

## **XII - 1093 – ANÁLISE DA VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS EM ZONA RURAL: ESTUDO DE CASO EM UM SÍTIO NO NORTE DE MINAS GERAIS**

**Sheila Cristina Martins Pereira<sup>(1)</sup>**

Engenheira Civil pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Mestre em Engenharia Civil, área de concentração Saneamento Ambiental pela UFV. Professora do curso de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES).

**Mateus Figueiredo Veloso Costa<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Civil pela Universidade Estadual de Montes Claros.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Campus Universitário Professor Darcy Ribeiro. Avenida Rui Braga, S/Nº – Vila Mauricéia – Montes Claros – MG – CEP: 39401-089 – Brasil – Tel: +55 (38) 3229-8000 - e-mail: sheilacmp@gmail.com.

### **RESUMO**

Analisando o cenário hídrico brasileiro, apesar de o País ser afortunado hidricamente, verifica-se uma má distribuição do recurso no território nacional, de forma que o maior volume dessa água, não se encontra em consonância com um grande percentual da população. A situação hídrica torna-se ainda mais crítica ao se observar o semiárido brasileiro, região caracterizada pela ocorrência de secas, devido a, entre outros fatores, o regime de chuvas irregular, que afeta aproximadamente 21 milhões de pessoas – das quais 9 milhões vivem em zonas rurais, com índices de qualidade de vida inferiores à média nacional. Tendo em vista esse cenário, o presente trabalho investiga a viabilidade de implantação de um sistema de águas de reúso em um sítio no Norte de Minas Gerais, por meio de consulta a normas, artigos de sistemas já implantados e análise de viabilidade econômica, dentro das características do objeto de estudo. Foram realizados os cálculos de oferta e demanda de águas cinzas na residência, dos custos de implantação e manutenção do sistema, da estimativa da economia de água gerada e efetuada a correlação desses para a determinação do tempo de retorno do investimento. De posse dos resultados, foi possível perceber que o sistema Bioágua Familiar, apresenta-se como uma boa alternativa para o sítio em questão devido à simplicidade de implantação e manutenção, cujo investimento inicial seria de R\$5.364,22, e com um tempo de retorno do investimento de aproximadamente 7 anos e 5 meses. Isso torna viável a adoção de um sistema de reúso com o potencial de oportunizar o plantio de culturas familiares, sejam estas para consumo próprio e/ou a possibilidade de renda extra, além da adequação para a destinação final das águas cinzas geradas na residência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Semiárido, Bioágua Familiar, Filtro Biológico, Água de Reúso.

### **INTRODUÇÃO**

Diante do cenário de escassez hídrica no semiárido brasileiro, o reúso de água surge como uma alternativa para amenizar a demanda excessiva dos recursos hídricos. Visando atender a uma demanda de baixo custo de implantação e simplicidade executiva para realizar o tratamento de águas cinzas, o Sistema Bioágua Familiar apresenta-se como uma possibilidade de alternativa tangível no cenário brasileiro. Ele foi desenvolvido pelo Projeto Dom Hélder Câmara (PDHC), do Ministério do Desenvolvimento Agrário, em colaboração com o Fundo Internacional para o Desenvolvimento da Agricultura (FIDA), a *Global Environment Facility* (GEF) – em parceria com a Universidade Federal Rural do Semiárido e a organização não governamental Assessoria, Consultoria e Capacitação Técnica Orientada Sustentável (ATOS).

O tratamento consiste em uma filtragem por meio de um processo com mecanismos físicos e processos biológicos de degradação dos resíduos presentes nas águas cinzas, sendo parte da matéria orgânica degradada por minhocas e por uma população de microrganismos. O sistema possui três componentes principais: o filtro biológico, o tanque de reúso e o sistema de irrigação (SANTIAGO *et al.*, 2012; SANTIAGO *et al.*, 2015).

Segundo Santiago *et al.* (2015), a eficiência do filtro é demonstrada por meio de pesquisas e pelo monitoramento de mais de 20 sistemas implantados desde 2009, em que foi constatada a redução global de *E.coli* de 4 a 7 unidades

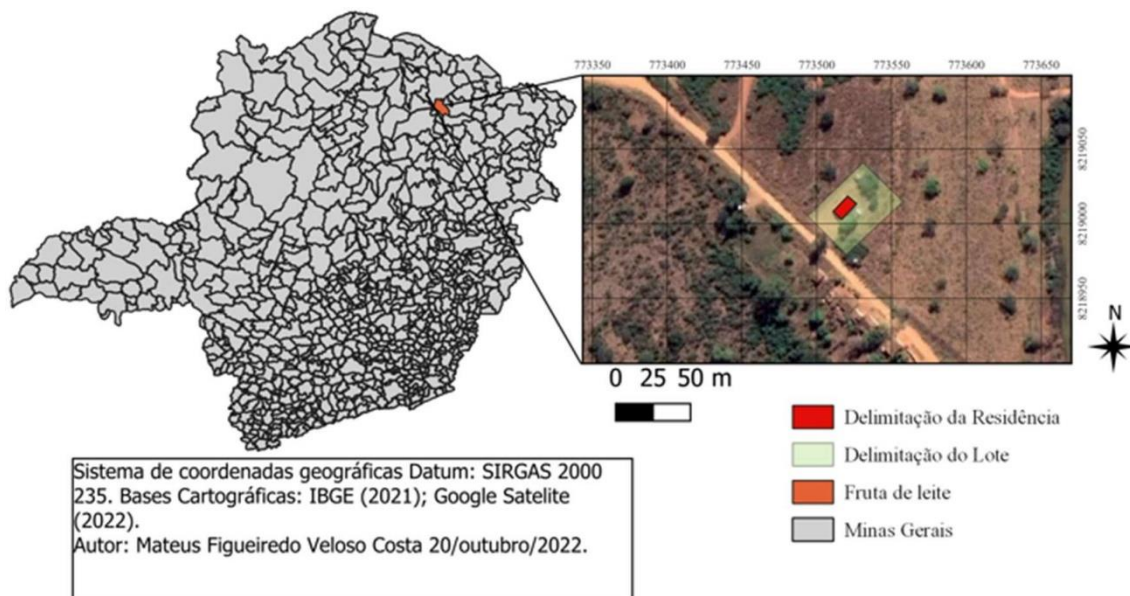
logarítmicas, atendendo metas estipuladas pela Organização Mundial de Saúde (OMS) para águas cinzas. Ademais, os parâmetros dos efluentes tratados apresentam padrões normais para a utilização agrícola e padrões normais para o crescimento vegetal dos alimentos cultivados pelas famílias. Barbosa *et al.* (2020) demonstram eficiência do sistema na remoção de matéria orgânica e conservação de nutrientes com potencial para reúso na irrigação. Já Dombroski *et al.* (2019) corroboram com uma análise satisfatória de remoção de DQO (82 e 91%), DBO (93 e 98%) e cor aparente (74 e 88%).

O sistema atua como uma solução para a correta destinação e diminuição de efluentes gerados pelas propriedades rurais. Segundo Brasil (2021), considerando o panorama do saneamento básico, apenas 30% dos domicílios rurais possuem destinações adequadas, por redes coletoras ou fossas sépticas. Sendo que em 70% são utilizadas formas rudimentares de destinação, seja por destinação direta em corpos d'água, a céu aberto ou com a utilização de fossas negras.

Diante desse cenário de escassez hídrica, com a demanda existente por tecnologias que busquem melhorar a qualidade de vida das pessoas com um custo baixo de investimento, neste trabalho, objetiva-se propor e estudar a viabilidade da criação do Sistema Bioágua Familiar em um sítio no norte de Minas Gerais.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido para implantação de um sistema de reúso de águas cinzas em um sítio no município de Fruta de Leite – MG, localizado na região Norte do Estado de Minas Gerais, que, segundo dados do IBGE (2010), possui uma população estimada para 2021 de 5.940 habitantes e uma densidade populacional de 7,79 hab./km<sup>2</sup>. Na Figura 1, apresenta-se a localização do sítio em estudo no município de Fruta de Leite – MG.



**Figura 1: Localização de Fruta de Leite no Estado de Minas Gerais**

O município localiza-se na região do semiárido brasileiro, com um índice pluviométrico anual, de acordo com relatório da Embrapa (GUIMARÃES *et al.*, 2010), de 816,9mm, recebendo assistência orçamentária da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE).

O sítio possui uma área construída de 80m<sup>2</sup>, além de um espaço externo permeável, composto por árvores nativas e pomares de aproximadamente 300m<sup>2</sup>. A edificação conta com dois dormitórios, uma cozinha, um banheiro, uma sala, uma área de serviço e uma varanda. Em relação aos efluentes, atualmente, é realizada a destinação de águas cinzas juntamente às águas negras do esgoto, sendo direcionadas em uma fossa negra.

## **COLETA DE DADOS**

O estudo da implantação do sistema de coleta, tratamento e distribuição das águas cinzas foi elaborado considerando as exigências e recomendações das normas técnicas: ABNT NBR 8160:1999 e ABNT NBR 5626:2020, que estabelecem exigências e recomendações relativas ao projeto, à execução, ao ensaio e à manutenção dos sistemas prediais de esgoto sanitário e que ainda especifica requisitos para projeto, execução, operação e manutenção de sistemas prediais de água fria e água quente, respectivamente.

O dimensionamento dos sistemas de tratamento e implantação do Bioágua Familiar foi embasado em artigos de sistemas similares já implantados e nas normas técnicas ABNT NBR 7229:1997 – Projeto e construção de sistemas de tanque sépticos e ABNT NBR 13969:1997 – Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação; além da ABNT NBR 16783:2019 – Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações.

## **ANÁLISE DOS DADOS**

O sistema de reúso é composto pelas etapas: coleta dos efluentes, tratamento, armazenamento, bombeamento e sistema de irrigação. Para tanto, são executados os procedimentos descritos a seguir.

### **Cálculo da demanda de água potável da edificação**

A demanda de água potável foi estimada levando-se em conta dois dormitórios e duas pessoas por dormitório, conforme a referência de Creder (2006). Os valores de consumo *per capita* considerados pelo autor para edificações residenciais populares ou rurais é de 120 L/dia por habitante. Ainda segundo o autor, para o cálculo do consumo de água externo da residência, deve ser ponderado o gasto de 1,5 L/m<sup>2</sup>.dia para a rega de jardins (para uma área de 15m<sup>2</sup>) e, de acordo com Gonçalves (2006), 4 L/m<sup>2</sup>.dia para lavagem de áreas impermeabilizadas (13,5m<sup>2</sup>). Ambas as ações com 8 utilizações por mês.

### **Estimativa da oferta de águas cinzas**

A estimativa da quantidade de águas cinzas ofertadas para a realização do tratamento foi feita com base na quantidade de água potável consumida na utilização da edificação por meio dos aparelhos hidráulicos, avaliação adotada por Gonçalves (2006). De acordo com a classificação do que se entende por águas cinzas, não foram considerados os vasos sanitários, por estarem catalogados como águas negras, nem a pia da cozinha, denominada como águas cinzas escuras.

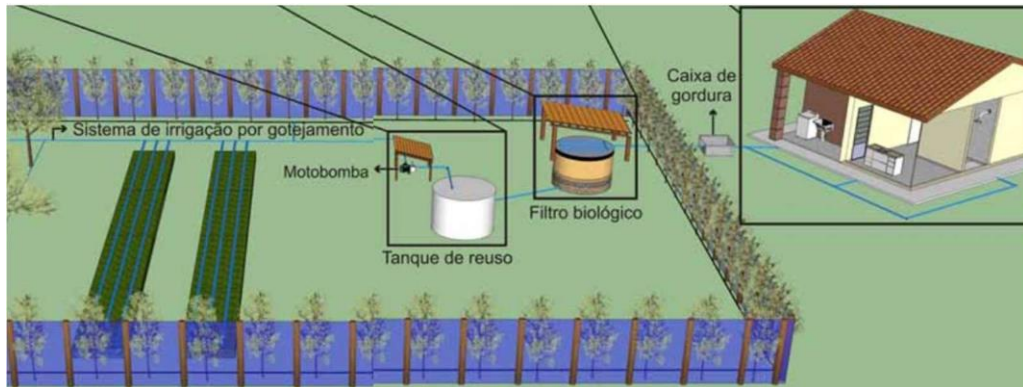
Para o cálculo do quantitativo ofertado de águas cinzas, foram empregadas bases de diferentes estudos com estimativas de distribuição de consumo por cada ponto de água em uma residência e realizada uma média entre esses dados. A seguir, multiplicou-se a média das porcentagens de utilização pela demanda de consumo mensal obtida, sendo assim, possível obter a quantidade ofertada de águas cinzas por ponto de consumo.

### **Estimativa da demanda de águas cinzas para irrigação das plantas**

Segundo Creder (2006), a oferta de águas cinzas foi dividida pelo consumo específico para a rega de jardins e áreas verdes.

### **Descrição dos componentes do sistema de tratamento**

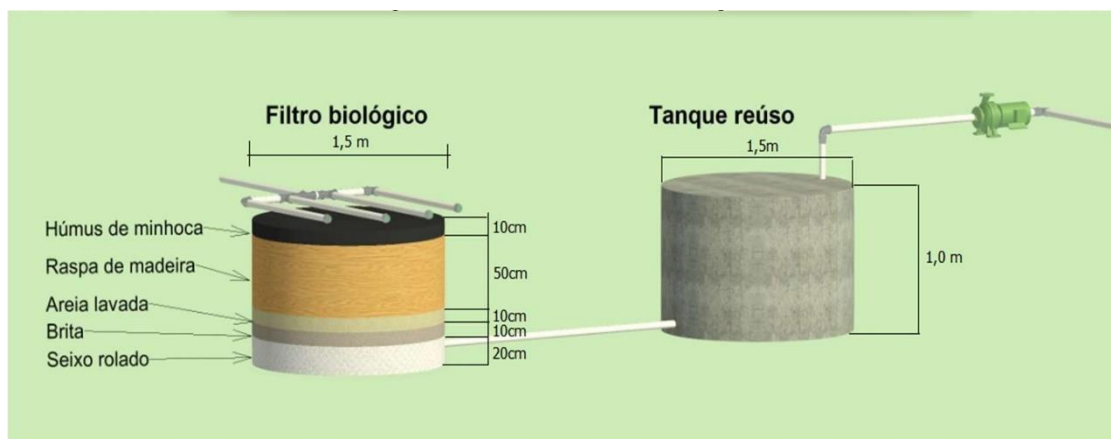
O sistema de tratamento adotado foi o Bioágua Familiar devido a simplicidade da implantação dos filtros, facilidade de manutenção, eficiência do sistema e comodidade de manutenção da área de cultivo, considerando-se, também, o conceito de sustentabilidade. A configuração do sistema proposto para o tratamento de águas cinzas foi baseada em dados da literatura obtidos de sistemas Bioágua Familiares que já se encontram implantados e em operação. Os sistemas estudados possuem três componentes principais: o filtro biológico, o tanque de reúso e o sistema de irrigação, conforme a Figura 2.



**Figura 2: Componentes do Sistema Bioágua Familiar**

Fonte: Adaptado de Santiago *et al.* (2012).

O filtro biológico é composto por um sistema descendente com cinco camadas definidas: a primeira contém húmus e minhocas; a segunda possui serragem de madeira; e as três últimas camadas são concebidas por materiais inorgânicos, como areia lavada, brita e seixo rolado, respectivamente. A primeira faixa atua exclusivamente na degradação da matéria orgânica, tendo as minhocas papel fundamental no tratamento dos efluentes. Santiago *et al.* (2015) afirmam que um sistema de filtro biológico tem uma capacidade de tratamento de até 500 litros de água cinza por dia, devendo esse ser projetado para suprir a oferta de água produzida na residência. A Figura 3 apresenta a disposição de camadas do filtro biológico.



**Figura 3: Camadas do filtro biológico**

Fonte: Adaptado de Santiago *et al.* (2012).

As camadas orgânicas são compostas por húmus e minhocas; e a segunda, por raspas de madeira. Elas devem ser trocadas com intervalo de seis meses e doze meses, respectivamente. Vale ressaltar que o sistema pode ser considerado um sistema de resíduo ambiental zero, devido ao reaproveitamento desses materiais orgânicos servir como matéria-prima para confecção de adubos orgânicos estabilizados com elevado poder de fertilização (SANTIAGO *et al.*, 2015).

O tanque de reuso é essencial para o funcionamento do sistema, visto que armazena os efluentes tratados. Este deve ser dimensionado conforme a oferta de água calculada. Segundo Santiago *et al.* (2015), um tanque de reuso de 1,77m<sup>3</sup> é o suficiente para suprir a oferta de efluentes tratados gerados na instalação de um sistema de biofiltro.

#### **Cálculo e definições de custo**

Para a determinação da viabilidade do sistema de reuso, foram desenvolvidas tabelas de custos, como base orçamentária no Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi), Região Norte de Minas Gerais, referente ao mês de junho de 2022, além de pesquisas de mercado na região. Nas tabelas, foram descritos todos os serviços e insumos necessários para a implementação do sistema Bioágua Familiar, tendo como fundamentação quantitativos utilizados por Santiago *et al.* (2015).

O cálculo do gasto mensal da residência foi feito segundo valores cobrados pela concessionária de abastecimento de água na região. Com a premissa de que o reúso de água será voltado somente para a irrigação para o cálculo de economia, considerou-se o consumo mensal da residência somado ao percentual que seria gasto de água potável para a irrigação. De posse dos valores, foi possível relacionar com os custos de implantação e manutenção do sistema com a economia hídrica mensal, obtendo-se a expectativa estimada para o tempo de retorno do investimento. Ademais, foi possível realizar a correlação de dados de estudos socioeconômicos em sistemas ativos para geração de renda mediante o plantio de culturas, além dos benefícios ambientais da correta destinação dos efluentes gerados na residência.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para o cálculo da demanda de água potável, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Consumo diário interno} &= 4 \text{ hab} * 120 \text{ L}/(\text{hab.dia}) \quad (1) \\ \text{Consumo diário interno} &= 480 \text{ L}/\text{dia} \\ \text{Consumo mensal interno} &= 14.400 \text{ L} \end{aligned}$$

Para o cálculo do consumo de água externo, tem-se:

$$\begin{aligned} \text{Jardins} &= 1,5 \text{ L}/\text{m}^2/\text{dia} * 15 \text{ m}^2 * 8 \text{ utilizações (dias)}/\text{mês} = 180 \text{ L}/\text{mês} \quad (2) \\ \text{Pisos} &= 4 \text{ L}/\text{m}^2/\text{dia} * 13,5 \text{ m}^2 * 8 \text{ dias}/\text{mês} = 432 \text{ L}/\text{mês} \\ \text{Consumo mensal externo} &= 612 \text{ L} \end{aligned}$$

Na Tabela 1, apresenta-se o consumo diário mensal na residência:

**Tabela 1: Consumo total mensal de água na residência**

Consumo	Litros
Consumo mensal interno	14.400
Consumo mensal externo	612
<b>Total</b>	<b>15.012</b>

Fonte: Elaboração própria.

Para o cálculo da oferta de águas cinzas, tem-se a aplicação das médias percentuais dos pontos de coleta, multiplicadas pelo consumo mensal obtido, conforme as Tabelas 2 e 3.

**Tabela 2: Percentuais de distribuição do consumo de água em uma residência**

Pontos de Consumo	Deca	Prédio USP	Naturaltec	PNCDA (BRASIL, 1998)	Gonçalves e Bazzarella	BBI Filtrações	Vina	Média
Lavatório	11,7%	6,0%	26%	8,0%	12,0%	11,7%	12,0%	<b>12,49%</b>
Chuveiro	46,7%	28,0%	55%	55,0%	47,0%	46,7%	13,9%	<b>41,76%</b>
Máq. de lavar roupa	8,1%	9,0%	11%	11,0%	8%	8,2%	10,9%	<b>9,46%</b>
Tanque	4,9%	6,0%	3%	3,0%	5%	3,0%	8,3%	<b>4,74%</b>

Fonte: Elaboração própria.

**Tabela 3: Oferta de águas cinzas**

Pontos de consumo	Média de consumo	Consumo mensal (litros/mês)	Consumo diário (litros/dia)
Lavatório	12,49%	1874,36	62,48
Chuveiro	41,76%	6268,85	208,95
Máq. de lavar roupa	9,46%	1419,71	47,32
Tanque	4,74%	712,00	23,73
<b>Total</b>	<b>68,44%</b>	<b>10274,64</b>	<b>342,49</b>

Fonte: Elaboração própria.

Na Tabela 3, é exposto um potencial de produção de águas cinzas de 10.274,64 L/mês de água cinza, aproximadamente 68,44% do total da água consumida, resultado que se encontra dentro de parâmetros teóricos estimados por Costa e Bessa (2019), de 46% a 91% de oferta de água cinza em uma residência popular.

Um fator importante a ser observado para a implantação é a capacidade de produção diária de águas cinzas para o correto funcionamento do sistema. Santos *et al.* (2016) demonstram que a existência de uma insuficiência na oferta de águas cinzas pode apresentar problemas, ocasionando uma limitação no desempenho do tratamento do sistema. Uma estimativa de produção de 342,49 L/dia de águas cinzas prevê a necessidade de apenas um sistema Bioágua Familiar, cuja capacidade máxima de tratamento diário é de 500 L/ dia.

#### Cálculo da estimativa da criação de áreas verdes para cultivo

Para estimativa de área de cultivo suprida pelo consumo, tem-se:

$$\text{Área de cultivo (m}^2\text{)} = \frac{\text{Oferta de águas cinzas (L/dia)}}{\text{Consumo específico (L/m}^2\text{.dia)}} \quad (4)$$

$$\text{Área de cultivo (m}^2\text{)} = \frac{342,49 \text{ L/dia}}{1,5 \text{ (L/m}^2\text{.dia)}} = 228,33 \text{ m}^2$$

Portanto, considerando-se uma oferta diária de 342,49 L/dia, a residência em estudo poderá cultivar uma área de até, aproximadamente, 228,33m<sup>2</sup>.

#### Cálculo dos custos de implantação e manutenção do sistema

Para a determinação do custo de implantação, foram analisados os custos para a construção do filtro biológico, o tanque de reúso e a instalação da eletrobomba, de forma que a rede de coleta e a distribuição sejam variáveis devido à mutabilidade do quantitativo das tubulações do projeto conforme a formatação escolhida para irrigação e cultivo adotada.

Nas Tabelas 4 e 5, são descritas as composições orçamentárias com insumos, serviços, quantitativos de materiais e mão de obras necessários para a implantação do sistema.

**Tabela 4: Composição de custo para construção do filtro biológico (1,5m x 1,0m) com cobertura**

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Valor Unit. (R\$)	Valor Total
1.1	Areia lavada média	m <sup>3</sup>	0,80	150,00	120,00
1.2	Cimento Portland CP II-32	saco (50kg)	4,00	35,00	140,00
1.3	Caibro (5cm x 7cm) Jequitibá	m	14,00	9,70	135,80
1.4	Caibro (5cm x 5cm) Jequitibá	m	19,00	7,50	142,50
1.5	Ripa (1,5cm x 5 cm) Jequitibá	m	24,00	4,80	115,20
1.6	Prego galvanizado com cabeça 18 x 27	kg	1,00	22,82	22,82
1.7	Minhoca (gigante da califórnia)	kg	1,00	79,90	79,90
1.8	Húmus	kg	100,00	1,50	150,00
1.9	Raspas de madeira	kg	80,00	0,00	0,00
1.10	Areia lavada (camada do filtro)	m <sup>3</sup>	0,30	150,00	45,00
1.11	Brita nº 1	m <sup>3</sup>	0,30	150,00	45,00
1.12	Seixo rolado	m <sup>3</sup>	0,60	180,00	108,00
1.13	Pedreiro	h	20,00	25,14	502,80
1.14	Servente	h	20,00	18,02	360,40
	Telha Cerâmica tipo		230,00	2,00	460,00

1.15	colonial, canal, plan, paulista	un			
1.16	Escavação e carga mecanizada em material de 1ª cat.	m <sup>3</sup>	3,00	7,44	22,32
1.17	Aluguel de formas metálicas circulares	un	2,00	120,00	240,00
<b>TOTAL</b>					<b>R\$2.689,74</b>

Fonte: Adaptado de Santiago *et al.* (2015), com dados obtidos por meio de pesquisas de mercado na região e de preços das tabelas Sinapi 06/2022 e Setop 06/2022.

**Tabela 5: Composição de custo para construção do tanque de reúso (1,50m x 1,00m), bomba hidráulica e cobertura de madeira**

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Valor Unit. (R\$)	Valor Total
2.1	Areia lavada média	m <sup>3</sup>	1,50	150,00	225,00
2.2	Brita n° 1	m <sup>3</sup>	0,50	150,00	75,00
2.3	Cimento Portland CP II-32	saco (50kg)	5,00	35,00	175,00
2.4	Caibro (5cm x 7cm)	m	6,50	9,70	63,05
2.5	Caibro (5cm x 5cm)	m	8,00	7,50	60,00
2.6	Prego	kg	1,00	22,82	22,82
2.7	Barra de ferro CA-50 6,3mm	un	2,00	28,90	57,80
2.8	Lixa de ferro n° 220	un	1,00	6,29	6,29
2.9	Pedreiro	h	20,00	25,14	502,80
2.10	Servente	h	20,00	18,02	360,40
2.11	Telha Cerâmica tipo colonial, canal, plan, paulista	un	54,00	2,00	108,00
2.12	Escavação e carga mecanizada em material de 1ª cat.	m <sup>3</sup>	9,82	7,44	73,06
2.13	Bomba centrífuga de ½ cv	un	1,00	370,52	370,52
<b>TOTAL</b>					<b>R\$2.099,74</b>

Fonte: Adaptado de Santiago *et al.* (2015), com dados obtidos por meio de pesquisas de mercado na região e de preços das tabelas Sinapi 06/2022 e Setop 06/2022.

Na Tabela 6, estão descritos os custos de manutenção do sistema anualmente e mensalmente. Os custos de manutenção podem ser amenizados, levando-se em consideração que os resíduos gerados pelo sistema podem ser reutilizados como adubos orgânicos no cultivo ou, até mesmo, comercializados como uma renda extra. Segundo dados do manual do sistema, Santiago *et al.* (2015) encontraram valores desprezíveis com relação aos gastos com eletricidade, os quais não foram considerados neste levantamento.

**Tabela 6: Custos de manutenção do sistema**

Item	Descrição	Unid.	Quant.	Valor Unit. (R\$)	Valor Total
3.1	Húmus	kg	100,00	1,50	150,00
3.2	Minhocas	kg	1,00	79,90	79,90
3.3	Rasps de madeira	kg	1,00	0,00	0,00
<b>TOTAL anual</b>					<b>R\$229,90</b>
<b>TOTAL mensal</b>					<b>R\$19,16</b>

Fonte: Adaptado de Santiago *et al.* (2015), com dados obtidos por meio de pesquisas de mercado na região e de preços das tabelas Sinapi 06/2022 e Setop 06/2022.

É possível analisar que os custos para implantação do sistema totalizam R\$4.789,48. Segundo o Sienge (BALENA, 2022), os custos construtivos destinados às instalações hidrossanitárias e pluviais variam de 12 a 14% dos custos globais de obras. Como no presente trabalho, não foi contemplado o dimensionamento das tubulações de coleta e distribuição, realizou-se uma de estimativa de 12% dos custos globais de implantação para os gastos com as tubulações de coleta e distribuição, obtendo-se um total de R\$5.364,22.

### Cálculo da estimativa da economia de água

Segundo a tabela tarifária da COPANOR (2022), o valor da tarifa mínima é de R\$7,73, sendo os valores cobrados por m<sup>3</sup> de acordo com faixas de consumo, conforme descrito abaixo na Tabela 7. Realizando-se o cálculo para gasto mensal sem e com reúso, considerando o consumo mensal estipulado somados aos valores de irrigação que seriam gastos para o cultivo, tem-se:

Consumo mensal sem reúso para sistema de irrigação:

$$15,01\text{m}^3 + 10,27\text{m}^3 = 25,28\text{m}^3$$

**Tabela 7: Gasto mensal de água sem reúso**

Faixas	Tarifa	Consumo por faixa (m <sup>3</sup> )	Custo (R\$)
fixa	7,73	-	7,73
0 a 3 m <sup>3</sup>	1,21	3	3,63
>3 a 6 m <sup>3</sup>	1,498	3	4,49
>6 a 10 m <sup>3</sup>	3,194	4	12,78
>10 a 15 m <sup>3</sup>	4,95	5	24,75
>15 a 20 m <sup>3</sup>	6,757	5	33,79
>20 a 40 m <sup>3</sup>	8,595	5,28	45,38
	<b>TOTAL</b>	25,28m <sup>3</sup>	<b>R\$132,55</b>

Fonte: Adaptado de COPANOR (2022).

**Tabela 8: Gasto mensal de água com reúso**

Categorias	Faixas	Consumo por faixa (m <sup>3</sup> )	Custo (R\$)
fixa	7,73	-	7,73
0 a 3 m <sup>3</sup>	1,21	3	3,63
>3 a 6 m <sup>3</sup>	1,498	3	4,49
>6 a 10 m <sup>3</sup>	3,194	4	12,78
>10 a 15 m <sup>3</sup>	4,95	5	24,75
>15 a 20 m <sup>3</sup>	6,757	0,01	0,07
	<b>TOTAL</b>	15,01m <sup>3</sup>	<b>R\$53,45</b>

Fonte: Adaptado de COPANOR (2022).

Com a análise das Tabelas 7 e 8, subtraindo os valores totais, observa-se que o total reaproveitado pelo sistema de 10,27m<sup>3</sup> acarreta uma economia de R\$79,10 por mês e, ao ano, de R\$949,20.

### Cálculo do período de retorno do investimento

Subtraindo o custo mensal de manutenção do sistema de R\$19,16, do valor de R\$79,10 da economia de água, tem-se uma economia de R\$59,94 e R\$719,28, mensal e anual, respectivamente. Dividindo-se o custo total de implantação do sistema pelo total economizado anualmente, tem-se:

$$\text{Período de retorno do investimento} = \frac{\text{Custo total do investimento (R\$)}}{\text{Economia anual aerada pelo sistema (R\$/ano)}} \quad (5)$$

$$\text{Período de retorno} = \frac{\text{R\$5.364,22}}{\text{R\$719,28/ano}}$$

$$\text{Período de retorno} = 7,45 \text{ anos}$$



Após a realização de todos os cálculos, obteve-se um período de retorno de, aproximadamente, 7 anos e 5 meses. Esse intervalo pode ser considerado satisfatório, levando-se em consideração a possibilidade da geração de renda ou economia pela subsistência advinda da produção familiar de alimentos. Santos (2020) observa a existência do aumento de produtividade em decorrência da implantação do sistema. Esse aumento pode suprir as necessidades alimentares das famílias e ainda gerar, mediante a comercialização do excedente, uma renda familiar mensal de R\$195,62, para período e local do seu estudo.

Barbosa (2019) corrobora com a economia pelo lado da segurança alimentar por meio da observação da mudança de hábitos alimentares, devido à potencialização em decorrência dos sistemas de uma maior variedade do plantio e, conseqüentemente, do consumo de vegetais e frutas. Ademais, Santos (2020) demonstra que a adequação da destinação final correta dos efluentes tende a diminuir as possibilidades de contaminação do solo da propriedade. Tal cenário evita o despejo inadequado das águas cinzas, sem tratamento, no meio ambiente, oportunizando a segurança dos moradores e animais, gerando economias relacionadas aos gastos com saúde.

## CONCLUSÕES

É possível constatar que o Sistema Bioágua Familiar se apresenta como uma boa alternativa para o sítio em estudo. Com um investimento inicial de R\$5.364,22, é factível realizar a implantação para uma casa com quatro habitantes e com potencial de oferta de águas cinzas tratadas de 342,49 L/dia. De forma que seja agregado ao efluente uma nova função, possibilitando a prática do cultivo de culturas para subsistência em uma área de até 228,33m<sup>2</sup>. Com um período de retorno do investimento satisfatório de, aproximadamente, 7 anos e 5 meses. Tal intervalo pode ser encurtado pela potencialidade de geração de renda do sistema. Para isso, é necessário um estudo mais aprofundado sobre as possibilidades de culturas capazes de agregar valor à localidade da pesquisa. Ademais, a proposta de implantação do sistema em questão apresenta uma adequação sanitária das águas cinzas produzidas pela residência, viabilizando a reutilização de parte dos efluentes gerados, a fim de que a diminuição dos riscos de contaminação do solo e de animais possa acarretar, também, uma redução de custos relacionados à manutenção da saúde dos usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16783: Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações**. Rio de Janeiro, 2019.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistemas de tanque sépticos**. Rio de Janeiro, 1997.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5626: Sistemas prediais de água fria e água quente – Projeto, execução, operação e manutenção**. Rio de Janeiro, 2020.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução**. Rio de Janeiro, 1999.
6. BALENA, Ronal. Custo da obra por etapa: conheça os valores e planeje-se. conheça os valores e planeje-se. **Sienge**, 18 jul. 2022. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/custo-da-obra-por-etapa/>. Acesso em: 15 out. 2022.
7. BARBOSA, Mônica Teles. **Sistemas de reúso de águas cinzas domésticas para agricultura familiar: o caso de comunidades rurais do estado do Ceará**. 2019. 185 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: [https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/35101/ve\\_Monica\\_Teles\\_ENSP\\_2019?sequence=2&isAllowed=y](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/handle/icict/35101/ve_Monica_Teles_ENSP_2019?sequence=2&isAllowed=y). Acesso em: 25 out. 2021.
8. BARBOSA, Rodrigo *et al.* Avaliação físico-química de águas cinzas tratadas por sistemas simplificados para produção agroecológica camponesa no semiárido brasileiro. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA*, 11., 2020, São Cristóvão (SE). **Cadernos de Agroecologia**, São Cristóvão (SE), Universidade Federal de Sergipe, v. 15, n. 2, p. 1-5, 2020. Disponível em: <https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/3552>. Acesso em: 10 out. 2022.

9. BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021**, Brasília, 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/PANORAMA\\_DO\\_SANEAMENTO\\_BASICNO\\_BRASIL\\_SNIS\\_2021compactado.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/produtos-do-snis/PANORAMA_DO_SANEAMENTO_BASICNO_BRASIL_SNIS_2021compactado.pdf). Acesso em: 10 nov. 2022.
10. BRASIL. Governo Federal. Caixa. **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil** (Sinapi). Disponível em: [https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_648](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_648). Acesso em: 10 ago. 2022.
11. COPANOR – COPASA Serviços de Saneamento Integrado do Norte e Nordeste de Minas Gerais. Tabela **Tarifária Copanor**. 2022. Disponível em: <http://www.arsae.mg.gov.br/copanor/#doc>. Acesso em: 20 out. 2022.
12. COSTA, Italo Benevides; BESSA, Carlos Vinicius Damaceno. **Estudo da viabilidade da implantação do filtro bioágua para reaproveitamento das águas cinzas nos domicílios da zona urbana da cidade de Carnaúbas/RN**. 2019. 14 f. TCC (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Multidisciplinar de Carúbas, Universidade Federal Rural do Semiárido, Carnaúbas (RN), 2019. Disponível em: [https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/3011/2/ITALOBC\\_ART.pdf](https://repositorio.ufersa.edu.br/bitstream/prefix/3011/2/ITALOBC_ART.pdf). Acesso em: 7 jul. 2022.
13. CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.
14. DOMBROSKI, Solange Aparecida Goularte *et al.* Sistema simplificado para tratamento de água cinza em escala familiar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA AMBIENTAL, 30., 2019, Natal. **Anais** [...]. Natal (RN): Abes, 2019.
15. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro: Abes, 2006.
16. GUIMARÃES, Daniel Pereira; REIS, Rui Bran Januário dos; LANDAU, Elena Charlotte. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento 30: Índices Pluviométricos em Minas Gerais**. Sete Lagoas (MG): Embrapa Milho e Sorgo, 2010.
17. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Fruta do Leite**. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/fruta-de-leite.html>. Acesso em: 7 jul. 2022.
18. MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Transportes e Obras Públicas. **Planilha de Preço Seinfra – Região Norte – MG**. Disponível em: <http://www.infraestrutura.mg.gov.br/component/gmg/page/2243-consulta-a-planilha-preco-seinfra-regiao-norte>. Acesso em: 20 ago. 2022.
19. NATURALTEC. **ETA – Água para reúso**. Disponível em: <https://www.naturaltec.com.br/eta-agua-reuso/>. Acesso em: 7 jul. 2022.
20. SANTIAGO, Fábio dos Santos *et al.* **Bioágua Familiar: reúso de água cinza para produção de alimentos no semiárido**. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 2012.
21. SANTIAGO, Fábio dos Santos *et al.* **Manual de implantação e manejo do sistema bioágua familiar**. Carauabas (RN): Assessoria, Consultoria e Capacitação Técnica Orientada Sustentável (Atos), 2015.
22. SANTOS, Christiane Fernandes dos *et al.* A contribuição da Bioágua para a segurança alimentar e sustentabilidade no Semiárido Potiguar brasileiro. **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, v. 7, Edição Especial, p. 100-113, dez. 2016. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/16171/15098>. Acesso em: 30 out. 2022.
23. SANTOS, Vítor Carvalho. **Reúso de água para fomento de quintais produtivos no semiárido do nordeste do Brasil: produção e renda, empoderamento da mulher camponesa e fortalecimento da agricultura familiar**. Sergipe: UFS, 2020. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/14092/2/ReusoAguaQuintaisProdutivos.pdf>. Acesso em: 30 set. 2022.