



## XII- 461 – FOSSA SÉPTICA BIODIGESTORA COMO ALTERNATIVA AO TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO NA ÁREA RURAL DO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO DO CAÍ/RS

### **Renata Farias Oliveira<sup>(1)</sup>**

Engenheira Química pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Docente dos cursos de Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia Química da Universidade Luterana do Brasil (ULBRA/RS). Sócia e Consultora na R&B Soluções Ambientais LTDA.

### **Carlos Enrique Riane Gomes<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Ambiental e Sanitarista pela Universidade Luterana do Brasil (ULBRA/RS).

### **Nádia Teresinha Schröder<sup>(m)</sup>**

Bióloga pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Mestre em Geociências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutora em Ecologia e Evolução da Biodiversidade pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Ieda Nines Pizza de Azevedo, 99 – Bairro Parque Amador - Esteio - RS - CEP: 93280-469- Brasil  
- Tel: (51) 99625-8504 - e-mail: [renata@rebambiental.com.br](mailto:renata@rebambiental.com.br)

## **RESUMO**

Em áreas rurais, o despejo de esgotos sanitários é realizado diretamente no solo ou em sistemas de fossas rudimentares. Esta ação é danosa tanto para o ambiente quanto para o homem. Considera-se que o saneamento básico é um dos principais e mais necessários processos para o desenvolvimento de uma determinada população. Dentro deste contexto, verifica-se que opções descentralizadas são uma das melhores alternativas para o tratamento de esgotos sanitários em áreas rurais. Desta forma, a Fossa Séptica Biodigestora (FSB) surge como uma alternativa de baixo custo e que pode ser implantada pelo próprio morador. Neste estudo objetivou-se propor e analisar esta alternativa para o tratamento de esgoto sanitário doméstico em áreas rurais. Para isso realizou-se a construção de uma FSB e os parâmetros físico-químicos e microbiológicos foram analisados. A partir dessas análises verificou-se a redução deles, excetuando-se coliformes totais, pois necessitam de tratamento complementar. Quanto a questão econômica, considerando hipoteticamente a construção de uma rede coletora na região em estudo, verificou-se que se a construção da rede coletora fosse substituída pela implantação de FSBs nas residências haveria uma economia de aproximadamente 200 mil reais. Portanto, este sistema pode ser considerado uma alternativa para o tratamento de esgoto em áreas rurais, uma vez que é ambientalmente mais adequado e economicamente mais viável. Além disso, produz um biofertilizante que pode ser utilizado em plantações ou comercializado movimentando ainda mais a economia local.

**PALAVRAS-CHAVE:** Esgoto sanitário, Fossa séptica biodigestor, Área rural.

## **INTRODUÇÃO**

O crescimento populacional ao longo dos anos tem ocasionado um aumento considerável na geração de esgoto sanitário em qualquer região geográfica mundial. Normalmente este crescimento ocorre sem nenhum planejamento, fazendo com que os recursos hídricos sejam deteriorados mais rapidamente (LIMA et al., 2012).

Ao longo da história, com o aumento dos conhecimentos acerca dos efeitos danosos que a ausência de cuidados com a qualidade da água e a destinação do esgoto poderia causar ao homem e ao meio ambiente, a preocupação com estes elementos foi acentuada. O acesso ao saneamento básico é um fator essencial para o desenvolvimento de um país. A disponibilidade de saneamento básico para a população é fundamental em termos de qualidade de vida, pois estes serviços levam à melhoria da qualidade de vida da população, saúde infantil com redução da mortalidade, educação, valorização dos imóveis, renda do trabalhador, despoluição



dos rios e preservação dos recursos hídricos, entre outros (CAMPOS et al., 2017; GARCIA; FERREIRA, 2017).

De acordo com a Resolução CONAMA nº 430/2011, o lançamento de esgotos nos corpos receptores só é legalmente permitido quando as águas residuárias não alteram o enquadramento proposto para o corpo de água receptor e, concomitantemente, atendam aos padrões de lançamento estabelecidos por ela. No entanto, a realidade do país apresenta outro panorama, onde apenas uma parcela do esgoto sanitário recebe o devido tratamento para lançamento em corpos receptores, causando grandes impactos ao meio ambiente e a saúde pública (CAMPOS et al., 2017). O descarte inapropriado de esgoto pode ser responsável pela contaminação de solos e até mesmo do ar atmosférico (GARCIA; FERREIRA, 2017), sendo classificada como uma das principais formas de poluição das águas superficiais e subterrâneas (ATLAS ESGOTO, 2017; CAMPOS et al., 2017).

Apesar dos mananciais possuírem capacidade de autodepuração, essa possui um limite que quando atingido, por excesso de matéria orgânica, gera impactos ambientais. Alguns compostos orgânicos presentes em concentrações da ordem de micrograma por litro ou nanogramas por litro são responsáveis por exercer efeito tóxico na fauna associada ao local de despejo do efluente, além de exercerem efeitos de bioacumulação ao longo da cadeia alimentar afetando muitas populações de animais incluindo a humana (PINHO et al., 2018). O excesso de nutriente, como a eutrofização, presente nos esgotos, quando em contato com o corpo receptor pode ocasionar a eutrofização (PINHO et al., 2018), que é considerado um dos principais problemas da disposição das águas residuárias no meio ambiente.

A problemática em torno deste tema é tão grave, que ele se tornou um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) via Agenda Global 2030, que trata de um conjunto de programas, ações e diretrizes que orientam os trabalhos das Nações Unidas e de seus países membros rumo ao desenvolvimento sustentável, com ações que devem ser implementadas até 2030. Destaca-se o Objetivo 6 (ODS6) “Garantia da gestão sustentável da água e esgotamento sanitário para todos” e a meta 6.2 que pretende conseguir o acesso ao esgotamento sanitário e à higiene adequada para todos, além de extinguir a defecação a céu aberto, com especial atenção às necessidades de grupos em situação de vulnerabilidade. A inserção de tais direitos à Agenda Global 2030 representa uma importante contribuição, uma vez que foram padronizados indicadores para acompanhar os ODS na escala global (NAHAS; HELLER, 2016).

A destinação correta do esgoto sanitário doméstico, tanto nas áreas urbanas quanto nas áreas rurais, ainda é um problema brasileiro. Para a coleta de esgotos sanitários, de um modo geral, ainda se faz necessária a construção de grandes estações de tratamento e redes coletoras cada vez mais extensas. Porém, para o meio rural, essa alternativa torna-se inviável considerando os custos do projeto devida à necessidade de grande extensão da rede. Desta forma, nas residências rurais, tem-se adotado sistemas rudimentares, pouco eficientes, com alto impacto ambiental, como a poluição do solo e do lençol freático, além da disseminação de doenças (BORGA; CAMPOS; RIBEIRO, 2017). As causas da carência do país, quanto ao saneamento básico para a área rural, podem estar relacionadas a falta de tecnologias, muitas vezes simples e eficientes, a políticas públicas defasadas. Além disso, à própria percepção dos agricultores que muitas vezes não têm consciência da necessidade do saneamento básico em suas residências (MARMO; SILVA, 2014).

No Rio Grande do Sul, os problemas relacionados ao saneamento são tanto a coleta quanto o tratamento do esgoto sanitário, já que o índice de coleta fica abaixo de 50% do esgoto gerado e o tratamento é de apenas 13% (PESSOA, 2017). Os municípios de Canoas, Gravataí e Pelotas estão entre as 20 piores cidades do país no ranking do saneamento, que analisa a situação dos 100 municípios brasileiros mais populosos (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2018).

A falta de infraestrutura encontrada nas áreas rurais deve-se, principalmente aos padrões construtivos existentes, uma vez que as moradias não são servidas por sistemas de saneamento, coleta e tratamento de esgotos (CAMPOS et al., 2017). Para os esgotos domésticos, independente da zona proveniente, faz-se necessária a caracterização das águas residuárias em dois grupos: as águas cinzas e as águas negras, conforme apresenta-se

na



Tabela 1.

**Tabela 1. Caracterização de águas cinzas e negras.**

Tipo	Composição
Águas cinzas	Compostas basicamente pelas águas provenientes das pias, chuveiros e da lavanderia, são produzidas em maior quantidade.
Águas negras	Compostas pelas águas provenientes exclusivamente do vaso sanitário, apesar de serem produzidas em menor quantidade possuem a maior parte da matéria orgânica e dos patógenos do esgoto.

Fonte: Adaptado de Lotfi (2015).

Essa classificação é relevante para os efluentes rurais, pois como praticamente não há canalização do esgoto nestes locais, o tratamento pode se dar por tecnologias distintas. Também é uma maneira de facilitar o tratamento, tornando mais viável o reuso das águas cinzas, que possuem pouca matéria orgânica, além de melhorar as condições de tratamento das águas negras, com maior carga orgânica (REBÊLO, 2011).

No Brasil, entre os tratamentos existentes, o mais comum é a fossa rudimentar (ou negra), porque não funcionam como forma de evitar a contaminação das águas superficiais e subterrâneas (COSTA; GUILHOTO, 2015). Entretanto esse cenário é ainda pior nos estados do Acre, Amazonas, Roraima, Amapá, Maranhão, Piauí e Tocantins, pois prevalecem outras formas de escoamento dos esgotos, dentre as quais se encontra a ausência de banheiro. A existência de rede coletora ou fossa séptica é mais expressiva nos estados das regiões Sul, Sudeste e no Distrito Federal. Ressalta-se, consideradas as disparidades entre as unidades da federação nas formas de acesso às soluções sanitárias, principalmente entre as soluções adotadas nas regiões Norte e Sul. O estado do Amazonas, na região Norte, apresenta as piores situações, enquanto os estados de São Paulo e Santa Catarina, situados no sudeste e sul do País, concentram as melhores condições sanitárias (ROLAND, 2017).

Neste contexto, as Fossas Sépticas Biodigestoras (FSB) são um sistema desenvolvido pelas experiências realizadas há mais de dois séculos no continente asiático. O sistema é constituído por uma unidade descentralizada de tratamento de efluente doméstico, modelada para utilização na zona rural (LOTFI, 2016). É um sistema de tratamento do esgoto de dejetos humanos, cujo intuito é substituir o esgoto a céu aberto e as atuais fossas utilizadas em propriedades rurais, em razão dos benefícios que podem ser gerados por ela. Os benefícios desse sistema em relação às fossas convencionais são, principalmente, a reciclagem dos dejetos e sua vedação hermética, que impede a proliferação de vetores de doenças (COSTA; GUILHOTO, 2015).

A fossa séptica biodigestora pode ser considerada uma solução tecnológica para tratamento de esgoto em áreas rurais, sendo um sistema simples e de baixo custo. Com esse sistema é possível tratar as chamadas “águas negras” provenientes do esgoto dos banheiros (fezes e urina humanas) de forma eficiente, eliminando o mau cheiro e reduzindo os micróbios que podem causar doenças. Essa tecnologia visa reduzir o uso de fossas negras e sumidouros, a contaminação do solo, bem como o lançamento do esgoto não tratado nos rios. Ela permite ainda que o adubo líquido (efluente) que sai no final da fossa, seja utilizado na fertilização de plantas (EMBRAPA, 2018). A fossa biodigestora trata as águas negras domiciliares a partir de um processo conhecido como digestão anaeróbia, ou seja, ela realiza a estabilização da matéria orgânica em um meio no qual não há oxigênio molecular. Tal tecnologia pode ser considerada como de nível de tratamento secundário, uma vez que predominam os processos biológicos (LOTFI, 2016). Apesar da eficiência, ela não trata a chamada “água cinza”, que é aquela proveniente de pias, tanques e chuveiros (LEONEL; MARTELLI; SILVA, 2013). Como inconveniente, um sistema de tratamento auxiliar para tratamento do restante do esgoto doméstico deve ser realizado. Um sistema auxiliar, que contempla esse tratamento, pode ser desenvolvido com a denominação de “jardim filtrante”.

Quanto aos padrões de controle e monitoramentos dos sistemas de FSBs, ainda não há legislação específica para ela (FREITAS et al., 2015). Entretanto, observou-se que as análises realizadas vão de encontro àquelas utilizadas nos demais tipo de tratamento de esgoto sanitário (



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL



Tabela 2).

**Tabela 2. Análises e parâmetros para monitoramento de fossa séptica biodigestor.**

Análise	Parâmetros
Físico-químicas	pH Condutividade elétrica Oxigênio dissolvido Turbidez Temperatura Demanda bioquímica de oxigênio (DBO) Demanda química de oxigênio (DQO) Sólidos suspensos totais Sólidos totais fixos Sólidos totais voláteis Óleos minerais Óleos e graxas totais Óleos vegetais e gorduras animais
Microbiológicas	Coliformes termotolerantes Coliformes totais Bactérias heterotróficas
Macro e micronutrientes e metais pesados	Nitrogênio total Nitrogênio amoniacal Fósforo total Potássio total Cálcio total Zinco Boro Cobre Sódio Molibdênio Cromo III Cromo VI Bromo Mercúrio Prata

Fonte: Adaptado de Freitas et al., 2015.

Para o lançamento em corpo hídrico, os resultados para estes parâmetros são comparados com a Resolução CONSEMA nº 355/2017, que dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. Portanto, no que tange as áreas rurais, há necessidade de novas soluções para o tratamento do esgoto doméstico e melhorias nos precários índices relacionados ao setor (EMBRAPA, 2018), principalmente onde a implementação destas soluções diferenciadas se faz necessária visto a dificuldade de acesso a essas residências e a falta de tecnologia empregada nos sistemas existentes.

Neste contexto, este trabalho justifica-se considerando que a implantação de uma fossa séptica biodigestor pode ser uma alternativa com alta eficiência na remoção de poluentes dos esgotos sanitários, possuindo um custo relativamente baixo, quando comparado com outras técnicas, principalmente no que tange as residências localizadas em áreas rurais. Além disso, reduz a possibilidade de contaminação ambiental, a possível transmissão de doenças, melhora a qualidade de vida dos moradores e, como processo final resulta em um biofertilizante que pode ser utilizado pelos moradores para melhoramento dos plantios.

A partir do contexto apresentado, este estudo teve por objetivo avaliar uma alternativa para o tratamento de esgoto sanitário na área rural de São Sebastião do Cai/RS por meio da construção, operação e monitoramento de uma fossa séptica biodigestor. E avaliar a eficiência do sistema pelo monitoramento dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos de controle.

## CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O município de São Sebastião do Caí está localizado as margens da rodovia RS-122, uma via que liga a capital do Estado a Serra Gaúcha. Está localizado a 60 quilômetros de Porto Alegre, bem como das cidades de Caxias do Sul, Bento Gonçalves e Farroupilha. A cidade possui altitude de 49 metros acima do nível do mar e conta com uma área total de 145,8 km<sup>2</sup>.

O município de São Sebastião do Caí está inserido em duas bacias hidrográficas, a maior parte da cidade, 96%, está inserida na Bacia do Rio Caí, e o restante, 4% na Bacia do Rio dos Sinos. Os principais cursos hídricos são o Rio Caí, que tangencia o território do município, de Norte a Sul e faz o limite geográfico com os municípios de Harmonia e Pareci Novo, e o Rio Cadeia, o principal afluente do Rio Caí e cruza a cidade. Existem outros cursos d'água, de pequena vazão, mas de fluxo permanente durante o ano todo, desaguando no Rio Caí.

A Bacia Hidrográfica do Rio Caí limita-se a Oeste e Norte com a Bacia Taquari-Antas (G040), ao Sul com a Bacia Baixo Jacuí (G070) e a Oeste com a Bacia do Sinos (G020). Considerando os aspectos geográficos e hidrográficos, a Bacia atinge total, ou parcialmente 42. Já do ponto de vista hidrográfico, a Bacia caracteriza-se por apresentar um curso de água principal (Rio Caí), dividido em alto, médio e baixo caí, e alguns afluentes de maior porte, como, por exemplo: Arroio Piaí, Arroio Forromeco, Arroio Cadeia e Arroio Maratá.

A área definida para a aplicação do presente estudo é uma residência unifamiliar com quatro habitantes, dentro de um terreno de aproximadamente 1200m<sup>2</sup>. Ela está localizada no bairro Lajeadozinho em área rural do município de São Sebastião do Caí, conforme apresenta-se na Figura 1. No local não existe tratamento de esgotos sanitários, tampouco rede coletora. Ao longo dos anos a população tem crescido no local sem investimentos expressivos do município. As residências caracterizam-se basicamente como áreas rurais, porém observa-se o loteamento em menores terrenos e o desenvolvimento da região.

**Figura 1. Localização da área de implantação do projeto.**



Fonte: Autoria própria.



## METODOLOGIA

Para o dimensionamento da fossa séptica biodigestora, considerou-se cinco pessoas por residência e geração de 50 L de efluente sanitário por dia/pessoa e desconsiderando-se a quantidade de águas cinzas. A instalação do sistema foi próxima ao banheiro e 40 cm abaixo do nível do sanitário. As três caixas coletoras são redondas e de fibra de vidro. Para a instalação foi realizada uma escavação de 5 m com., 1,5 m lar., 80 cm prof. e 50 cm entre si.

O solo, no entorno das caixas, foi compactado para impedir o acúmulo de água da chuva e prejudicar o processo. As tampas das 1<sup>as</sup> caixas foram revestidas com borracha de vedação de 15/15 mm.

Na construção do sistema não foi instalada válvula de retenção na 1<sup>a</sup> caixa, porém ela foi vedada, o que facilita abertura para inspeção do volume. Nela foi inserida, mensalmente, a mistura de 10 L de água e de esterco bovino fresco, por meio de um dispositivo específico, para ativar a biodigestão. As duas 1<sup>as</sup> caixas possuem válvula de escape de gás (suspiro).

O sistema tem ligação exclusiva com o vaso sanitário por meio de um tubo de PVC de 100 mm, por meio da 1<sup>a</sup> caixa coletora. Essa é a única ligação da fossa com a casa. As 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> caixas possuem em sua saída um tubo com uma ou duas curvas de 90°. É por meio desse tubo que os detritos já decompostos pela ação da fermentação passam para a 3<sup>a</sup> caixa em forma de efluente líquido. A 1<sup>a</sup> e a 2<sup>a</sup> caixa possuem tampas pretas para assegurar a alta temperatura exigida no processo. A 3<sup>a</sup> caixa não é vedada, pois o efluente está tratado.

Para análise, uma amostra da 1<sup>a</sup> (efluente bruto) e da 3<sup>a</sup> caixa (efluente tratado) foram coletadas, durante dois meses, uma vez ao mês. Os parâmetros físico-químicos analisados foram pH, turbidez, sólidos sedimentáveis, série de nitrogênio (nitritos, nitratos, amoniacal, orgânico e total), DQO, fósforo (ortofosfato, hidrolisável+ortofosfato e total). E os parâmetros microbiológicos foram coliformes totais e *Escherichia coli*. As coletas foram realizadas conforme a Tabela 3. Posteriormente avaliou-se o % de remoção.

**Tabela 3. Amostras coletadas para análise.**

Amostra	Quantidade de frascos	Volume	Parâmetros
1º caixa	Frasco 1	1L de amostra em frasco de polietileno	pH, Turbidez, sólidos sedimentáveis
	Frasco 2	1L de amostra em frasco de Vidro	DQO, Fósforo total
	Frasco 3	2L de amostra em frasco de polietileno	Nitrogênios
	Frasco 4	500ml em frasco de de polietileno	Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>
3º caixa	Frasco 1	1L de amostra em frasco de polietileno	pH, Turbidez, sólidos sedimentáveis
	Frasco 2	1L de amostra em frasco de Vidro	DQO, Fósforo total
	Frasco 3	2L de amostra em frasco de polietileno	Nitrogênios
	Frasco 4	500ml em frasco de de polietileno	Coliformes totais e <i>Escherichia coli</i>

As análises dos parâmetros físico-químicos foram realizadas no Centro de Pesquisa em Produto e Desenvolvimento – CEPED da Universidade Luterana do Brasil em Canoas/RS. Os parâmetros microbiológicos foram analisados no Centro de Análises Ambientais da Fundação Proamb em Bento Gonçalves/RS.



Tabela 4 estão as metodologias utilizadas para a realização das análises.

**Tabela 4. Métodos utilizados para realização das análises.**

Parâmetros		Método de análise
pH		Método Potenciométrico – Standard Methods, 19 th Edition, 1995.
Turbidez		Método Nefelométrico – Standard Methods, 20 th Edition, 1999.
Sólidos Sedimentáveis		Método Gravimétrico – NBR 10561:1988
Sólidos em Suspensão Total		Método Gravimétrico - NTS 013: Norma técnica SABESP
Nitrogênio	Nitratos	Método do ácido fenoldissulfônico – NBR 12620:1992
	Nitrito	Método Colorimétrico de Sulfanilamida – Standard Methods, 20 th Edition, 1999.
	Amoniacal	Método Titulométrico – Standard Methods, 19 th Edition, 1995.
	Orgânico	Método Semimicro Kjeldahl – NBR 13796:1997
	Total	Método Semimicro Kjeldahl – NBR 13796:1997
DQO		Método de Refluxo Fechado Colorimétrico – NBR 10357:1988.
Fósforo	Ortofosfato	Método colorimétrico por redução com ácido ascórbico – NBR 12772:1992.
	Hidrolisável + Ortofosfato	Método colorimétrico por redução com ácido ascórbico – NBR 12772:1992
	Total 2	Método colorimétrico por redução com ácido ascórbico – NBR 12772:1992.
Coliformes Totais		SMWW9223B (4 a,c) 24º Ed.
<i>Escherichia coli</i>		SMWW9223B (4 a,c) 24º Ed.

Os resultados obtidos nas análises de DQO, nitrogênio amoniacal e SST foram comparativamente com a Resolução CONSEMA nº 355/2017, que 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, conforme Tabela 5.

**Tabela 5. Parâmetros Resolução CONSEMA nº355/2017.**

Faixa de vazão do efluente (m³/dia)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	SST (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)
Q<200	120	330	140	-
Faixa de vazão do efluente (m³/dia)	Nitrogênio amoniacal (mg/L)		Fósforo total (mg/L)	
Q<1000	20		4	

Além disso, avaliou-se a eficiência de remoção dos parâmetros analisados por meio da equação abaixo.

$$E = \frac{AMB1 - AMB2}{AMB1} \times 100 \quad (\text{equação 1})$$

Onde: E = eficiência de remoção  
AMB1 = resultado tanque 1  
AMB2 = resultado tanque 2

Um mapa foi elaborado com o software ArcGis 10.3 onde se utilizou curvas de nível e declividade do terreno e calculou-se o custo médio obtido/metro linear X pela extensão necessária na rede coletora hipotética, que foi comparado com o custo total para a construção de uma fossa séptica biodigestora X pela quantidade de residências existentes na área de estudo.

## RESULTADOS

Considerou-se o total de 1500 L por mês, descontando-se as águas cinzas. Para este sistema foram necessários três reservatórios com volume de 1000 L, que fermentou por um período aproximado de 35 dias. Os resultados dos parâmetros físico-químicos analisados encontram-se indicados na Tabela 6.

**Tabela 6. Análises dos parâmetros físico-químicos.**

Parâmetros	1ª Análise		2ª Análise		Unidade	
	AM1	AM2	AM1	AM2		
pH	8,52	8,09	8,3	7,8	-	
Turbidez	152	33,2	41,2	37,9	NTU	
Sólidos Suspensos Totais	-	-	0,054	0,040	mg/L	
Sólidos Sedimentáveis	5	<0,1	1	<0,1	mL/L	
Nitrogênio	Nitratos	0,7855	0,6970	1,7995*	0,3926	mg/L de NO <sub>3</sub>
	Nitrito	0,0847	0,0504	0,0966	0,0736	mg de NO <sub>2</sub> /L
	Amoniacal	183,68	57,12	207,20	40,60	mg/L de N
	Orgânico	2,80	1,68	4,20	1,40	mg/L de N
Total	186,74	59,01	211,90	42,16	mg/L de N	
DQO	267,67	126,67	264,5	149,17	mg/L de O <sub>2</sub>	
Fósforo	Ortofosfato	25,40	6,46	23,36	5,17	mg/L
	Hidrolisável + Ortofosfato	28,66	8,76	23,53	5,86	mg/L
	Total*	-	-	-	-	-
Coliformes Totais	-	-	>241960	>241960	NMP/100ml	
<i>Escherichia coli</i>	-	-	>241960	4960	NMP/100ml	

A diferença nos parâmetros nitrato, turbidez e sólidos sedimentáveis da 1ª análise para a 2ª, pode ser em decorrência de alguma descarga de efluente pouco antes da coleta. Não foi possível obter resultado para fósforo total\*, devido à interferentes. O resultado de DQO foi abaixo do limite em ambas às amostras. O nitrogênio amoniacal foi acima tanto na 1ª caixa, quanto na 2ª, após tratamento, em ambas as análises. Os sólidos suspensos totais também foram abaixo do limite indicado na legislação. Na tabela 7 foi avaliado a eficiência de remoção para os parâmetros analisados, exceto o fósforo total.

**Tabela 7. Eficiência de remoção**

Parâmetros	1ª Análise	2ª Análise
	Eficiência de remoção	Eficiência de remoção
pH	5%	6%
Turbidez	78%	8%
Sólidos Suspensos Totais	-	26%
Sólidos Sedimentáveis	98%	80%
Nitrogênio	Nitratos	11%
	Nitrito	40%
	Amoniacal	69%
	Orgânico	40%
Total	68%	80%
DQO	53%	44%
Fósforo	Ortofosfato	76%
	Hidrolisável +	69%



	Ortofosfato		
Coliformes Totais	-		0%
<i>Escherichia coli</i>	-		97%

O custo para a construção da fossa séptica biodigestora apresentada neste estudo, foi o equivalente a R\$1.500,00. Considerando-se que cada uma das 100 residências presentes na área estudada instalasse uma fossa séptica biodigestora, ter-se-ia o custo final para o tratamento do esgoto de R\$ 150.000,00. Comparando-se o valor apenas de construção da rede coletora com a instalação de fossa séptica biodigestora nas residências, a economia gerada seria de aproximadamente R\$ 200.000,00 e ainda haveria a possibilidade de utilização ou comercialização de um biofertilizante.

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

O nitrogênio total reduziu em média 75% e o fósforo em torno de 77%. Nitrogênio e fósforo são considerados macronutrientes e quando descarregados nas águas naturais junto com outros nutrientes causam eutrofização, trazendo prejuízos às águas, abastecimento público ou causando poluição por morte e decomposição (GUIDOLINI et al., 2014).

O fósforo pode ser utilizado como um fertilizante e o ortofosfato é o mais apropriado para as plantas (ECOHEALTH, 2019). Sugere-se o uso de um sistema complementar de tratamento, como Wetlands. A DQO reduziu em torno de 48% estando abaixo do limite estabelecido pela legislação, sendo essencial para estimar o potencial poluidor de efluentes domésticos e industriais, bem como dimensionar seu impacto sobre os ecossistemas aquáticos (ZUCCARI; GRANER; LEOPOLDO, 2005).

A turbidez, na 1ª análise, reduziu 78%. Na 2ª análise houve uma redução menor (11%), visto que ela já se encontrava baixa. Corroborando com isso, verificou-se que os SST reduziram 26%, abaixo do limite permitido na legislação. A presença excessiva de sólidos em suspensão prejudica o ciclo de nutrientes, principalmente fósforo, possibilitando o desenvolvimento de condições anaeróbias em águas estacionárias ou de velocidade lenta; alteração na turbidez, cor, composição química; assoreamento dos corpos receptores; possibilidade de contaminação do lençol freático e aspecto visual desagradável (SOUSA, et al., 2015).

O pH manteve-se estável nas amostras. Os sólidos sedimentáveis foram removidos em média 89%. A presença de grande quantidade de sólidos pode interferir na autopurificação de rios e ocasionar depósitos de lama, danificar pontos de pesca e impactar esteticamente os mananciais (FELISARDO, SILVA E RODRIGUES, 2018).

Os coliformes totais não apresentaram redução, corroborando com os resultados registrados por Savegnago e Ferri (2014). Uma alternativa para a sua redução é a utilização de cloro para realização do processo de desinfecção na 3ª caixa visando reduzir a possibilidade de ocorrência de doenças de veiculação hídrica (LAPOLLI et al., 2005), enquanto a *E. coli* apresentou 98% de remoção. A origem fecal da *Escherichia coli* é inquestionável sendo este organismo indicador de contaminação mais utilizado tanto em águas naturais quanto tratadas. Ela pode ocasionar a deterioração da qualidade microbiológica da água e, conseqüentemente trazer riscos à saúde de quem a consome (VILHENA; DUARTE; JUNIOR, 2009).

### CONCLUSÕES

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

Na ETA Morrinhos, o cloreto férrico pode ser mais eficiente do que o sulfato de alumínio devido aos elevados valores de alcalinidade e pH;

A dosagem mais apropriada de cloreto férrico é 1,4 vezes menor do que a de sulfato de alumínio, quando a água possui turbidez baixa (água tipo A), o que é mais comum na maior parte do ano, na estação;

É possível melhorar a qualidade de água tratada tanto para a vazão de 258 L/s utilizando o cloreto férrico como coagulante primário, fazendo-se pequenas adequações na ETA;



Em relação ao amido, concluiu-se que são bons os resultados de laboratório e de teste na ETA, no que diz respeito à qualidade da água decantada, porém no caso específico dessa estação sua utilização não foi considerada prioritária, uma vez que os resultados obtidos com o cloreto férrico atingiram os objetivos desejados.

Os custos das adaptações feitas para que a ETA trabalhe com o cloreto férrico foram pequenos se comparados ao preço da construção de novas unidades de decantação e floculação.

Na época em que foram realizados os estudos a prioridade básica era a melhoria da qualidade da água e não o aumento da capacidade da estação. Atualmente, a estação encontra-se trabalhando com o cloreto férrico tratando, surpreendentemente, a vazão de 280 L/s, ou seja, 22 L/s a mais do que trabalhava antes, mantendo a qualidade da água conforme os padrões exigidos pela Portaria 36/GM, de 1990.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ATLAS ESGOTO. Despoluição das Bacias Hidrográficas. ANA – Agência Nacional das Águas, 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 06 junho.
2. BORGA O.; CAMPOS, R. F. F.; RIBEIRO, T. M. Análise das políticas públicas e o perfil da atual destinação de efluentes sanitários no interior do município de Caçador/SC. **InterfacEHS**, v. 12, n. 2, 2017.
3. CAMPOS, S. C. *et al.* Avaliação da eficiência de fossas sépticas biodigestoras. *Anais, FACIG*, n. 1, 2017.
4. CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE. (CONSEMA) Resolução Nº 355 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília – DF. nº 53, de 18 de março de 2005. p. 58-63.
5. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE (CONAMA) Resolução Nº 430, de 13 de maio de 2011 Correlações: Complementa e altera a Resolução nº 357/2005. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília – DF. Nº 92, em 16/05/2011, pág. 89.
6. COSTA, C. C.; GUILHOTO, J. M. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 1, n. 1, 2015.
7. ECOHEALTH. Ortofosfato. Report Cards. University of Maryland. 2019. Disponível em: <https://ecoreportcard.org/pt/cartoes-relatorios/baia-de-guanabara/indicadores/ortofosfato/>.
8. EMBRAPA. Construção do sistema de fossa séptica biodigestora adaptada para várzeas estuarinas do Rio Amazonas / Bruna Rocha de Oliveira ... [et al.]. -- Brasília, DF: 2018.
9. FELISARDO, R. J.A.; SILVA, C. M.; RODRIGUES, C. A. Determinação de sólidos totais em suspensão na água produzida: uma análise a partir de uma prática laboratorial. III Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (III CONEPETRO). Anais, Bahia/BA, 2018.
10. FREITAS, G. A. de, *et al.* Eficiência do tratamento de fossa séptica biodigestora do Assentamento Rural Vale Verde, Gurupi-TO. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. 2015. Anais. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/1718.pdf>.
11. GARCIA, M. S. D., FERREIRA, M. P. Saneamento básico: meio ambiente e dignidade humana. **Dignidade Revista**. v. 2, n.3, p. 12, 2017.
12. GUIDOLINI, J.F. *et al.* Ortofosfato como parâmetro indicador de qualidade da água em diferentes pontos da bacia do rio Uberaba. III Seminário de iniciação científica e inovação tecnológica, Anais. 2014. 1-3 p.
13. INSTITUTO TRATA BRASIL. Situação do Saneamento no Brasil – SINDUR / ONLINE. 2018 Disponível em <http://www.tratabrasil.org.br/situacao-do-saneamento-no-brasil-sinduronline>
14. LAPOLLI, F. R. *et al.* Desinfecção de efluentes sanitários através de dióxido de cloro. **Eng. Sanit. Ambient.** [online]. v.10, n.3, pp.200-208. 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522005000300004>
15. LIMA, F. T. *et al.* Projeto de implantação de sistema de fossa séptica biodigestora e clorador no Sítio Rio Manso/RJ. **Revista Fluminense de Extensão Universitária**, v. 2, n. 2, p. 11-26, 2012.
16. LEONEL, L. F.; MARTELLI, L. F. A.; SILVA, W. T. L. da. Avaliação do efluente de fossa séptica biodigestora e jardim filtrante. In: III Symposium on Agricultural and Agroindustrial Waste Management. Anais. São Pedro, São Paulo. 2013.



SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO  
DE ENGENHARIA SANITÁRIA  
E AMBIENTAL



17. LOTFI, P. C. S. Avaliação preliminar da eficiência de fossas biodigestoras no tratamento de esgoto unifamiliar – Assentamento Nova São Carlos e Santa Helena, São Carlos (SP). Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2016.
18. MARMO, C. R.; SILVA, W. T. L. da. Fossa Séptica Biodigestora: experiências de transferência de tecnologia na Amazônia Legal. In: Simpósio Nacional de Instrumentação Agropecuária: Ciência, Inovação e Mercado, 01., Anais, São Carlos: Embrapa, 2014. p. 727 - 730.
19. NAHAS, M. I. P.; HELLER, L. Indicadores para avaliação e monitoramento do direito humano universal à água e ao esgotamento sanitário na Agenda Global 2030: discussão teórico-conceitual. Centro de Pesquisas René-Rachou – Fundação Oswaldo Cruz. Belo Horizonte, Minas Gerais - VII Congresso de la Asociación Latinoamericana de Población e XX Encontro Nacional de Estudos Populacionais. Anais, Foz do Iguaçu/PR – Brasil, de 17 a 22 de outubro, 2016.
20. PESSOA, M. L. (Org.). Saneamento no RS. In: Atlas FEE. Porto Alegre: FEE, 2017. Disponível em: <http://atlas.fee.tcche.br/rio-grande-do-sul/socioambiental/saneamento> .
21. PINHO, E. A. S. *et al.* Tratamento de esgoto sanitário contendo micropoluentes no Brasil: revisão. **Bioenergia em Revista: Diálogos**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 46-63, 2018.
22. REBÊLO, M. M. P. S. Caracterização de águas cinzas e negras de origem residencial e análise da eficiência de reator anaeróbio com chicanas. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Recursos Hídricos e Saneamento – PPGRHS da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2011.
23. ROLAND, N. O saneamento básico nas áreas rurais e comunidades tradicionais: análise do princípio da integralidade na atuação da Funasa. I Congresso Internacional de Engenharia de Saúde Pública e de Saúde Ambiental. Anais. Belém/PA, 2017.
24. SAVEGNAGO, L.; FERRI, R. **Caracterização de esgoto oriundo de fossa séptica biodigestora e seu potencial para aplicação na agricultura como biofertilizante**. 2014, 67 f. Monografia (Graduação). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná – PR, 2014.
25. SOUSA, A. P. *et al.* Avaliação dos atributos de um latossolo adubado com lodo de estação de tratamento de água. **Revista Internacional de Ciências**, v. 5, n. 2, p. 29-46, 2015.
26. VILHENA, J C; DUARTE, A S; JÚNIOR, A M S. Monitoramento de coliformes totais e de *E. coli* em águas provenientes de poços e do sistema de abastecimento público utilizadas para consumo humano no bairro de Santa Rita, Macapá-AP, Brasil. 61ª Reunião Anual da SBPC. Manaus/AM, Anais, 2009. Disponível em: [www.sbpnet.org.br/livro/61ra/resumos/resumos/6214.htm](http://www.sbpnet.org.br/livro/61ra/resumos/resumos/6214.htm) .
27. ZUCCARI, M L, CELSO A F G, e PAULO R L. Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) em águas e efluentes por método colorimétrico alternativo. **Energ. Agric.**, Botucatu, v. 20, n. 4, p: 69-82, 2005.