



MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA  
AMBIENTAL

Alexandre Martins de Melo Sant' Ana

**SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE SANEAMENTO PARA OS TERRITÓRIOS  
RURAIS DISPERSOS: Estudo de Caso Realizado no Projeto Piloto de Florestal -  
MG**

**Bambuí - MG**

**2024**

**ALEXANDRE MARTINS DE MELO SANT' ANA**

**SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE SANEAMENTO PARA OS TERRITÓRIOS  
RURAIS DISPERSOS: Estudo de Caso Realizado no Projeto Piloto de Florestal -  
MG**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* Bambuí para obtenção do Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental.

Prof. Orientador: Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni

Linha de Pesquisa: Gestão e Planejamento Ambiental

Projeto Estruturante: Gestão de águas, efluentes e resíduos sólidos II - Políticas Públicas e Gestão de Serviços de Saneamento

**BAMBUÍ- MG**

**2024**

Catálogo na Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí

S237 s Sant' Ana, Alexandre Martins de Melo.

Ficha técnica para a produção técnica e tecnológica. / Alexandre Martins de Melo Sant' Ana, Hygor Aristides Victor Rossoni. – Bambuí, [2024].

12 p. : il. ; color.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG, Curso Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, 2024.

1. Saneamento rural. 2. Tratamento de esgoto. 2. Produção técnica e tecnológica. I. Rossoni, Hygor Aristides Victor. II. Título.

CDD 628.7



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS  
Campus Bambuí  
Diretoria de Pesquisa, Inovação e Pós-Graduação  
Seção de Pós-Graduação  
Av. Professor Mário Werneck, 2590 - Bairro Bunitis - CEP 30575-180 - Belo Horizonte - MG  
37 3431 4900 - www.ifmg.edu.br

## FICHA DE APROVAÇÃO

Dissertação de Mestrado, intitulada “**SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE SANEAMENTO PARA OS TERRITÓRIOS RURAIS DISPERSOS: Estudo de Caso Realizado no Projeto Piloto de Florestal-MG**”, de autoria do mestrando em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental, **Alexandre Martins de Melo Sant’Ana**, sob a orientação do prof. Dr. **Hygor Aristides Victor Rossoni**, aprovado pela Banca Examinadora de Defesa, em 05/07/2024, com a média de 75,0 pontos.

Bambuí (MG), 05 de julho de 2024.



Documento assinado eletronicamente por **Hygor Aristides Victor Rossoni**, Usuário Externo, em 07/07/2024, às 11:44, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **BRENNO SANTOS LEITE**, Usuário Externo, em 07/07/2024, às 13:06, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Martins de Melo Sant’Ana**, Usuário Externo, em 07/07/2024, às 17:07, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Bernardo Aleixo de Sousa Cruz**, Usuário Externo, em 18/09/2024, às 09:14, conforme Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade do documento pode ser conferida no site <https://sei.ifmg.edu.br/consultadoes> informando o código verificador **1964188** e o código CRC **BCC521AA**.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus Pai,  
Jesus Cristo e ao Espírito Santo,  
que, de forma sobrenatural,  
me capacitou, me instruiu e me protegeu,  
me fornecendo todos recursos necessários em tempo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais e irmãos, principalmente, ao meu pai, que sempre acreditou em mim e espero ter correspondido aos seus sonhos.

Adriano, meu irmãozinho, você foi essencial neste processo, incentivando e dando aquele empurrãozinho que faz toda diferença.

Agradeço a Thais e Moisés, que são hoje minha família, instituída por Deus e que sempre me apoiou incondicionalmente.

Agradeço ao professor Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni, que como orientador sempre ajudou de forma plena e presente para eu conseguir alcançar os objetivos propostos, sempre contribuindo com importantes considerações e suportes; um homem em quem encontrei grande motivação, pois está sempre interessado em melhorar o meio em que vive, contribuindo com ações sociais, beneficiando muitas pessoas, propagando seus conhecimentos com excelência.

Agradeço a todos os docentes integrantes do Curso de Mestrado Profissional em Sustentabilidade e Tecnologia Ambiental (MPSTA), principalmente, ao Prof. Dr. Carlos Fernando Lemos, que me apresentou o curso e que de alguma maneira acreditou no meu potencial. Agradeço também aos bolsistas do CNPq Alessandro Cunha e Giovanna Gomes, que estavam sempre prontos para contribuir com excelência.

Aos profissionais da Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Florestal, com importantes contribuições por meio de informações específicas.

Agradeço a UFV – *Campus* Florestal que disponibilizou a Casa institucional, onde atualmente está instalado o Centro de Vivências Práticas de Saneamento Rural, que possui relevante papel neste trabalho; e a todas as pessoas que contribuíram direta e indiretamente neste trabalho, principalmente, a diretoria administrativa através do Rogério Torres que sempre me incentivou e encorajou, agradeço também a equipe da Manutenção de *Campus*, que sempre atendeu prontamente diversas demandas.

## RESUMO

O saneamento é um direito básico para toda população e de relevante importância no combate à proliferação de doenças, indispensável para o bem-estar e a saúde humana em qualquer meio em que o homem esteja inserido. Com o objetivo de proporcionar um melhor entendimento das soluções existentes de saneamento em áreas rurais dispersas entre a população local, já que as áreas situadas em territórios rurais dispersos possuem menor cobertura dos serviços sanitários, além de novas formas de se obter serviços de qualidade com um gasto menor, garantindo a universalização do acesso aos serviços básicos para a população rural dispersa, o presente trabalho busca ofertar estudos que possibilitem a execução de novos projetos para o alcance do bem-estar individual e coletivo dessas áreas mais arreadas. As soluções de saneamento são primordiais para a promoção da saúde humana e para a qualidade das águas e dos solos. Dessa forma, o acesso a elas constitui direito social integrante de políticas públicas sociais a ser garantido pelo Estado. Por outro lado, a falta de estrutura sanitária nas áreas rurais gera um impacto negativo ao ambiente, colaborando para causar riscos de contaminação da água e do solo, ajudando no aparecimento e propagação de doenças.

**Palavras-chave:** Saneamento. Área rural. Saúde. Universalização do acesso.

## **ABSTRACT**

Sanitation is a basic right for the entire population and is an important instrument in combating the proliferation of diseases, being of utmost importance to human well-being and health in any environment. Areas located in scattered rural territories have lower coverage of health services. With the aim of providing a better understanding of existing sanitation solutions in rural areas dispersed among the local population and new ways of obtaining quality services at a lower expense, ensuring universal access to basic services for the dispersed rural population, the This work seeks to offer services that enable the execution of new projects to achieve individual and collective well-being in these more remote areas. Sanitation solutions are essential for promoting human health and the quality of water and soil. Access to them constitutes a social right that is part of public social policies to be guaranteed by the State. The lack of a sanitary structure in rural areas generates a negative impact on the environment, contributing to the risk of water and soil contamination, helping with the emergence and spread of diseases.

**Keywords:** Sanitation. Rural area. Health. Universal access.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

### INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1 – Evolução do saneamento básico no Brasil.....	13
Figura 2 – Mapa das Regiões de Florestal – MG .....	21
Figura 3 – Mapa caracterização da área rural de Florestal .....	21
Figura 4 – Agrupamentos de domicílios, segundo os setores censitários do IBGE .....	25

### CAPÍTULO I

Figura 1 – Fluxograma das fases da Revisão Sistemática da Literatura .....	39
--	----

### CAPÍTULO II

Figura 1 – Sistema do Tanque de Evapotranspiração.....	53
Figura 2 – Sistema do Tanque de Evapotranspiração.....	54
Figura 3 – Círculo de Bananeiras .....	55
Figura 4 – Escavação.....	59
Figura 5 – Aplicação da argamassa .....	60
Figura 6 – Instalação da câmara interna e dos substratos filtrantes .....	61
Figura 7 – Sistema concluído .....	61
Figura 8 – Escavação e preenchimento da vala.....	62
Figura 9 – Círculo de Bananeiras .....	63

### RELATO DE EXPERIÊNCIA

Figura 1 – Participantes do Módulo 04 .....	76
Figura 2 e 3 – Atividade prática - montagem da estrutura da cisterna .....	77
Figura 4 – Aula teórica do Módulo 4 .....	77
Figura 5 – Croqui da CVESR com delimitações de áreas.....	79
Figura 6 e 7 – Preparação do contrapiso .....	80
Figura 8 e 9 – Malha de ferro e dobras do piso para fixação da parede .....	80
Figura 10 – Fixação da parede 1.....	81
Figura 11 – Fixação da parede 2.....	81
Figura 12 – Travamento do teto da estrutura.....	82
Figura 13 – Abertura superior para limpeza.....	82
Figura 14 – Preparo da argamassa.....	83
Figura 15 e 16 – Aplicação da argamassa na parede da estrutura .....	83
Figura 17 e 18 – Abertura e tampa da estrutura .....	84
Figura 19 – Reservatório em processo de cura.....	84

## LISTA DE TABELAS

### INTRODUÇÃO GERAL

Tabela 1 – Número de propriedades de moradores e sítiantes em cada região rural de Florestal .....	22
--	----

### CAPÍTULO I

Tabela 1 – Planilha estimativa orçamentária referente a instalação de TEvap. ....	62
Tabela 2 – Planilha estimativa orçamentária referente à instalação do Círculo de Bananeiras .....	66

### CAPÍTULO II

Tabela 1 – Estimativa de custos .....	85
---------------------------------------	----

## LISTA DE QUADROS

### INTRODUÇÃO GERAL

QUADRO 1 – Caracterização do atendimento e do déficit de acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário .....	16
--	----

### CAPÍTULO I

QUADRO 1 - Descrição dos procedimentos para a Revisão Sistemática de Literatura	38
Quadro 2 -Resultados da busca por artigos relevantes quanto à temática proposta para aplicação da revisão bibliográfica sistemática.....	38

### RELATO DE EXPERIÊNCIA

Quadro 1 - Materiais para cisterna e suas características .....	74
---	----

### CAPÍTULO III

Quadro 1 - Classificação do PTT – Curso para Formação Profissional .....	90
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAF	<i>Campus</i> Florestal
CEDAF	Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
DQO	Demanda Química de Oxigênio
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PIMC	Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais
PLANASA	Plano Nacional de Saneamento
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNSB	Política Nacional de Saneamento Básico no Brasil
PRISMA	Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises
PSBR	Programa Saneamento Brasil Rural
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
RSL	Revisão Sistemática da Literatura
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TEVAP	Tanque de Evapotranspiração
UFV	Universidade Federal de Viçosa

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>12</b>
	<b>FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO BÁSICO NO BRASIL.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>JUSTIFICATIVA .....</b>	<b>17</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
<b>2.1</b>	<b>Objetivo geral .....</b>	<b>19</b>
<b>2.2</b>	<b>Objetivos específicos.....</b>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA.....</b>	<b>19</b>
<b>3.1</b>	<b>Ações de adequação do ambiental rural .....</b>	<b>22</b>
<b>4</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>23</b>
<b>5</b>	<b>HIPÓTESE.....</b>	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>29</b>
	<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>31</b>
	<b>SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE SANEAMENTO RURAL PARA OS TERRITÓRIOS RURAIS DISPERSOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA .....</b>	<b>31</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>38</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>40</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>45</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>47</b>
	<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>50</b>
	<b>PROPOSTA DE SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA O TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE DOMICÍLIOS RURAIS DISPERSOS: RELATO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA SOBRE O PROJETO PILOTO DE FLORESTAL – MG .....</b>	<b>50</b>
	<b>RELATO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA - EIXO TEMÁTICO: UNIVERSIDADE, FORMAÇÃO NA ENGENHARIA E EDUCAÇÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>1</b>	<b>CONTEXTO.....</b>	<b>52</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA.....</b>	<b>56</b>
<b>2.1</b>	<b>Considerações de preliminares de dimensionamento .....</b>	<b>58</b>
<b>2.1.1</b>	<b>Tanque de evapotranspiração .....</b>	<b>58</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Círculo de bananeiras .....</b>	<b>62</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>64</b>
<b>3.1</b>	<b>Investimento no sistema do Tanque de Evapotranspiração.....</b>	<b>64</b>
<b>3.2</b>	<b>Investimento no Círculo de Bananeiras .....</b>	<b>66</b>
<b>3.3</b>	<b>Investimento total nas tecnologias para o tratamento de águas residuárias ....</b>	<b>67</b>
<b>4</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>67</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>70</b>

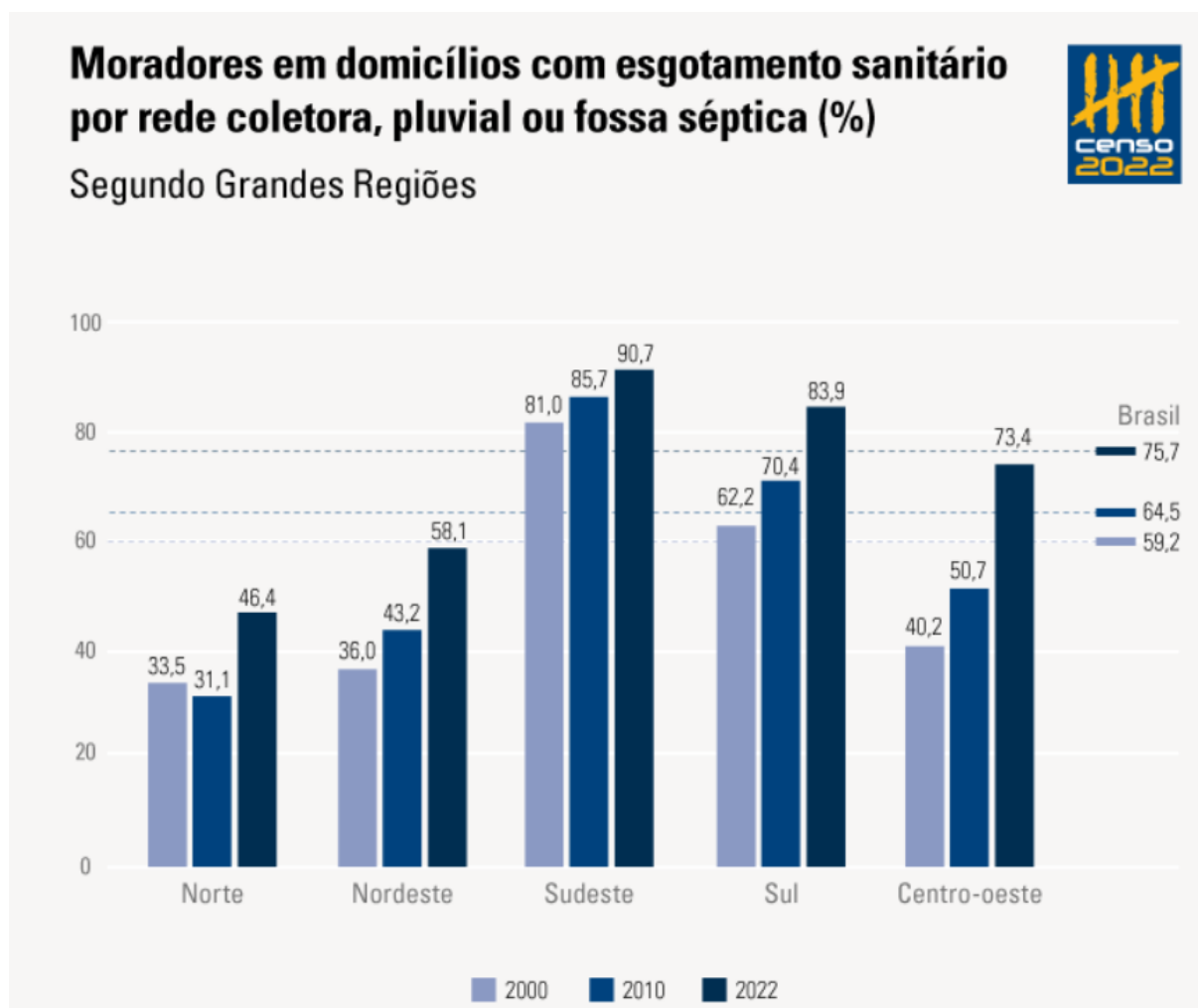
<b>CISTERNA DE FERROCIMENTO COMO SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA O MANEJO E A RESERVAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CONTEXTO DO SANEAMENTO RURAL EM COMUNIDADES ISOLADAS: RELATO DE EXPERIÊNCIA REALIZADO NO PROJETO PILOTO DE FLORESTAL - MG.....</b>	<b>71</b>
<b>1 CONTEXTO.....</b>	<b>73</b>
<b>2 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA.....</b>	<b>78</b>
<b>3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>86</b>
<b>AGRADECIMENTOS.....</b>	<b>86</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>87</b>
<b>CAPÍTULO III – APRESENTAÇÃO DO PTT.....</b>	<b>89</b>
<b>AÇÕES DE INTERVENÇÃO NO ÂMBITO DO SANEAMENTO RURAL DE FLORESTAL-MG – MÓDULO 3 – ESGOTO DOMÉSTICO.....</b>	<b>94</b>
<b>ANEXO I.....</b>	<b>98</b>
<b>ANEXO II.....</b>	<b>100</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

O saneamento, além de promover a proteção ambiental, é uma importante ação de promoção da saúde, promovendo impactos positivos em diversos aspectos da saúde, garantindo a sustentabilidade e possibilitando a igualdade e a autonomia das áreas atendidas. As soluções de saneamento são essenciais para a promoção da saúde humana e para a qualidade das águas e dos solos. Assim, o acesso a elas constitui direito social integrante de políticas públicas sociais a ser garantido pelo Estado. A saúde é o objetivo estratégico do saneamento e, conforme preconiza a Constituição Federal, em seu artigo 196: “É direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para a promoção, proteção e recuperação” (BRASIL, 1988).

As políticas públicas de saneamento abrangem aspectos técnicos, socioeconômicos e culturais, com foco na saúde pública e na melhoria do ambiente. No entanto, as populações rurais enfrentam desafios específicos na provisão desses serviços. Apesar disso, tais obstáculos não devem justificar a inação do Estado. As iniciativas de políticas públicas de saneamento até o momento não têm alcançado a resolutividade desejada para as áreas rurais, comprometendo a garantia universal de direitos (FUNASA, 2019). A disponibilidade de água potável e a gestão adequada dos resíduos são cruciais para a qualidade de vida e saúde da população. Embora tenham ocorrido avanços nos serviços de saneamento básico nas últimas décadas em todas as regiões do Brasil, ainda há um longo caminho a percorrer para se garantir o acesso ideal a esses serviços pela população brasileira.

Figura 1 – Evolução do saneamento básico no Brasil



Fonte: IBGE, 11-03-24.

Os dados do Censo Demográfico 2022, divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), permitem afirmar que o esgotamento mostrou evolução em todas as regiões no período compreendido entre 2000 e 2022, exceto a região Norte do Brasil, que teve um recuo em 2010, mas já desempenha com recuperação positiva alavancando para 46,4% a proporção de domicílios atendidos por uma rede coletora, rede pluvial ou fossa séptica.

Atualmente foram estabelecidas leis com a finalidade de garantir ao cidadão o acesso aos serviços de saneamento básico, dentre elas a Lei 14.026/2020, mais conhecida como o novo marco regulatório de saneamento básico no Brasil, regulado pelo Decreto 7.217/2010 (Regulamento do Saneamento).

A partir da criação do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), com o intuito de alcançar a universalização desse serviço, foi proposto o Programa

Saneamento Brasil Rural (PSBR) (BRASIL, 2021). O PSBR tem por objetivo atender as especificidades sanitárias das regiões rurais a fim de desenvolver meios de gestão e soluções tecnológicas adequadas à realidade local. A estruturação e materialização do PSBR foram possíveis a partir da participação de diversos atores, sendo eles da esfera pública municipal, estadual e do âmbito federal, bem como de pesquisadores, de organizações e de movimentos sociais (BRASIL, 2019).

Diante do contexto exposto, o saneamento encontra-se na área de atuação do Estado, o qual demanda que atividades sejam formuladas envolvendo a participação dos cidadãos e o controle social dos usuários (HELLER; CASTRO, 2007). Sendo assim, destaca-se que o oferecimento desses serviços deve ser assegurado por meio de políticas públicas, as quais são originadas mediante os conflitos relacionados ao papel do Estado e suas ações voltadas para intervenção na sociedade (MENICUCCI; D'ALBUQUERQUE, 2018).

No Brasil, há um déficit na prestação e qualidade dos serviços de saneamento entre os espaços urbanos e rurais (CUNHA; BORJA, 2018). Determinar o tamanho exato do déficit na prestação e qualidade dos serviços de saneamento entre espaços urbanos e rurais no Brasil em termos quantitativos é uma tarefa complexa devido à falta de dados precisos e atualizados sobre o assunto. No entanto, pode-se destacar alguns pontos que indicam a disparidade entre esses dois contextos:

- i) Cobertura de Saneamento: Dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) indicam que, em geral, as áreas urbanas tendem a ter uma cobertura maior de serviços de água tratada e esgotamento sanitário em comparação com as áreas rurais. No entanto, as taxas de cobertura variam consideravelmente de região para região e podem ser afetadas por diversos fatores, como densidade populacional, características geográficas e disponibilidade de recursos.
- ii) Qualidade dos Serviços: A qualidade dos serviços de saneamento também pode variar entre áreas urbanas e rurais. Em alguns casos, a falta de infraestrutura adequada de coleta e tratamento de esgoto pode resultar em contaminação de recursos hídricos e aumento do risco de doenças transmitidas pela água. Nas áreas rurais, onde a cobertura de

serviços de saneamento é geralmente menor, os desafios podem ser ainda maiores devido à falta de investimentos em infraestrutura e à dispersão populacional.

- iii) Desigualdades Socioeconômicas: As disparidades no acesso a serviços de saneamento muitas vezes refletem desigualdades socioeconômicas entre áreas urbanas e rurais. Em geral, as áreas urbanas tendem a receber mais investimentos em infraestrutura e serviços públicos em comparação com as áreas rurais, o que pode contribuir para a disparidade no acesso a serviços de saneamento.

Embora não haja um número específico que represente o tamanho exato do déficit de saneamento entre espaços urbanos e rurais no Brasil, é evidente que essa disparidade é uma questão importante que afeta a qualidade de vida e a saúde da população, especialmente, nas áreas rurais mais carentes de infraestrutura. Para resolver essa questão, são necessários investimentos significativos em infraestrutura de saneamento, políticas públicas direcionadas e medidas para reduzir as desigualdades socioeconômicas entre regiões. Residir em localidades mais vulneráveis acarreta diversos custos para o indivíduo, tanto em relação à infraestrutura, como maior distância e dificuldade de acesso aos serviços públicos, quanto às características sociais intrínsecas, como menor coesão social, maior nível de criminalidade e estresse. Essas características não só afetam o bem-estar individual e da população, mas também têm um impacto significativo na saúde, tornando as áreas rurais mais defasadas na obtenção dos serviços sanitários, já que os centros urbanos possuem maior concentração de capital, tornando com isso, o foco no estabelecimento de políticas públicas e programas de saneamento (NUNES; QUEIROZ, 2016).

Além disso, a falta de comprometimento do Estado com a criação e efetivação de políticas públicas, bem como os fatores culturais e sociais (detectados e citados na Revisão Sistemática Literal, na qual foram detalhados alguns casos em diferentes cenários e culturas que podem ser observados no capítulo II deste trabalho) são condicionantes que podem restringir a implantação de tecnologias sanitárias que viabilizem a cobertura e o acesso para as famílias rurais (ZUIN *et al.*, 2019; ALEIXO *et al.*, 2019), além disso o investimento em programas de saneamento que favoreçam as áreas rurais não deve ser implementado com menor capacidade de tratamento e efetividade (SPEARS, 2012; GROSS; GUNTHER, 2014).

O PLANSAB classifica as soluções sanitárias em três grupos: atendimento adequado, atendimento precário e ausência de atendimento, de acordo com o Quadro 1.

QUADRO 1 – Caracterização do atendimento e do déficit de acesso ao abastecimento de água e esgotamento sanitário

SERVIÇO	ATENDIMENTO	DÉFICIT	
	ADEQUADO	ATENDIMENTO PRECÁRIO	SEM ATENDIMENTO
Abastecimento de água	Fornecimento de água potável por rede de distribuição ou por poço, nascente ou cisterna, com canalização interna em qualquer caso sem intermitências (paralisações ou interrupções).	Dentre o conjunto com fornecimento de água por rede e poço ou nascente, a parcela de domicílios que: i - Não possui canalização interna; ii - Recebe água fora dos padrões de potabilidade; e iii - Tem intermitência prolongada e racionamentos. Uso de cisterna para água de chuva, que forneça água sem segurança sanitária e, ou em quantidade insuficiente para a proteção à saúde. Uso de reservatório abastecido por carro pipa.	Demais situações Ex.: Coleta de água em cursos d'água ou poços a longas distâncias.
Esgotamento sanitário	Coleta de esgotos, seguida de tratamento Uso de fossa séptica (1).	- Coleta de esgoto, não seguida de tratamento - uso de fossa rudimentar.	Demais situações (2).

Fonte 1: BRASIL, Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. PLANSAB: Plano nacional de saneamento básico: mais saúde com qualidade de vida e cidadania. Brasília, DF, 2014. p. 43. Adaptado. Disponível em: [https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab\\_texto\\_editado\\_para\\_download.pdf](https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/PlanSaB/plansab_texto_editado_para_download.pdf). Acesso em: jun 2020.

Fonte 2: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/pnsb-2017>

Importante mencionar que o termo “fossa séptica” (1) citada no quadro 1, refere-se à fossa séptica sucedida por pós-tratamento ou unidade de disposição final, adequadamente projetado e construído. Já o termo “demais situações” (2) pode ser assim exemplificado: ausência de banheiro ou sanitário; lançamento direto de esgoto em valas, rios, lagos, mar ou outra forma pela unidade domiciliar.

Ao trabalhar com as comunidades rurais dispersas, é fundamental a utilização de tecnologias sociais eficientes e de baixo custo, que possam ser integradas pela

população rural dispersa. Essa demanda foi observada no capítulo III, que trouxe uma proposta tecnológica para solucionar o problema de saneamento doméstico em comunidades rurais isoladas. Além disso, deve-se empregar uma abordagem clara e objetiva para que o saneamento promova mudanças no modo de pensar das pessoas em forma de sensibilização, induzindo alterações não apenas na comunidade, mas em cada um dos envolvidos nos trabalhos de saneamento, cujos resultados ajudarão no processo de construção do conhecimento sobre o tema por possibilitarem melhor compreender como são tais práticas de saneamento e promover maior conhecimento a todos envolvidos para uma tomada de decisão de forma participativa.

### **1.1 Justificativa**

O presente trabalho possui um caráter especial para o pesquisador, pois, ao longo da sua trajetória de vida, cresceu na cidade de Florestal - Minas Gerais. A relação do pesquisador e a sua família com o local era, e ainda continua sendo consolidada, principalmente, com a Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal (CEDAF) – Universidade Federal de Viçosa (UFV). Salienta-se que as principais atividades realizadas durante a vida têm grande relação com a instituição. Meu pai foi professor de biologia, ministrando para os cursos de nível técnico até o ano de 1996. Ele lecionou até se aposentar, e eu tive a oportunidade de fazer o curso técnico em Agropecuária entre 1997 e 1999, em 2018 me tornei funcionário efetivo dessa estimada instituição e no exercício de minhas funções percebi o quanto podemos contribuir para melhorar o meio em que vivemos.

Um dos anseios para desenvolver o estudo na temática sanitária, parte dessa vivência com o rural e o que ele oferece. Além disso, vai de encontro com a possibilidade de envolver os conceitos que a Sustentabilidade aborda, especialmente, para compreender como originou as questões de apropriação desses espaços rurais, que favorecem diretamente o aparecimento das desigualdades locais, e como se fundamentam as relações entre a cidade e o campo.

Destaco ser uma alegria desenvolver esse trabalho como forma de retribuição de parte do investimento acadêmico em mim confiado, portanto vejo a possibilidade de carregar as bagagens adquiridas com cada familiar e com a comunidade com esperança de contribuir de forma relevante para propor soluções, melhorando o meio em que nasci,

cresci e vivo. Porém, não faltam desafios para quem está presente na área rural. Ressalta-se que as dificuldades estão relacionadas, principalmente, aos serviços públicos, que deveriam atender aos moradores das comunidades com a mesma efetividade que os residentes do centro urbano.

Segundo Rosa (2023), consideram-se como ações de saneamento básico aquelas que ocorrem indiretamente no âmbito das conquistas de moradias e diretamente no conjunto de atividades, infraestruturas, instalações e/ou práticas em: sistemas de abastecimento de água; sistemas de coleta e transporte de esgoto; manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. No que se refere às condições de saneamento básico, ainda é comum a ausência de coleta de resíduos dentro da própria comunidade, a utilização de métodos rudimentares para disposição do esgoto sanitário e a carência de monitoramento da qualidade da água distribuída por meio do poço artesiano.

Segundo Hogado-Silva (2014), conhecer as condições de vida e a qualidade do saneamento nas áreas rurais auxilia no diagnóstico da realidade no campo, o que subsidia a formulação de políticas públicas que promovam progressos para a população e agenciem a conservação dos recursos naturais.

Como forma de propagação de conhecimento, é necessário oferecer a oportunidade para que a população envolvida tenha uma melhor conscientização quanto à necessidade e a importância de se consumir água potável, bem como as maneiras de se conseguir tratar devidamente a água que possui em suas moradias.

Segundo Roland (2022),

A visão integrada de saneamento - baseada em ações conjuntas de abastecimento de água, esgotamento sanitário e melhorias sanitárias - e sua relação direta com a saúde pública, a qualidade de vida e o bem-estar da população demonstram a busca da superação da visão puramente tecnicista do saneamento, focada na infraestrutura. As propostas de educação e participação social procuravam promover a troca de saberes e a assimilação consciente de informações. No que concerne à prestação dos serviços de saneamento, a relevância do poder público é enfatizada, sendo recomendado o fornecimento de suporte às associações comunitárias para operação e manutenção dos sistemas.

Portanto, como o saneamento é um direito de todo cidadão e políticas públicas são elaboradas, mas não necessariamente executadas, para minimizar a precariedade da

prestação e do acesso a esses serviços, propor soluções sobre esse assunto é urgente, disseminar o conhecimento para melhorar a qualidade de vida dos moradores do território rural disperso é necessário.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho possui o objetivo de estudar a problemática envolvida nos processos de gestão ambiental do fornecimento dos serviços de saneamento para a área rural de Florestal, com foco em três pontos essenciais: 1) avaliação das ações de acordo com a realidade local; 2) princípios básicos do saneamento: adequabilidade, universalidade, equidade e integralidade; 3) implementação de medidas estruturais no âmbito do saneamento rural.

### **2.2 Objetivos específicos**

Para que o principal objetivo seja alcançado, torna-se necessário a condução dos seguintes objetivos específicos:

- I) Produzir uma revisão sistemática de literatura, com abordagem em soluções tecnológicas alternativas de saneamento para a área rural de Florestal;
- II) Promover o relato de experiências sobre soluções alternativas de saneamento no meio rural, envolvendo a comunidade de Florestal-MG;
- III) Elaborar um produto técnico, com ênfase na capacitação, a fim de se contribuir para a compreensão da realidade do saneamento rural isolado, sugerindo gestão de políticas públicas mais efetivas, tanto para a população envolvida quanto para os profissionais de áreas correlatas que trabalham nas áreas de estudo.

## **3 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE PESQUISA**

O município de Florestal, integrante da Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), abrange uma extensão territorial de 194,242 km<sup>2</sup>, apresentando um

Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,724 (IBGE, 2010), escolarização de 98,8% da população com idade entre 6 e 14 anos (IBGE,2010) e uma população de 8.045 habitantes, conforme o censo realizado em 2022 pelo IBGE.

Situado na região do Médio Rio Paraopeba, Florestal destaca-se pela presença de cursos d'água e nascentes, cujo principal corpo hídrico é o Rio Paraopeba e seus afluentes, como o ribeirão das Lages, córregos Marinheiro, Queluz, Lavrinha e Tapera. Isso resulta em um número significativo de propriedades com Área de Preservação Permanente (APP), conforme estabelecido pelo Código Florestal (Lei Federal nº 4771/1965), abrigando também diversas atividades econômicas, com destaque para a pecuária, produção de hortifrutigranjeiros, comércio, pequenas indústrias e microempresas.

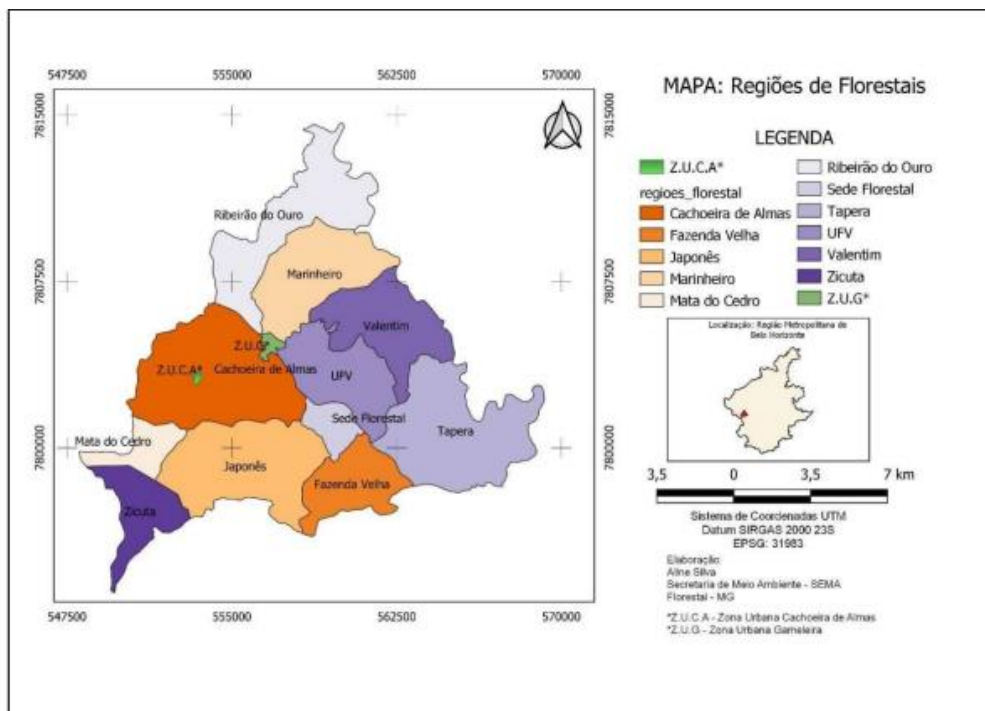
É relevante salientar que o *Campus* Florestal da Universidade Federal de Viçosa (UFV) está integrado ao município, contando com, aproximadamente, 2.639 membros na comunidade acadêmica, incluindo servidores técnicos (181), docentes (134) e discentes (2.324) (UFV, 2022; PPO, 2022). A universidade desempenha um papel fundamental ao participar ativamente das ações da experiência piloto, servindo como centro de pesquisa. A UFV contribui para discussões e eventos, além da participação de docentes e discentes em atividades interdisciplinares, colaborando em benefício do programa.

Parte importante do presente trabalho é propor soluções e alternativas a serem implantadas, observando de maneira geral, as condições e peculiaridades da realidade atual local. O PMSB realizado em 2015 mostra que Florestal possui o esgotamento sanitário, em sua maioria, sendo realizado por meio de fossas rudimentares e por redes coletoras desprovidas de qualquer tipo de tratamento, conduzindo todo o efluente até os corpos receptores. Vale mencionar que a destinação do escoamento sanitário por fossas rudimentares, seja ele, uma “fossa negra”, poço ou buraco, tem o poder de contaminar águas subterrâneas, o solo e os poços de água subterrânea, podendo gerar doenças, tais como verminoses, hepatite, cólera e outras patologias que podem ser transmitidas por causa da contaminação da água, afetando drasticamente a população local.

Em relação à coleta de resíduos sólidos na zona rural, o PMSB informa que há uma empresa terceirizada que realiza a coleta dos resíduos acondicionados em lixeiras coletivas em pontos estratégicos. Entretanto, em locais onde ainda não existem esses pontos, o morador é o responsável pela destinação adequada do resíduo gerado em seu

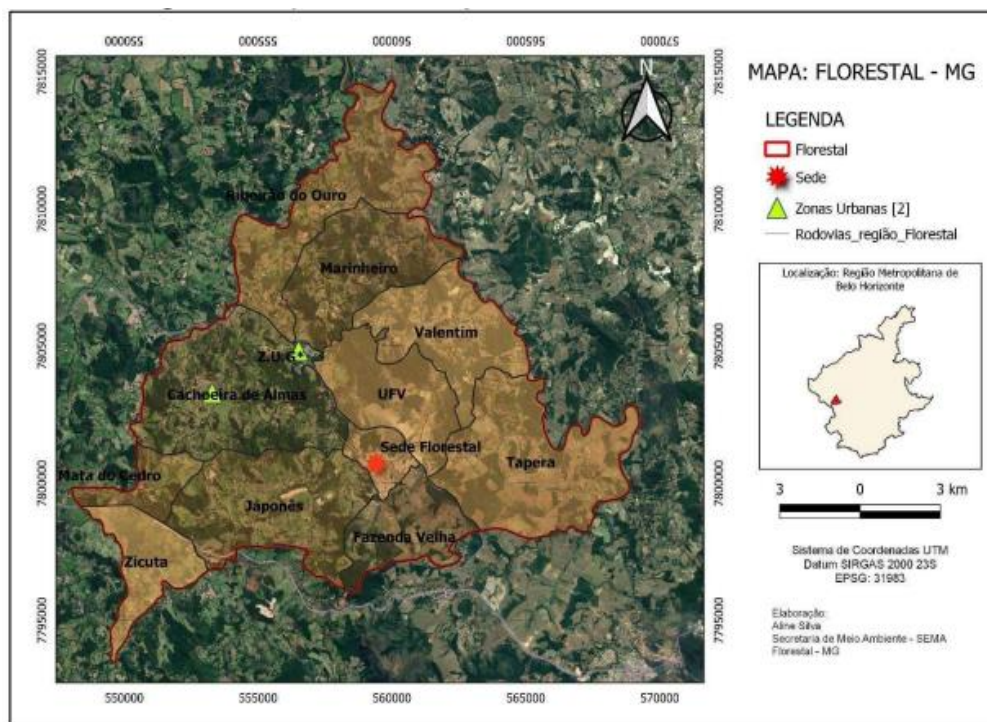
domicílio. Nas Figuras 2 e 3, encontram-se expostos os mapas das regiões elaborados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Florestal-MG (PMF, 2022).

Figura 2 – Mapa das Regiões de Florestal – MG



Fonte: SEMA Florestal – Aline Silva

Figura 3 – Mapa caracterização da área rural de Florestal



Fonte: SEMA Florestal – Aline Silva

Tabela 1 – Número de propriedades de moradores e sítiantes em cada região rural de Florestal

LOCAL	PROPRIEDADES MORADORES	PROPRIEDADES SÍTIANES	CHÁCARAS
CACHOEIRA DAS ALMAS	41	35	-
FAZENDA VELHA	33	39	-
JAPONÊS	52	32	-
MARINHEIRO	48	36	6
RIBEIRÃO DE OURO	40	17	-
TAPERA	46	20	-
VALENTIM	34	48	20
MATA DO CEDRO	15	3	-
ZICUTA	8	7	-
TOTAL	317	237	26

**Fonte:** Elaborado pelo autor, 2023, adaptado de SEMA.

Na Tabela 1 e nos mapas das Figuras 2 e 3, pode-se perceber a proporção de área quando leva-se em consideração a área urbana e também pode-se observar como estão distribuídas as diversas propriedades na região rural dispersa de Florestal – MG. É possível verificar o quanto seria oneroso propor soluções coletivas de coleta de esgoto sanitário e seu respectivo tratamento, além disso, trata-se de uma área grande e poucas vias de acesso, que apresenta condições precárias, sem pavimentação, dificultando também a coleta de resíduos sólidos e rede de drenagem de água pluvial, o que normalmente acontece por escoamento superficial, com direcionamentos improvisados.

### 3.1 Ações de adequação do ambiental rural

De acordo com os dados da Prefeitura Municipal de Florestal, a região atualmente se encontra no programa Pró-Mananciais, que promove importantes ações para proteger a bacia do córrego do camarão, entre as quais destacam-se o cercamento de 21 km de áreas de nascentes, trecho à montante na microbacia de contribuição do ponto de captação de água de abastecimento, promoção de oficinas e cursos de capacitação,

concurso nas escolas locais para desenvolvimento da identidade do COLMEIA local. Além disso, foi celebrado convênio envolvendo COPASA e Prefeitura para construção de barraginhas, 20 km de terraçamento e 5 km de adequação de estradas. Existem, atualmente, outras iniciativas por meio de parcerias com a Empresa de Assistência Técnica de Extensão Rural (EMATER) e o Sistema Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), que promovem diversos cursos relacionados à preservação e conservação ambiental. Com o objetivo de fomentar a agroecologia, incluindo as práticas agrícolas regenerativas da natureza e outras importantes ações visando a sustentabilidade, Florestal conta também com a Associação Florestalense de Agroecologia (AFLORA).

Outra ação de grande relevância que se encontra em fase de implantação – Centro de Vivência em Saneamento Rural – foi baseada no caráter multifuncional pretendido para o local, dentre esses: 1) divulgar experiências de tecnologias sociais de saneamento; 2) abrigar ou ser uma das referências para a estrutura a ser criada pelo município para a gestão dos serviços de saneamento rural; 3) promover treinamentos e troca de saberes, atento às particularidades do ambiente rural e comunitário – envolvendo processos educacionais formal; não-formal e informal; e 4) ser o local de apoio para estadia de colaboradores. É importante ressaltar que as ações aplicadas em Florestal devem ser notadas como um modelo a ser seguido em todo o território nacional (DSBARF, 2022).

#### **4 REFERENCIAL TEÓRICO**

O espaço rural brasileiro vem sendo marcado pela apropriação do seu território desde a difusão dos processos de industrialização, urbanização e modernização agrícola, regidos, principalmente, aos moldes do capital. Em vista disso, as desigualdades no âmbito rural foram ainda mais agravadas, devido à necessidade de expansão das atividades industriais e produtivas, e ao crescimento urbano (SPOSITO, 1988; SAUER; LEITE, 2012).

Em decorrência disso, é evidente que as condições ambientais são comprometidas, sobretudo, as sanitárias, pois está presente em todas as atividades desenvolvidas no espaço geográfico (BRITTO *et al.*, 2012). Nesse sentido, os serviços de saneamento, quando prestados de maneira negligente, favorecem a degradação ambiental e causam danos à saúde pública, particularmente, nas áreas rurais. Em virtude disso, os impactos ambientais são alastrados, tornando suscetível a ocorrência de doenças

consideradas evitáveis, a título de exemplo, as doenças infecciosas e parasitárias (RIBEIRO, 2004).

Cabe destacar que, no Brasil, os avanços mais significativos do saneamento são datados da década de 1970, com a criação do Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), bem como com a formulação das políticas públicas, tais como: Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei N° 9.433/1997); Política Federal de Saneamento Básico (Lei N° 11.445/2007); e Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei N°12.305/2010) (REZENDE; HELLER, 2008).

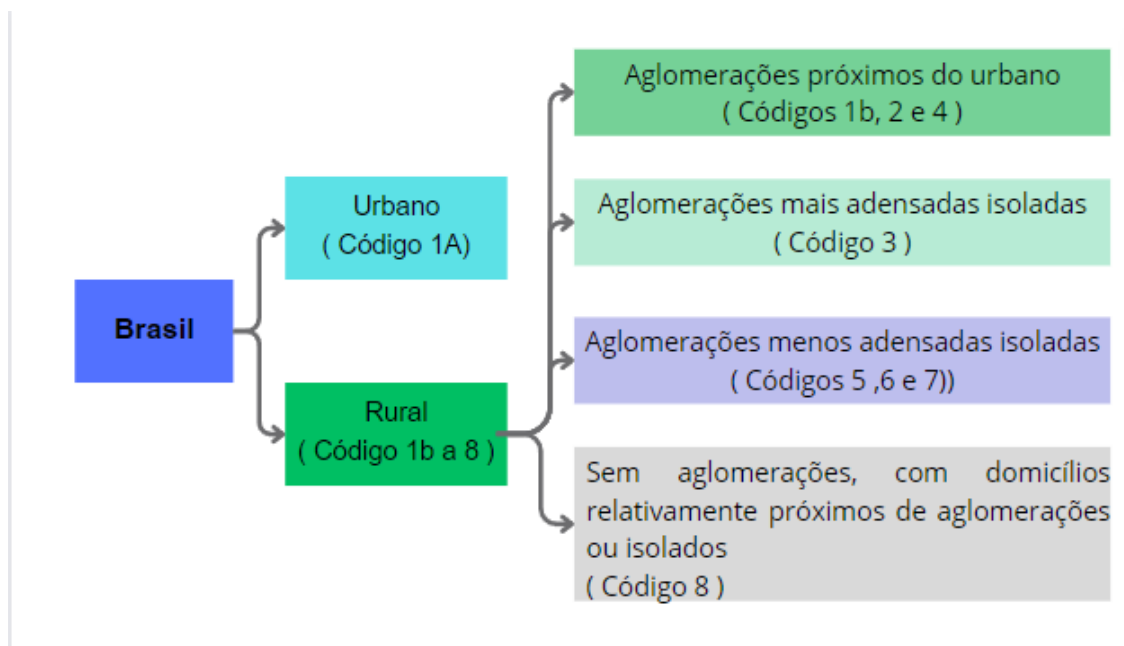
Diante disso, direcionado para o rural, no ano de 2019, foi aprovado o Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR), o qual se estrutura em três eixos indissociáveis e estratégicos de soluções: gestão dos serviços; educação e participação social; e tecnologia.

O eixo da gestão dos serviços abrange o planejamento, a regulação, a fiscalização, a prestação de serviços e o controle social sobre essas funções, visando ao atendimento da população com segurança e efetividade. Já o arcabouço da educação e participação social abrange a sensibilização dos usuários sobre seus direitos e deveres, a viabilização de apoio técnico e pedagógico aos operadores dos serviços e a qualificação dos gestores técnicos e administrativos, adotando metodologias pedagógicas adequadas a cada situação. Por fim, o eixo da tecnologia envolve a identificação de soluções para as questões relacionadas ao saneamento rural – abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais – buscando ferramentas práticas e pautando-se nos princípios da universalidade e equidade (BRASIL, 2019).

Devido à escassez de procedimentos iniciais que possam servir de base, foi proposta a implantação da sede das experiências piloto do PSBR em Florestal por meio de parcerias entre FUNASA, UFV E PMF estabelecidas em maio de 2021. Com investimento estimado em R\$ 8 Milhões, Florestal atenderia 1148 habitantes da zona rural, com procedimentos iniciais a serem replicados em todo o território nacional<sup>1</sup>.

Tendo em vista que o PSBR é desenvolvido para o âmbito rural, o programa utiliza em seu escopo a classificação proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o qual demarca como a área rural municipal “aquela externa ao seu perímetro urbano e que corresponda a setores censitários rurais” (BRASIL, 2019, p. 56) (Figura 4).

Figura 4 – Agrupamentos de domicílios, segundo os setores censitários do IBGE



**Fonte:** BRASIL, 2019, p. 60.

Em face disso, destaca-se que o município de Florestal possui duas situações distintas de classificação, equivalente aos códigos 3 e 8. Na primeira descrição, estão as aglomerações mais adensadas e isoladas denominadas como urbanas, mas que estão afastadas dos centros urbanos, recebendo a nomenclatura de distrito sede. Esse modelo de localização possibilita que ações coletivas de saneamento sejam promovidas, para serem autossuficientes e economicamente viáveis. Nesse contexto, estão incluídas estratégias para tornar os serviços de saneamento apropriados e até mesmo geridos pela própria comunidade (BRASIL, 2019).

Já a segunda condição, são os locais sem aglomerações com domicílios isolados ou relativamente próximos. Para essas comunidades é recomendado que as soluções de saneamento sejam realizadas de maneira individual, ou seja, que as atividades sejam introduzidas para atender, respectivamente, uma unidade residencial (BRASIL, 2019).

Tendo em vista que o PSBR é oriundo de uma política pública e para que sua execução aconteça de maneira efetiva, é preciso observar algumas fases essenciais, tais como a delimitação do problema, que deve ser definida pela “discrepância entre o status quo e uma situação ideal possível” (SECCHI, 2014, p.34). Essa etapa permite a identificação das causas e limitações existentes em um local, para ser factível delinear cenários que possibilitem a formulação de ações (HÖCHTL; PARYCEK; SCHÖLLHAMMER, 2016).

A partir do conjunto de problemáticas sobre um tema específico, há a possibilidade de uma formação de agenda de governo, para o desenvolvimento de metas e programas, com o objetivo de alertar a comunidade política sobre a relevância do assunto e a necessidade de interferência pública (SECCHI, 2014).

A presente pesquisa possui o foco direcionado para apresentação de um relato de experiência e um curso de curta duração para disseminar conhecimento e demonstrar as implicações positivas para os moradores em zonas rurais isoladas cujas condições de acesso aos serviços sanitários da população são escassas e, por meio disso, apresentar soluções coletivas em saneamento.

Pesquisadores, grupos políticos e instituições administrativas buscam alcançar uma definição concreta para o termo rural disperso. O uso de múltiplos conceitos para determinar um objeto de estudo específico, no caso as áreas rurais, reflete a sua multidimensionalidade e até mesmo evidencia a dificuldade em se chegar a uma conclusão definitiva sobre o tema (CROMARTIE; BUCHOLTZ, 2008).

Rural disperso ou rural isolado refere-se a áreas rurais que são caracterizadas pela presença de habitações e comunidades espalhadas ou dispersas ao longo do território. Nessas áreas, as residências podem estar localizadas a certa distância umas das outras, e a população não está concentrada em assentamentos compactos. O termo destaca a natureza dispersa e muitas vezes difusa das comunidades rurais nesses locais.

Esse tipo de configuração geográfica pode apresentar desafios específicos, especialmente no que diz respeito à prestação de serviços essenciais, como saneamento, fornecimento de água, eletricidade e outros serviços públicos. Em contextos de "rural disperso", a implementação de infraestrutura e a oferta de serviços podem exigir abordagens específicas para atender às necessidades das populações que estão distribuídas ao longo de uma ampla área geográfica.

Para Dymitrow (2019), o termo rural não expressa o sentido de espaço geográfico como um local, mas “rural como um conceito supostamente pensado para definir o espaço geográfico” (DYMITROW, 2019, p. 25).

Em suma, há quem ainda compreenda o rural a partir das suas ruralidades, entendido como o modo de vida da população do espaço rural, a qual é composta por saberes, pelas relações cultivadas e afazeres desempenhados no cotidiano, que por vezes são ensinados por várias gerações. Desse modo, compreende-se que o rural é um local heterogêneo, não sendo a reprodução de uma sociedade homogênea estabelecida no espaço urbano (MEDEIROS, 2017).

Ademais, o Estado também procura mecanismos para classificar as áreas rurais, sendo a definição proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o qual estabelece sua análise considerando as áreas externas ao perímetro urbano, aquela que corresponde a setores censitários (BRASIL, 2019a).

Sem aglomerações, com domicílios relativamente próximos de aglomerações ou isolados, o código 8 é caracterizado pelo IBGE como zona rural sem aglomerações, apresenta o maior contingente populacional dentre todos os segmentos de setores rurais considerados pelo IBGE, no Censo Demográfico de 2010. Nessa perspectiva, pode-se avaliar, como soluções mais adequadas a essas áreas, aquelas capazes de atenderem a uma unidade domiciliar. Entretanto, os trabalhos de campo revelaram a existência de pequenas aglomerações nos setores de código 8, em algumas das quais as soluções coletivas representam as práticas adotadas. Assume-se, pois, que as ações individuais serão predominantes nesse contexto, e que as práticas coletivas deverão avançar a partir do quadro sanitário identificado.

Segundo Dirven *et al.* (2011), a proposta empregada pelo IBGE pode inviabilizar a criação de programas e políticas públicas direcionadas para as áreas rurais, visto que não contempla todas as especificidades locais. Já na concepção de Roland *et al.* (2019), essa descrição estabelecida pelo órgão federal é formulada de maneira estratégica, com o intuito de proporcionar o desenvolvimento das políticas públicas.

Em termos comparativos, as definições propostas por meio de órgãos federais administrativos que realizam o censo, não são uma exclusividade brasileira. De acordo com *U. S. Census Bureau* (Departamento do Censo dos Estados Unidos), a identificação se baseia a partir da densidade populacional, ou seja, áreas densamente povoadas são tidas como urbanas, logo, consideram-se áreas rurais aquelas que possuem menor quantidade populacional, mais precisamente que contemplem até menos de 2.500 habitantes. Além disso, destaca-se uma segunda maneira de classificação, que é amplamente utilizada e leva em conta o critério não metropolitano, o qual corresponde a áreas que estão situadas fora dos municípios centrais com até cerca de 50.000 habitantes (CROMARTIE; BUCHOLTZ, 2008).

Segundo o IBGE, em 2019, o município de Florestal possuía uma população estimada de 7.461 habitantes, sendo que 1.239 residente de área rural, o que representa 16,61% da população local. É fundamental que se avance na regulamentação de critérios e parâmetros de planejamento territorial específicos para a situação encontrada nos municípios, pois é sabido que a demanda de planejamento de um município pode variar

muito em função do seu porte. Um exemplo disso é o conteúdo mínimo do Plano Diretor, previsto no Estatuto das Cidades, que inclui necessariamente disposições requeridas para o exercício do direito de preempção (BRASIL, 10.257, Art. 25), da outorga onerosa do direito de construir (BRASIL, 10.257, Art. 28), da permissão para alteração do uso do solo mediante contrapartida (BRASIL, 10.257, Art. 29), das operações urbanas consorciadas (BRASIL, 10.257, Art. 32) e da transferência do direito de construir (BRASIL, 10.257, Art. 35).

Considera-se que boas condições de saneamento básico são portas de entrada para boas condições de saúde pública. E não há dúvida de que é importante avançar na melhoria das condições de saneamento das áreas rurais dos municípios como parte de uma estratégia para favorecer a permanência ou mesmo o crescimento populacional nas áreas rurais. (MORETTI, CUNHA, JUNIOR, FILHO, 2021)

As políticas públicas brasileiras adotadas no saneamento rural, em geral, são muito escassas e, quando ocorre algum tipo de planejamento ou ação, elas não têm metodologias compatíveis com a legislação pertinente, além de serem pontuais e não abranger os quatro principais componentes de saneamento básico, que são abastecimento de água potável, rede de captação e tratamento de esgoto, gerenciamento de resíduos sólidos e manejo de águas pluviais. Portanto, ela afeta, principalmente, o meio rural, que é geralmente excluído da política pública adotada.

Nesse sentido, será apresentado um relato de experiência, pelo qual será possível verificar os principais aspectos de uma tecnologia efetiva, auxiliando na solução de problemas crônicos existentes no território rural disperso quando se foca no saneamento. Posteriormente, serão divulgadas, por meio de minicursos, tecnologias existentes para promover a disponibilidade de soluções diversas.

## **5 HIPÓTESE**

A difusão de informações, por meio de “dia de campo” e cursos, contribui para a promoção e formação de recursos humanos capazes de atuar na educação, informando todos os envolvidos sobre a importância do saneamento nas áreas rurais dispersas. Dessa forma, busca-se apresentar alternativas de tratamento de esgoto doméstico nessas comunidades e auxiliar os moradores desses locais, gestores públicos e profissionais da saúde a compreenderem melhor a importância da adoção de soluções de acordo com o contexto local.

## REFERÊNCIAS

ALEIXO, B.; PENA, J. L.; HELLER, L.; REZENDE, S. Infrastructure is a necessary but insufficient condition to eliminate inequalities in access to water: Research of a rural community intervention in Northeast Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 652, p.1445–1455, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.202>.

BRASIL. Constituição Federal. 1998

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural** / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2019. 260 p. ISBN: 978-85-7346-065-0. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL\\_PNSR\\_2019.pdf](http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf). Acesso em: 2 nov. 2023.

CNODS – COMISSÃO NACIONAL PARA OS ODS. **Plano de ação 2017-2019**. Brasília: CNODS, dez. 2017. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/ods/publicacoes/plano-de-acao-da-cnods-2017-2019>. Acesso em: 23 jul. 2023.

COPASA Programa Pró-Mananciais – **Cisternas de ferrocimento de 20 mil litros**. S/D.

CUNHA, M. A.; BORJA, P. A. O programa de aceleração do crescimento no estado da Bahia e os desafios da universalização do saneamento básico. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.SUPL1.AO09>.

GROSS, E.; GUNTHER, I. Why Do Households Invest in Sanitation in Rural Benin: Health, Wealth, or Prestige?". **Water Resources Research**, v. 50, n. 10, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/2014WR015899>.

HELLER, L.; CASTRO, J. E. Política pública de saneamento: apontamentos teóricos conceituais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, p. 284-295, 2007. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522007000300008>

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra**: Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/pnsb-2017>. Acesso em: 24 jul. 2023.

Medeiros 2017

MENICUCCI, T.; D' ALBUQUERQUE. Política de saneamento vis-à-vis à política da saúde: encontros, desencontros e seus efeitos. In: **Saneamento como política pública: um olhar a partir dos desafios do SUS**. Léo Heller (Org). Rio de Janeiro, RJ: Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz., 2018, p. 9-52. Disponível em: [https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/28241/2/Leo\\_Heller\\_et\\_al\\_saneamento.pdf](https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/28241/2/Leo_Heller_et_al_saneamento.pdf). Acesso em: 31 mar. 2022.

NUNES, Mônica Belo. **Planejamento e construção de cisternas para captação e armazenamento de água da chuva**. REDETEC, Rio de Janeiro 2011. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTQzNw==>. Acesso em: 24 jul. 2023.

NUNES, M. S. F.; QUEIROZ, A. F. Estudo de caso do Saneamento Básico no Sítio Paul, Riacho de Santana–RN. **Revista Geotemas**, Rio Grande do Norte, v. 6, n. 2, p. 96-111, jul./dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.33237/geotemas.v6i2.1827>.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Casa Civil. LEI Nº 14.026/2020 DOS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato20072010/2007/lei/L11445compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato20072010/2007/lei/L11445compilado.htm) Último acesso em: 2 nov. 2023.

Rios Sudeste. Florestal-MG. Disponível em: <https://app.rios.org.br/index.php/s/WKXCATnjDcnmkem?path=%2Fflorestal-mg> Último acesso em: 2 nov. 2023.

Saneamento Básico 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/pnsb-2017>. Acesso em: 24 jul. 2023.

SPEARS, D. **Effects of rural sanitation on infant mortality and human capital: Evidence from India's Total Sanitation Campaign**. Washington, DC: Princeton University, 2012. Disponível em: [https://www.dartmouth.edu/neudc2012/docs/paper\\_86.pdf](https://www.dartmouth.edu/neudc2012/docs/paper_86.pdf). Acesso em: 27 abr. 2022.

UFV - Pró reitoria de Planejamento e orçamento. Disponível em: <https://www.ppo.ufv.br/wp-content/uploads/2021/08/UFV-EM-NU%CC%81MEROS-2021-CORRIGIDO.pdf>. Acesso: 21 mar. 2024.

ZUIN, V.; DELAIRE, C.; PELETZ, R.; COCK-ESTEB, A.; KHUSH, R.; ALBERT, J. Policy Diffusion in the Rural Sanitation Sector: Lessons from Community-Led Total Sanitation (CLTS). **World Development**, v. 124, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104643>

## CAPÍTULO I

### SOLUÇÕES TECNOLÓGICAS DE SANEAMENTO RURAL PARA OS TERRITÓRIOS RURAIS DISPERSOS: Uma Revisão Sistemática de Literatura

#### RESUMO

O saneamento pode ser caracterizado como um conjunto de serviços públicos e de ações estruturais e estruturantes. As áreas rurais possuem menor cobertura dos serviços sanitários, já que os centros urbanos possuem maior concentração de capital. Com o objetivo de compreender se as políticas públicas e os programas de saneamento rural implementados garantem a universalização do acesso aos serviços básicos para a população rural, o presente artigo apresenta uma revisão sistemática da literatura baseada na recomendação de Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). Foram utilizadas as bases de dados eletrônicas *Web of Science*, também as plataformas *Science Direct*<sup>3</sup>; Periódicos CAPES<sup>4</sup>; SciELO Citation Index<sup>5</sup>; KCI - *Korean Journal Database*<sup>6</sup>; Google Acadêmico<sup>7</sup> para a busca das produções científicas mais relevantes. Os resultados indicam que 8 artigos foram selecionados, sendo todos de periódicos distintos. As publicações aparecem em maior quantidade no idioma inglês, correspondendo a 62,5%. Com base nos artigos escolhidos, verificou-se que a maneira como os programas e políticas públicas são desempenhados é divergente em cada local, o que pode estar associado a fatores culturais. Conclui-se, a partir do estudo, que os programas e políticas de saneamento rural proporcionam a segurança e a participação social, o aproveitamento das águas das chuvas e melhores condições de higiene, cujas ações estão alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) das Nações Unidas, para a qual a sociedade deve ser atuante nas demandas, promovendo melhorias na qualidade de vida.

**Palavras-chave:** Revisão Sistemática. Condições Sanitárias. Serviços Básicos. Comunidades isoladas. Saúde. Água segura.

---

1 Mestrando em Sustentabilidade e Meio Ambiente pelo Instituto Federal de Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, IFMG, Brasil. Coordenador de Projetos e Obras no Campus Florestal da UFV, Brasil. alexandre@ufv.br

2 Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Brasil. Docente na Universidade Federal de Viçosa, UFV, Brasil. rosconi@ufv.br

3 <https://www.sciencedirect.com/>

4 <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/>

5 <https://www.scielo.br/>

6 <https://www.kci.go.kr/kciportal/main.kci?locale=en>

7 <https://scholar.google.com.br/>

## ABSTRACT

Sanitation can be characterized as a set of public services and structural actions. Rural areas have lower coverage of sanitation services compared to urban centers due to greater capital concentration. In order to understand whether public policies and rural sanitation programs ensure universal access to basic services for the rural population, this article presents a systematic literature review based on the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) recommendation. The electronic databases Web of Science, Science Direct, CAPES Journals, and SciELO Citation Index, as well as the KCI - Korean Journal Database, were used to search for the most relevant scientific productions. The results indicate that 8 articles were selected, all from different journals, with the majority published in English (62.5%). Based on the chosen articles, it was found that the way programs and public policies are implemented varies in each location, possibly due to cultural factors. It is concluded from the study that rural sanitation programs and policies provide security and social participation, utilization of rainwater, and better hygiene conditions, aligning with the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), where society actively engages in demands, promoting improvements in quality of life.

**Keywords:** Systematic Review. Sanitary Conditions. Basic Services. Isolated Communities. Health. Safe Water.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui vasta área territorial e uma expressiva parcela da população que reside em pequenos municípios com a dinâmica de vida fortemente ligada às atividades rurais. Na composição do rural para o PNSR, assume-se que a densidade demográfica constitui um indicador bastante robusto, na medida em que é aceitável que as áreas rurais são menos adensadas do que as urbanas. Entretanto, sua capacidade de delinear com precisão a condição rural é inversamente proporcional ao tamanho da área considerada e, dessa forma, assumem-se os setores censitários como unidades geográficas de referência por representarem áreas mais homogêneas do que quaisquer outras unidades geográficas. Ainda que a legislação municipal defina como perímetro urbano o local dessas residências, de fato se encontra em meio rural. Sendo essa uma dificuldade, pois os critérios existentes para o enquadramento da população variam muito entre as nações. Vale mencionar que, no Brasil, ao considerar alguns dos critérios propostos em estudos existentes, a variação da população rural pode variar de 15 a 50% (CRUZ, 2016, p. 181).

Importante ressaltar que o PNSR considera que é necessário identificar a população residente em nível de domicílio, sendo o Censo Demográfico do IBGE, com seus dados para o universo, a única fonte capaz de atender essa premissa. Na composição do rural para o PNSR, assume-se que a densidade demográfica constitui um indicador bastante robusto, na medida em que é aceitável que as áreas rurais são menos adensadas do que as urbanas. Entretanto, sua capacidade de delinear com precisão a condição rural é inversamente proporcional ao tamanho da área considerada e, sendo assim, assumem-se os setores censitários como unidades geográficas de referência, por representarem áreas mais homogêneas do que quaisquer outras unidades geográficas político-administrativas existentes no País.

Para a estimativa da densidade demográfica das áreas tipicamente rurais foram então considerados os setores censitários considerados como aglomerado rural de extensão urbana e aglomerado rural isolado (povoado). As características da vizinhança, por sua vez, representam valiosos instrumentos na identificação de áreas rurais típicas. Considera-se a contiguidade espacial a característica eleita para delinear se a vizinhança das áreas rurais é representada por outras áreas rurais ou por áreas urbanas. Desse modo, assume-se o pressuposto de que os setores rurais não apenas devem apresentar densidade demográfica reduzida, como também possuir, como setores vizinhos, pelo menos outro setor rural. Assim, os setores censitários foram redistribuídos, formando nova base, mais

condizente com os aspectos conceituais aqui tratados. As áreas não-urbanizadas de cidade ou vila e as áreas urbanas isoladas foram incluídas nas áreas rurais. Além disso, procedeu-se à reclassificação dos alguns setores censitários, considerando-se rurais aqueles que apresentam densidade demográfica inferior a 605 hab/km<sup>2</sup> e contiguidade a pelo menos um setor censitário de igual característica.

A referida redistribuição de setores censitários resultou em uma nova configuração para a distribuição da população brasileira em áreas urbanas e rurais, adotada como referência para o PNSR. Os setores censitários foram agrupados segundo a premissa de que as ações individuais de saneamento se destinam a domicílios localizados em áreas de ocupação remota, dispersos no território e distantes uns dos outros. As ações coletivas de saneamento, por sua vez, se aplicam a domicílios distribuídos no território em diferentes escalas de aglomeração e de proximidade com as áreas urbanas.

É importante mencionar que a operacionalização do conceito de rural para o PNSR resulta, em alguns casos, em pouca ou nenhuma aderência às condições às quais os dados são imputados. Como exemplo, existem comunidades notoriamente constituídas por aglomerações populacionais em setores censitários caracterizados como zona rural, exclusive aglomerações. Por outro lado, em setores considerados urbanos, o menor adensamento e as faixas de contiguidade à circunvizinhança revelaram-se elementos importantes para sua reclassificação em setores rurais, que, no entanto, a depender de outros fatores, sobretudo de caráter regional, não se encaixam, de fato, nesse novo perfil.

A Política Federal de Saneamento Básico por meio da Lei N° 11.445 (Brasil,2007) é reconhecida como marco regulatório do saneamento básico no Brasil. A Lei Federal viabilizou uma mudança normativa na gestão do saneamento, em sua regulamentação e prestação (CARCARÁ; SILVA; MOITA NETO, 2019). O abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais são considerados um conjunto de serviços públicos e infraestruturas (BRASIL, 2007). Cabe destacar que usufruir das condições de saneamento básico é um direito do indivíduo, sendo responsabilidade do Estado assegurar o acesso aos cidadãos (CARCARÁ; SILVA; MOITA NETO, 2019).

A partir da criação do Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), com o intuito de alcançar a universalização dos serviços de saneamento básico, foi proposto o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR) (BRASIL, 2021). O PNSR

tem por objetivo atender as especificidades sanitárias das regiões rurais a fim de desenvolver meios de gestão e soluções tecnológicas (BRASIL, 2019).

É fundamental que se avance na regulamentação de critérios e parâmetros de planejamento territorial específicos para a situação encontrada nos municípios, pois é sabido que a demanda de planejamento de um município pode variar muito em função do seu porte.

No Brasil há um déficit na prestação e qualidade dos serviços de saneamento entre os espaços urbanos e rurais (CUNHA; BORJA, 2018). Destaca-se que as áreas rurais possuem menor cobertura na obtenção dos serviços sanitários, já que os centros urbanos possuem maior concentração de capital, tornando com isso, o foco no estabelecimento de políticas públicas (NUNES; QUEIROZ, 2016). Além disso, a falta de comprometimento do Estado com a criação e efetivação de políticas públicas, bem como os fatores culturais e sociais são índices que restringem a implantação de tecnologias que viabilizem a cobertura e o acesso aos serviços de saneamento para as famílias rurais (ZUIN *et al.*, 2019; ALEIXO *et al.*, 2019).

O investimento em programas de saneamento que favoreçam as áreas rurais não deve ser implementado com menor capacidade de tratamento e efetividade. As ações podem ser formuladas com a atenção voltada aos valores de mercado para a compra de materiais visando o sucesso dos programas e até mesmo a mitigação dos eventuais problemas passíveis de acontecer durante o processo (SPEARS, 2012; GROSS; GUNTHER, 2014).

Vários instrumentos de planejamento territorial são concebidos em geral tendo como referência a realidade de médios e grandes municípios. De acordo com Dowbor (2016, p.25), no Brasil, a maioria dos municípios de pequeno porte<sup>3</sup> (com população menor ou igual a 50.000 habitantes) possui características de um aglomerado rural do que propriamente uma cidade. Mas o fato é que mesmo nos municípios de pequeno porte, é no núcleo urbano local que se tomam as decisões sobre o conjunto do território municipal.

---

<sup>3</sup> O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) classifica um município como de pequeno porte quando a sua população é inferior a 50 mil habitantes. Outros critérios que podem ser utilizados pelo IBGE para classificar um município são: Valor adicionado da agropecuária inferior a 15 centésimos do PIB municipal e densidade demográfica inferior a 80 habitantes por quilômetro quadrado

Os municípios de menor porte, no Brasil e em diversos países do mundo, têm enfrentado o grande desafio de oferecer condições para que sua população se interesse em permanecer no meio rural, em especial a população jovem. É emblemático o exemplo de várias pequenas localidades na Itália que oferecem imóveis por um euro para pessoas que se interessem em lá se instalar e montar seus negócios (LEARY e SMITH, 1996).

Entretanto, vale mencionar que a maioria desses imóveis precisam de reformas para obter condições mínimas de habitabilidade.

Não há dúvida da importância e da necessidade de se ter no Brasil um programa que foque na ampliação da atratividade de permanência da população nas áreas rurais. Visando contribuir para o entendimento da necessidade de um olhar específico para o que se encontra nas áreas rurais, este trabalho, ente outras ações, busca analisar a situação relativa aos serviços de saneamento básico nas áreas rurais dos municípios.

Considera-se que boas condições de saneamento básico são portas de entrada para boas condições de saúde pública. E não há dúvida de que é importante avançar na melhoria das condições de saneamento das áreas rurais dos municípios, como parte de uma estratégia para favorecer a permanência ou até mesmo o crescimento populacional nas áreas rurais. (World Health Organization (WHO), 2017)

As políticas públicas brasileiras adotadas no saneamento rural, em geral, são muito escassas e, quando ocorre algum tipo de planejamento ou ação, elas não têm metodologias compatíveis com a legislação pertinente, além de serem pontuais e não abranger os quatro principais componentes de saneamento básico, que são abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem.

Portanto, elas afetam, principalmente, o meio rural, que é geralmente excluído da política pública adotada. O saneamento básico ainda é muito escasso no Brasil. Portanto é importante um processo de planejamento ambiental para a implementação de políticas públicas adequadas para o setor. (VEIGA, 2007)

Nesse sentido, a análise do presente trabalho com o objetivo de auxiliar na reflexão sobre os aspectos específicos da realidade encontrada nas áreas rurais, quanto ao saneamento. Além disso, busca-se analisar quais são as ações estruturante e estruturais que estão sendo propostas na legislação nacional, para avaliar as principais experiências nacional e internacional, quanto a implantação de políticas públicas de saneamento em áreas rurais.

Diante desse contexto, buscou-se elucidar a seguinte hipótese para o estudo: a implementação de programas e políticas públicas de saneamento rural garante a

universalização do acesso da população rural aos serviços básicos? Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura identificando as produções científicas mais relevantes que abordam os programas e políticas públicas de saneamento rural na sua implantação e efetividade.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A Revisão Sistemática da Literatura (RSL) é uma metodologia que permite a identificação e avaliação de estudos relevantes de uma temática específica com o intuito de responder a uma questão que foi levantada pelo pesquisador. Sendo assim, a pesquisa foi baseada na recomendação de Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Metaanálises (PRISMA) (GALVÃO; PANSANI; HARRAD, 2015). Diante disso, o Quadro 1 apresenta de maneira sucinta os procedimentos que foram seguidos para a elaboração da RSL.

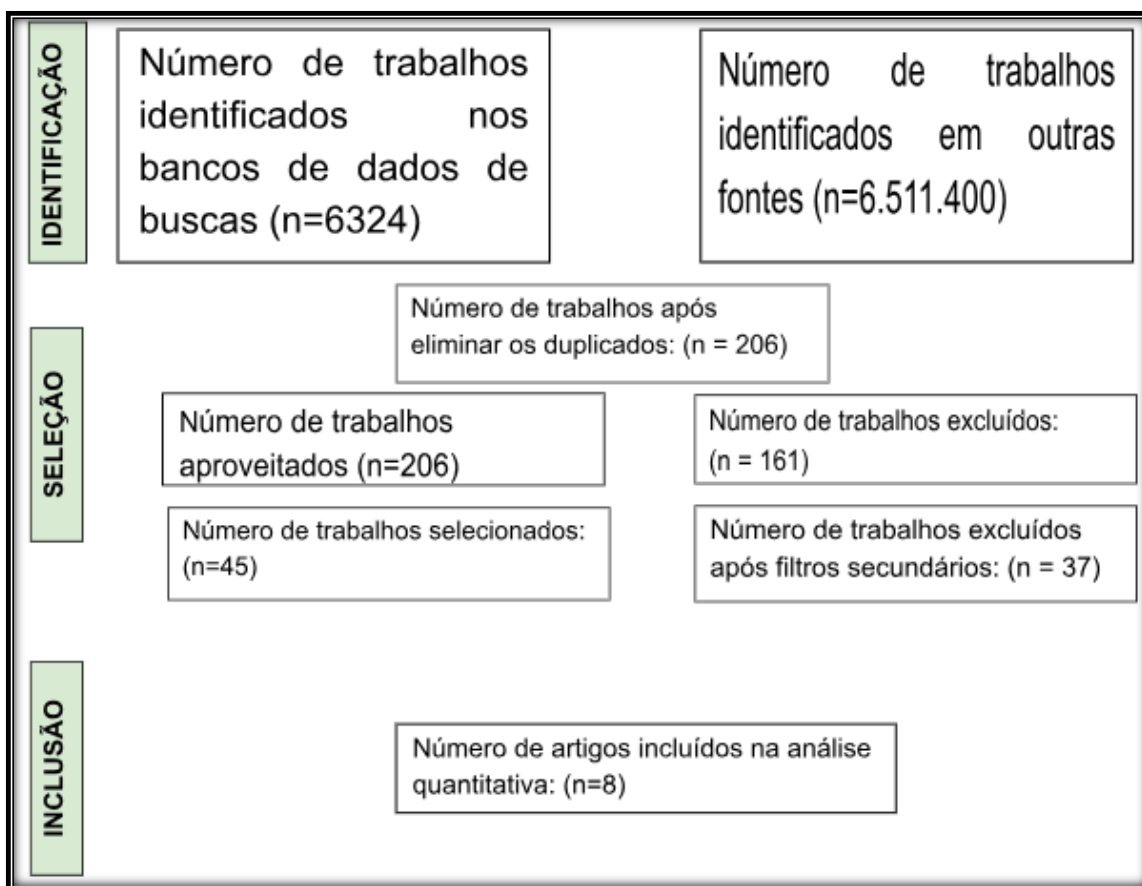
QUADRO 1 – Descrição dos procedimentos - Revisão Sistemática de Literatura

FASE	ETAPAS	DESCRIÇÃO
Primeira	Definição do protocolo da pesquisa	Escolha das bases de dados para a busca dos artigos ( <i>Science Direct</i> , Periódicos CAPES, <i>SciELO Citation Index</i> , <i>KCI-Korean Journal Database</i> e <i>Google Acadêmico</i> ).
Segunda	Elaboração da pergunta da pesquisa	Quais são os trabalhos relevantes que abordam a implementação de políticas públicas e programas de saneamento nas áreas rurais isoladas?
	Definição das palavras-chave para a busca	Busca por artigos elaborados com as seguintes palavras-chave em português e inglês: “implantação de políticas públicas”; “políticas de saneamento”; “programas de saneamento rural”; “implementation of public policies”; “sanitation policies”; “rural sanitation programs”.
	Busca por artigos científicos relacionados com a temática proposta	Busca por estudos em português e inglês nas plataformas de dados selecionadas. Cabe ressaltar que foram utilizadas as palavras-chave para favorecer a busca.
	Avaliação dos resultados obtidos	Identificação da possibilidade de erros durante a busca e análise dos artigos.
Terceira	Síntese dos dados	Os artigos incluídos na revisão foram publicados nos últimos doze anos (2012- 2024). Além disso, foi consultada a classificação dos periódicos pelo critério Qualis CAPES.
	Apresentação dos resultados	Os resultados foram registrados em um quadro contendo os títulos dos artigos, os seus respectivos autores, o periódico de publicação, a classificação desses periódicos, o ano de publicação e a língua utilizada para a busca.

Fonte: Alexandre Martins de Melo Sant’ Ana, 2024, adaptado de Galvão, Pansani e Harrad, 2015.

O procedimento de busca e seleção dos artigos para a revisão foi realizado por etapas com o objetivo de encontrar os estudos mais relevantes de acordo com a temática estudada (Figura 1). Salienta-se que a definição de filtros secundários foi baseada no critério de classificação de periódicos da Qualis CAPES sem restrições quanto ao quadriênio, pois foi manifestada na qualificação a sugestão de inserir literaturas clássicas, sendo analisada a área de avaliação em “Ciências Ambientais” e “Interdisciplinar” (A1, A2 e B1) (MARTENS; BRONES; CARVALHO, 2013).

Figura 1 - Fluxograma das fases da Revisão Sistemática da Literatura



Fonte: Alexandre Martins de Melo Sant' Ana, 2024, adaptado de Galvão, Pansani e Harrad, 2015.

Além do mais, foi utilizado para o tratamento dos artigos selecionados a técnica de análise de conteúdo, que é estabelecida como um conjunto de instrumentos metodológicos usados para avaliar diferentes fontes de conteúdo. Esse processo é classificado em três fases, sendo elas: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados e interpretação (BARDIN, 2016).

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O Quadro 2 apresenta os 8 artigos que foram selecionados para a revisão sistemática e todos provêm de periódicos distintos. As publicações aparecem em maior quantidade no idioma inglês, respectivamente, com 62,5%.

Quadro 2 – Resultados da busca por artigos relevantes quanto à temática proposta para aplicação da revisão bibliográfica sistemática

<b>Língua</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Periódico</b>	<b>Classificação de periódico</b>	<b>Ano</b>
Inglês	Successes, challenges, and support for men versus women implementers in water, sanitation, and hygiene programs: A qualitative study in rural Nepal	ANDERSON, D. M.; GUPTA, A. K.; BIRKEN, S.; SAKAS, Z.; FREEMAN, M. C.	International Journal of Hygiene and Environmental Health	A1	2021
	Policy Diffusion in the Rural Sanitation Sector: Lessons from Community-Led Total Sanitation (CLTS)	ZUIN, V.; DELAIRE, C.; PELETZ, R.; COCK-ESTEB, A.; KHUSH, R.; ALBERT, J.	World Development	A1	2019
	Analysis of behavioral change techniques in community-led total sanitation programs	SIGLER, R.; MAHMOUDI, L.; GRAHAM, J. P.	Health Promotion International	A2	2014
	The impact of a school-based water supply and treatment, hygiene, and sanitation programme on pupil diarrhoea: a cluster-randomized trial	FREEMAN, M.C.; CLASEN, T.; DREIBELBIS, R.; SABOORI, S.; GREENE, L. E.; BRUMBACK, B.; MUGA, R.; RHEINGANS, R.	Epidemiology & Infection	A2	2014
	Impact of Indian Total Sanitation Campaign on Latrine Coverage and Use: A Cross-Sectional Study in Orissa Three Years following Programme Implementation	BARNAD, S.; ROUTRAY, P.; MAJORIN, F.; PELETZ, R.; BOISSON, S.; SINHA, A.; CLASEN, T.	Plos One	A1	2013

<b>Língua</b>	<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Periódico</b>	<b>Classificação de periódico</b>	<b>Ano</b>
Português	Acesso à água proporcionado pelo Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais: combate à seca ou ruptura da vulnerabilidade?	GOMES, U. A. F.; HELLER, L.	Engenharia Ambiental e Sanitária	A2	2016
	ASSOCIATIVISMO E POLÍTICAS PÚBLICAS NAS COMUNIDADES RURAIS: análise da gestão comunitária de saneamento em Pernambuco	PIRES, M. L. L. S.; SILVA, L. C.	Revista de Políticas Públicas	B1	2015
	Políticas públicas no meio rural: visibilidade e participação social como perspectivas de cidadania solidária e saúde	RUIZ, E. N. F.; GERHARDT, T. E.	Revista de Saúde Coletiva	B1	2012

Fonte: Alexandre Martins de Melo Sant' Ana, 2024.

Anderson *et al.*, (2021), em sua pesquisa, discorreram sobre o *Water, Sanitation and Hygiene* (WaSH), no Nepal, e como as questões de gênero influenciam nos resultados das ações de intervenção de saneamento. A principal premissa desse programa é utilizar abordagens que provocam o constrangimento na população visando mitigar a defecação a céu aberto. Os resultados indicaram que as famílias apresentaram aceitação favorável a partir da aproximação feminina ao contrário da masculina, pois não se sentiram pressionados para alterar os seus hábitos. Entretanto, constatou-se a resistência para que os banheiros fossem construídos, já que caracterizavam como uma prática imposta pelo governo local.

Freeman *et al.* (2013) avaliaram o impacto na saúde, educação e sustentabilidade que o WaSH produziu em 50 escolas localizadas no Oeste do Quênia. Durante o período de estudo, os alunos relataram o aumento na disponibilidade de água e sabão para lavar as mãos, o que alcançou, aproximadamente, 44% das escolas. Logo, não houve acesso ao abastecimento de água para todos os centros de estudos e, conseqüentemente, as comunidades em que estes estão inseridos. Além do mais, atribuíram que a diferença sazonal propicia a ocorrência de doenças relacionadas ao saneamento.

O *Community-Led Total Sanitation* (CLTS) compactua com o mesmo objetivo do WaSH que é persuadir o usuário para que sinta vergonha, repulsa e orgulho pela prática da defecação a céu aberto. Para tanto, os autores realizaram uma revisão de literatura contextualizando desde a origem do CLTS, em Bangladesh, de 1999 até 2019. Nesse contexto, a comunidade é a principal responsável pela construção das latrinas para que o esgoto sanitário seja depositado. Segundo os dados, esse método apresenta ganhos pequenos a moderados, é amplamente difundido como uma alternativa para o saneamento rural ainda que não garanta soluções para todas as problemáticas envolvidas (ZUIN *et al.*, 2019).

Nesse sentido, por meio de uma metodologia semiestruturada que Sigler, Mahmoudi e Graham (2014) analisaram a perspectiva dos profissionais que atuaram junto com as organizações na implementação do CLTS na Ásia, África e no Oriente Médio. A partir disso, concluíram que o sucesso das ações de intervenção está associado ao medo que as comunidades criaram das doenças que são ocasionadas devido às condições sanitárias em que estão inseridas.

A *Total Sanitation Campaign* (TSC) foi uma política pública implementada em 1992 pelo governo da Índia, direcionada para a construção de latrinas individuais para as famílias que estão abaixo da faixa de pobreza no país. O estudo avaliou, aproximadamente, 447 famílias na área rural do distrito de Puri, durante um período de 2 meses. Após a criação das latrinas, 29% das famílias ainda aderiam à defecação a céu aberto, enquanto 39% acreditavam que a utilização desse método tem capacidade para promover a segurança para as mulheres e crianças (BARNARD *et al.*, 2013).

O Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais (PIMC) foi desenvolvido para o aproveitamento das águas das chuvas para consumo humano. Para avaliar esse programa, a pesquisa envolveu 623 beneficiários, o equivalente a 362 comunidades rurais em 62 municípios de Minas Gerais. Foi constatado que o perfil socioeconômico influenciou na qualidade da água, por causa das condições físicas dos telhados das residências, ou seja, quando a família possui mais recursos, o estado de conservação e as condições físicas das coberturas das casas apresentam melhores condições. Entretanto, esse sistema assegura uma quantidade de água suficiente para comer, cozinhar e beber. Salienta-se que a capacidade da cisterna é equivalente a 16.000 L, sendo insuficiente para suprir as necessidades de consumo (GOMES; HELLER, 2016).

Já o Projeto Modelo de Gestão Comunitária de Saneamento foi executado na zona da Mata de Pernambuco, em março de 2010. A partir da análise da gestão comunitária do programa, foi evidenciado que a criação de associações e cooperativas fortalecem a manutenção das obras de saneamento. Destaca-se que foi prevista a descentralização dos serviços básicos com o intuito das comunidades serem as principais responsáveis pelo gerenciamento do sistema sanitário (PIRES; SILVA, 2015).

Por meio de um estudo desenvolvido na localidade rural de Rincão dos Maia, no Rio Grande do Sul, visualizou-se que a implantação de políticas públicas propicia a visibilidade da região rural. No entanto, pode condicionar que a maneira como os serviços são prestados nos centros urbanos sejam replicados no rural. Posto isso, a forma como a política pública é difundida corrobora a participação social e influencia o Estado para que busque efetivar as atividades propostas (RUIZ; GERHARDT, 2012).

Tendo em vista as regiões que foram estudadas, notou-se que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) está classificado com desempenho entre médio a alto, variando, respectivamente, de 0,601 a 0,765 (PNUD, 2020). O IDH é atribuído pelo Programa de Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), sendo avaliado os critérios de educação, renda e longevidade. Portanto, o IDH é “um guia para todas as pessoas e organismos públicos e privados na definição de políticas públicas e investimentos entre as nações” (DALBERTO et al., 2015, p.338).

Reitera-se que os autores das pesquisas produzidas são participantes de projetos voltados para as questões ambientais, da saúde e do saneamento. Além disso, atribui-se que as áreas escolhidas para a aplicabilidade dos estudos não são necessariamente regiões de

nacionalidade ou natureza dos pesquisadores, em alguns casos, são locais onde os institutos de pesquisa estão situados.

Perante o exposto, essa discussão atenta-se para o contexto da colonização da ciência devido à linha de atuação dos profissionais e às regiões pesquisadas. É evidente que cada local carrega uma especificidade cultural, social e econômica. Diante disso, tem-se a inserção da ciência nesses cenários com o objetivo de propagar o conhecimento adquirido nos centros acadêmicos, para identificar quais são as demandas locais e apresentar soluções para as problemáticas encontradas.

Nesse sentido, com o intuito de divulgar informações e na tentativa de alcançar melhores condições ambientais e sanitárias, os cientistas podem acabar negligenciando os saberes culturais e o modo de vida da população. Assim sendo, destaca-se que o saneamento, enquanto ações tecnológicas que são implementadas pelo Estado e entidades parceiras, não devem ser difundidas por meio de práticas impositivas e que não envolvam a participação efetiva da comunidade (SANTOS, 2006).

Destarte, vale evidenciar que as abordagens utilizadas pelos programas de WaSH e CLTS podem ser consideradas invasivas e manipuladoras perante às famílias submetidas às atividades dos programas. No entanto, ainda que o contexto cultural de cada país e as maneiras de interação sejam divergentes, a forma como esses projetos são difundidos possui uma visão que objetifica o indivíduo e se atenta em obter resultados quantitativos em relação ao saneamento.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base no presente estudo, verificou-se que a hipótese não foi confirmada parcialmente, visto que não se identificou que os programas e as políticas públicas implementadas garantiram a universalização do acesso da população aos serviços básicos de saneamento rural. Entende-se que isso pode estar associado às abordagens e aos instrumentos utilizados durante as ações implementadas. Esse trabalho possui um impacto interessante para estudos futuros semelhantes, pois já apresenta dados importantes e auxilia na contextualização do atual cenário.

Entretanto, é importante salientar que os projetos proporcionaram benefícios como a segurança, a participação efetiva das mulheres, o aproveitamento das águas das chuvas e melhores condições de higiene. Além do mais, as políticas públicas são consideradas como um instrumento capaz de viabilizar que o Estado efetive as ações que são propostas, promova a visibilidade das áreas rurais e reforce a necessidade da atuação da população nas atividades que são realizadas.

Para entender o cenário de Florestal/MG sob a ótica da Rede de Saneamento Local (RSL), é crucial considerar a interação dos programas de saneamento discutidos, como WaSH, CLTS, e iniciativas semelhantes, dentro de um contexto local específico. Embora esses programas tenham sido desenvolvidos com o objetivo de melhorar as condições de saneamento e higiene, suas abordagens nem sempre são totalmente alinhadas às realidades culturais e sociais das comunidades onde são implementados.

Primeiramente, é notável que as políticas públicas de saneamento rural, como o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais (P1MC), têm impacto variável dependendo das condições socioeconômicas e das características físicas locais. Em Florestal/MG, por exemplo, onde o acesso à água potável e as condições de higiene podem variar consideravelmente entre áreas urbanas e rurais, a aplicação de programas como o P1MC poderia enfrentar desafios semelhantes aos encontrados em outras regiões estudadas.

Além disso, a implementação de políticas como a *Total Sanitation Campaign* (TSC) na Índia, mencionada no estudo, evidencia que mesmo com infraestrutura disponível, há resistência cultural e comportamental que pode dificultar a adesão total às práticas de saneamento propostas. Isso pode ser paralelo às experiências observadas em contextos rurais de Minas Gerais, onde a aceitação e a eficácia das medidas dependem não apenas da infraestrutura física, mas também da educação sanitária e da participação comunitária.

No entanto, é essencial reconhecer que a aplicação dessas políticas muitas vezes não leva totalmente em conta os saberes locais e as práticas culturais arraigadas em comunidades como as de Florestal/MG. O estudo ressalta que abordagens que não consideram adequadamente esses aspectos podem ser percebidas como impositivas e invasivas, o que pode gerar resistência e dificultar a efetividade das intervenções.

Portanto, ao avaliar os programas de saneamento em Florestal/MG, é fundamental adotar uma abordagem que, não apenas considere as necessidades técnicas e infraestruturais, mas também valorize os conhecimentos locais e promova a participação ativa das comunidades. Isso não só aumentará a aceitação e eficácia das políticas implementadas, como também fortalecerá a sustentabilidade a longo prazo das melhorias em saneamento e higiene na região.

## REFERÊNCIAS

- ALEIXO, B.; PENA, J. L.; HELLER, L.; REZENDE, S. Infrastructure is a necessary but insufficient condition to eliminate inequalities in access to water: Research of a rural community intervention in Northeast Brazil. **Science of The Total Environment**, v. 652, p.1445–1455, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.202>.
- ANDERSON, D.M.; GUPTA, A.K.; BIRKEN, S.; SAKAS, Z.; FREEMAN, M. C. Successes, challenges, and support for men versus women implementers in water, sanitation, and hygiene programs: A qualitative study in rural Nepal. **Jornal Internacional de Higiene e Saúde ambiental**, v. 236, p. 113792, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113792>.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 6 ed. Lisboa: Edições 70, 2016.
- BARNAD, S.; ROUTRAY, P.; MAJORIN, F.; PELETZ, R.; BOISSON, S.; SINHA, A.; CLASEN, T. Impact of Indian Total Sanitation Campaign on Latrine Coverage and Use: A Cross-Sectional Study in Orissa Three Years following Programme Implementation. **Plos One**, v. 8, n. 8, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0071438>.
- BRASIL. Fundação Nacional da Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural PNSR: aspectos conceituais da ruralidade no Brasil e interfaces com o saneamento básico**. 1 ed. Brasília: FUNASA, 2021. Disponível em: <https://repositorio.funasa.gov.br/handle/123456789/670>. Acesso em: 12 abr. 2022.
- BRASIL. Lei nº 11.445, 5 de janeiro de 2007. **Dispõe sobre a Política Nacional de Saneamento Básico, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras diretrizes**. Brasília: DOU, 2007. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111445.htm). Acesso em: 31 mar. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural**. Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL\\_PNSR\\_2019.pdf](http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf) . Acesso em: 10 mai. 2022.
- BRASIL. Senado Federal. Criados critérios de classificação do espaço urbano e rural. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2009/10/06/criados-criterios-de-classificacao-do-espaco-urbano-e-rural#:~:text=%2D%20De%20pequeno%20porte%2C%20se%20tiver,superior%20a%20cem%20mil%20habitantes>. Acesso em: 07 set. 2023.
- CARCARÁ, M. S. M.; SILVA, E. A.; MOITA NETO, J. M. M. Saneamento básico como dignidade humana: entre com o mínimo existencial e a reserva do possível. **Engenharia Ambiental e Sanitária**, v.24, n. 3, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522019183905>.
- CUNHA, M. A.; BORJA, P. A. O programa de aceleração do crescimento no estado da Bahia e os desafios da universalização do saneamento básico. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v.10, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-3369.010.SUPL1.AO09>.

CRUZ, P.M.F. A Área Rural no Planejamento Territorial: reflexões sobre o enquadramento do rural e sobre a atuação da esfera municipal no Estado de São Paulo. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do ABC- Programa de Planejamento e Gestão do Território. Santo André, 2016. DOI: 10.13140/RG.2.2.20575.23200

DALBERTO, C. R.; ERVILHA, G. T.; BOHN, L.; GOMES, A. P. Índice de desenvolvimento humano eficiente: uma mensuração alternativa do bem-estar das nações. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.45, n. 2, 2015.

DOI: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/6009>.

DOWBOR, L. O que é poder local. Imperatriz, MA: Ética, 2016. ISBN 978-85-88172-50-0 [https://dowbor.org/wp-content/uploads/2012/06/Dowbor-\\_Poder-Local-portal.pdf](https://dowbor.org/wp-content/uploads/2012/06/Dowbor-_Poder-Local-portal.pdf) Acesso em: 24 Jun. 2022.

FREEMAN, M.C.; CLASEN, T.; DREIBELBIS, R.; SABOORI, S.; GREENE, L. E.; BRUMBACK, B.; MUGA, R.; RHEINGANS, R. The impact of a school-based water supply and treatment, hygiene, and sanitation programme on pupil diarrhoea: a cluster-randomized trial. **Epidemiology & Infection**, v. 142, p. 340–351, 2014. DOI: 10.1017/S0950268813001118.

GALVÃO, T. F.; PANSANI, T. S. A.; HARRAD, D. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, Brasília, v. 24, n.2, p. 335-342, 2015. DOI: 10.5123/S1679-49742015000200017.

GOMES, U. A. F.; HELLER, L. Acesso à água proporcionado pelo Programa de Formação e Mobilização Social para Convivência com o Semiárido: Um Milhão de Cisternas Rurais: combate à seca ou ruptura da vulnerabilidade?. **Engenharia Ambiental e Sanitária**, v. 21, n.3, p. 623-633, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522016128417>.

GROSS, E.; GUNTHER, I. Why Do Households Invest in Sanitation in Rural Benin: Health, Wealth, or Prestige?". **Water Resources Research**, v. 50, n. 10, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1002/2014WR015899>.

LEARY, Michael E.; SMITH, Nigel G. Urban regeneration: a handbook. London: Spon Press, 1996.

NUNES, M. S. F.; QUEIROZ, A. F. Estudo de caso do Saneamento Básico no Sítio Paul, Riacho de Santana–RN. **Revista Geotemas**, Rio Grande do Norte, v. 6, n. 2, p. 96-111, jul./dez. 2016. DOI: <https://doi.org/10.33237/geotemas.v6i2.1827>.

PIRES, M. L. L. S.; SILVA, L. C. ASSOCIATIVISMO E POLÍTICAS PÚBLICAS NAS COMUNIDADES RURAIS: análise da gestão comunitária de saneamento em Pernambuco. **Revista de Políticas Públicas**, vol. 19, n. 2, p. 435-443, 2015. DOI: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=321143695007>. Acesso em: 24 Jun. 2022.

PROGRAMA DE NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Site do PNUD, 2020. **PNUD faz lançamento nacional do Relatório de Desenvolvimento Humano 2020**. Disponível em: <https://www.undp.org/pt/brazil/news/pnud-faz-lan%C3%A7amentonacional-do-relat%C3%B3rio-de-desenvolvimento-humano-2020>. Acesso em: 24 jun. 2022.

RUIZ, E. N. F.; GERHARDT, T. E. Políticas públicas no meio rural: visibilidade e participação social como perspectivas de cidadania solidária e saúde. **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p. 1191-1209, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-73312012000300018>.

SANTOS, M. As Unicidade: a produção da inteligência planetária. In: **A natureza do espaço**. Técnica e Tempo. Razão e Emoção. São Paulo: Editora da USP, 2006.

SIGLER, R.; MAHMOUDI, L.; GRAHAM, J. P. Analysis of behavioral change techniques in community-led total sanitation programs. **Health Promotion International**, v. 30, n.1, 2014. DOI: 10.1093/heapro/dau073.

SPEARS, D. **Effects of rural sanitation on infant mortality and human capital**: Evidence from India's Total Sanitation Campaign. Washington, DC: Princeton University, 2012. Disponível em: [https://www.dartmouth.edu/neudc2012/docs/paper\\_86.pdf](https://www.dartmouth.edu/neudc2012/docs/paper_86.pdf). Acesso em: 27 abr. 2022.

VEIGA, José Eli da. O desenvolvimento sustentável e a questão ambiental. 1. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2007.

ZUIN, V.; DELAIRE, C.; PELETZ, R.; COCK-ESTEB, A.; KHUSH, R.; ALBERT, J. Policy Diffusion in the Rural Sanitation Sector: Lessons from Community-Led Total Sanitation (CLTS). **World Development**, v. 124, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104643>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines. Geneva: World Health Organization, 2017.

## CAPÍTULO II

### **PROPOSTA DE SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA O TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS DE DOMICÍLIOS RURAIS DISPERSOS: Relato de Experiência Técnica sobre o Projeto Piloto de Florestal – MG**

#### **RELATO DE EXPERIÊNCIA TÉCNICA - EIXO TEMÁTICO: Universidade, formação na engenharia e educação**

#### **RESUMO**

No Brasil, o acesso ao saneamento rural é precário, uma vez que os centros urbanos possuem maior concentração de capital e de população. Desse modo, ciente de que o saneamento ambiental nas propriedades rurais é de fundamental importância para o meio ambiente, este trabalho visa propor alternativas para o tratamento de esgoto como o Tanque de Evapotranspiração e o Círculo de bananeiras. Dessa forma, as águas oriundas do vaso sanitário, por apresentarem alto potencial poluidor, podem ser tratadas por meio do Tanque de Evapotranspiração (TEvap). Ademais, as águas cinzas, provenientes dos demais dispositivos sanitários, podem ser direcionadas para o Círculo de Bananeiras, uma vez que essa tecnologia é capaz de absorver os nutrientes que poderiam ser prejudiciais ao meio ambiente. Assim sendo, tais propostas técnicas tiveram um custo total razoável estimado em R\$ 3.792,55, sendo R\$ 3.105,75 reais para o sistema TEvap e R\$ 686,80 reais para o Círculo de Bananeiras.

**Palavras-chave:** Saneamento Rural. Círculo de bananeiras. Tanque de Evapotranspiração. Tratamento.

## ABSTRACT

In Brazil, access to rural sanitation is inadequate, as urban centers have a higher concentration of capital and population. Thus, aware that environmental sanitation in rural properties is of fundamental importance for the environment, this work aims to propose alternatives for wastewater treatment, such as the Evapotranspiration Tank and the Banana Circle. In this way, wastewater from toilets, which has a high polluting potential, can be treated through the Evapotranspiration Tank (TEvap). Furthermore, gray water from other sanitary devices can be directed to the Banana Circle, as this technology is capable of absorbing nutrients that could be harmful to the environment. Accordingly, these technical proposals had a total estimated cost of R\$ 3,792.55, with R\$ 3,105.75 for the TEvap system and R\$ 686.80 for the Banana Circle.

**Keywords:** Rural Sanitation, Banana Circle, Evapotranspiration Tank, Treatment.

## 1 CONTEXTO

No Brasil, o acesso aos serviços de saneamento básico em áreas rurais é precário, de tal modo que as populações residentes nessas áreas não possuem acesso efetivo aos sistemas de coleta e de tratamento de esgoto. Nesse sentido, devido à falta de recursos técnicos e financeiros, aproximadamente, 75% da população rural, equivalente a 23 milhões de pessoas que residem no campo, encontram-se excluídos dos serviços básicos de saneamento (COSTA *et al.*, 2014).

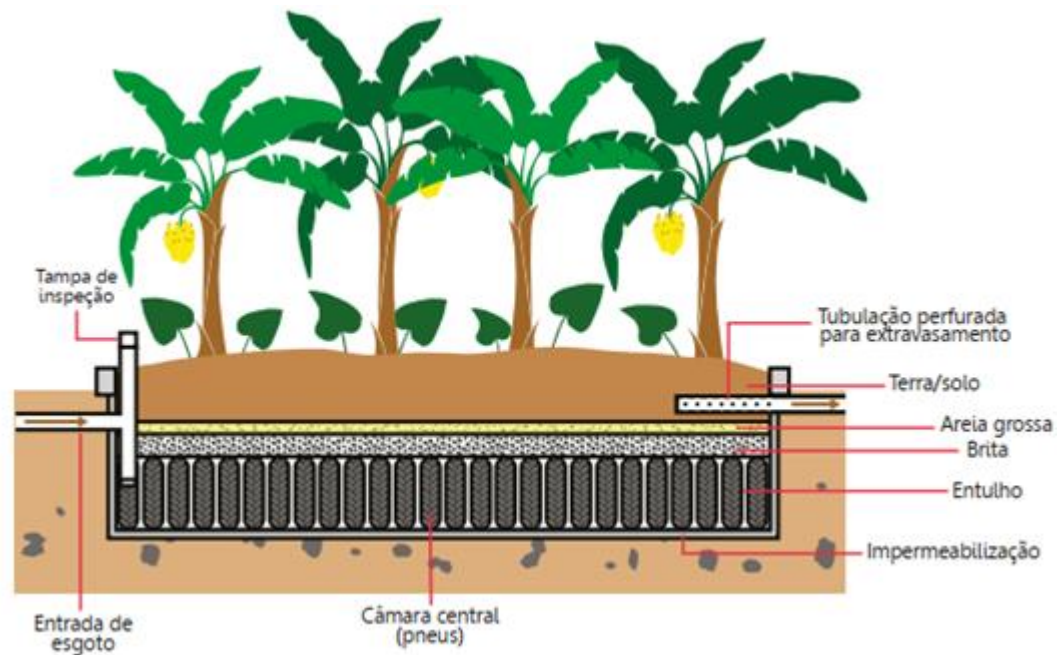
Desse modo, devido à ausência de meios adequados de tratamento de esgoto, os moradores dessas regiões destinam os resíduos sanitários diretamente aos cursos d'água ou para fossas rudimentares ou adsorventes – dispositivos sem impermeabilização e com ausência de tratamento específico para decomposição de matéria orgânica (REZENDE, 2019; VALE, 2022).

Ademais, a carência de acesso ao saneamento básico proporciona riscos à saúde humana, uma vez que doenças como diarreia, leishmaniose, leptospirose estão associadas às condições precárias provenientes da ausência desse serviço fundamental (BAYER *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a implementação de tecnologias convencionais utilizadas no tratamento de efluentes torna-se complexa e dispendiosa nas áreas rurais. Dessa forma, a utilização de tecnologias mais acessíveis e sustentáveis se apresenta como alternativa viável para promover o acesso ao saneamento (ROCHA, 2021). Por essa razão, as tecnologias sustentáveis como o Tanque de Evapotranspiração (TEvap) e o Círculo de Bananeiras podem servir de alternativa para o tratamento do esgoto doméstico (FIGUEIREDO *et al.*, 2019; ROCHA, 2021).

O Tanque de Evapotranspiração (Figura 1) é o sistema destinado ao tratamento de águas residuárias de origem fecal e urina ou do vaso sanitário, composto por um tanque retangular impermeabilizado por materiais como a lona plástica, assim como de uma câmara de recepção interna feita de pneus. Adicionalmente, há camadas de diferentes substratos, como entulhos, britas e areia, com espécies de plantas de folhas largas não frutíferas plantadas na camada superior de solo (GALBIATI, 2009).

Figura 1 – Sistema do Tanque de Evapotranspiração

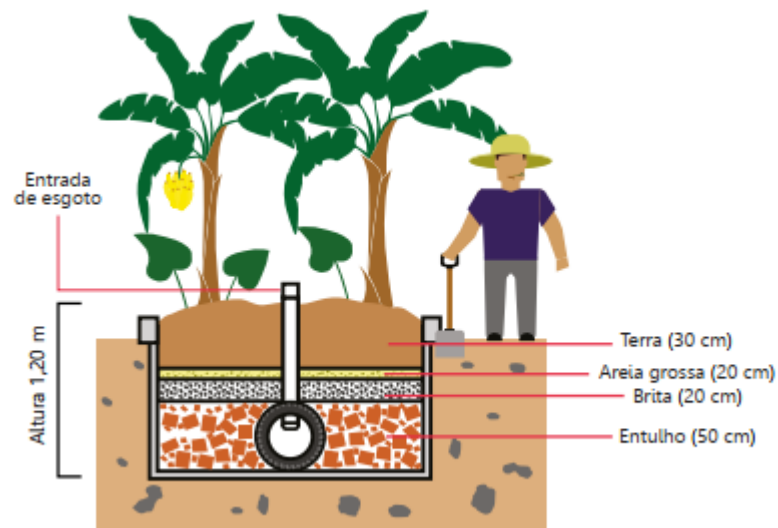


**Fonte:** FIGUEIREDO *et al.* (2018)

Nesse tipo de tratamento, o processo se inicia quando o efluente entra pela parte inferior do sistema, acumulando-se na câmara de recepção, na qual ocorre a digestão anaeróbia. Por conseguinte, à medida que o nível do efluente vai preenchendo as camadas superiores de substrato, o mesmo é mineralizado e filtrado por processos aeróbios de decomposição microbiana. Por fim, ocorre o processo de evapotranspiração, no qual o efluente atinge a camada superior de solo e, por meio da ascensão capilar nas plantas, evapora-se na atmosfera (GALBIATI, 2009).

Nesse contexto, torna-se relevante enfatizar que a disposição dos substratos deve ser realizada com a formação de camadas independentes e sobrepostas, seguindo a sequência de entulho, brita, areia grossa e solo, ou adotando uma configuração similar (Figura 2). Nesse sentido, a disposição correta dos materiais durante a construção é fundamental para que tanto o processo de filtração quanto o de decomposição da matéria orgânica sejam eficientes (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Figura 2 – Sistema do Tanque de Evapotranspiração

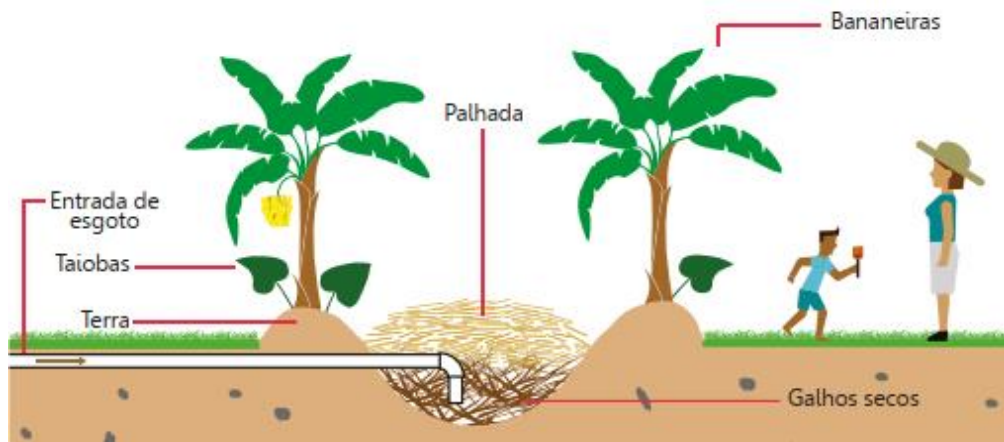


Fonte: FIGUEIREDO *et al.* (2018)

Outra tecnologia sustentável é o "Círculo de Bananeiras", concebido com o propósito de tratar águas cinzas, isto é, águas residuárias domésticas que não contêm materiais fecais. Esse sistema consiste em realizar o plantio circular de bananeiras e direcionar o fluxo dessas águas de forma subsuperficial (Figura 3). Desse modo, as plantas conseguem absorver os nutrientes presentes no efluente, que podem ser prejudiciais quando lançados diretamente no solo ou corpos d'água, além de evitar a proliferação de vetores de doenças associadas à falta de saneamento (FIGUEIREDO *et al.*, 2019).

De forma geral, esse sistema é composto por uma vala, na qual são dispostas uma camada inferior de galhos secos e outra camada superior de palhada (Figura 3). Ademais, a tubulação proveniente da edificação é ligada ao sistema por meio de um joelho de PVC, localizado na camada superior (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Figura 3 – Círculo de Bananeiras



Fonte: FIGUEIREDO *et al.* (2018)

No funcionamento dessa tecnologia, os nutrientes e a água, provenientes do efluente que se depositou na vala, são absorvidos pelas plantas que estão ao redor da área escavada. Além disso, parte do volume de água é absorvido pelo solo, uma vez que este sistema não é impermeabilizado (FIGUEIREDO *et al.*, 2019).

Outrossim, a utilização desses sistemas demanda que as plantas selecionadas sejam eficientes no processo de evapotranspiração. Desse modo, torna-se necessário selecionar plantas com raízes ramificadas ou fasciculadas, uma vez que estas possuem maior eficiência no processo de absorção de água e de nutrientes do solo (GALBIATI, 2009; LEAL, 2014).

Em resumo, tanto o Tanque de Evapotranspiração quanto o Círculo de Bananeiras são adequados para atender a demanda de uma residência de quatro até cinco pessoas, desde que a profundidade, no caso do TEvap, esteja na faixa entre 1 e 1,2 metros, com uma área superficial de 10 metros quadrados (GALBIATI, 2009).

Do mesmo modo, o Círculo de Bananeiras pode atender a uma demanda semelhante, contanto que se construa uma vala com valores próximos a 2 metros de diâmetro e 0,80 metros de profundidade (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Devido à necessidade de promover o acesso ao saneamento rural, a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) elaborou o Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). Nesse contexto, por meio de articulações políticas entre a Prefeitura Municipal de Florestal, a Universidade Federal de Viçosa (UFV) – *Campus* Florestal (CAF) e o Governo Federal, o município de Florestal foi selecionado para sediar uma das primeiras experiências piloto do PNSR, com o objetivo de se tornar um modelo a ser replicado nas áreas rurais do país.

O investimento inicial para o projeto piloto foi estimado em torno de R\$ 8 milhões, com a previsão de atendimento de 1.148 habitantes (ou 414 domicílios) da zona rural. Contudo, torna-se necessário ressaltar que o prazo estabelecido para implementação das atividades foi para os anos de 2022 e 2023 e, até o momento, não foram realizados os repasses de recursos financeiros.

Nessa perspectiva, ações conjuntas por meio de uma parceria entre a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Prefeitura Municipal de Florestal em Minas Gerais, a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) estão sendo implementadas com o objetivo de construir modelos operacionais de soluções alternativas sustentáveis para o tratamento das águas residuárias de origem fecal e urina e as servidas (águas cinzas), para a população rural dispersa.

Desse modo, o presente trabalho tem por objetivo descrever a experiência de implementação de tecnologias de saneamento para a comunidade rural dispersa do município de Florestal/MG, assim como no Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural da Universidade Federal de Viçosa.

## **2 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA**

A fim de promover a difusão tecnológica para a comunidade, foi realizado o “Dia de Campo”, sobre Aspectos Técnicos e Práticos da Construção do Tanque de Evapotranspiração (TEvap) para o Tratamento de Águas Residuárias de Domicílios Rurais Dispersos (EVE UFV-2544/2023).

Para tanto, o evento contou com a participação de, aproximadamente, 60 inscritos, pertencentes aos grupos de Extensionistas da EMATER – MG; técnicos da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA); funcionários da Prefeitura Municipal de Florestal; agricultores e comunidade acadêmica.

A primeira iniciativa, ocorrida no dia 26/09/2022, consistiu na edificação de um Tanque de Evapotranspiração nas instalações do Centro de Vivência em Educação e Saneamento Rural, situado na Avenida dos Funcionários, número 346, pertencente à Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Florestal, CEP 35690-000. Esse centro encontra-se localizado na Zona Rural, a uma distância de 500 metros do centro do município de Florestal, Minas Gerais. Nesse sentido, a finalidade da construção de tal sistema foi de servir a propósitos de divulgação científica e de educação ambiental.

Figura 4 – Preenchimento do Tevap



Fonte: Arquivo pessoal

Além disso, a segunda experiência, realizada no dia 17/03/2023, envolveu a construção de um Círculo de Bananeiras na propriedade de um produtor rural do município de Florestal, também para fins de divulgação de tecnologias alternativas de saneamento.

Nesse contexto, coube a EMATER a função de estabelecer o diálogo com a família beneficiada pela primeira experiência, uma vez que é função dessa organização realizar pesquisa agropecuária, prestar assistência técnica, desenvolver e adaptar tecnologias por meio de metodologias educativas e participativas, contribuindo para a promoção do desenvolvimento rural.

Desse modo, o presente trabalho está relacionado à implantação das melhorias previstas no diagnóstico elaborado pelo município de Florestal/MG. Assim, foram apontadas como melhorias a serem implementadas na comunidade rural dispersa, o Tanque de Evapotranspiração (TEvap), para tratamento das águas provenientes dos vasos sanitários, e o Círculo de Bananeiras, para tratamento de águas cinzas provenientes da cozinha, da área de serviço, dos lavatórios e dos chuveiros.

## 2.1 Considerações de preliminares de dimensionamento

Nessa experiência, os critérios empregados no dimensionamento dos sistemas de tratamento de efluente consistiram em uma residência situada em área rural, composta por cinco membros.

### 2.1.1 Tanque de evapotranspiração

Na implementação do Tanque de Evapotranspiração, foi necessária a individualização da tubulação do sistema de coleta de esgoto da edificação, de forma que o fluxo oriundo dos vasos sanitários fosse separado das águas de servidão, que, por sua vez, foram destinadas ao sistema de tratamento do Círculo de Bananeiras (LEAL, 2014).

O sistema do TEvap é de construção simples, de modo que a utilização de mão de obra voluntária pode tornar o custo de construção da obra menos dispendioso. Além disso, esse sistema possui uma eficácia considerável para atender residências rurais (GALBIATI, 2009).

Nesse modelo, para a construção da câmara interior, foram utilizados pneus, ao passo que na camada de substratos utilizou-se de camadas sobrepostas de brita, areia e solo, o qual foi coberto com camada vegetal para promover a evapotranspiração (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Desse modo, para iniciar a construção, primeiro foi escavada uma vala, por meio de uma retroescavadeira – que também pode ser substituída por escavação manual –, com as dimensões de 2 metros de largura (L) e profundidade de 1 metro (P). Sendo que o comprimento (C) de 1 metro foi adicionado a cada morador da residência. Assim, considerando o presente relato de experiência, foram necessários 5 metros de comprimento como critério inicial de dimensionamento, para atender os 5 moradores da residência utilizada. Dessa forma, foi obtido o volume de 10 m<sup>3</sup> [2m (L) x 1m (P) x 5m (C)].

Na etapa de construção da base de concreto impermeável, utilizou-se o traço de 1:6,3:9,9, com resistência à compressão de 15 MPa. Para tanto, foram utilizados 5,39 sacos de 50kg de cimento, 0,613m<sup>3</sup> de areia, 0,957m<sup>3</sup> de brita e 214,5 litros de água potável.

Figura 5 – Escavação



Fonte: Arquivo pessoal.

Em relação às paredes do tanque, essas possuem espessura de 0,05 metros, largura de 2 metros e comprimento de 5 metros, com um perímetro de 7 metros para cada parede, caracterizando um perímetro total de 14 metros.

Na fase de aplicação da argamassa impermeável nas paredes do sistema, calculou-se um volume total desse material de 0,7 metros cúbicos, uma vez que se multiplicou o perímetro total pela espessura das paredes. Nessa etapa, o emboço foi aplicado diretamente na parede do tanque com 2,5 cm de espessura, seguido da fixação da tela de galinheiro (fio 24), por meio da técnica denominada de ferrocimento.

Nesse contexto, essa técnica construtiva de ferrocimento é uma alternativa para construções mais simplificadas, uma vez que se utiliza de materiais como malha de ferro, tela de galinheiro e argamassa. Além de ser menos complexa e dispendiosa que o concreto armado (MELO, 2018).

Por fim, o emboço, na mesma espessura, é novamente aplicado nas paredes para a finalização do processo com o objetivo de proteger a estrutura contra intempéries (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Figura 6 – Aplicação da argamassa



Fonte: Arquivo pessoal

Além disso, na etapa de construção da câmara foram utilizados um conjunto de pneus disposto de forma linear no centro do tanque. Ademais, foi instalado um tubo de PVC para o sistema de inspeção da câmara interna, o qual permite averiguar a situação interna do efluente (LEAL, 2014).

Na etapa de aplicação dos substratos, esses foram dispostos em uma sequência apropriada, seguindo a ordem: entulho, brita, areia grossa e solo. Dessa maneira, garantiu-se a obtenção de uniformidade e granulometria adequadas para o projeto. Além disso, a correta disposição desses materiais é fundamental para preservar a impermeabilidade do sistema (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

À medida em que os substratos estavam sendo dispostos, foram utilizados tubos de PVC, adequados para esgoto predial, para conectar o sistema à rede de esgoto da edificação, assim como para a instalação dos tubos de dreno (LEAL, 2014). Além disso, foram utilizados tubos de mesmo material, com diâmetro nominal de 100 milímetros, para os tubos de inspeção da câmara anaeróbica.

Figura 7 – Instalação da câmara interna e dos substratos filtrantes



Fonte: Arquivo pessoal.

Na camada superior de solo, torna-se necessário o plantio de plantas que sejam eficientes na absorção de água e de nutrientes, de forma que o processo de evapotranspiração seja eficiente. Desse modo, na construção do TEvap foram utilizadas plantas com folhas largas, raízes fasciculadas e ramificadas. É necessário ressaltar que tais plantas também são importantes para fins relacionados ao paisagismo (GALBIATI, 2009; LEAL, 2014).

Na Figura 7, encontra-se o sistema finalizado com a cobertura vegetal concluída.

Figura 8 – Sistema concluído



Fonte: Arquivo pessoal.

### 2.1.2 *Círculo de bananeiras*

Na implantação do *Círculo de Bananeiras*, escavou-se uma vala com um metro cúbico, ao passo que a terra retirada na escavação foi disposta para aumentar a altura da barragem. Desse modo, tal estrutura exerce a função de impedir que água de chuva carregue matéria orgânica e areia para dentro do sistema, assim como evitar que as águas cinzas provenientes da residência transborde para o entorno do dispositivo de tratamento de efluente (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Após a etapa inicial, a vala foi preenchida com pequenos galhos e com palhada na parte superior, de modo que fosse formado um ambiente arejado e espaçoso para receber o efluente e, assim, o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica fosse efetivo (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Na etapa de montagem da tubulação, utilizou-se uma caixa de gordura para atuar como filtro, uma vez que os resíduos gordurosos provenientes da cozinha podem causar entupimentos na tubulação ou impedir o correto funcionamento de todo o sistema.

Figura 8 – Escavação e preenchimento da vala



Fonte: Arquivo pessoal

A fim de realizar a conexão da residência rural com o *Círculo de Bananeiras*, utilizou-se de uma tubulação de PVC que foi conectada em um joelho, o qual havia sido coberto pela camada de palha seca. Dessa forma, evitando-se contato do efluente com a superfície, com a finalidade de diminuir os riscos de contaminação (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Por fim, o plantio das bananeiras foi realizado em torno da vala, para que a evapotranspiração aconteça de forma eficaz. Além disso, recomenda-se que plantas como bananeiras, mamoeiros e taiobas sejam plantadas de forma conjunta, uma vez que essas espécies são eficientes no processo de absorção de água e de nutrientes (FIGUEIREDO *et al.*, 2018).

Figura 9 – Círculo de Bananeiras



Fonte: Arquivo pessoal.

Na sequência, o Círculo de Bananeiras foi cercado, uma vez que a vala desse sistema pode oferecer riscos para as pessoas e aos animais que se encontram próximos do local.

Nesse contexto, torna-se importante ressaltar que o uso de materiais de limpeza deve ser realizado com cautela, uma vez que a ação desses produtos pode comprometer o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela decomposição da matéria orgânica (SILVA, 2023).

### **3 RESULTADOS**

#### **3.1 Investimento no sistema do Tanque de Evapotranspiração**

No âmbito do sistema projetado para uma família composta por até cinco membros, o custo estimado, conforme os dados disponibilizados pelo Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção Civil (SINAPI), está detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 – Planilha estimativa orçamentária referente a instalação de TEvap.

Código SINAPI	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	CUSTO		MÃO DE OBRA (R\$)
				UNIT. (R\$)	TOTAL (R\$)	
99059	Locação convencional de obra.	M²	10,00	60,65	606,46	241,90
90100	Escavação mecânica de valas em material de 2ª categoria até 2 metros de profundidade com utilização de escavadeira hidráulica.	M³	10,00	7,22	72,16	11,04
95241	Lastro de concreto magro, aplicado em pisos ou radiers, espessura de 5,0cm	M²	10,00	35,33	353,30	79,64
104233	Emboço ou massa única em argamassa, traço 1:2:8, preparo mecânico com betoneira 400L, aplicado manualmente em panos de fachada sem presença de vãos, espessura de 25mm, acesso por andaime.	M²	14,00	34,81	487,30	215,88
96995	Reaterro manual apiloado com soquete.	M³	14,00	47,39	663,46	608,48
89714	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 100MM, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	UN	12,00	35,60	427,17	229,15
104357	CAP PVC Esgoto 100MM (Tampão) – fornecimento e instalação.	UN	1,00	18,34	18,34	3,97
89724	Joelho 90 graus, PVC, série normal, esgoto predial, DN 40MM, junta elástica, fornecido em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	UN	2,00	9,24	18,47	5,46
104352	Tê, PVC, série normal, esgoto predial, DN 100 X 100 MM, junta elástica, fornecido em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário ou ventilação.	UN	1,00	39,71	39,71	8,95
4722	Pedra britada Nº 3 (38 a 50 MM) Posto pedreira/fornecedor	M³	0,5	114,45	57,23	
4721	Pedra britada Nº 1 (9,5 a 19 MM) Posto pedreira/fornecedor	M³	0,5	114,45	57,23	
367	Areia grossa – posto jazida/fornecedor (retirado na jazida)	M³	0,5	121,16	60,58	
365	Muda de arbusto folhagem, sansão do campo ou equivalente da região com altura de 50 a 70cm	UN	3,00	57,90	173,70	-
	<b>TOTAL GERAL</b>				<b>3.105,75</b>	<b>1.417,06</b>

Fonte: SINAPI (2024) - [https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria\\_648](https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_648) atualizada em 17/03/2024.

Como pode ser observado na tabela acima, o custo do projeto, considerando materiais como areia grossa, brita, tubulações de PVC, concreto e serviços como locação de obras, entre outros, apresentou-se acessível. Nesse sentido, o valor estimado para a construção de uma única unidade situa-se, aproximadamente, em torno de R\$ 3.040 mil reais (SINAPI, 2023).

### 3.2 Investimento no Círculo de Bananeiras

O custo estimado dessa tecnologia para atender uma residência rural composta por até cinco membros está detalhado na Tabela 2.

Tabela 1 – Planilha estimativa orçamentária referente à instalação do Círculo de Bananeiras

<i>Código SINAPI</i>	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT	CUSTO	
COMPOSIÇÃO.	CÍRCULO DE BANANEIRAS	UNID	.	(R\$)	TOTAL
74077/002	Locação convencional de obra.	m <sup>2</sup>	1,54	60,61	93,25
72915	Escavação mecânica de valas em material de 2ª categoria até 2 metros de profundidade com utilização de escavadeira hidráulica.	m <sup>3</sup>	0,92	7,22	6,66
95241	Lastro de concreto magro, aplicado em pisos ou radiers, espessura de 5,0cm.	M2	1,22	23,86	29,24
96995	Reaterro manual apiloado com soquete.	m <sup>3</sup>	0,92	47,39	43,75
89712	Tubo PVC, série normal, esgoto predial, DN 50MM, fornecido e instalado em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	m	5,00	27,34	136,70
89731	Joelho 90 graus, PVC, série normal, esgoto predial, DN 50MM, junta elástica, fornecido em ramal de descarga ou ramal de esgoto sanitário.	Unid.	1,00	14,19	14,19
358	Muda de árvore ornamental Palmeira-de-seio, taboa ou caniço ou equivalentes da região, com 1,0 metro de altura ou mais.	Unid.	4,00	87,86	351,44
	<b>TOTAL CÍRCULO DE BANANEIRA</b>				<b>R\$ 675,24</b>

Fonte: SINAPI (2024).

Como pode ser observado, o custo de execução da obra considerando materiais como os tubos e joelhos de PVC, assim como de serviços de locação de obra, escavação e

plantio de mudas foi em torno de R\$ 686,80 reais (SINAPI, 2023). Em decorrência disso, o Círculo de Bananeiras pode servir como alternativa para o contexto rural, uma vez que seu custo e sua técnica construtiva não demanda materiais dispendiosos nem recursos técnicos mais sofisticados.

### **3.3 Investimento total nas tecnologias para o tratamento de águas residuárias**

O investimento necessário para a adoção das soluções propostas neste trabalho é estimado em R\$ 3.780,99, sendo R\$ 3.105,75 reais para o sistema TEvap e R\$ 675,24 reais para o Círculo de Bananeiras. No entanto, esse valor pode ser reduzido significativamente ao se contar com mão de obra voluntária, propondo um esquema de revezamento entre os voluntários.

Além disso, o TEvap e o Círculo de bananeiras são estruturas de construção simplificadas, de baixa necessidade de manutenção, que permitem a conservação tanto do solo quanto do lençol freático. No caso do TEvap, por ser construído de forma impermeabilizada, impede que o efluente contamine o solo, além de oferecer água e nutrientes para a camada vegetal presente na camada de solo desse sistema (ROCHA, 2021).

O círculo de bananeiras, por sua vez, permite o tratamento das águas cinzas utilizando o próprio solo, o que acarreta eficiência dos processos de decomposição da matéria orgânica, além de contribuir para o desenvolvimento da biomassa das plantas que estão ao redor do sistema (FIGUEIREDO *et al.*, 2019).

## **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pode-se perceber que a adoção dessas novas tecnologias sustentáveis pode auxiliar na promoção do acesso ao saneamento básico nas comunidades rurais, uma vez que elas não demandam recursos financeiros e técnicos para utilizar as tecnologias já consolidadas na engenharia sanitária.

Além disso, espera-se que essas tecnologias de engenharia social, como as do TEvap e do Círculo de Bananeiras, possam ser replicadas em situações análogas em todo o território rural brasileiro disperso, diante da materialização do Programa Brasil Saneamento Rural (PBSR).

Esse trabalho busca trazer inúmeros benefícios, dentre os quais destacam-se a saúde e o bem-estar (Objetivo 03 ODS) do morador da área rural que podem ser melhoradas com o

correto saneamento, abastecimento de água potável, (Objetivo 06 ODS). Além de trazer impactos para a própria família que deixará de ter diversos problemas de saúde e gastos com medicamentos, o sistema único de saúde também terá redução nos custos, pois o saneamento apresenta menor custo quando comparados a hospitais e equipamentos para tratamento de enfermos relacionados à precária condição ou ausência de saneamento. Outrossim, o meio ambiente será melhor conservado, principalmente, os corpos hídricos que terão água mais limpa e adequada para o desenvolvimento da fauna e flora.

Nas áreas rurais, especialmente durante os finais de semana e períodos de feriado, a dinâmica populacional experimenta flutuações significativas devido ao influxo de pessoas que vêm passar o fim de semana e turistas, o que desafia a gestão dos sistemas de águas residuais projetados para uma população residente estável, uma vez que o sistema proposto (Tevap) tem limitação técnica quanto ao número de usuários.

No município de Florestal, MG, os chacreamentos rurais têm se destacado como uma forma recente de ocupação do espaço, refletindo mudanças significativas na dinâmica rural, o que deve ser alvo de atenção do poder público no sentido de organizar a ocupação de maneira organizada e sustentável.

Importante ressaltar que os sistemas apresentados demonstraram eficácia por meio do uso dos tanques de evapotranspiração e dos círculos de bananeiras no tratamento e gestão de águas residuais em comunidades rurais, cuja redução de contaminantes e a melhoria na qualidade da água são alcançados de maneira acessível por apresentar baixo custo e manutenção, o que favorece comunidades com recursos limitados além de exigir baixa manutenção, facilitando a adoção e durabilidade.

Sugiro, como recomendações futuras, que haja continuidade de pesquisa e desenvolvimento, para favorecer o aprimoramento das tecnologias a fim de melhorar a eficiência dos tanques de evapotranspiração e dos círculos de bananeiras, incluindo experimentos com diferentes tipos de vegetação e substratos.

A importância do monitoramento e da avaliação não pode ser subestimada. Recomenda-se, portanto, a implementação de programas contínuos para monitorar o desempenho e assegurar a sustentabilidade dos sistemas em um horizonte de longo prazo. Considero oportuno também a criação de Programas Educacionais para que haja o desenvolvimento de programas educacionais sobre saneamento sustentável e práticas ambientais para comunidades rurais, enfatizando os benefícios dos tanques de evapotranspiração e círculos de bananeiras, por meio de formação de novas parcerias entre instituições de pesquisa, ONGs e órgãos governamentais para promover e implementar essas tecnologias em escala mais ampla. Além disso, sugere-se a integração dos tanques de evapotranspiração e círculos de bananeiras com outras tecnologias

de saneamento, como filtros biológicos ou sistemas de compostagem, para maximizar a eficácia e a sustentabilidade. Entendo que este é um caminho claro para futuras pesquisas e implementações que podem impactar positivamente comunidades rurais isoladas.

### **AGRADECIMENTOS**

O autor agradece: i) as Diretorias Geral e Administrativa, ao Setor de Manutenção da UFV – *Campus* Florestal, pelo fornecimento de materiais, equipamentos e recursos humanos, para a implantação das tecnologias sociais de saneamento; e ii) a Prefeitura Municipal de Florestal (PMF), a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura de Florestal; a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), por terem contribuído para a realização de dois Dias de Campo e no Seminário sobre Propostas e Soluções Alternativas para o Saneamento Rural no Município de Florestal – MG, realizados respectivamente nos dias 26/09/2022 e 17/03/2023.

## REFERÊNCIAS

- BAYER, Natássia Molina; URANGA, Paulo Ricardo Ricco; FOCHEZATTO, Adelar. Política Municipal de Saneamento Básico e a ocorrência de doenças nos municípios brasileiros. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 13, 2021.
- COSTA, Cinthia Cabral da; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Saneamento rural no Brasil: impacto da fossa séptica biodigestora. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, p. 51-60, 2014.
- FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles; SANTOS, BSC dos; TONETTI, Adriano Luiz. **Tratamento de esgoto na zona rural: fossa verde e círculo de bananeiras**. Biblioteca Unicamp. Campinas, p. 28, 2018.
- FIGUEIREDO, Isabel Campos Salles *et al.* Águas cinzas em domicílios rurais: separação na fonte, tratamento e caracterização. **Revista DAE**, v. 67, n. 220, 2019.
- GALBIATI, Adriana Farina. **Tratamento domiciliar de águas negras através de tanque de evapotranspiração**. 2009. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.
- LEAL, Jane Terezinha da Costa Pereira. **Tanque de evapotranspiração**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 15 p. il. 2014.
- MELLO, L. D. Instituto de Permacultura como espaço não formal de aprendizagem em ciências. **Revista de Extensão e Estudos Rurais**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 213–240, 2018. DOI: 10.36363/rever722018213-240. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rever/article/view/3379>. Acesso em: 29 jul. 2023.
- REZENDE, Diego César Veloso. **Tanque de evapotranspiração no tratamento de esgoto sanitário em comunidades rurais**. 2019. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Conservação de Recursos Naturais do Cerrado) - Instituto Federal Goiano, Urutaí. 2019.
- ROCHA, Gabriel. **Tanque de evapotranspiração para tratamento de efluentes domésticos em zonas rurais**. 2021. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa. 2021.
- SILVA, L. M. da . Impactos dos detergentes no meio ambiente: evidências de um estudo ecotoxicológico. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 9, n. 2, p. 1429–1441, 2023. DOI: 10.51891/rease.v9i2.8883. Disponível em: <https://www.periodicorease.pro.br/rease/article/view/8883>. Acesso em: 29 jul. 2023.
- SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices de Construção Civil. 2023. Disponível em: [https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-mg/SINAPI\\_ref\\_Insumos\\_Composicoes\\_MG\\_062023\\_NaoDesonerado.zip](https://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-mg/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_MG_062023_NaoDesonerado.zip). Acesso em: 04 abr. 2024.
- VALE, Gabrielle Brito do; RUGGERI JUNIOR, Humberto Carlos; SCALIZE, Paulo Sérgio. Service and precariousness of sanitary sewage in rural communities in the state of Goiás, Brazil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 27, p. 1067-1075, 2022.

**CISTERNA DE FERROCIMENTO COMO SOLUÇÃO ALTERNATIVA PARA O  
MANEJO E A RESERVAÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO CONTEXTO DO  
SANEAMENTO RURAL EM COMUNIDADES ISOLADAS: Relato de Experiência  
Realizado no Projeto Piloto de Florestal - MG**

**RESUMO**

O acesso ao abastecimento regular de água em qualidade e quantidade adequadas para o consumo humano e outros usos é um direito fundamental do cidadão. No Brasil, porém, muitos ainda são privados desses serviços básicos, sendo a captação da água de chuva uma solução eficiente e de baixo custo para o abastecimento de água em áreas rurais. Diante disso, o presente relato de experiência objetiva descrever o processo construtivo de uma cisterna de ferrocimento, contribuindo com o contexto do saneamento de áreas rurais isoladas. Vislumbra-se que a tecnologia proposta – cisterna de ferrocimento – possa contribuir de forma efetiva com o desenvolvimento de ações de saneamento básico em áreas rurais, por meio de estratégias que garantam a equidade, a integralidade, a intersetorialidade, a sustentabilidade dos serviços implantados, a participação e o controle social. O projeto ainda se encontra em desenvolvimento, por essa razão não foi possível elencar todos os resultados.

**Palavras-chave:** Cisterna. Ferrocimento. Saneamento rural. Captação pluvial.

## ABSTRACT

Access to a regular supply of water in adequate quality and quantity for human consumption and other uses is a fundamental right of citizens. In Brazil, however, many are still deprived of these basic services, and rainwater harvesting is an efficient and low-cost solution for water supply in rural areas. In light of this, the present report aims to describe the construction process of a ferrocement cistern, contributing to the context of sanitation in isolated rural areas. It is envisioned that the proposed technology—ferrocement cistern—can effectively contribute to the development of basic sanitation actions in rural areas through strategies that ensure equity, comprehensiveness, intersectorality, sustainability of the implemented services, participation, and social control. The project is still under development, which is why it was not possible to list all the results.

**Keywords:** Cistern, Ferrocement, Rural Sanitation, Rainwater Harvesting.

## 1 CONTEXTO

O acesso ao abastecimento regular de água em qualidade e quantidade adequadas para o consumo humano e outros usos múltiplos é um direito fundamental do cidadão, além de ser essencial para assegurar condições dignas de cuidado e manutenção da saúde. Em 2010, a Assembleia Geral das Nações Unidas, por meio da Resolução A/RES/64/292, declarou “a água limpa e segura, bem como o saneamento básico, um direito humano essencial para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos” (UNGA, 2010, **tradução nossa**). No Brasil, porém, muitos ainda são privados desses serviços básicos por diversos fatores, como insuficiência de água no manancial, seca ou estiagem, deficiência na produção e distribuição de água pelo Estado, população flutuante, acidentes ou desastres, conforme constatado na Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (PNSB), realizada em 2017 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (IBGE, 2017).

Ainda em âmbito internacional, em 2015, as Nações Unidas adotaram como meta os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), vários deles relacionados, de forma direta ou transversal, ao tema do uso da água. Esses objetivos tratam, dentre outros aspectos, da garantia de acesso à água potável para todos e do uso eficiente desse recurso, além da preservação dos recursos hídricos e da redução da mortalidade e incidência de doenças (CNODS, 2017).

Nesse sentido, observa-se que a captação e o armazenamento da água de chuva são uma solução eficiente e de baixo custo para o abastecimento de água doce em áreas rurais, principalmente, em regiões com conflitos pelo uso da água e onde o atendimento de saneamento básico é precário, como em áreas rurais dispersas. Essa situação pode ocorrer devido a inúmeras ações antrópicas ou volumes irregulares de chuva sob efeito da sazonalidade (SILVA, 2012). No entanto, a qualidade da água da chuva, armazenada em cisternas, depende de vários fatores, como: materiais utilizados para construir a área de captação e a própria armazenagem, impurezas potenciais depositadas na superfície do telhado (área de captação de águas pluviais), situação da atmosfera no local, ciclo hidrológico, características regionais, método para retirada da água e tipo de tratamento pré-uso (PALHARES, 2012).

O uso de cisternas para o armazenamento de água da chuva é uma tecnologia que pode atenuar as ameaças citadas acima, propiciando o gerenciamento independente, bem como promovendo a segurança hídrica, alimentar e econômica em territórios rurais sem abastecimento coletivo ou com abastecimento insuficiente (PALHARES, 2016;

BONIFÁCIO, 2011). Nesse contexto, a questão socioambiental é fator determinante na formulação de soluções que sejam simplificadas, replicáveis e economicamente viáveis, voltadas para minimizar os problemas básicos e controláveis pelos próprios usuários diretos, as denominadas “tecnologias sociais”.

Diante disso, o presente relato de experiência tem o objetivo de descrever o processo construtivo e a valoração econômica dos insumos necessários para a construção de uma cisterna de ferrocimento, como solução alternativa para o manejo e a reservação de águas pluviais, contribuindo com o contexto do saneamento de áreas rurais isoladas e outros grupos, que possuem acesso limitado à água potável em quantidade e qualidade para diversos usos, incluindo aspectos mais nobres como dessedentação animal e humana.

De acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), as cisternas para armazenagem de água da chuva podem ser instaladas de diversas maneiras (sobre o solo, enterradas, semienterradas ou elevadas), e os modelos de cisterna podem variar em relação à capacidade de armazenamento e à forma (retangulares, quadradas, cilíndricas e cônicas), bem como em relação aos materiais construtivos, como Policloreto de Vinil (PVC), manta de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), fibra de vidro, alvenaria ou ferrocimento (concreto armado), conforme Quadro 1, abaixo.

Quadro 1 – Materiais para cisterna e suas características

<b>Material</b>	<b>Características</b>	<b>Cuidados</b>
PVC PEAD FIBRA DE VIDRO	Ampla disponibilidade no comércio nacional. Custos oscilantes. Ampla mobilidade.	Utilizar somente novos. Estar assentada em piso liso, contínuo e ao nível do chão. Degradável pelos raios ultravioletas. Deve ser pintado ou colorido.
Alvenaria Ferrocimento	Durável. Imóvel. Ampla disponibilidade de mão de obra construtiva.	Potencial para rachadura e falhas estruturais

Fonte: Adaptado de Palhares (2016)

O dimensionamento adequado das cisternas, o sistema de filtragem e tratamento da água coletada, bem como o correto armazenamento e utilização são aspectos técnicos essenciais a serem considerados na implantação dessas estruturas, tornando-se imprescindível seguir as normas e as regulamentações vigentes para garantir a qualidade da

água armazenada e a conformidade com as leis ambientais referentes à natureza do uso (NUNES, 2011).

Percebe-se, ainda, que a melhor tecnologia para a implantação de uma cisterna depende do local, da data e dos custos, ou seja, a melhor tecnologia em um lugar onde não existe mão de obra e/ou materiais com custos adequados, pode não obter o melhor resultado final (DIÓGENES, 1987).

A Universidade Federal do Ceará, cumprindo seu papel de espaço técnico-científico, valorizando seu potencial caráter estruturador e provedor de soluções para a sociedade, na década de 80, por meio do “Projeto Ferrocimento”, liderado pelo Professor Alexandre Diógenes, explorou extensivamente a aplicabilidade da tecnologia ferrocimento na construção de cisternas artesanais no nordeste brasileiro, com o objetivo de melhorar a segurança hídrica nas comunidades por ela assistidas (VIANNA; MAGALHÃES, 2012).

A tecnologia ferrocimento torna-se viável em áreas rurais e outras áreas de ocupação humana, onde não haja limitação excessiva do espaço físico, como ocorre em grandes metrópoles. Os principais motivos dessa viabilidade são: baixos custos construtivos; facilidade de obtenção das matérias necessárias; reduzido emprego de materiais; possibilidade de múltiplos reservatórios; emprego de cooperativismo solidário e possibilidade de construção na superfície do terreno sem grandes intervenções (BONIFÁCIO, 2011).

Com a meta de ampliar o acesso ao saneamento em áreas rurais, a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Florestal e Prefeitura Municipal de Florestal – MG, definiram, no ano de 2018, que o município de Florestal – MG receberia um projeto piloto para a área de saneamento rural, visando a materialização do Programa Brasil Saneamento Rural (PSBR), sendo esse um modelo ou “jardim” com potencial de ser replicado nacionalmente. Diante disso, uma das estratégias adotadas foi a implantação do Centro de Vivência Educação e Saneamento Rural (CVESR) – localizado na Avenida dos Funcionários, nº 346, Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Florestal, CEP: 35690-000 (Zona Rural e a 500 m do centro do município de Florestal – MG).

O intuito é que o CVESR sirva de referência como local de instrução, treinamento e capacitação de múltiplos grupos de interesse (discentes, docentes, técnicos e populações rurais) em soluções para saneamento rural, bem como espaço para produção e troca de conhecimentos (científicos e populares), teste de viabilidade de projetos e exposição das diferentes experiências e ideias direcionadas às soluções tecnológicas adequadas aos diferentes modelos, formas de gestão e apropriação da população rural.

O projeto e a construção da cisterna para o manejo e a reservação de águas pluviais, aqui relatado, foi concebido e executado por diversos atores como: docentes e discentes (voluntários) do curso de Tecnologia em Gestão Ambiental da UFV, múltiplos servidores da Universidade (concursados e terceirizados), membros da sociedade civil (voluntários) que participaram de diferentes formas e em várias etapas do processo. Simultaneamente à construção da cisterna, a UFV promoveu o 53ª Semana do Produtor Rural de Florestal, que ocorreu nos dias 24 a 28 de julho de 2023 e ofertou o curso “Casa Ecológica / Soluções Alternativas para Saneamento Rural (UFV)” que, em seu módulo 04 - “Manejo e Reservação de Águas Pluviais Cisterna de Ferrocimento”, possibilitou às pessoas (13 alunos) sem vínculo com a instituição um curso (teórico/prático) referente ao tema.

Figura 1 - Participantes do Módulo 04



Fonte: Do autor.

Figura 2 e 3 - Atividade prática - montagem da estrutura da cisterna



Fonte: Do autor.

Figura 4 - Aula teórica do Módulo 4



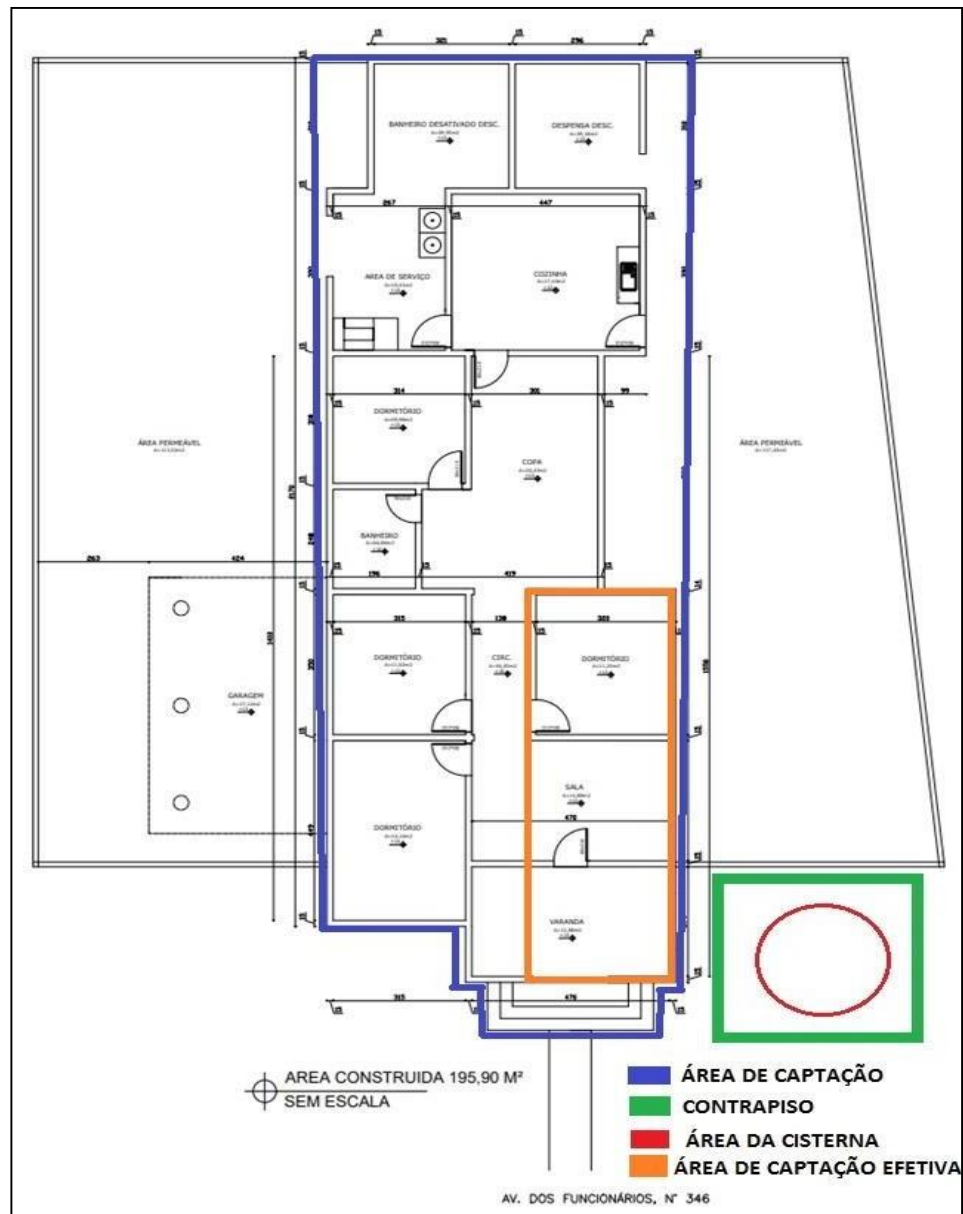
Fonte: Dos autores

## 2 DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Para o dimensionamento e o processo construtivo foram utilizadas como parâmetro as informações disponíveis no guia do Programa Pró-Mananciais, firmado entre a Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e a Fundação Banco do Brasil, com o intuito de fomentar a soberania hídrica em regiões com pouca infraestrutura de abastecimento de água pela COPASA.

Inicialmente, foi dimensionada a área de captação potencial de acordo com a área do telhado, além da localização ideal da cisterna, conforme Figura 01, a seguir. Assim, a área de captação de água pluvial efetiva para o projeto foi, aproximadamente, 32 metros quadrados e com estimativa de precipitação média anual de 1,5 metros (1500 mm) por metro quadrado de área, propiciando um potencial de captação de, aproximadamente, 48 metros cúbicos de água (32x1,5), de acordo com INSTRUÇÃO TÉCNICA PARA ELABORAÇÃO DE ESTUDOS E PROJETOS DE DRENAGEM da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (Apêndice 01 - Intensidade, Duração e Frequência (IDF) para a Região Metropolitana de Belo Horizonte – RMBH). A área concretada de contrapiso para instalação da cisterna foi determinada em torno de 18 metros quadrados. Já a cisterna, ao fim de sua construção, possui cerca de 1,60 de altura, em sua área externa, e 2,50 de diâmetro, proporcionando uma capacidade de armazenamento superior a 12000 litros (1,6x2,5x3,14).

Figura 5 - Croqui da CVESR com delimitações de áreas



Fonte: Alexandre Martins de Melo Sant' Ana.

Para a colocação do contrapiso, foi feita uma preparação do terreno, deixando-o plano e livre de pedras. A construção ficou próxima à casa para reduzir a necessidade de grande quantidade de tubulações do local de captação até a cisterna. Então, foi feita a marcação do círculo no terreno com o tamanho da cisterna. Fixou-se uma haste no centro e, com um pedaço de corda com o comprimento do raio da base, desenhou-se o círculo, conforme imagem seguinte.

Figura 6 e 7 – Preparação do contrapiso



Fonte: Alexandre Martins de Melo Sant' Ana.

Em seguida, colocou-se a malha de ferro cobrindo toda a circunferência no chão. Foram cortadas as pontas que ficaram para fora, sendo as mesmas dobradas para cima, com o objetivo de criar um ponto de amarração entre o piso e a parede da estrutura. Na sequência, foram amarradas as malhas de ferro umas às outras no chão.

Figura 8 e 9 – Malha de ferro e dobras do piso para fixação da parede



Fonte: Do autor.

Para a preparação das paredes, foi levantada armação, malha e tela, colocando-as sobre a extremidade da base da cisterna com trespasse entre telas, na horizontal, em pelo menos 10 cm e com fixações em diversos pontos.

Figura 10 – Fixação da parede 1



Fonte: Do autor.

Figura 11 – Fixação da parede 2



Fonte: Dos autores.

Com a circunferência marcada, posicionou-se a malha de ferro e amarrou-se para formar uma malha única, curvando a estrutura para dentro e fixando em diversos pontos. Depois de pronta a estrutura em malha de ferro do teto, cobriu-se com a tela tipo viveiro,

amarrando-a com arame em diversos pontos.

Figura 12 – Travamento do teto da estrutura



Fonte: Dos autores.

Em seguida, fez-se a abertura da tampa cortando, aproximadamente, 70 cm de diâmetro na tela superior e dobrou-se a malha de ferro no topo deixando as pontas de ferro para cima.

Figura 13 – Abertura superior para limpeza



Fonte: Dos autores.

Foi preparada argamassa com traço de 2 partes de areia, 1 parte de cimento e  $\frac{1}{2}$  parte de água com textura de massa pastosa para aplicação em toda a estrutura. Assim, revestiu-se a armadura da cisterna com a massa; durante a colocação da massa, segurou-se

um anteparo, como uma chapa de compensado, na parte externa da cisterna bem encostada à armação para que a fosse feita uma primeira camada na parte interna

Figura 14 – Preparo da argamassa



Fonte: Dos autores.

Figura 15 e 16 – Aplicação da argamassa na parede da estrutura



Fonte: Dos autores.

Revestiu-se também a tampa da cisterna com a argamassa, utilizando o mesmo traço da argamassa (2:1:0,5).

Figura 17 e 18 – Abertura e tampa da estrutura



Fonte: Dos autores.

O processo de cura da estrutura, para que não haja fissuras, foi realizado por aspersores que ficaram ligados durante 19 dias no período diurno, sendo desligados no período noturno.

Figura 19 – Reservatório em processo de cura



Fonte: Dos autores.

Por fim, as estimativas de custos estão descritas com/sem inclusão de mão de obra especializada, tendo em vista a possibilidade de replicação da técnica em mutirão solidário.

Tabela 1 – Estimativa de custos

SINAPI	MATERIAIS	UNID	QTDE	VLR UNIT. (R\$)	TOTAL (R\$)
	<b>MATERIAIS</b>				<b>1.043,00</b>
<b>1379</b>	CIMENTO PORTLAND COMPOSTO CP II-32	KG	415,00	0,78	323,70
<b>366</b>	AREIA FINA - POSTO JAZIDA/FORNECEDOR (RETIRADO NA JAZIDA, SEM TRANSPORTE)	M3	1,00	97,50	97,50
<b>10917</b>	TELA DE AÇO SOLDADA NERVURADA, CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIÂMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 M, ESPAÇAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	25,00	9,23	230,75
<b>10931</b>	TELA DE ARAME GALVANIZADA, HEXAGONAL, FIO 0,56MM (24 BWG), MALHA ½”, H = 1M	M2	25	13,24	331,00
<b>43131</b>	ARAME GALVANIZADO 6BWG, D=5,16MM (0,157 KG/M), OU 8BWG, D = 4,19 MM (0,101 KG/M), OU 10 BWG, D=3,40 MM (0,0713 KG/M)	KG	0,50	29,50	14,75
<b>4721</b>	PEDRA BRITADA N. 1 (9,5 a 19 MM) POSTO PEDREIRA/FORNECEDOR, SEM FRETE	M3	0,41	109,42	45,30
	<b>MÃO DE OBRA</b>				<b>2.267,60</b>
<b>4750</b>	<b>PEDREIRO (HORISTA)</b>	<b>H</b>	80,00	21,35	1.708,00
<b>6111</b>	SERVENTE DE OBRAS	H	40,00	13,99	559,60
	Total geral				<b>3.310,60</b>

Fonte: Tabela SINAPI (2024).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acesso aos serviços de saneamento básico no meio rural tem sido ampliado desde o final do século XX, apesar dos avanços, ainda há muito a ser feito para garantir o acesso a todos os componentes desses serviços para toda a população rural brasileira.

O saneamento rural deve abarcar os conhecimentos tradicionais para condução das águas, pois, além de cuidar da natureza, é importante para a promoção da saúde. Com o trabalho dentro das comunidades tradicionais rurais, é fundamental a utilização de tecnologias eficientes e de baixo custo, que possam ser reproduzidas pela população local.

Existe a necessidade de ações que conscientizem os moradores a respeito de práticas prejudiciais ao meio ambiente e, conseqüentemente, ao seu próprio bem-estar, bem como a relevância de se implantar estruturas de saneamento ambiental adequadas.

O atual projeto se encontra em desenvolvimento, por esse mesmo motivo, ainda não foi possível elencar os resultados finais. Serão instaladas as calhas e tubulações de passagem de água da área de captação para a cisterna, assim como a válvula para extração da água da cisterna. Contudo, percebe-se que as etapas até então concluídas, atendem aos parâmetros propostos.

Dessa forma, espera-se que o presente estudo sirva como apoio para a promoção de pesquisas futuras, de modo que estas, nessa nova oportunidade do saneamento brasileiro, enfatizem a valorização da saúde e bem-estar e a devida importância ao trabalho com o saneamento nessas áreas mais afastadas, envolvendo-as e trabalhando para que tenham uma vida com mais dignidade e usufruto do básico.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem: i) as Diretorias Geral e Administrativa e ao Setor de Manutenção da UFV – *Campus* Florestal, pelo fornecimento de materiais, equipamentos e recursos humanos, para a implantação das tecnologias sociais de saneamento; e ii) a Prefeitura Municipal de Florestal (PMF), a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Agricultura de Florestal; a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), por terem contribuído para a realização de dois Dias de Campo e no Seminário sobre Propostas e Soluções Alternativas para o Saneamento Rural no Município de Florestal – MG, realizados respectivamente nos dias 26/09/2022 e 17/03/2023 .

## REFERÊNCIAS

- BONIFÁCIO, Sávio Nunes. **A percepção dos beneficiários quanto às técnicas de operação e manutenção utilizadas nas cisternas de água de chuva do P1MC no Semiárido Mineiro.** Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. p140. 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/BUOS-95WF2F>. Acesso em: 24 jul. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Programa Nacional de Saneamento Rural.** Brasília: Funasa, 2019. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL\\_PNSR\\_2019.pdf](http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf) . Acesso em: 10 mai. 2022.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde. **Site da Fundação Nacional de Saúde.** Ações e programas, 2023. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/acoes-e-programas>. Acesso em: 29 mar. 2023.
- Brasil. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília : Funasa, 2019. 260 p. ISBN: 978-85-7346-065-0. Disponível em: [http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL\\_PNSR\\_2019.pdf](http://www.funasa.gov.br/documents/20182/38564/MNL_PNSR_2019.pdf). Último acesso em: 2 nov. 2023.
- CNODS – COMISSÃO NACIONAL PARA OS ODS. **Plano de ação 2017-2019.** Brasília: CNODS, dez. 2017. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/ods/publicacoes/plano-de-acao-da-cnods-2017-2019>. Acesso em: 23 jul. 2023.
- COPASA Programa Pró-Mananciais - **CISTERNAS DE FERROCIMENTO DE 20 MIL LITROS** S/D. Disponível em: <https://www.fbb.org.br/images/Editais/COPASA/2019/Cisterna%20Ferrocimento.pdf> . Acesso em: 23 jul. 2023.
- DIÓGENES, Alexandre. **Cartilha do ferrocimento artesanal.** Universidade Federal do Ceará. 1987, 71p.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Panorama da cidade de Florestal-MG. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/florestal.html>. Acesso em: 09 out. 2023.
- IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Panorama da cidade de Florestal-MG.** 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/florestal/panorama>. Acesso em: 23 maio 2022.
- <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/Projectare/article/view/21118/13692>. Acesso em: 07 out. 2023.
- NUNES, M. B. **Planejamento e construção de cisternas para captação e armazenamento de água da chuva.** Rio de Janeiro: REDETEC, 2011. Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NTQzNw==>. Acesso em: 24 jul. 2023.

PALHARES, J. C. P. **Captação de água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal**. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2016. 33 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Documentos, 122). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146199/1/documentos122.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2023.

PALHARES, J. C. P.; GUIDONI, A. L. Qualidade da água de chuva armazenada em cisterna utilizada na dessedentação de suínos e bovinos de corte. **Revista Ambiente & Água**, v. 7, n. 1, p. 244–254, jan. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000400006>. Acesso em: 23 jul. 2023.

Presidência da República. Casa Civil. LEI Nº 14.026/2020 DOS PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20072010/2007/lei/L11445compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20072010/2007/lei/L11445compilado.htm) Último acesso em: 2 nov. 2023.

REGISTRO ESCOLAR (RE). **Número de matriculados**. Mensagem recebida por <sre@ufv.br> em 27 de jan. 2021. Acesso em: maio 2022.

Rios Sudeste. Florestal-MG. Disponível em: <https://app.rios.org.br/index.php/s/WKXCATnjDcnmkem?path=%2Fflorestal-mg> Último acesso em: 2 nov. 23

SANEAMENTO Básico 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pnsb/pnsb-2017>. Acesso em: 24 jul. 2023.

SILVA, C. V. DA.; HELLER, L.; CARNEIRO, M. Cisternas para armazenamento de água de chuva e efeito na diarreia infantil: um estudo na área rural do semiárido de Minas Gerais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 4, p. 393–400, out. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000400006>. Acesso em: 23 jul. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). Pró-Reitoria de Gestão de Pessoas. Número de Funcionários UFV - Campus Florestal. Mensagem recebida por <spe.florestal@ufv.br>; em 05 de maio. 2021. Acesso em: maio 2022.

VIANNA, M. R.; MAGALHÃES, L. N. de. **Estações de tratamento de água construídas de ferrocimento no estado de Minas Gerais, Brasil**. 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266741133>. Acesso em: 24 jul. 2023.

## CAPÍTULO III

**FICHA TÉCNICA PARA A PRODUÇÃO TÉCNICA E TECNOLÓGICA**

2023. MESTRADO PROFISSIONAL EM SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA AMBIENTAL (MPSTA) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG)

Não há direitos reservados. A reprodução está autorizada, no todo ou em parte, desde que a obra original seja devidamente referenciada.

**INFORMAÇÕES E CONTATOS**

IFMG/BAMBUÍ – Fazenda Varginha – Rodovia Bambuí/Medeiros – Km 05

Caixa Postal 05 – Bambuí – MG - 38900-000 - [www.bambui.ifmg.edu.br](http://www.bambui.ifmg.edu.br)

**REITOR DO IFMG** - Kléber Gonçalves Glória

**PRÓ-REITOR DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO**

Fernando Gomes Braga

**DIRETOR GERAL DO IFMG – BAMBUÍ** - Rafael Bastos Teixeira

**COORDENADOR DO MPSTA – BAMBUÍ** - Gustavo Augusto Lacorte

**AUTORES**

**Aluno:** Alexandre Martins de Melo Sant' Ana

**Orientador:** Prof. Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni

**IMAGENS**

**Catlogação - Fonte Biblioteca IFMG - Campus Bambuí**

Quadro 1 – Classificação do PTT – Curso para Formação Profissional

<b>Título</b>	Ações de Intervenção no Âmbito do Saneamento Rural de Florestal – MG – Esgoto doméstico
<b>Público-alvo</b>	População Rural do município de Florestal, produtores rurais, sitiantes, pesquisadores, estudantes e profissionais das áreas de conhecimento envolvidas.
<b>Forma de Aplicação</b>	Apresentação presencial em aulas teóricas e práticas durante o evento (Semana do Produtor Rural)
<b>Aderência à temática da dissertação</b>	Resultados dos capítulos anteriores, correspondente a estratégias aos problemas diagnosticados
<b>Tipo</b>	Curso para Formação Profissional (extensão)
<b>Subtipo</b>	Atividade docente de capacitação, realizada em diferentes níveis; Atividade de capacitação criada em diferentes níveis.
<b>Impacto</b>	Pretende-se capacitar o participante deste curso de curta duração na execução de um círculo de bananeiras e demonstrar o funcionamento de um tanque de evapotranspiração, que constituem uma alternativa para o tratamento do efluente gerado em propriedades rurais, além de apresentar alta eficiência no tratamento dos efluentes, essas técnicas são de fácil execução e baixo investimento financeiro.
<b>Aplicabilidade</b>	Abrangência nacional (todos os estados da federação), uma vez que a Semana do Produtor Rural atrai pessoas de diversas regiões do Brasil. Por isso, trata-se de um material passível de Replicabilidade.
<b>Inovação</b>	Possui caráter inovador, pois consiste em adaptação de conhecimentos de forma inédita consolidando diversos outros materiais e oferecendo dicas práticas.
<b>Complexibilidade</b>	Envolveu diversas áreas de conhecimento (ambiental, saúde pública, econômica, tributária, jurídica e licenciamento ambiental) sendo necessária a indicação de diversos materiais de autores distintos para sua elaboração.

Fonte: Alexandre Martins de Melo Sant' Ana, 2024

Este Projeto de Trabalho de Conclusão (PTT) foi elaborado por Alexandre Martins de Melo Sant' Ana, sob a orientação do professor Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni. O autor contribuiu com conhecimentos e experiências únicas, enriquecendo o conteúdo e a análise apresentada. O PTT está intrinsecamente ligado à dissertação, que aprofunda os temas abordados neste trabalho. Enquanto a dissertação fornece uma análise abrangente e detalhada sobre gestão e planejamento ambiental, o PTT oferece uma síntese prática e aplicada, destacando soluções e propostas relevantes para promoção do saneamento rural isolado.

A publicação separada do PTT visa facilitar a compreensão do público e leitores interessados, permitindo um acesso mais direto às propostas e resultados. Esperamos que este material sirva como uma ferramenta útil para fomentar discussões e promover ações efetivas na área de Saneamento Rural Isolado com adoção de tecnologias sustentáveis e acessíveis.

A seguir apresentamos a ementa do curso que foi realizado na semana do produtor rural em 2023, na UFV-Campus Florestal-MG.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA-CAMPUS FLORESTAL**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM**  
**SUSTENTABILIDADE**  
**E TECNOLOGIA AMBIENTAL**  
**SEMANA DO PRODUTOR RURAL - DOCENTE: Alexandre Martins de Melo Sant’**  
**Ana – Orientador: Prof. Dr. Hygor Rossoni**

---

**Atividades de Estruturação**

O Produto técnico e tecnológico, apresentado como modelo, propõe um curso de formação profissional de curta duração (extensão), tomando como modelo, curso de ensino presencial fornecido pela Universidade Federal de Viçosa por meio da Semana do Produtor Rural.

Assim, o presente trabalho tem a proposta de divulgar o conhecimento por meio de curso presencial, que foi ministrado no *Campus* Florestal da UFV, durante a Semana do Produtor Rural que ocorre anualmente, há mais de 50 anos, atraindo produtores rurais de várias regiões do Brasil.

O tema deste trabalho é de extrema relevância, pois contribui de maneira sustentável para promoção do saneamento rural (água, esgoto, resíduos e drenagem), isso pode ser obtido de diversas maneiras diferentes. No *Campus* Florestal da UFV, existe um espaço de convivência prática, situado na Avenida dos Funcionários, nº 246, onde serão instaladas diversas tecnologias neste sentido. Nesse contexto, pretende-se por meio deste trabalho conhecer melhor essas tecnologias já disponíveis, entender o seu funcionamento, verificar possíveis melhorias e adequações que se fizerem necessárias dependendo do caso. Sendo assim, este PTT foi desenvolvido com o viés de focar apenas em algumas ferramentas conhecidas para o tratamento dos efluentes gerados em propriedades rurais que não possuem rede de coleta de esgoto.

O tanque de evapotranspiração (Tevap) é um sistema simplificado para destinação de água negra. Sua constituição combina os sistemas de fossa séptica e filtro anaeróbico com um banhado construído de fluxo sub-superficial ascendente. Esse sistema visa perda de água por evapotranspiração, sendo o provável excesso de água destinado à infiltração no solo e se aplica idealmente para locais quentes, onde as taxas de evapotranspiração são mais altas que os índices de pluviosidade. Além de diminuir consideravelmente a contaminação do solo e lençol freático, o Tevap anula o lançamento de efluentes provenientes do vaso sanitário, prevenindo os moradores e produtores rurais de doenças relacionadas. Junto desse sistema, salienta-se que é necessário o uso de outra técnica complementar para as águas cinzas provenientes dos demais equipamentos hidrossanitários que são utilizados em uma residência, tais como lavatório, ralos, pias, tanque e outros.

Um dos dispositivos que pode ser utilizado para complementar o tratamento dos efluentes é o círculo de bananeiras. Essas medidas, que inicialmente parecem simples, mas que trazem importantes benefícios para o morador, tais como a recarga do lençol freático, diminuem o

consumo de água tratada para irrigação, mantêm os nutrientes no local, promovem o crescimento da vegetação local, diminuem o volume de esgoto e, conseqüentemente, os impactos pertinentes às fossas.

Importante mencionar que o curso proposto neste PTT, pretende repassar conhecimentos pertinentes apenas sobre uma das diversas técnicas existentes para o esgotamento sanitário, que se refere ao tanque de evapotranspiração, também conhecido como Tevap. Nos módulos seguintes devemos apresentar soluções pertinentes à água, resíduos sólidos e drenagem e, possivelmente, outras técnicas para o esgotamento sanitário, uma vez que o proposto neste trabalho possui algumas restrições e pode ser preterido em função de critérios locais, tais como nível do lençol freático, regime hidrológico, espaço disponível e outros fatores limitantes.

## **Ações de Intervenção no Âmbito do Saneamento Rural de Florestal-MG – MÓDULO 3 – ESGOTO DOMÉSTICO**

### **Objetivos:**

Pretende-se capacitar o participante deste curso de curta duração, para a execução de um círculo de bananeiras e demonstrar o funcionamento de um tanque de evapotranspiração, que constituem alternativas para o tratamento do efluente gerado em propriedades rurais, além de apresentar alta eficiência no tratamento dos efluentes, essas técnicas são de fácil execução e baixo investimento financeiro.

**PERÍODO DE INSCRIÇÃO:** 02 a 12/06/2023

**CARGA**

**HORÁRIA:** 08 horas

**PERÍODO DO CURSO:** Semana do Produtor Rural – CAF-UFV

**INFORMAÇÕES E DÚVIDAS:** alexandre@ufv.br (31) 3602-1061

### **Público-alvo**

População Rural do município de Florestal, produtores rurais, sitiantes, pesquisadores, estudantes e profissionais das áreas de conhecimento envolvidas.

Critério de seleção: ordem de inscrição, será dada preferência àqueles participantes que tenham maior capacidade de multiplicação do conhecimento obtido no curso (sindicatos e associações rurais, órgãos públicos, alunos da UFV, etc.).

### **Conteúdo**

#### Módulo 1 – Aula teórica

Introdução - Apresentação geral do Tanque de Evapotranspiração e Círculo das bananeiras;

Principais vantagens do sistema Tevap-Círculo das bananeiras.

#### Módulo 2 - Aula Prática (em campo)

Funcionamento do Tevap

Capilaridade

Evapotranspiração

Construção do Círculo da Bananeira

Dimensionamento

Tratamento preliminar (caixa de gordura)

Proteção

Plantio

### Módulo 3

Restrições

Considerações Finais

### Equipe

Palestrante: Alexandre Martins de Melo Sant' Ana

Orientador: Prof. Dr. Hygor Aristides Victor Rossoni

Monitor: Summer Cândido Silva

Monitor: Alessandro Matozinhos da Cunha

### Metodologia

Foi oferecido, em caráter de curso de curta duração, na modalidade presencial, com carga horária total de 08 horas. Todo o material didático foi disponibilizado durante os encontros: texto impresso.

No curso, os alunos tiveram o apoio de tutores, para esclarecimento de dúvidas e auxílio na execução do sistema.

### Certificação

Para a verificação do aproveitamento, os cursistas realizarão atividades práticas. No final do curso, eles deverão alcançar pontuação igual ou superior a 60% para receber o certificado. A pontuação será proporcional à presença nos encontros e participação efetiva dos alunos na construção do ciclo da bananeira.

A seguir apresentamos algumas fotos do dia 24/07/2024, data em que foi ministrado o curso, estas imagens se referem a um TEVAP e também um círculo de bananeiras que foram executados em uma propriedade particular rural isolada em Cachoeira de Almas pertencente a uma família de 4 pessoas adultas, onde foi possível observar que o Tevap está funcionando como esperado, pois as plantas apresentam aspecto vigoroso mesmo depois de decorridos aproximadamente 10 meses após sua conclusão. O tanque e o círculo de bananeiras foram concluídos em 27/09/2022 e o curso foi ministrado em julho de 2023. A seguir a lista dos alunos participantes:

Curso Casa Ecológica	
1	EDGAR MOREIRA NOVAES
2	GUIDO GUIMARÃES SAMPAIO
3	HUDSON BRONSON TEIXEIRA SALES
4	JOELSON CARNELÓS
5	JORGE RICARDO MORATO
6	LUCIENE APARECIDA DA LUZ
7	MARISELA PI ROCHA
8	VALDIR DIOGO DA SILVA
9	WILLIAN DOUGLAS XAVIER PEREIRA



*Figura 1 - Turma Casa Ecológica - SPR 2023*



*Figura 2 – Círculo das Bananeiras*



Figura 3 - Tanque de Evapotranspiração - TEVAP



Figura 4 - Certificação Palestrante

## ANEXO I

## Em Minas, Funasa planeja projeto-piloto do Programa Saneamento Brasil Rural

[Imprimir](#)

Visita realizada em Florestal, nas comunidades de Gameleira e Cachoeira de Almas, alinharam estratégias para o planejamento do PSBR

Por Coordenação de Comunicação

Publicação: Ter, 15 Jun 2021 18:12:14 -0300

Última modificação: Ter, 22 Jun 2021 14:21:24 -0300

Postar

Recomendar 0



Representantes da Funasa e do município durante visita

Foto: Suest/MG

No último dia 8 de junho, a superintendente estadual da Funasa em Minas Gerais (Suest/MG), Edicleusa Veloso, acompanhada pelo chefe do Serviço de Saúde Ambiental (Sesam), Jaime Costa, e pelos engenheiros da Divisão de Engenharia de Saúde Pública (Diesp), Luiz Valarini e Bernardo Aleixo, realizou uma visita à Florestal, localizada a 71 km da capital Belo Horizonte. O estudo, subsidiará a implantação de um projeto-piloto do Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR), a partir das necessidades apresentadas pelo município.

Ao chegarem, os representantes da Funasa foram recebidos pelo prefeito do município, Wagner dos Santos; pelo secretário da Secretaria de Meio Ambiente, Marco Túlio e pelo professor da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Hygor Rossoni. Em reunião foi tratado as futuras ações de melhorias das condições de saneamento básico para a população rural.

Durante a inspeção, foram visitadas as áreas rurais das comunidades Gameleira e Cachoeira de Almas, para a implementação do projeto que tem o objetivo de subsidiar uma proposta que já está em planejamento e será desenvolvida pela Funasa, em parceria com a prefeitura e a UFV.

Para a Edicleusa, por meio da implantação do piloto, a fundação poderá estudar a expansão do programa de forma integrada. "A Suest/MG está buscando desenvolver um projeto-piloto que trabalhe com a política de saneamento de forma integrada nas áreas rurais de Minas Gerais e assim, trabalhar com os indicadores de saúde através do diagnóstico de antes e depois da implantação, aferindo as melhorias alcançadas, o que efetivará grandes benefícios à população que vive na zona rural", ressalta.

---

22/06/21

---

15/06/21

---

[http://www.funasa.gov.br/web/guest/todas-as-noticias/-/asset\\_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/em-minas-funasa-planeja-projeto-piloto-do-programa-saneamento-brasil-rural/pop\\_up?\\_101\\_INSTANCE\\_lpnzx3bJYv7G\\_viewMode=print&\\_101\\_INSTANCE\\_lpnzx3bJYv7G\\_languageId=pt\\_BR](http://www.funasa.gov.br/web/guest/todas-as-noticias/-/asset_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/em-minas-funasa-planeja-projeto-piloto-do-programa-saneamento-brasil-rural/pop_up?_101_INSTANCE_lpnzx3bJYv7G_viewMode=print&_101_INSTANCE_lpnzx3bJYv7G_languageId=pt_BR)

Link acessado em 21/07/2024

## ANEXO II

### FERROCIMENTO

O Ferrocimento é um material de construção que combina cimento e uma malha de aço, oferecendo resistência e versatilidade. No entanto, como qualquer material, ele pode sofrer de patologias ao longo do tempo. Aqui estão algumas opções para o tratamento e a prevenção das patologias mais comuns associadas ao Ferrocimento:

#### **1 Patologias comuns no ferrocimento**

- 1.1 **Corrosão da armadura:** A corrosão do aço devido à umidade e à presença de cloretos é um problema significativo.
- 1.2 **Fissuração:** Fissuras podem aparecer devido a tensões térmicas, variações de carga, ou retração do cimento.
- 1.3 **Desagregação do revestimento:** Pode ocorrer devido ao desgaste, impacto ou má aplicação do revestimento.
- 1.4 **Deslocamento e fissuração de reforços:** Problemas no alinhamento e na fixação dos reforços podem levar a falhas estruturais.

#### **2 Opções para tratamento e reparo**

##### **2.1 Corrosão da armadura**

###### **2.1.1 Reparo e revestimento anticorrosivo**

- Limpeza e remoção: Remova o concreto danificado e limpe o aço exposto para eliminar ferrugem.

- Aplicação de revestimentos: Utilize revestimentos anticorrosivos, como tinta epóxi ou resinas especiais, para proteger o aço.

- Reparo com concreto adensado: Reponha o concreto removido com uma mistura de cimento e aditivos que melhoram a durabilidade.

- Impermeabilização: Aplique produtos impermeabilizantes na superfície do Ferrocimento para evitar a penetração de água e cloretos.

## **2.2 Fissuração**

### **2.2.1 Reparo de fissuras**

- Preenchimento: Utilize argamassas específicas para preenchimento de fissuras. Produtos com base em resinas epóxi ou poliuretano são recomendados para fissuras mais largas.

- Injeção de resinas: Para fissuras mais profundas ou estruturais, a injeção de resinas especiais pode ser necessária para consolidar o material e restaurar a integridade estrutural.

- Aditivos: Use aditivos que reduzam a retração do cimento e minimizem a formação de fissuras.

## **2.3 Desagregação do revestimento**

### **2.3.1 Reparo de revestimento**

- Remoção e reaplicação: Remova o revestimento desagregado e aplique um novo, garantindo que seja compatível com o Ferrocimento e esteja bem aderido.

- Proteção adicional: Considere a aplicação de um selante para proteger o revestimento contra futuros danos.

- Tratamento da superfície: Assegure que a superfície do Ferrocimento esteja limpa e rugosa antes da aplicação do revestimento para garantir uma boa adesão.

## **2.4 Deslocamento e fissuração de reforços**

### **2.4.1 Reparação estrutural**

- Reposição de reforços: Em casos de deslocamento, é necessário repositar os reforços, se possível, e garantir sua fixação adequada.

- Reforço adicional: Em estruturas danificadas, pode ser necessário adicionar mais reforço ou aplicar sistemas de reforço externo, como tirantes ou chapas de aço.

- Inspeções regulares: Realize inspeções periódicas para identificar e corrigir problemas antes que se agravem.

## **3 Prevenção de patologias**

3.1 Controle da qualidade dos materiais: Utilize materiais de alta qualidade e siga as especificações para garantir a durabilidade do ferrocimento.

3.2 Aplicação adequada: Assegure que a aplicação do ferrocimento e dos revestimentos segue as melhores práticas de construção.

3.3 - Proteção contra condições ambientais: Implemente medidas para proteger o ferrocimento das condições ambientais adversas, como chuva intensa e exposição prolongada ao sol.

#### 4 Recomendações futuras

- Pesquisas contínuas: São essenciais as pesquisas sobre novos materiais e técnicas que podem melhorar a durabilidade e o desempenho do ferrocimento.

- Capacitação e treinamento: Capacitação e treinamentos regulares para profissionais sobre melhores práticas e técnicas de reparo para ferrocimento.

Essas opções podem ajudar a restaurar e prolongar a vida útil das estruturas de ferrocimento, garantindo sua funcionalidade e segurança ao longo do tempo.

#### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO (ABC). **Manuais técnicos sobre ferrocimento e revestimentos**. Brasília: ABC, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6118**: Projeto de estruturas de concreto. Rio de Janeiro: ABNT, 2014.

GARCIA, Mariana; MOREIRA, Paulo J. Estratégias de prevenção e monitoramento em estruturas de ferrocimento. **Revista de Engenharia Civil**, v. 29, n. 4, p. 150-165, 2019.

KAMINSKI, Eduardo; VALLADARES, Luiz Carlos. **Ferrocimento**: desenvolvimento e aplicações. São Paulo: Pini, 2010.

MELO, Ricardo C. **Reparo e manutenção de estruturas de concreto**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

RODRIGUES, Ana C.; PEREIRA, Marcelo S. Técnicas de reparo e prevenção em estruturas de ferrocimento. **Journal of Construction and Building Materials**, v. 30, n. 2, p. 78-85, 2020.

SANTOS, Fernando F.; ALMEIDA, João M. Patologias em estruturas de ferrocimento e suas soluções. **Revista Brasileira de Engenharia de Estruturas**, v. 24, n. 3, p. 321-335, 2018.

SILVA, Pedro A. **Prevenção de patologias em construção civil**. São Paulo: Blucher, 2017.