoto doméstico; Gravatal, SC.

ISSN 1414-5219



# APRESENTAÇÃO

Este Boletim Didático tem por objetivo auxiliar extensionistas, parceiros e famílias rurais e pesqueiras que queiram implantar tecnologias sociais de baixo custo para tratar o esgoto doméstico com sistemas unifamiliares ou de pequenos grupos de famílias ou escolas. As tecnologias aqui apresentadas foram adaptadas pela equipe de extensionistas que atua em Educação Ambiental Rural em parcerias com as famílias da comunidade de Caeté, município de Gravatal, SC, com o apoio financeiro do Programa Microbacias 2 (MB-2). São tecnologias simples, ecológicas, de fácil implantação e manutenção. Os materiais utilizados são encontrados facilmente no comércio local de materiais de construção.

Sabemos que um dos maiores problemas mundiais que causam doenças nas pessoas e degradam a vida dos ecossistemas é a falta de saneamento ambiental. Esse problema muitas vezes está associado à escassez de recursos para que a população possa implantar sistemas adequados de tratamento dos efluentes, e acaba lançando-os em rios e córregos. Outras vezes, é por falta de informações, outras ainda pela falta de sistema mais adequado às diferentes situações de solo e profundidades do lençol da água.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), desde 1985, vem intensificando sua ação junto às famílias rurais, pesqueiras e indígenas e também junto às escolas por meio do trabalho das extensionistas sociais. Esse trabalho visa contribuir com tecnologias inovadoras, ecológicas e sociais de fácil aplicabilidade, integrando o saber das comunidades, da academia e de estudos científicos. Com tudo isso, poderemos dispor de tecnologias capazes de melhorar a qualidade de vida através da melhoria da qualidade ambiental das comunidades com as quais interagimos.

A Diretoria Executiva



# SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>Introdução.....</b>	<b>7</b>
<b>1 Importância do estudo em tecnologias sociais de baixo custo em sistemas de tratamento de esgoto doméstico na área rural de Gravatal, SC.....</b>	<b>9</b>
<b>2 O que é o sistema de tratamento de esgoto doméstico de baixo custo .....</b>	<b>10</b>
<b>3 Sistemas implantados e recomendados conforme o estudo realizado no município de Gravatal, na comunidade de Caeté.....</b>	<b>11</b>
3.1 Sistema de tratamento de esgoto doméstico reator duplo com areia .....	11
3.2 Sistema de tratamento do esgoto doméstico coletivo Laguna.....	15
3.3 Sistema de tratamento de esgoto doméstico Laranjal .....	18
<b>4 Resultados alcançados .....</b>	<b>21</b>
<b>5 Observações gerais .....</b>	<b>22</b>
<b>Referências.....</b>	<b>23</b>



## Introdução

Contribuir na construção de sociedades sustentáveis é um dos desafios propostos pela ação da Educação Ambiental Rural desenvolvida pela Epagri. A sustentabilidade requer uma sociedade ambientalmente correta, economicamente justa e socialmente amigável. Dentro desse tripé, o saneamento ambiental rural tem sido uma das prioridades da área social da extensão rural em Santa Catarina. A Epagri tem buscado contribuir com as famílias rurais, pesqueiras, indígenas e quilombolas, e também com as escolas como forma de melhorar sua qualidade de vida, com mais conforto e humanizando a vida principalmente das mulheres. Nesse caminho, o esforço da Epagri em parcerias com universidades, instituições e com as próprias famílias tem desenvolvido e adaptado várias tecnologias sociais de baixo custo, oferecendo alternativas para tratar os efluentes domésticos de forma segura, econômica e sustentável.

O conceito de tecnologias sociais reconhece a integração de conhecimentos científicos com a sabedoria da população local, portanto, de fácil aplicação, de total controle das comunidades, como a manutenção dos sistemas e a compreensão de seu funcionamento, podendo ser replicadas. Baixo custo significa a utilização de materiais facilmente encontrados no mercado local que possam ser adaptados às mais diferentes situações financeiras da população, mas que, ao mesmo tempo, não comprometam o objetivo a que se destinam. Para desenvolver e testar as tecnologias aqui apresentadas, buscaram-se, além da experiência histórica da ação extensionista nessa área, conhecimentos da Unicamp e experiências testadas localmente utilizando o bambu como preenchimento do filtro anaeróbico.

Para tanto, a Epagri desenvolveu vários arranjos de sistemas de tratamento de efluentes domésticos que estão disponíveis à população e aos técnicos tanto da Epagri quanto de outras instituições. Neste Boletim estamos apresentando três sistemas que foram testados na Comunidade do Caeté, município de Gravatal, Santa Catarina.



# **1 Importância do estudo em tecnologias sociais de baixo custo em sistemas de tratamento de esgoto doméstico na área rural de Gravatal, SC**

Observa-se que os problemas de falta de saneamento que a humanidade ainda apresenta têm sua origem na forma como as cidades foram organizadas na Idade Média. As casas eram construídas “de costas” para os rios e córregos, considerados carreadores de coleta dos esgotos. Mas dedicavam uma parte acima do rio para coletar a água para a população. Esse problema se revela igualmente sério nas cidades e na área rural. A grande distância entre as residências no meio rural dificulta a implantação de uma rede coletora para um sistema de tratamento coletivo. Isso leva à necessidade de implantação de sistemas de tratamento de esgoto doméstico individualizado, opção inviável para as famílias carentes, acarretando uma série de prejuízos ao meio ambiente e à saúde pública.

A experiência relatada aqui fez parte do projeto Prapem/Microbacias que apoiou, com recursos financeiros, a implantação de sistemas de tratamento de esgoto doméstico para cerca de 50 mil famílias do meio rural catarinense. Optou-se por esse estudo uma vez que o uso de alternativas de baixo custo ainda são pouco pesquisadas, dificultando o trabalho tanto com comunidades economicamente menos favorecidas quanto com comunidades que dispõem de melhores condições econômicas pela dificuldade de implantação dos sistemas tradicionais de tanque séptico + filtro biológico + valas de infiltração. Isso porque em nosso Estado dispomos de diferentes tipos de solo e diferentes profundidades do lençol freático, o que inviabiliza o sistema tradicional em muitos locais. Dessa forma, o estudo de alternativas tecnológicas sociais para o tratamento de esgotos domésticos com custo reduzido buscou qualificar os trabalhos com as comunidades rurais, pesqueiras e indígenas em Santa Catarina para que pudéssemos trabalhar com tranquilidade, oferecendo informações sobre os sistemas preconizados.

## 2 O que é o sistema de tratamento de esgoto doméstico de baixo custo

Um sistema de tratamento de esgoto doméstico de baixo custo são tecnologias sociais com sistemas de tratamento simples, eficientes, sustentáveis e economicamente viáveis que podem adequar-se a diferentes situações de solo e lençol freático. O custo é baixo pelo fato de utilizar materiais que podem ser facilmente encontrados nos comércios locais e são acessíveis às diferentes condições financeiras das famílias rurais. São sistemas que integram todas as águas utilizadas nas atividades de limpeza, alimentação e manutenção de uma casa diariamente.

O sistema compreende de duas a três fases de tratamento. A primeira fase chama-se **tratamento primário** e compreende:

- caixa de gordura, que serve para reter a gordura da pia da cozinha antes que ela seja encaminhada ao tanque séptico; e
- tanque séptico ou similar (no caso destes sistemas, são os reatores duplos anaeróbicos de fluxo ascendente).

A segunda fase, o **tratamento secundário**, recebe o efluente do tratamento primário, que passará pelo segundo processo e compreende:

- reatores com brita e areia grossa.

A terceira fase, o **tratamento terciário**, recebe o efluente que passou pelas duas primeiras fases, podendo ser reutilizado por meio de:

- círculo de bananeira, valas de infiltração ou área de dispersão.

### **3 Sistemas implantados e recomendados conforme o estudo realizado no município de Gravatal, na comunidade de Caeté**

Os sistemas aqui apresentados são parte do Projeto Piloto realizado no município de Gravatal com as famílias da comunidade do Caeté com a metodologia da Pesquisa-extensão e aprendizagem participativa nos períodos de 2006 a 2007 e de 2012 a 2013. Nesse estudo foram pesquisados cinco sistemas alternativos de baixo custo, adaptados pela equipe de educação ambiental rural da Epagri, levando em conta a bibliografia existente, as experiências da equipe nessa área e as diferentes necessidades relacionadas às condições de solo, clima e relevo da área rural e pesqueira catarinense.

Além das cinco alternativas, foi implantado e estudado o sistema tradicional da ABNT, tanque séptico e filtro biológico como balizamento de resultados. Dos cinco sistemas, dois não serão considerados nesta publicação por conta de ainda necessitarem de continuidade da pesquisa para melhor compreensão dos resultados e também de algumas adequações, principalmente na coleta da entrada do efluente. Portanto, apresentamos três alternativas neste Boletim, quais sejam:

- Sistema de tratamento do esgoto doméstico reator duplo com areia;
- Sistema de tratamento do esgoto doméstico coletivo Laguna; e
- Sistema de tratamento do esgoto doméstico Laranjal.

#### **3.1 Sistema de tratamento de esgoto doméstico reator duplo com areia**

Este sistema é adequado para duas famílias e seu custo aproximado é de R\$420,00. O tempo de construção é de 4 dias/homem.

Sistema de tratamento do esgoto doméstico de fácil instalação, eficiente, sustentável e economicamente viável. O reator é um filtro anaeróbico de fluxo ascendente com recheio de bambu.

No caso deste sistema, o efluente passa por dois reatores: no primeiro, o leito filtrante é de bambu, e no segundo, além do bambu, acrescenta-se brita número 1 e areia grossa. Este sistema foi uma adaptação que a equipe de Educação Ambiental da Epagri construiu a partir da experiência realizada pela Unicamp com filtros anaeróbicos de fluxo ascendente

utilizando o bambu como leito filtrante. Buscou-se criar um sistema com materiais que facilmente podem ser encontrados no comércio local das pequenas cidades catarinenses. Este sistema foi dimensionado para o tratamento do efluente com uma ou duas famílias com até cinco pessoas, propiciando um efluente adequado para disposição nos círculos de bananeiras; portanto, não adequado para lançar nos cursos d'água. Vale lembrar que a água da pia da cozinha deve passar, necessariamente, pela caixa de gordura antes de ser conduzida ao reator (Figura 1).

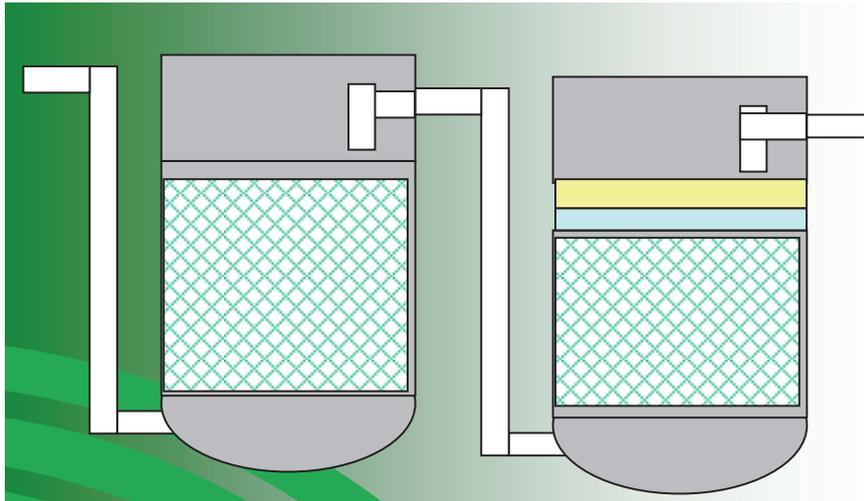


Figura 1. Reator duplo com areia

O esgoto bruto passa pelo primeiro reator anaeróbico de formato cilíndrico, feito com tubos de concreto facilmente encontrados no comércio local. Esses tubos, após a implantação, são impermeabilizados. Foi utilizado para cada reator um tubo de 1 x 1m e sobreposto um tubo de 1 x 0,5m. O fundo de 1 x 0,4m é construído no local definitivo (Figura 2). Assim, cada reator tem um dimensionamento total de 1m de diâmetro por 1,9m de altura.



Figura 2. Detalhe da construção no local do fundo do reator

O fundo do reator é arredondado e separado da região ocupada pelo bambu (meio suporte) por uma grade de bambu. Essa região funciona como um compartimento para a distribuição do esgoto, conforme ilustra a Figura 3. Após o preenchimento do reator com bambu, segundo Camargo (2000), 71% do volume é de vazios. Os reatores são de fluxo ascendente, isto é, o efluente entra na parte de baixo do reator e sai na parte superior. O tempo de detenção hidráulica é de 24 horas e o volume é em torno de 2.400L/dia.

O primeiro reator é preenchido na altura de 1m somente com bambu picado ( $\pm 15\text{cm}$ ) (Figura 4). É importante cortar o bambu entre os nós para que o efluente passe por dentro dos pedaços. O preenchimento do segundo reator deve ser com a primeira camada na altura de 50cm com bambu picado e na segunda camada com 25cm de brita número 1 e 25cm de areia grossa (areão), como mostra a Figura 5. O esgoto bruto passa pelo primeiro reator, realizando o tratamento primário, passa pelo segundo reator, realizando o tratamento secundário, e vai para o círculo de bananeiras realizando o tratamento terciário, num ciclo completo e fechado, pois todo o efluente é consumido sem ser lançado em mananciais de água. No caso de não se dispor de um círculo de bananeiras, pode ser colocado em valas de infiltração ou áreas de dispersão. A Figura 6 mostra o sistema instalado.



Figuras 3, 4, 5 e 6. Sequência de instalação do reator duplo com areia

Os gráficos a seguir mostram a eficiência do sistema nos períodos pesquisados: 2006-2007, 2012-2013.

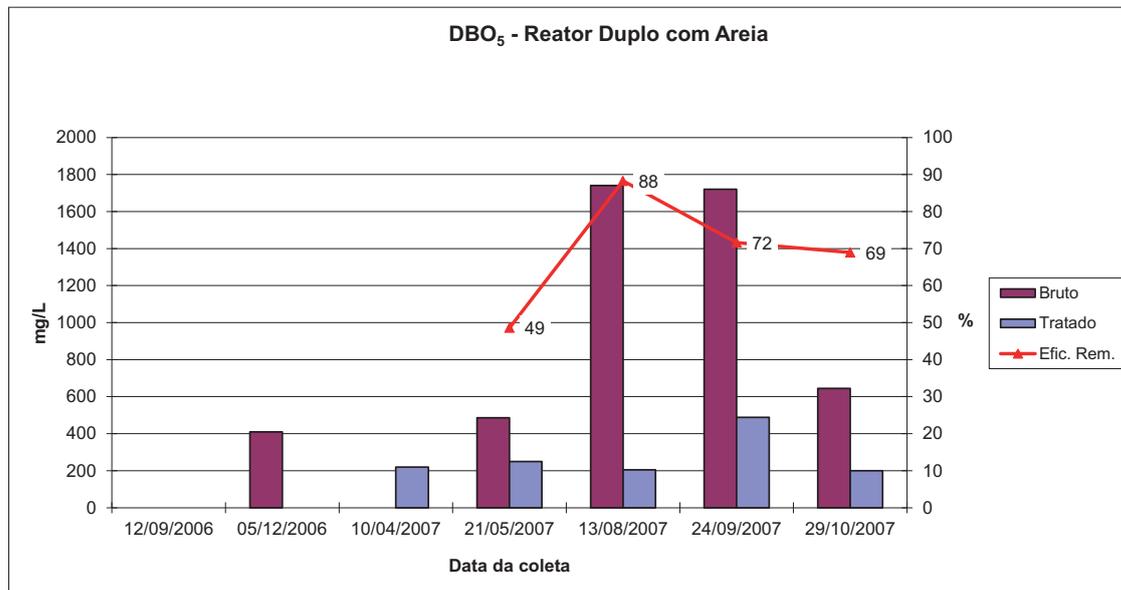


Figura 7. Eficiência do sistema no período 2006-2007

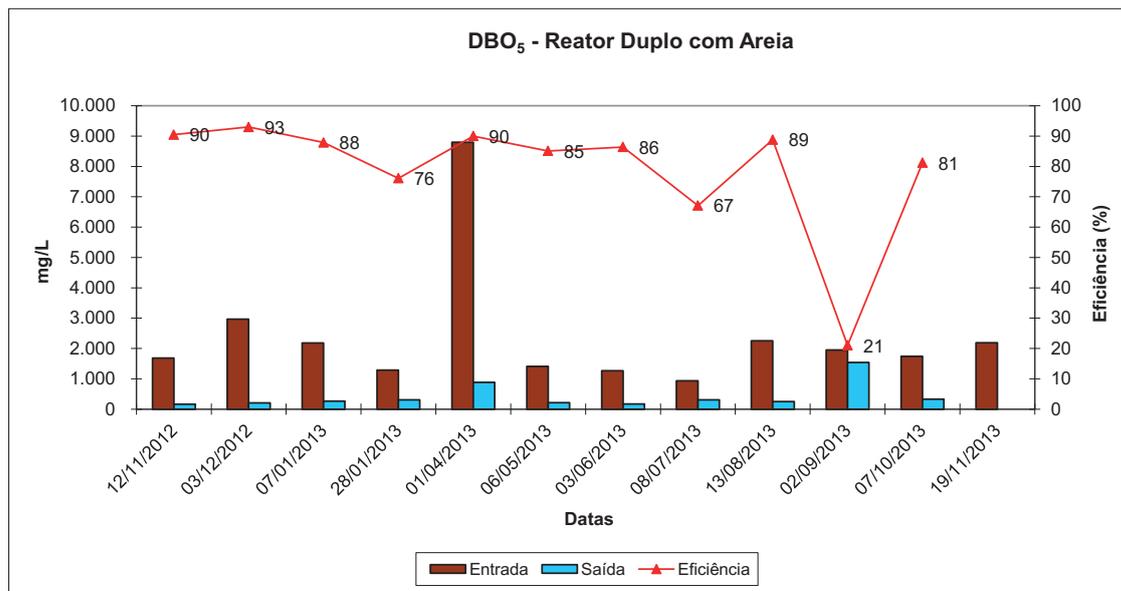


Figura 8. Eficiência do sistema de reator duplo com areia

Este sistema de tratamento do esgoto doméstico de reator duplo com areia obteve boas remoções de matéria orgânica para os dois períodos avaliados. No primeiro período (2006-2007), exceto na coleta do mês de maio, os outros resultados variaram de 69% a 88% em termos de eficiência. No segundo período (2012-2013), mesmo após 6 anos em operação, podem-se notar eficiências de remoção superiores a 80% em termos de demanda bioquímica de oxigênio.

### 3.2 Sistema de tratamento do esgoto doméstico coletivo Laguna

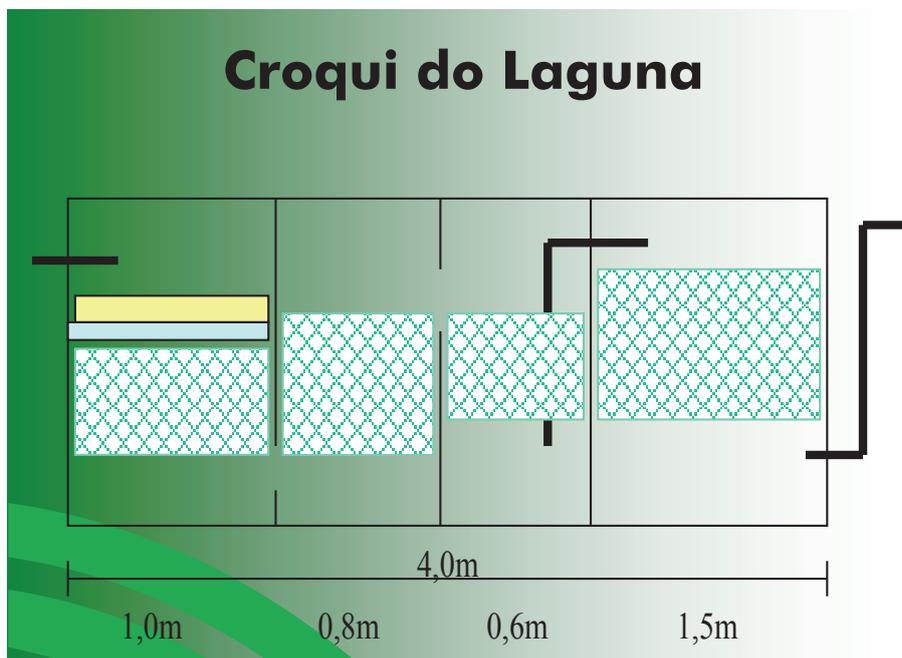


Figura 9. Croqui do sistema coletivo Laguna

Este sistema é adequado para quatro famílias (Conforme as dimensões mostradas na Fig. 9), e o custo aproximado é de R\$1.050,00. O tempo de construção é de 12 dias/homem.

Este é um sistema de tratamento eficiente, sustentável e economicamente viável para grupos de famílias com até cinco membros cada uma. O sistema foi uma adaptação do sistema coletivo instalado pelo Sr. Gaudino. Batizou-se este sistema com o nome de Laguna por esse município ter sido o primeiro local de teste com este tipo de sistema.

Neste caso, a construção e a instalação requerem mais cuidados e conhecimentos. É construído num bloco único com três divisórias, com o leito filtrante com bambu, e uma quarta divisória com leito filtrante com bambu, brita e areia. Propicia um efluente adequado para disposição no círculo de bananeira; portanto, não adequado para lançar nos cursos d'água.

Neste sistema, como pode ser observado na Figura 10, o bambu não é picado e sim colocado inteiro. Para não boiar, é feito um corte em cada nó do bambu como mostra a Figura 11. Observa-se no croqui que, da mesma forma que nos reatores, é feito um fundo falso com uma camada de bambu, formando uma grade em toda a extensão das quatro divisórias. O tamanho do sistema é: 4m de comprimento, 1,5m de altura e 1m de largura, para uma contribuição de quatro famílias ou 20 pessoas. Nas Figuras 12, 13 e 14 temos a sequência da instalação do Sistema Laguna.



Figura 10. Detalhe da colocação do bambu inteiro no sistema

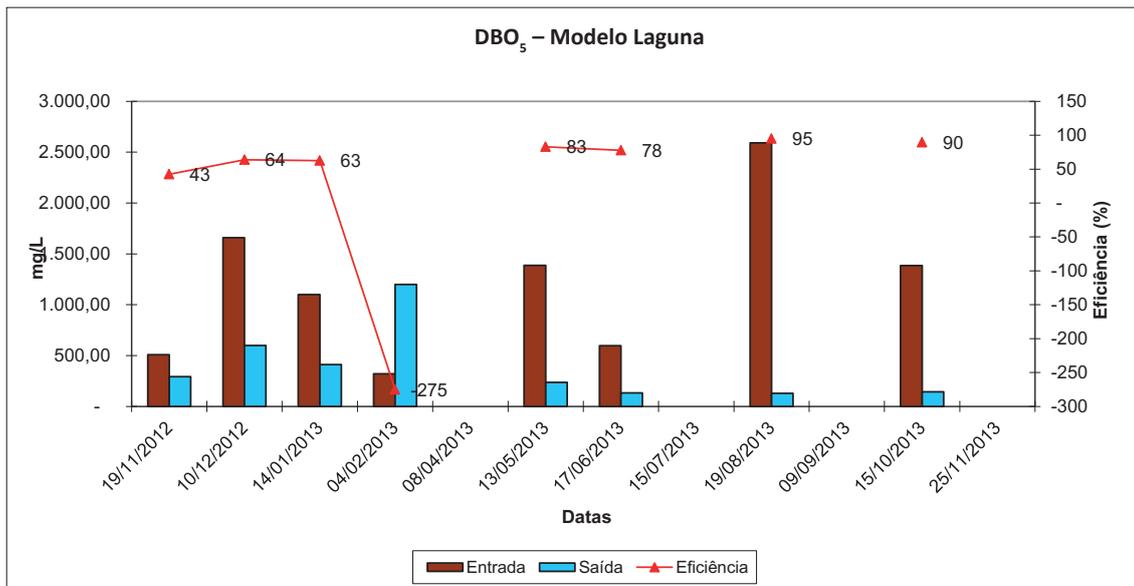
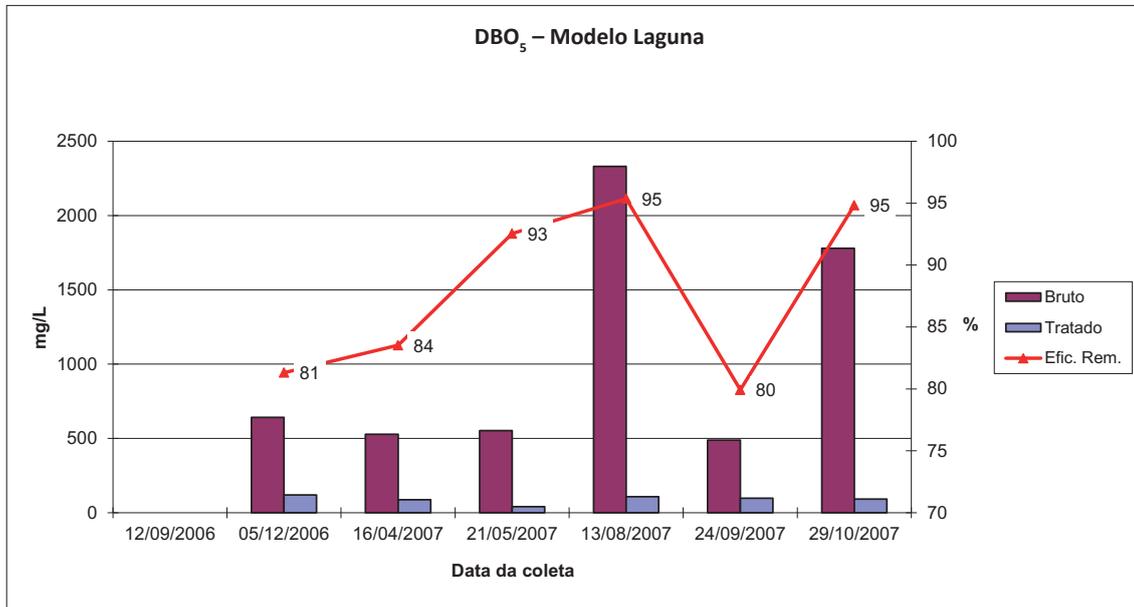


Figura 11. Detalhe do corte nos nós do bambu



Figuras 12, 13, e 14 . Sequência da instalação do sistema coletivo Laguna

Os gráficos a seguir mostram a eficiência do sistema nos períodos pesquisados 2006-2007 e 2012-2013.



Figuras 15 e 16. Eficiência do sistema Laguna

O sistema coletivo em câmaras com bambu apresentou eficiências de 80% a 95% no primeiro período. Pelo gráfico também é possível notar que o sistema suportou bem variações de concentração de DBO, 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, algumas amostras foram prejudicadas devido a defeitos no aparelho que mede a DBO.

### 3.3 Sistema de tratamento de esgoto doméstico Laranjal

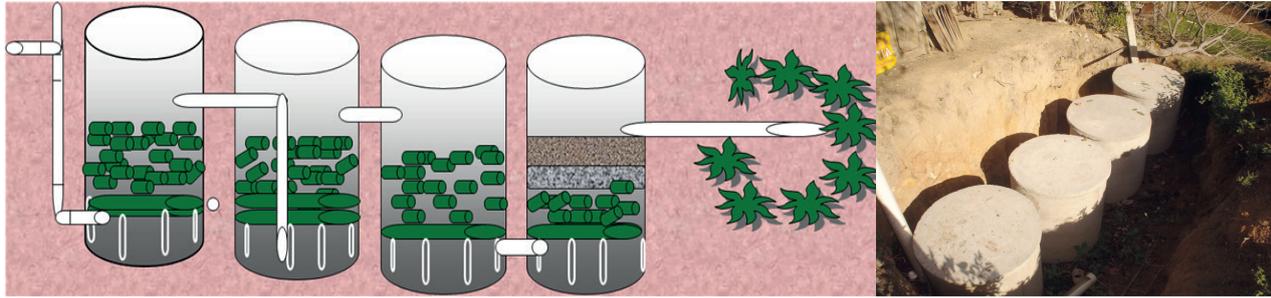


Figura 17. Croqui do sistema Laranjal

Este sistema é adequado para uma família, e o custo aproximado é de R\$380,00. O tempo de construção é de 4 dias/homem.

Este sistema foi uma adaptação a partir da observação do funcionamento dos sistemas reator duplo com areia e coletivo Laguna. Foi desenvolvido especialmente para solos rasos com pouca permeabilidade ou com o lençol freático muito superficial. Possui um sistema de câmaras múltiplas de filtro anaeróbico de fluxo ascendente com o leito filtrante de bambu e, na última camada, com brita e areia. Esse processo foi estudado para o dimensionamento de tratamento do efluente para uma família com até cinco pessoas, mas também se adapta para mais de uma família se forem ampliadas suas dimensões. Propicia efluente adequado para disposição nos círculos de bananeiras, podendo inclusive ser lançado em cursos d'água, com exceção de fontes de água para o abastecimento.

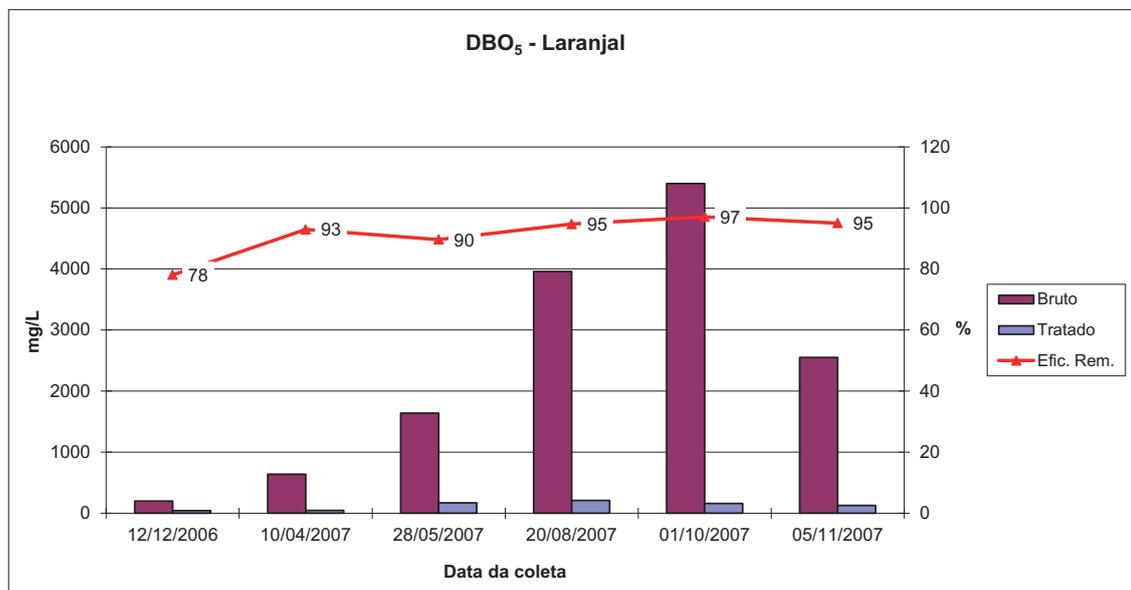
A composição deste sistema é: quatro tubos de concreto de 0,8m de diâmetro por 0,8m da altura, com fundo falso de bambu. O bambu é o leito filtrante nas três primeiras câmaras, e na quarta o preenchimento será de bambu, com 0,3m, brita com 0,2m e areia grossa com 0,2m, como mostra a Figura 18.

Todos esses sistemas podem ficar aparentes, isto é, não precisam ficar enterrados completamente. O ideal é ficarem próximos da superfície para se fazer o acompanhamento.

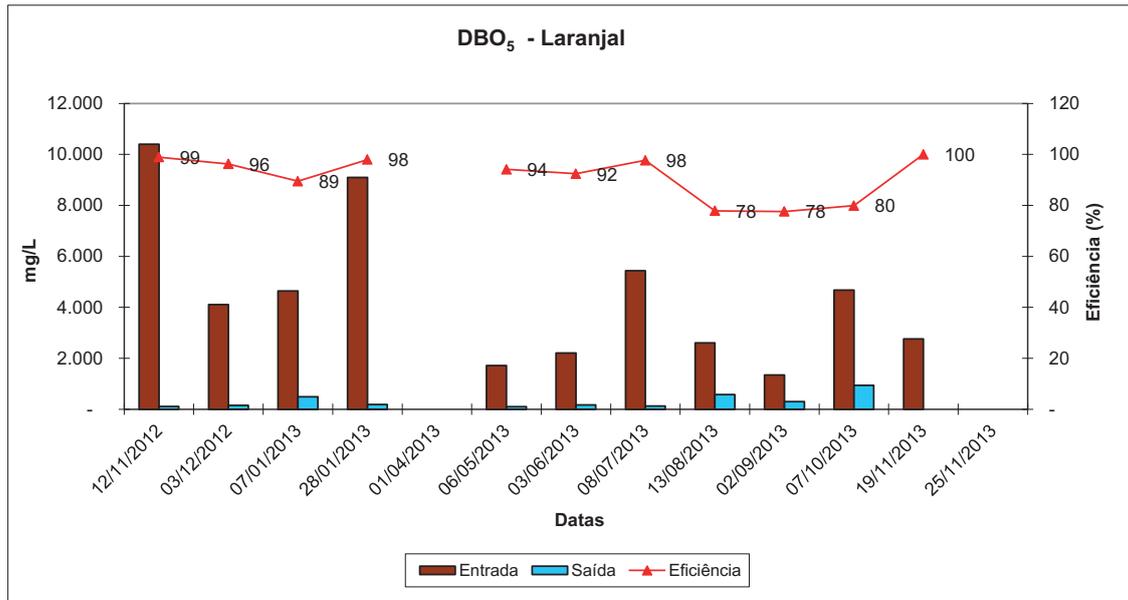


Figuras 18, 19, 20 a 21. Sequência da instalação do sistema Laranjal

Os gráficos a seguir mostram a eficiência do sistema nos períodos pesquisados 2006-2007 e 2012-2013.



Figuras 22. Eficiência do sistema coletivo Laranjal



Figuras 23. Eficiência do sistema coletivo Laranjal

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

## 4 Resultados alcançados

O funcionamento do sistema constituído por reatores de filtros anaeróbicos de fluxo ascendente com preenchimento de bambu e filtros combinados com bambu, brita e areia mostrou ser de operação simples sem problemas operacionais e com melhor remoção da DBO. Observou-se que a passagem por um filtro de brita e areia melhorou a eficiência do sistema. O sistema coletivo e o sistema de câmaras múltiplas, tipos Laguna e Laranjal respectivamente, foram os que mostraram melhores resultados de eficiência entre os sistemas estudados. Os reatores anaeróbicos propiciaram a remoção de 50% da DBO do esgoto bruto, e os filtros de areia realizaram o tratamento complementar do efluente.

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 4/2/2013. Mesmo assim, a partir de maio de 2013 se podem perceber bons resultados em termos de eficiência de remoção de DBO, com valores de 78% a 95%. Da mesma forma que no primeiro período, no segundo período (2012-2013), 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.

## 5 Observações gerais

É importante lembrar que:

- 1) Todos os sistemas aqui apresentados são sistemas de tratamento biológico, portanto, se não forem instalados com os cuidados necessários, poderão não apresentar o funcionamento adequado.
- 2) Os sistemas são dimensionados para um número X. Se, quando entrar em operação houver X + Y de usuários, eles precisam obedecer às orientações técnicas. Caso contrário, seu rendimento e tratamento serão afetados.
- 3) Os cuidados e a manutenção no dia a dia são fundamentais. Os sistemas não suportam que sejam colocados materiais como absorventes higiênicos, fraldas descartáveis, camisinhas, papel de banheiro, excesso de água sanitária, etc. Esses produtos dão sobrecarga, influenciando na diminuição dos processos de tratamento do efluente.

## Referências

CAMARGO, S.A.R. *Filtro anaeróbio com enchimento de bambu para tratamento de esgotos sanitários: avaliação da partida e operação*. 2000. 141f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.

COSTA COUTO, L.C. *Avaliação do desempenho de filtros anaeróbicos com diferentes meios de enchimento no tratamento de esgotos sanitários*. (1993). 181f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, São Paulo.

TONETTI, A.L. *Pós-tratamento de filtro anaeróbio por filtros de areia*. 2004. 140f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP.

