# PROJETO DE SANEAMENTO RURAL COM SISTEMAS INDIVIDUAIS DE TRATAMENTO DE ESGOTO EM JARAGUÁ DO SUL - SC

**Morgana Decker**[(1)]
Graduada em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) em 2014. Pós-graduada em Gestão em Saneamento Ambiental pela Universidade Estácio de Sá em 2025. Desde 2018 é engenheira sanitarista do SAMAE de Jaraguá do Sul, ocupando atualmente a posição de Assessora de Apoio Técnico da autarquia.
**Dirceu Luft**[(2)]
Formado em Gestão da produção Industrial pela Faculdade Anhanguera em 2016. Servidor público do SAMAE de Jaraguá do Sul desde 2014, ocupando desde 2022 a posição de Coordenador de Redes e Ramais de Esgoto da autarquia.

**Endereço**[(1)]**:** Rua Erwino Menegotti, 478 – Água Verde – Jaraguá do Sul - SC - CEP: 89254-000 - Brasil - Tel: +55 (47) 2106-9100 - e-mail: morgana.decker@samaejs.com.br

## RESUMO

O presente trabalho apresenta a concepção, implantação e os resultados do Projeto de Saneamento Rural desenvolvido pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAE) de Jaraguá do Sul. O projeto teve como objetivo ampliar a cobertura de tratamento de esgoto em áreas rurais por meio da implantação de sistemas individuais compostos por caixa de gordura, tanque séptico e filtro anaeróbio. Foram instaladas 492 unidades, atendendo aproximadamente 1.850 pessoas na localidade do Garibaldi. Os resultados indicam eficiência média de 65% na remoção de carga orgânica e significativa redução do lançamento de esgoto in natura em corpos hídricos. O modelo adotado demonstrou viabilidade técnica e econômica para regiões de baixa densidade populacional, contribuindo para a proteção dos mananciais e melhoria das condições ambientais.

**PALAVRAS-CHAVE:** saneamento rural, tratamento de esgoto, sistemas individuais.

## INTRODUÇÃO

O saneamento básico constitui um dos principais instrumentos de promoção da saúde pública, proteção ambiental e desenvolvimento sustentável, sendo disciplinado no Brasil pela Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, que estabelece a universalização dos serviços como meta nacional.

No cenário nacional, embora tenham sido observados avanços significativos nas últimas décadas, ainda persistem desafios relevantes, especialmente no que se refere ao atendimento em áreas rurais e de baixa densidade populacional, onde a implantação de sistemas coletivos de esgotamento sanitário apresenta limitações técnicas e econômicas. Nesse sentido, o próprio Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) passou a incorporar, em sua estrutura mais recente, módulos específicos voltados ao saneamento rural, evidenciando a crescente relevância do tema na agenda pública.

No estado de Santa Catarina, o setor de saneamento apresenta elevados índices de atendimento no abastecimento de água, porém ainda enfrenta desafios significativos no que se refere ao esgotamento sanitário, com indicadores que, em muitos casos, se situam abaixo da média nacional, especialmente no que diz respeito à coleta e ao tratamento de esgoto. Esse cenário evidencia um descompasso entre os diferentes componentes do saneamento básico, bem como entre áreas urbanas e rurais, sendo estas últimas historicamente menos atendidas por soluções estruturadas. Diante disso, observa-se o fortalecimento de discussões técnicas e institucionais no estado voltadas à adoção de soluções descentralizadas, como sistemas individuais de tratamento de esgoto, especialmente em regiões de baixa densidade populacional, onde os sistemas convencionais apresentam limitações técnicas e econômicas.

Localizado na região norte do estado de Santa Catarina, o município de Jaraguá do Sul apresenta uma área de 530,825 km², ocupando a 46ª posição entre os 295 municípios do estado. Conforme dados do SINISA (2025),

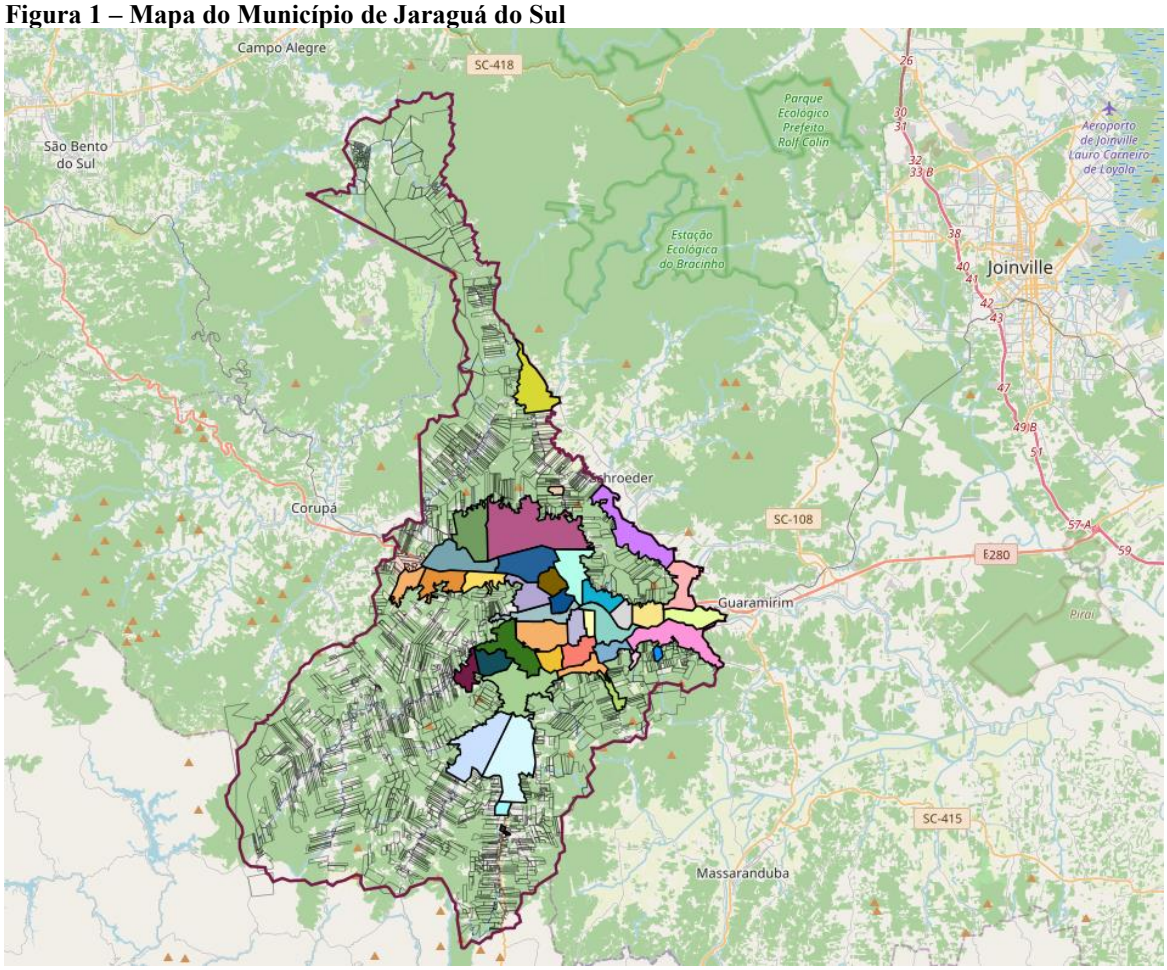
a população total estimada em 2024 era de 195.753 habitantes, sendo 183.851 habitantes residentes de área urbana e 11.902 habitantes de área rural, totalizando 74.981 domicílios urbanos e 4.563 domicílios rurais.

O Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) do município de Jaraguá do Sul apresenta mais de 725 quilômetros de redes coletoras de esgoto e 153 unidades de bombeamento, que direcionam os efluentes até as quatro Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), responsáveis pela depuração dos efluentes de aproximadamente 66 mil unidades consumidoras. Considerada referência estadual em gestão de saneamento, Jaraguá do Sul apresenta elevado nível de atendimento na área urbana, com cerca de 92,41% da população atendida por serviços de esgotamento sanitário, índice significativamente superior à média estadual (39,53%) e nacional (67,48%).

Apesar desse desempenho, ainda existem parcelas da população, especialmente na zona rural, sem acesso a soluções adequadas de tratamento de esgoto, o que evidencia a necessidade de estratégias específicas para a universalização do serviço.

A Figura 1 apresenta o mapa do município de Jaraguá do Sul, indicando seus limites geográficos e a divisão territorial por bairros. A partir dessa análise, observa-se que a área rural do município é territorialmente extensa, embora represente aproximadamente 6% da população total.

**Figura 1 – Mapa do Município de Jaraguá do Sul**




Fonte: Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul – GeoJaraguá, 2026

Cabe ressaltar que o município dispõe de instrumentos consolidados de gestão, como o Plano Municipal de Saneamento Básico, política municipal instituída e mecanismos de controle social, o que favorece a implementação de projetos estruturantes voltados à ampliação da cobertura dos serviços.

Diante desse contexto, insere-se o Projeto de Saneamento Rural, desenvolvido pelo SAMAE de Jaraguá do Sul, que propõe a implantação de sistemas individuais de tratamento de esgoto como alternativa técnica viável para áreas rurais. A iniciativa visa não apenas ampliar a cobertura de atendimento, mas também proteger mananciais de abastecimento, reduzir a carga poluidora lançada nos corpos hídricos e promover a melhoria da qualidade ambiental e das condições sanitárias da população rural.

Assim, o presente relatório técnico visa apresentar a estrutura, implantação, resultados e perspectivas do projeto, contribuindo para o aprimoramento das políticas públicas de saneamento e para o avanço da universalização dos serviços no município e na região.

## OBJETIVO

### OBJETIVO GERAL

Implantar soluções adequadas de esgotamento sanitário em áreas rurais do município de Jaraguá do Sul, por meio da adoção de sistemas individuais de tratamento de esgoto, visando à ampliação da cobertura dos serviços, à proteção dos recursos hídricos e à melhoria das condições sanitárias da população.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Ampliar o índice de atendimento de esgotamento sanitário no município, contribuindo para o alcance das metas de universalização previstas na legislação vigente;
- Implantar sistemas individuais de tratamento de esgoto em áreas rurais, tecnicamente adequados às condições locais de baixa densidade populacional;
- Proteger os mananciais de abastecimento, especialmente a captação da ETA Sul (segunda maior unidade de tratamento de água do município), reduzindo o lançamento de esgoto in natura no meio ambiente;
- Promover a redução da carga poluidora nos corpos hídricos, contribuindo para a melhoria da qualidade ambiental;
- Estabelecer modelo de operação e manutenção sustentável, por meio da implantação de tarifa específica, assegurando a continuidade dos serviços;
- Gerar dados técnicos e operacionais que subsidiem a expansão do programa em futuras etapas.

## METODOLOGIA UTILIZADA

A metodologia adotada para o desenvolvimento do Projeto de Saneamento Rural do município de Jaraguá do Sul foi estruturada de forma sistêmica e integrada, contemplando as etapas de planejamento, definição da área de abrangência, seleção do modelo tecnológico, contratação, implantação, operação, manutenção e monitoramento dos sistemas.

Tal abordagem metodológica foi concebida com o objetivo de garantir a viabilidade técnica, econômica e ambiental da solução proposta, bem como assegurar a conformidade com as diretrizes da política nacional de saneamento básico e com as normas técnicas aplicáveis ao tratamento descentralizado de esgoto sanitário.

O processo metodológico adotado considerou, ainda, as características específicas do meio rural, especialmente no que se refere à baixa densidade populacional, à dispersão das residências e às limitações operacionais para implantação de sistemas convencionais coletivos. Nesse contexto, optou-se pela adoção de soluções descentralizadas, fundamentadas em sistemas individuais de tratamento, integradas a uma estratégia de gestão que envolve desde a instalação até a operação e destinação final dos resíduos.

Adicionalmente, a metodologia incorporou práticas de planejamento técnico, controle de qualidade, rastreabilidade das unidades implantadas e monitoramento contínuo do desempenho dos sistemas, permitindo a avaliação dos resultados ao longo do tempo e o aperfeiçoamento das ações desenvolvidas.

Dessa forma, a metodologia aplicada não se restringiu à implantação dos sistemas, mas compreende um modelo completo de gestão do saneamento rural, baseado em critérios técnicos, operacionais e ambientais, garantindo a sustentabilidade e a eficiência do projeto em médio e longo prazo.

## PLANEJAMENTO

A elaboração do projeto teve início em 2019, onde começaram a ser desenvolvidos os estudos, orçamentos, termos de referência e demais documentações pertinentes às contratações necessárias para a execução efetiva do processo.

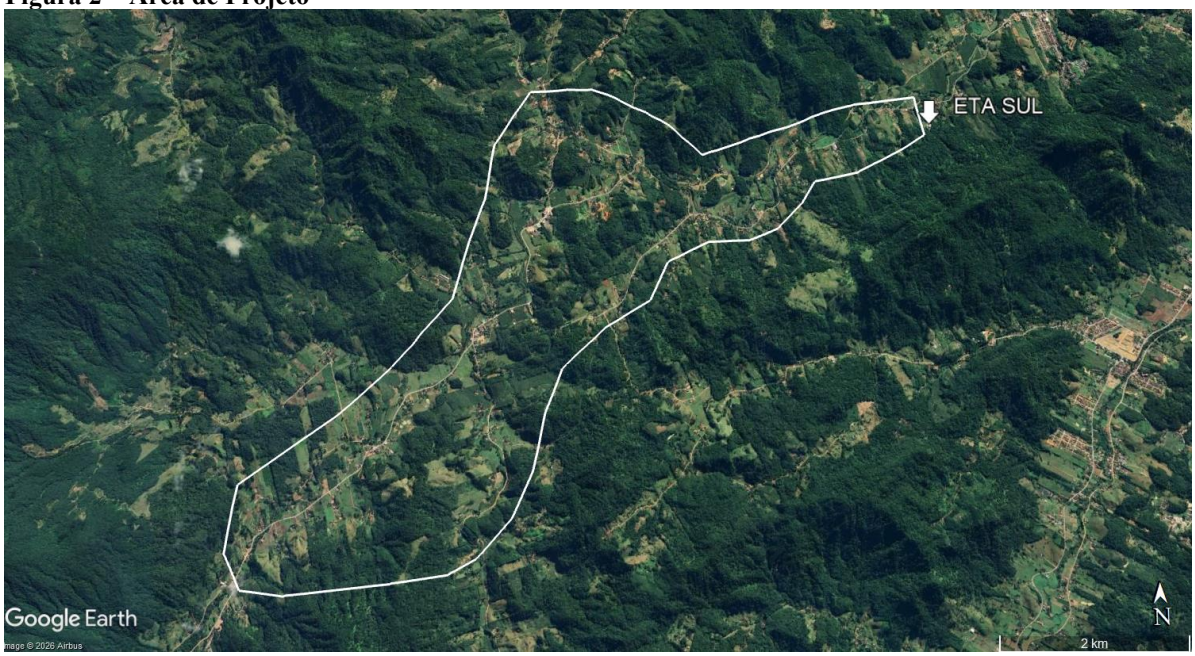
Em 2020 teve início a implantação dos sistemas, sendo que a partir de 2021 o Samae iniciou a operar gradativamente as limpezas e manutenções dos conjuntos instalados.

Ao longo dos últimos anos, vem sendo realizado o monitoramento do efluente tratado, assim como das condições operacionais das unidades instaladas.

## ÁREA DE ABRANGÊNCIA

A área de abrangência foi definida estrategicamente, priorizando a região localizada a montante da captação de água da ETA Sul, unidade de tratamento de água responsável pelo abastecimento de aproximadamente 40 mil habitantes do município, com o objetivo de reduzir riscos de contaminação dos mananciais. A Figura 2 apresenta a área de projeto.

**Figura 2 – Área de Projeto**




Fonte: Google Earth, 2026

Embora a área supracitada contemple aproximadamente duas mil residências, a primeira etapa do projeto considerou a implantação de sistemas de tratamento individual em 500 residências, das quais 492 encontram-se efetivamente implantadas e em operação

## DEFINIÇÃO DO MODELO TECNOLÓGICO

A escolha pela adoção de sistemas individuais de tratamento de esgoto fundamentou-se na análise de viabilidade técnica e econômica, uma vez que a implantação de sistemas coletivos em áreas rurais apresenta alto custo e baixa eficiência operacional, devido à baixa densidade populacional e à dispersão das propriedades.

O sistema adotado é composto por:

- Caixa de gordura;

- Tanque séptico; e
- Filtro anaeróbio.

O sistema possui capacidade para atender famílias de até cinco pessoas e é fabricado em polietileno, o que garante facilidade de instalação, estanqueidade e elevada durabilidade.

O modelo atende às normas brasileiras NBR 7229/93 e NBR 13.969/97 e foi aprovado pela Vigilância Sanitária de Jaraguá do Sul.

A Figura 3 apresenta uma foto ilustrativa do modelo instalado.

**Figura 3 – Modelo Proposto para o Sistema Individual de Tratamento de Esgoto Sanitário**




Fonte: SAMAE, 2020

Importante destacar que o modelo proposto foi aprovado pela Vigilância Sanitária de Jaraguá do Sul, o que possibilitará o HABITE-SE e Licença Ambiental da propriedade caso necessário, além de atender às Normas Brasileiras para Tanques Sépticos. Além disso, apresenta facilidade de instalação e manuseio, por ser fabricado em Polietileno, pesando entre a 30 a 40 kg, com garantia a estanqueidade e grande durabilidade.

## CONTRATAÇÕES

Para a execução do projeto, foi necessária a realização de dois processos licitatórios distintos, sendo um referente à aquisição dos sistemas de tratamento e outro relacionado à contratação dos serviços de instalação dos conjuntos, garantindo a adequada segregação das etapas e maior competitividade nos certames.

A aquisição dos equipamentos foi realizada por meio de pregão presencial, modalidade adotada em função da padronização dos sistemas definidos previamente pelo corpo técnico do SAMAE. O valor de referência estabelecido foi de R$ 2.042,50 por unidade, sendo o certame vencido pela empresa Fibratec, com valor de R$ 1.595,00 por unidade, representando uma redução de aproximadamente 22% em relação ao valor estimado.

Ressalta-se que, como parte do processo, foi solicitada a apresentação e aprovação de amostra do equipamento, a fim de garantir a conformidade com as especificações técnicas exigidas, bem como a disponibilização de suporte técnico por parte do fabricante, incluindo orientação e capacitação da equipe responsável pela instalação dos sistemas.

Já a contratação dos serviços de instalação foi realizada com base em planilha orçamentária elaborada a partir de composições do SINAPI, contemplando serviços de escavação, transporte de materiais, instalação dos sistemas, interligação hidráulica com as residências, além da recomposição e destinação adequada dos materiais provenientes da escavação.

O valor de referência para a execução dos serviços foi de R$ 1.359,68 por unidade, sendo contratado o valor de R$ 1.299,50 por sistema, tendo como empresa vencedora a H&G. A execução dos serviços envolveu o emprego de retroescavadeira, caminhão de transporte, mão de obra especializada (encanador e auxiliar), além do fornecimento de conexões e tubulações necessárias à correta instalação dos sistemas.

O custo total inicial por unidade, considerando aquisição e instalação, foi de R$ 2.894,50, resultando em um investimento total aproximado de R$ 1.447.250,00 para a implantação de 500 unidades.

## PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO

A implantação dos sistemas foi realizada de forma individualizada, mediante emissão de ordem de serviço para cada imóvel contemplado.

Nos casos em que o morador não possuía cadastro junto ao SAMAE, foi realizado o cadastramento para inclusão nos serviços de coleta de resíduos sólidos e manutenção do sistema de esgotamento sanitário.

Após a emissão da ordem de serviço, a equipe técnica responsável realizava o agendamento prévio com o proprietário, definindo data e condições para execução da obra.

A seguir, são apresentadas algumas fotografias das obras realizadas para implantação dos sistemas:

**Figura 4 – Foto de Instalação 01**



Fonte SAMAE, 2020

**Figura 5 – Foto de Instalação 02**



Fonte SAMAE, 2020

**Figura 6 – Foto de Instalação 03**



Fonte SAMAE, 2020

Ao final da instalação, cada usuário recebeu a Declaração de Conformidade da Instalação, emitida pelo SAMAE, e a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART), emitida pelo engenheiro responsável pela obra realizada. Esse procedimento garantiu rastreabilidade, controle técnico e conformidade normativa de todas as unidades implantadas. A Figura 07 apresenta o modelo da Declaração de Conformidade da Instalação e a Figura 08 o modelo de ART apresentado.

**Figura 07 – Modelo da Declaração de Conformidade da Instalação**

JARAGUÁ DO SUL PREFEITURA

ESTADO DE SANTA CATARINA
PREFEITURA MUNICIPAL DE JARAGUÁ DO SUL
SERVIÇO AUTONOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO

SAMAE JARAGUÁ DO SUL

**DECLARAÇÃO DE CONFORMIDADE**

**Projeto Saneamento Rural**

O sistema de tratamento individual de esgoto sanitário instalado atende as Normas Técnicas da ABNT e da Vigilância Sanitária de Jaraguá do Sul, e a instalação teve acompanhamento técnico do SAMAE conforme ART nº 6971426-8.

Cadastro do cliente: 47281-6

Endereço do imóvel: Rua JGS 479 - EUGÊNIO GASCHO - RIBEIRÃO RODRIGUES, SN, EMBUTIDOS WEILER

Bairro: GARIBALDI

Data de instalação: 05/02/2020

Número da Ordem de Serviço para Instalação: 3116387

Documento válido para emissão de Alvará de Habite-se junto à Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul conforme acordo firmado entre o SAMAE e Secretaria de Saúde-Vigilância Sanitária, através dos Ofícios 1081/2018/Semsa e Ofício 529/2018/Samae.

Fonte: SAMAE, 2020

**Figura 08 – Modelo de ART**



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina
CREA-SC

ART OBRA OU SERVIÇO
25 2019 6968246-4
Inicial
Individual

1. Responsável Técnico
Título Profissional: Engenheiro Civil
RNP: 2503556469
Registro: 042502-1-SC
Empresa Contratada: PRESTADORA DE SERVICOS EM ALVENARIA H&G LTDA
Registro: 124734-6-SC

2. Dados do Contrato
Contratante: PRESTADORA DE SERVICOS EM ALVENARIA H&G LTDA
CPF/CNPJ: 07.424.511/0001-80
Endereço: RUA BERTHA WEEGE - SALA 04
Nº: 947
Complemento:
Bairro: BARRA DO RIO CERRO
Cidade: JARAGUA DO SUL
UF: SC
CEP: 89260-500
Valor da Obra/Serviço/Contrato: R$ 649.750,00
Honorários: R$ Salário
Ação Institucional:
Contrato:
Celebrado em:
Vinculado à ART:
Tipo de Contratante:

3. Dados Obra/Serviço
Proprietário: Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
CPF/CNPJ: 84.438.381/0001-85
Endereço: ZONA RURAL - GARIBALDI
Nº: S/N
Complemento:
Bairro: ZONA RURAL GARIBALDI
Cidade: JARAGUA DO SUL
UF: SC
CEP: 89250-000
Data de Início: 20/05/2019
Data de Término: 31/10/2019
Coordenadas Geográficas:
Finalidade:
Código:

4. Atividade Técnica

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Projeto: Caixa de gordura | Execução | Dimensão do Trabalho: | 500,00 | Unidade(s) |
| Projeto: Tanque Séptico | Execução | Dimensão do Trabalho: | 500,00 | Unidade(s) |
| Projeto: Filtro | Execução | Dimensão do Trabalho: | 500,00 | Unidade(s) |
| Projeto: Escavação em Terra | Execução | Dimensão do Trabalho: | 3.500,00 | Metro(s) Cúbico(s) |
| Projeto: Aterro | Execução | Dimensão do Trabalho: | 1.750,00 | Metro(s) Cúbico(s) |
| Projeto: Rede Hidrossanitária | Execução | Dimensão do Trabalho: | 8.000,00 | Metro(s) |

5. Observações
Projetos e execução de instalação de 500 conjuntos (fossa/filtro/tubulação/escavação/aterro) em diversas localidades (residências) da zona rural - GARIBALDI - conforme planilha/contrato de instalações

6. Declarações
Acessibilidade: Declaro, sob as penas da Lei, que na(s) atividade(s) registrada(s) nesta ART não se exige a observância das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas de acessibilidade da ABNT, na legislação específica e no Decreto Federal n. 5.296, de 2 de dezembro de 2004.

7. Entidade de Classe
NENHUMA

8. Informações
A ART é válida somente após o pagamento da taxa.
Situação do pagamento da taxa de ART em 08/05/2019: TAXA DA ART A PAGAR
Valor ART: R$ 226,50 | Data Vencimento: 20/05/2019 | Registrada em: 08/05/2019
Valor Pago: | Data Pagamento: | Nosso Número: 14001904000184615
A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-sc.org.br/art.
A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.
Esta ART está sujeita a verificações conforme disposto na Súmula 473 do STF, na Lei 9.784/99 e na Resolução 1.025/09 do CONFEA.

9. Assinaturas
Declaro serem verdadeiras as informações acima
JARAGUA DO SUL - SC, 08 de Maio de 2019
Contratante: PRESTADORA DE SERVICOS EM ALVENARIA H&G LTDA

www.crea-sc.org.br Fone: (48) 3331-2000
falecom@crea-sc.org.br Fax: (48) 3331-2107
CREA-SC

Fonte: SAMAE, 2020

## OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO

A operação dos sistemas implantados foi estruturada com base em procedimentos periódicos de manutenção preventiva, sendo estabelecida a necessidade de limpeza anual dos sistemas, a fim de garantir sua eficiência operacional.

Os serviços de limpeza são realizados por meio de caminhão hidrovácuo contratado pelo SAMAE, com agendamento e acompanhamento técnico da equipe da Coordenadoria de Esgoto da autarquia.

As Figuras 09 e 10 apresentam imagens das atividades de limpeza realizadas.

**Figura 09 – Limpeza de Sistema Implantado 01**



Fonte SAMAE, 2021

**Figura 10 – Limpeza de Sistema Implantado 02**



Fonte SAMAE,2022

Para custeio das atividades de operação e manutenção, foi instituída a cobrança da Tarifa Básica Operacional (TBO), aplicada aos usuários atendidos pelo sistema. O valor é cobrado conjuntamente com o carnê de resíduos sólidos das áreas rurais, sendo atualmente fixado em R$ 24,13 mensais, incluindo coleta, transporte, tratamento e destinação final adequada dos resíduos coletados nas fossas.

## TRATAMENTO

O material coletado nas fossas sépticas durante as atividades de manutenção é destinado a uma das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) do município de Jaraguá do Sul, especificamente à ETE Ilha da Figueira, em função de apresentar estrutura compatível para recebimento de caminhões limpa fossa.

Essa destinação permite a integração dos sistemas descentralizados ao sistema público de tratamento de esgoto, assegurando que os resíduos coletados sejam submetidos a processos adequados de tratamento, em conformidade com as normas ambientais vigentes.

Dessa forma, garante-se a eficiência no tratamento e a disposição final ambientalmente adequada dos efluentes, promovendo o encerramento do ciclo do saneamento por meio de uma solução integrada, que combina sistemas individuais com infraestrutura centralizada, contribuindo para a sustentabilidade do modelo adotado.

A Figura 11 apresenta uma imagem da Estação de Tratamento de Esgoto – ETE Ilha da Figueira onde é realizado o tratamento do material coletado.

**Figura 11 – ETE Ilha da Figueira**



Fonte: Autor

## MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO

Como parte da metodologia empregada neste projeto, foram realizadas análises periódicas do desempenho dos sistemas, com base em parâmetros de qualidade do efluente, permitindo avaliar a eficiência do tratamento e subsidiar a tomada de decisão para futuras etapas do programa.

As análises tiveram início após 15 (quinze) meses do início da operação dos sistemas, sendo realizadas diversas campanhas de amostragem, com avaliação de parâmetros como a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a presença de *Escherichia coli*, microrganismo indicador de contaminação por esgoto sanitário.

Para fins de comparação e validação dos resultados obtidos, foram realizadas consultas à literatura técnica especializada, com ênfase nos parâmetros relacionados à DBO, sendo adotados como referência os seguintes valores:

Segundo Jordão e Pessôa (1995) e Macintyre (1996), a DBO do esgoto bruto varia entre 100 e 300 mg/L. Já Netto et al. (1977) indicam que a média da DBO em esgotos sanitários pode atingir aproximadamente 300 $mgO_2/L$. De acordo com Von Sperling (1996), a DBO média de esgotos domésticos situa-se em torno de 300 mg/L, sendo a carga per capita estimada em 54 g/hab.dia. Por fim, na 6ª edição de sua obra, Jordão e Pessôa (2011) indicam que a DBO dos esgotos domésticos pode variar entre 100 e 400 mg/L.

Esses parâmetros serviram como base para a análise da eficiência dos sistemas implantados, permitindo a comparação entre os valores típicos de esgoto bruto e os resultados obtidos após o tratamento, contribuindo para a avaliação técnica da solução adotada.

## RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados do Projeto de Saneamento Rural foram estruturados de forma a possibilitar uma análise integrada de sua efetividade, sendo organizados em três dimensões principais: resultados técnicos, resultados ambientais e resultados financeiros, em conformidade com os princípios da eficiência, eficácia e sustentabilidade aplicados à gestão pública do saneamento básico.

## RESULTADOS TÉCNICOS

Os resultados técnicos dizem respeito à implantação, funcionamento e desempenho operacional dos sistemas individuais de tratamento de esgoto, considerando critérios estabelecidos em normas técnicas vigentes.

Conforme dados atualizados da autarquia, atualmente 492 unidades de conjuntos de fossa séptica e filtro anaeróbio encontram-se devidamente implantadas e em operação na localidade do Garibaldi, decorrentes diretamente das ações do projeto. Todos os sistemas foram implantados com emissão de Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) e em conformidade com os requisitos sanitários locais, garantindo segurança operacional, estanqueidade e adequação às condições de uso.

Considerando que a Lei nº 14.026/2020, que institui o Novo Marco Legal do Saneamento, estabelece como diretriz a universalização dos serviços de esgotamento sanitário nos municípios brasileiros, observa-se que iniciativas voltadas ao atendimento de áreas rurais assumem papel estratégico no cumprimento dessas metas.

De acordo com dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA, 2025), o município de Jaraguá do Sul possui 4.563 domicílios rurais. Nesse contexto, tomando como base as 492 unidades de sistemas individuais instaladas e em operação, verifica-se que o Projeto de Saneamento Rural atende cerca de 10,78% do total de residências rurais do município com serviços relacionados à coleta e tratamento de esgoto sanitário, mesmo que com um sistema alternativo.

Esse resultado evidencia um avanço significativo na ampliação da cobertura de esgotamento sanitário em áreas não atendidas por sistemas coletivos, contribuindo diretamente para o cumprimento das metas de universalização, bem como para a melhoria das condições ambientais e sanitárias da população rural.

## RESULTADOS AMBIENTAIS

Os resultados ambientais refletem os impactos positivos decorrentes da redução da carga poluidora lançada no meio ambiente, em consonância com os princípios estabelecidos na Lei Federal nº 11.445/2007.

Com base nas análises realizadas, observam-se variações nos parâmetros de qualidade do efluente ao longo das amostragens, conforme apresentado na Tabela 1:

**Tabela 1 – Parâmetros de qualidade do efluente**

| Amostra | DBO (mg/L) | DQO (mg/L) | *Escherichia coli* (NMP/100 mL) |
|---|---|---|---|
| Amostra 01 | 197 | 360 | 249.197 |
| Amostra 02 | 166 | 166 | $> 2{,}42 \times 10^5$ |
| Amostra 03 | 217 | 216 | $> 2{,}42 \times 10^5$ |
| Amostra 04 | 48,6 | 162 | 198.628 |
| Amostra 05 | 93 | 285 | $> 2{,}42 \times 10^5$ |

Fonte: Autor

A análise dos resultados evidencia que, embora haja variação entre as amostras, o desempenho dos sistemas individuais de tratamento apresenta tendência consistente de redução da carga orgânica, especialmente quando observados os valores mais elevados de eficiência nas amostras subsequentes. A menor eficiência registrada (34%) pode estar associada a fatores operacionais, como o período de estabilização inicial do sistema, condições específicas de uso ou características do efluente afluente. Por outro lado, as eficiências mais elevadas, atingindo até 84% de remoção de DBO, indicam que, quando em condições adequadas de operação, os sistemas são capazes de promover tratamento significativo da matéria orgânica.

Os valores de DBO observados no efluente tratado, especialmente nas amostras com menores concentrações (como 48,6 mg/L e 93 mg/L), demonstram que os sistemas podem atingir níveis compatíveis com soluções de tratamento descentralizado, aproximando-se de padrões aceitáveis para lançamento em solo ou sistemas de disposição final, conforme diretrizes técnicas aplicáveis.

Em relação aos parâmetros microbiológicos, a presença de *Escherichia coli* em todas as amostras indica que os sistemas adotados possuem limitações na remoção de microrganismos patogênicos, característica esperada em sistemas anaeróbios convencionais. Esse resultado reforça a importância da etapa de disposição final adequada do efluente e da integração com sistemas complementares ou medidas adicionais de proteção sanitária, quando necessário.

De forma geral, os resultados obtidos corroboram a literatura técnica, que aponta que sistemas compostos por tanque séptico seguido de filtro anaeróbio apresentam eficiências típicas entre 50% e 80% na remoção de DBO, posicionando o desempenho observado no projeto dentro da faixa esperada. Assim, conclui-se que a solução adotada é tecnicamente adequada para o contexto rural, contribuindo de maneira efetiva para a redução da carga poluidora e mitigação dos impactos ambientais associados ao lançamento de esgoto in natura.

Considerando esse desempenho, estima-se que o projeto contribui para evitar o lançamento de aproximadamente 124.000 litros de esgoto bruto por dia no Rio Jaraguá, o que representa cerca de 3,7 milhões de litros mensais de esgoto que deixam de impactar diretamente o corpo hídrico.

Tais resultados evidenciam a efetividade da solução adotada na mitigação de impactos ambientais, contribuindo para a melhoria da qualidade da água, proteção de mananciais utilizados para abastecimento público e promoção da saúde ambiental, em conformidade com as diretrizes do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), especialmente no que se refere à preservação dos padrões de qualidade dos corpos hídricos.

## RESULTADOS FINANCEIROS

No âmbito financeiro, o projeto demonstrou viabilidade econômica e aderência aos princípios da economicidade e eficiência na aplicação de recursos públicos.

O processo licitatório para aquisição dos sistemas resultou em redução de aproximadamente 22% em relação ao valor de referência, com o custo unitário passando de R$ 2.042,50 para R$ 1.595,00, evidenciando competitividade e otimização dos recursos investidos.

O custo total inicial por unidade, considerando aquisição e instalação, foi de R$ 2.894,50. Após a execução parcial do projeto, houve readequação dos custos de instalação, resultando em valor total de R$ 3.364,75 por unidade, refletindo ajustes decorrentes das condições reais de execução em campo.

Ainda assim, a solução adotada permanece significativamente mais vantajosa quando comparada à implantação de sistemas coletivos em áreas rurais, os quais demandariam investimentos substancialmente superiores em infraestrutura.

Adicionalmente, foi instituída a Tarifa Básica Operacional (TBO) mensal por unidade, destinada à cobertura dos custos de operação e manutenção, incluindo serviços de limpeza periódica por caminhão hidrovácuo, assim como a destinação final ambientalmente adequada do lodo gerado em cada unidade.

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E DIFICULDADES ENCONTRADAS

A partir da análise dos resultados técnicos, ambientais e financeiros obtidos, verifica-se que o Projeto de Saneamento Rural, embora tenha demonstrado efetividade e viabilidade, teve sua implementação associada a desafios operacionais e construtivos inerentes às características das áreas rurais e ao modelo descentralizado adotado, os quais devem ser considerados na avaliação global do programa.

Durante a fase de implantação, foram observadas dificuldades relacionadas, principalmente, ao acesso às propriedades rurais, fator que impactou diretamente a logística de transporte de equipamentos, a mobilização de equipes e a execução das escavações. Adicionalmente, as condições geotécnicas dos terrenos, caracterizadas por elevada umidade e presença de infiltrações, interferiram na estabilidade das escavações e na adequada instalação dos sistemas.

Outro aspecto relevante refere-se ao fato de que cada unidade instalada configura uma obra individualizada, com significativa variabilidade nas condições locais. Essa característica dificultou a padronização dos serviços e a previsão precisa de insumos, equipamentos e mão de obra, refletindo diretamente nos custos operacionais e no planejamento das atividades.

No que tange aos materiais empregados, foram identificadas limitações quanto à resistência estrutural dos componentes quando vazios, especialmente em situações de reaterro inadequado ou aplicação de cargas superiores às especificadas. Em alguns casos, foram observadas deformações estruturais, decorrentes dessas condições. Esse cenário foi agravado pela execução inadequada do reaterro por parte dos moradores, em desacordo com as recomendações técnicas de fabricação quanto ao tipo de material e à altura permitida, comprometendo, em determinadas situações, a integridade dos sistemas implantados

Além disso, foram registradas dificuldades relacionadas à compactação do solo, fator que influencia diretamente a estabilidade e a durabilidade das estruturas, especialmente em áreas com características geotécnicas desfavoráveis.

Sob a ótica econômico-operacional, destaca-se a necessidade de avaliação contínua do equilíbrio entre os custos reais de operação e manutenção dos sistemas e a arrecadação proveniente da Tarifa Básica Operacional (TBO), de modo a assegurar a sustentabilidade financeira do projeto a longo prazo. Tal análise torna-se essencial quando considerados os custos efetivos envolvidos nos processos de manutenção, logística e operação do sistema.

Nesse contexto, foi realizada uma avaliação financeira dos custos associados à operação dos sistemas individuais de tratamento de esgoto, considerando a execução de uma limpeza anual por unidade e desconsiderando os custos de depreciação das instalações, equipamentos e infraestrutura de apoio. Os levantamentos indicaram que cada operação de limpeza envolve, em média, duas horas de utilização de caminhão hidrovácuo, duas horas de acompanhamento por auxiliar operacional, custos de gestão administrativa e operacional, além do tratamento e disposição final dos resíduos na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Com base nesses insumos, o custo total estimado para o SAMAE é de aproximadamente R$ 782,56 por unidade ao ano.

Por outro lado, considerando o valor da Tarifa Básica Operacional (TBO) vigente em 2025, correspondente a R$ 24,13 mensais, a arrecadação anual por unidade totaliza aproximadamente R$ 290,00, valor insuficiente para cobrir os custos efetivamente incorridos na operação e manutenção do sistema. Dessa forma, verifica-se um déficit operacional da ordem de R$ 490 por unidade ao ano, valor atualmente absorvido pelo SAMAE.
Esses resultados demonstram que, embora o projeto apresente elevada relevância ambiental, sanitária e social, sua expansão em larga escala exigirá a revisão dos mecanismos de financiamento e sustentabilidade econômica, incluindo a reavaliação da estrutura tarifária, a busca por fontes complementares de recursos e a adoção de medidas de otimização operacional, de modo a assegurar a viabilidade financeira do programa no longo prazo.

## CONTINUIDADE DO PROGRAMA – SEGUNDA ETAPA

Diante dos resultados obtidos na fase inicial e das oportunidades de aprimoramento identificadas, encontra-se em estudo, desde 2025, uma nova etapa do Projeto de Saneamento Rural, que prevê a aquisição de novos conjuntos de tratamento, bem como a avaliação da substituição dos materiais atualmente utilizados, com vistas à adoção de sistemas mais robustos e duráveis, adequados às condições operacionais e geotécnicas das áreas atendidas.

A nova etapa do Programa de Saneamento Rural apresenta caráter ampliado e estratégico, prevendo a expansão do atendimento para todas as áreas rurais do município, não se restringindo à localidade do Garibaldi, inicialmente contemplada.

Nesse contexto, estão sendo desenvolvidos estudos técnicos e operacionais com o objetivo de viabilizar o atendimento às demais residências rurais do município, contemplando a implantação de aproximadamente 4.000 novas unidades. Tal ampliação representa um avanço significativo em direção à universalização dos serviços de esgotamento sanitário no meio rural, em consonância com as diretrizes estabelecidas pelo Novo Marco Legal do Saneamento.

Essa ampliação será fundamentada nas lições aprendidas na fase inicial do projeto, incorporando melhorias nos aspectos construtivos, operacionais e de gestão, com o objetivo de garantir maior eficiência no tratamento, aumento da durabilidade dos sistemas implantados e sustentabilidade do programa a longo prazo.

## CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O Projeto de Saneamento Rural representa uma importante iniciativa para a ampliação da cobertura de saneamento básico em áreas rurais, especialmente em municípios que já apresentam elevado nível de atendimento na área urbana, como Jaraguá do Sul.

A adoção de sistemas individuais de tratamento de esgoto demonstrou ser uma solução tecnicamente adequada e economicamente viável para regiões de baixa densidade populacional, contribuindo de forma significativa para a proteção dos recursos hídricos e para a melhoria das condições ambientais do município.

Os indicadores obtidos evidenciam um avanço concreto em direção à universalização dos serviços de esgotamento sanitário, com impactos positivos diretos na qualidade ambiental, na saúde pública e na gestão sustentável dos recursos hídricos, em consonância com as diretrizes estabelecidas pela legislação vigente.

Diante dos resultados alcançados e das dificuldades identificadas ao longo da implantação, recomenda-se a continuidade dos estudos técnicos, conforme já vem sendo conduzido no âmbito da segunda etapa do Projeto de Saneamento Rural, com foco na avaliação e adoção de tecnologias construtivas mais adequadas às condições locais, especialmente no que se refere às características geotécnicas, operacionais e estruturais das áreas de implantação.

Adicionalmente, recomenda-se o aprimoramento contínuo dos processos de instalação, operação e manutenção dos sistemas, bem como o fortalecimento das ações de educação sanitária junto aos usuários, visando garantir a eficiência, durabilidade e sustentabilidade do programa a longo prazo.

Por fim, destaca-se que a continuidade e ampliação do programa, aliadas à incorporação das melhorias identificadas, configuram-se como elementos fundamentais para o alcance das metas de universalização do saneamento no meio rural, consolidando o modelo adotado como uma solução estratégica, replicável e alinhada às diretrizes nacionais de saneamento básico, com potencial de servir como referência para outros municípios brasileiros que enfrentam desafios semelhantes na gestão do saneamento em áreas rurais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 7229:1993. Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro: ABNT, 1993. 15 p.

2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 13969:1997. Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 60 p.

3. BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.036, de 11 de maio de 1990, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

4. BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, entre outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

5. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 16 maio 2011.

6. JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. Tratamento de esgotos domésticos. 3. ed. Rio de Janeiro: ABES, 1995. 720 p.

7. JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. Tratamento de esgotos domésticos. 6. ed. Rio de Janeiro: ABES, 2011. 1.050 p.

8. MACINTYRE, Archibald Joseph. Instalações hidráulicas prediais e industriais. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1996. 551 p.

9. NETTO, José Martiniano de Azevedo et al. Manual de hidráulica. 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1977. 669 p.

10. PREFEITURA MUNICIPAL DE JARAGUÁ DO SUL. GeoJaraguá: Sistema de Informações Geográficas. Jaraguá do Sul, 2026. Disponível em: https://www.jaraguadosul.sc.gov.br. Acesso em: 2026.

11. SAMAE – SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE JARAGUÁ DO SUL. Relatórios técnicos e dados operacionais do Projeto de Saneamento Rural (2020–2026). Jaraguá do Sul: SAMAE, 2026.

12. SINISA – SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO BÁSICO. Diagnóstico Temático dos Serviços de Esgotamento Sanitário – Ano de Referência 2024. Brasília, DF: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2025. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/sinisa. Acesso em: 28 jul. 2026.

13. VON SPERLING, Marcos. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Minas Gerais (DESA/UFMG), 1996. 243 p. (Princípios do Tratamento Biológico de Águas Residuárias, v. 1).