



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL (PPGADT), EM NÍVEL
DOUTORADO PROFISSIONAL**

FÁBIO JOSÉ DE MATOS BARBOSA

**UM OLHAR SOBRE AS MORADIAS E O REÚSO DE ÁGUAS
TRATADAS PELO SISTEMA WETLAND NA PERSPECTIVA DA
CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO DO SERTÃO DO SÃO
FRANCISCO BAIANO**

JUAZEIRO-BA.

2024

FÁBIO JOSÉ DE MATOS BARBOSA

**UM OLHAR SOBRE AS MORADIAS E O REÚSO DE ÁGUAS
TRATADAS PELO SISTEMA WETLAND NA PERSPECTIVA DA
CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO DO SERTÃO DO SÃO
FRANCISCO BAIANO**

Tese apresentada como requisito final para obtenção do título de Doutor em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial pela Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.

Orientador: Prof. Dr. Helder Ribeiro Freitas

Coorientador: Prof. Dr. Denes Dantas Vieira

Coorientadora externa: Profa. Dra. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim

JUAZEIRO-BA.

2024

Barbosa, Fábio José de Matos
B238o Um olhar sobre as moradias e o reúso de águas tratadas pelo Sistema Wetland na perspectiva da convivência com o semiárido do sertão do São Francisco Baiano / Fábio José de Matos Barbosa – Juazeiro-BA, 2024.
xxi, 242 f. : il. ; 29 cm.

Tese (Doutorado em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial) Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro - BA, 2024.

Orientador: Prof. Dr. Helder Ribeiro Freitas.

1. Efluentes residenciais. 2. Saneamento rural. 3. Nutrição. 4. Parâmetros ambientais. 5. Políticas públicas. I. Título. II. Freitas, Helder Ribeiro. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 628.7

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL (PPGADT), EM NÍVEL
DOUTORADO PROFISSIONAL**

**FOLHA DE APROVAÇÃO
FÁBIO JOSÉ DE MATOS BARBOSA**

**UM OLHAR SOBRE AS MORADIAS E O REÚSO DE ÁGUAS TRATADAS PELO
SISTEMA WETLAND NA PERSPECTIVA DA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO
DO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO BAIANO.**

Tese apresentada como requisito final para obtenção do título de Doutor em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial pela Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.

Aprovado em 05 de Julho de 2024.

Banca Examinadora

Documento assinado digitalmente
 **HELDER RIBEIRO FREITAS**
Data: 23/07/2024 17:00:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Helder Ribeiro Freitas (orientador) – UNIVASF

Documento assinado digitalmente
 **ANA MARIA DE SOUZA MARTINS FARIAS**
Data: 23/07/2024 16:47:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Ana Maria de Souza Martins Farias – UFS

Documento assinado digitalmente
 **JOSE GETULIO GOMES DE SOUSA**
Data: 24/07/2024 07:10:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. José Getúlio Gomes de Sousa – UNIVASF

Documento assinado digitalmente
 **SILVER JONAS ALVES FARFAN**
Data: 24/07/2024 09:19:52-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Silver Jonas Alves Farfan – IFSertãoPE

Documento assinado digitalmente
 **YARIADNER COSTA BRITO SPINELLI**
Data: 24/07/2024 10:13:16-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Yariadner Costa Brito Spinelli – UNIVASF

Dedico este trabalho aos meus pais, José Barbosa (in memoriam) e Maria Socorro, por nunca terem medido esforços para me apoiar na realização dos meus sonhos, e a minha amada esposa Yonah e adoradas filhas Fabyolla e Yanna pelo incentivo, apoio e amor incondicional.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por ter me dado saúde e forças para nunca desistir dos meus sonhos. Principalmente nos momentos em que eu achei, que o meu estado de saúde atual encerraria definitivamente o meu sonho de concluir esta etapa da minha vida profissional na academia.

Ao Professor Dr. Helder Ribeiro Freitas, mais do que o meu orientador, foi um daqueles “pais”, que com poucas palavras soube respeitar e entender o momento do próximo, sem deixar sinais de preocupação, carinho, amizade e respeito pela dor alheia.

Ao Professor Dr. Denes Dantas Vieira (coorientador interno) pelos ensinamentos preciosos no campo da sociologia rural.

A Professora Dra. Miriam Cleide Cavalcante de Amorim (coorientadora externa), pelas palavras amigas, incentivadoras, desafiantes e antes tudo orientadoras neste processo de construção e partilha do conhecimento no campo das análises químicas, físicas e microbiológicas das águas residuárias.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT) e a Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF) por esta oportunidade de estudo profissional.

A todos os docentes do programa pelos momentos de aprendizado e conhecimentos compartilhados!

Aos colegas da turma pela paciência em me esclarecer temas até então totalmente desconhecidos e desafiadores.

Ao IRPAA por ter disponibilizado uma parte da sua área para construção do protótipo de tratamento dos efluentes domésticos (esgoto total), e em especial ao amigo Anselmo dos Santos Cordeiro (agricultor e morador do Centro de Formação Dom José Rodrigues – Roça do IRPAA) e seus familiares, pelas inúmeras contribuições, ensinamentos, palavras de incentivo e de fé durante toda esta caminhada, além da operacionalização do protótipo do sistema wetland construído ali instalado.

A Escola Família Agrícola de Sobradinho (EFAS) por ter disponibilizado também uma parte da sua área para construção do protótipo de tratamento dos efluentes domésticos (águas cinzas), e em especial ao amigo Laelson de Matos Ferreira

(coordenador técnico e de campo da Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA)
pela ajuda na montagem e operacionalização do protótipo daquela unidade

Aos respondentes dos formulários que se disponibilizaram a nos ajudar com os seus conhecimentos e experiências de vida, e que serviram de base fundamental para a construção de todo o processo técnico e socioeducativo deste trabalho.

Todos querem o perfume das flores, mas poucos
sujam suas mãos para cultivá-las.

Augusto Cury

O saber a gente aprende com os mestres
e os livros. A sabedoria se aprende é com
a vida e com os humildes.

Cora Coralina

RESUMO

A escassez hídrica no semiárido do Sertão do São Francisco Baiano, torna o reúso das águas residuárias em uma das soluções possíveis para a irrigação agrícola no contexto da agricultura familiar. Neste sentido, esta pesquisa objetivou analisar as moradias do Território do Sertão do São Francisco Baiano na perspectiva da convivência com o semiárido e suas implicações no uso do wetland construído, enquanto tecnologia social de tratamento e reúso agrícola de águas residuárias domésticas. Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada quali-quantitativa, exploratória-descritiva, bibliográfica e de campo. A pesquisa qualitativa foi realizada a partir da aplicação de um formulário junto aos moradores do meio rural dos municípios deste território, enquanto que a pesquisa quantitativa, partiu da concepção de dois protótipos do sistema wetland construído de fluxo subsuperficial horizontal, através das etapas de dimensionamento, montagem, operacionalização e análises laboratoriais dos efluentes tratados, na perspectiva de verificar a eficiência do sistema no tratamento das águas residuárias domésticas. O estado da arte foi realizado a partir de uma revisão bibliográfica de caráter analítico, com produção científica indexada em diferentes bases eletrônicas, além de buscas em diferentes livros, sites, dissertações e teses que apresentavam correlação com as áreas temáticas estudadas. O recorte temporal abarcou o período entre janeiro de 1969 a junho de 2024. As análises mostraram a importância da participação dos sujeitos sociais nos processos decisórios relacionados aos programas de moradias rurais, bem como, a viabilidade técnica da utilização do sistema wetland construído enquanto tecnologia social de tratamento de esgotos domésticos. Este trabalho contribui de forma significativa para com as discussões sobre as tipologias construtivas das moradias rurais no semiárido brasileiro e com a possibilidade de mitigação dos impactos da escassez hídrica nos quintais produtivos dos agricultores familiares do Sertão do São Francisco Baiano.

Palavras-chave: Efluentes residenciais. Saneamento rural. Nutrição. Parâmetros ambientais. Políticas públicas.

ABSTRACT

Water scarcity in Sertão do São Francisco semi-arid's region, Bahia, Brasil, makes the reuse of wastewater one of the possible solutions for agricultural irrigation in the context of family farming. Therefore, this research aimed to analyze Bahia's Sertão do São Francisco territory houses by the perspective of coexistence with the semi-arid region and its implications using wetland, as a social technology for the treatment and agricultural reuse of domestic wastewater. This is a qualitative-quantitative, exploratory-descriptive, bibliographic and field research. The qualitative research was carried out through the application of a form for the residents of the rural area of the municipalities' territory. The quantitative research arises from the conception of two prototypes of the built wetland system of horizontal subsurface flow. Through the stages of sizing, assembly, operationalization and laboratory analysis of the treated effluents, with the objective of verifying the system's efficiency in the treatment of domestic wastewater. The state of the art was carried out based on an analytical bibliographical review, with scientific production indexed in different electronic databases, in addition to searches in different books, websites, dissertations and theses that were correlated with the thematic areas studied. The time frame covered the period between January 1969 and June 2024. The analyzes showed the importance of the participation of social subjects in the decision-making processes related to rural housing programs, as well as the technical feasibility of using the wetland system built as a social technology of domestic sewage treatment. The analyses showed the importance of the participation of social subjects in the decision-making processes related to rural housing programs, as well as the technical feasibility of using the wetland system built as a social technology for the treatment of domestic sewage. This work contributes significantly to discussions about the construction typologies of rural housing in the Brazilian semi-arid region and the possibility of mitigating the impacts of water scarcity in the productive backyards of family farmers in Bahia's Sertão do São Francisco.

Keywords: Residential effluents. Rural sanitation. Nutrition. Environmental parameters. Public policies.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Semiárido brasileiro	24
Figura 2 – Território da Cidadania Sertão do São Francisco Baiano	25
Figura 3 – Monitor de secas	27
Figura 4 – Composição do Déficit Habitacional Total, por regiões metropolitanas e demais áreas – Brasil – 2019	29
Figura 5 – Distribuição do Déficit Habitacional, por situação de domicílio, segundo regiões geográficas – Brasil – 2019	34
Figura 6 – Déficit Habitacional Rural do Brasil em 2019	35
Figura 7 – Fachada de uma moradia vernacular do semiárido nordestino	36
Figura 8 – Fachada de uma moradia do PNHR no semiárido nordestino.....	36
Figura 9 – Porcentagem de reúso de água no mundo	42
Figura 10 – Estrutura de um processo de desenvolvimento rural com construção participativa.....	57
Figura 11 – Wetland Natural (Mangue - Bairro Jardins - Aracaju/SE)	67
Figura 12 – Wetland Construído (Protótipo instalado no IRPAA - Juazeiro/BA)	68
Figura 13 – Vegetação no SWC	70
Figura 14 – Classificação dos SWC	72
Figura 15 – Wetland de Fluxo Subsuperficial Horizontal	73
Figura 16 – Wetland de Fluxo Subsuperficial Vertical	73
Figura 17 – Wetland “Sistema Francês”.....	74
Figura 18 – Wetland de Fluxo Superficial	75
Figura 19 – Eficiência do tratamento de efluentes através do SWC híbrido	76
Figura 20 – Esquema de um SWC com estratégias para o aumento da remoção de nitrogênio	78
Figura 21 – Dimensionamentos relacionados ao wetland construído de fluxo horizontal subsuperficial	83
Figura 22 – Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) nos municípios do Território do Sertão do São Francisco Baiano – 2017.....	87
Figura 23 – Coleta das amostras das águas residuárias	99
Figura 24 – Ensaio laboratoriais das águas residuárias	99

Figura 25 – Fabricação da fossa séptica e do filtro anaeróbio	105
Figura 26 – Escavação do SWC-FH	105
Figura 27 – Ligações entre as fontes dos efluentes e o SWC-FH	106
Figura 28 – Revestimento do tanque e finalização da fossa e do filtro anaeróbio ..	106
Figura 29 – Colocação do meio suporte	107
Figura 30 – Colocação das mudas da <i>Typha domingensis</i> Pers.....	107
Figura 31 – Plantas após 1 ano	108
Figura 32 – Tanque de armazenamento e casa de bomba para irrigação	108
Figura 33 – Escavação do SWC-FH	110
Figura 34 – Filtro utilizado para mitigar o risco de entupimento da bomba	110
Figura 35 – Caixa de passagem (inspeção) existente	111
Figura 36 – Revestimento do tanque	111
Figura 37 – Colocação do meio suporte	112
Figura 38 – Colocação das mudas da <i>Typha domingensis</i> Pers.....	112
Figura 39 – Plantas após 8 meses	113
Figura 40 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com o sexo	115
Figura 41 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com a idade	115
Figura 42 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com o grau de escolaridade	116
Figura 43 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com as suas respectivas profissões	117
Figura 44 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com a localização territorial	117
Figura 45 – Perfil das moradias atuais de acordo com a sua condição	118
Figura 46 – Perfil das moradias atuais de acordo com a participação ou não na construção da sua moradia atual	119
Figura 47 – Perfil das moradias atuais de acordo com a técnica construtiva	119
Figura 48 – Perfil das moradias atuais de acordo com o número de cômodos existentes	120
Figura 49 – Perfil das moradias atuais de acordo com o número de banheiros existentes	120

Figura 50 – Critérios para a definição do local de construção de uma nova moradia	121
Figura 51 – Materiais de construção tidos como importantes para a execução de uma nova moradia	122
Figura 52 – Número de cômodos almejados em uma nova moradia	122
Figura 53 – Local de descarte das águas residuárias	124
Figura 54 – Nível de conhecimento sobre a existência do reúso das águas residuárias	124
Figura 55 – Reutilização das águas residuárias por parte dos(as) participantes	125
Figura 56 – Informações que os(as) participantes precisariam ter antes de reutilizar	126
Figura 57 – O porquê de não se reutilizar as águas tratadas	126
Figura 58 – Relação entre sexo e condição de moradia	128
Figura 59 – Relação entre sexo e conhecimento sobre o reúso das águas residuárias	129
Figura 60 – Relação entre sexo e possibilidade do reúso das águas residuárias ..	129
Figura 61 – Relação entre o grau de escolaridade e a definição do local	130
Figura 62 – Relação entre o grau de escolaridade e local de descarte dos esgotos	131
Figura 63 – Relação entre o grau de escolaridade e o conhecimento sobre o reúso	132
Figura 64 – Relação entre o grau de escolaridade e a reutilização das águas residuárias	132
Figura 65 – Relação entre o conhecer e o reutilizar as águas residuárias	133
Figura 66 – Relação entre a definição do local e a técnica construtiva futura	134

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – PNHR: Comparativo de metas/realizado até 2º semestre de 2013	38
Tabela 2 – Concentrações médias dos tipos de sólidos presentes no esgoto doméstico bruto	50
Tabela 3 – Concentrações médias das formas de nitrogênio encontrado no esgoto doméstico bruto	52
Tabela 4 – Caracterização de águas provenientes de diferentes usos	53
Tabela 5 – Eficiências de remoção típicas dos principais tipos de SWC	77
Tabela 6 – Valores típicos para a relação da área superficial plantada por pessoa.	82
Tabela 7 – Medidas utilizadas no protótipo	104
Tabela 8 - Critérios de qualidade da água de reúso	137
Tabela 9 - Requisitos de qualidade da água residuária para reutilização para fins de rega agrícola.....	139
Tabela 10 – Diretrizes de restrição de uso da água na irrigação pelas legislações internacionais	139
Tabela 11 – Diretrizes da qualidade da água de reúso para irrigação pelas legislações nacionais e internacionais	140
Tabela 12. Biodegradabilidade e tratabilidade em função da magnitude da relação DQO/DBO ₅	142
Tabela 13 – Resultados das análises da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO)	142
Tabela 14 – Resultados das análises do pH, Turbidez, Condutividade Elétrica e Cor	143
Tabela 15 – Resultados das análises para a presença de Cloretos	144
Tabela 16 – Resultados das análises para a presença de Fósforo	144
Tabela 17 – Resultados das análises para a presença de Nitrogênio	145
Tabela 18 – Resultados das análises para a presença de Sólidos Totais	146
Tabela 19 – Resultados das análises microbiológicas	146
Tabela 20 – Resultados das análises da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO)	147
Tabela 21 – Resultados das análises do pH, Turbidez, Condutividade Elétrica e Cor	148

Tabela 22 – Resultados das análises para a presença de Cloretos	149
Tabela 23 – Resultados das análises para a presença de Fósforo	149
Tabela 24 – Resultados das análises para a presença de Nitrogênio	150
Tabela 25 – Resultados das análises para a presença de Sólidos Totais	150
Tabela 26 – Resultados das análises microbiológicas	151

LISTAS DE QUADROS

Quadro 1 – Benefícios relacionados ao reúso agrícola	49
Quadro 2 – Riscos relacionados ao reúso agrícola	50
Quadro 3 – Variantes de wetlands mais frequentemente encontradas na pesquisa realizada	75
Quadro 4 – Macrófitas emergentes utilizadas em wetlands de fluxo subsuperficial horizontal	102
Quadro 5 – Classes de qualidade da água para reutilização e utilizações agrícolas e métodos de rega	138
Quadro 6 - Legislações estaduais	140

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ART	Águas Residuárias Tratadas
ASA	Articulação Semiárido Brasileiro
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COT	Carbono Orgânico Total
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MCidades	Ministério das Cidades
MI	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MS	Ministério da Saúde
NBR	Norma Brasileira
ND	Não Detectável
NF	Nanofiltração
NWRI	National Water Research Institute
OMS	Organização Mundial da Saúde

pH	Potencial de Hidrogênio
PLANSAB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNHR	Programa Nacional de Habitação Rural
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
RPD	Reúso Potável Direto
RPI	Reúso Potável Indireto
SAC	Sistema Alagado Construído
SASOP	Serviço de Assessoria a Organizações Populares Rurais
SWC	Sistema Wetland Construído
SWC-FH	Sistema Wetland Construído de Fluxo Subsuperficial Horizontal
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
SDT	Sólidos Dissolvidos Totais
SNSA	Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental
SRHQ	Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental
SST	Sólidos Suspensos Totais
TS	Tecnologia Social
UASB	Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactor

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Contextualização Territorial	24
1.2 Agentes Motivadores	26
1.2.1 Escassez Hídrica	26
1.2.2 Moradias Rurais	28
2.0 OBJETIVOS	30
2.1 Objetivo geral	30
2.2 Objetivos específicos	30
3.0 REVISÃO DE LITERATURA	31
3.1 A Moradia e o Semiárido do Sertão do São Francisco Baiano	31
3.2 Reúso de Águas Tratadas	41
3.3 Sistema Wetland	64
3.3.1 O Sistema	64
3.3.2 O Uso da Vegetação	69
3.3.3 Os Tipos de Wetlands Construídos	71
3.3.4 A Eficiência dos Sistemas Wetlands Construídos	76
3.3.5 Dimensionamento dos Sistemas Wetlands Construídos	80
3.3.6 Operação e Manutenção dos Sistemas Wetlands Construídos	84
4.0 JUSTIFICATIVA	85
5.0 PROCESSOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA	89
5.1 Delineamento Geral do Estudo	89
5.2 Comitê de Ética	91
5.3 Local do Estudo e Amostragem	91
5.4 Métodos e Etapas da Pesquisa	92
5.5 Etapas da Pesquisa	93
5.5.1 Levantamento das Tipologias Construtivas	93
5.5.2 Tabulação e Análise dos Dados Coletados	94
5.5.3 Concepção e Montagem dos Protótipos	95
5.5.4 Operacionalização dos Protótipos e Análises Laboratoriais dos Efluentes	97
5.6 Reflexões Teórico-Methodológicas da Pesquisa	100
6.0 MONTAGEM DOS PROTÓTIPOS	102

6.1 Dimensionamento do Protótipo do Centro de Formação Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA	103
6.1.1 Etapas da Montagem do Protótipo do Centro de Formação Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA	105
6.2 Dimensionamento do Protótipo da Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA	109
6.2.1 Etapas da Montagem do Protótipo da Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA	110
7.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES	113
7.1 Aspectos relacionados ao Público Alvo, às Moradias Atuais, a Perspectiva de se Construir uma Nova Moradia e a Utilização do Esgoto Tratado na Irrigação dos Quintais	114
7.1.1 Perfil do Público Alvo	114
7.1.2 Perfil das Moradias Rurais Atuais do Público Alvo	118
7.1.3 Perfil das Moradias Rurais na Perspectivas dos(as) Participantes Terem a Oportunidade de Construir(irem) uma Nova Moradia	121
7.1.4 Perfil dos(as) Participantes do Ponto de Vista da Utilização do Esgoto Tratado na Irrigação dos Quintais	123
7.2 Cruzamento de Dados de Acordo com os Perfis do Público Alvo, das Moradias Atuais, da Perspectiva de se Construir uma Nova Moradia e da Utilização do Esgoto Tratado na Irrigação dos Quintais	127
7.3 Estabelecimento dos Parâmetros Relativos às Análises Laboratoriais das Águas Residuárias Domésticas	135
7.3.1 Comportamento dos Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos das Águas Residuárias Domésticas dos Dois Protótipos Analisados	141
7.3.1.1 Protótipo do Centro de Formação Dom José Rodrigues	142
7.3.1.2 Protótipo da Escola Família Agrícola de Sobradinho	147
7.3.2 Interconexões entre os Principais Achados da Pesquisa e o Desenvolvimento do Produto	151
8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS	154
9.0 REFERÊNCIAS	159
ANEXOS	186
APÊNDICES	234

1 INTRODUÇÃO

A produção dessa Tese vai além do sonho de um professor, que a 30 anos percorria salas de aula, tendo como objetivo maior, contribuir com a efetiva formação técnica dos seus alunos e alunas. O sonho que me trouxe até este momento é outro, e inicia-se de fato quando passo a residir em Petrolina-PE no ano de 2016, depois ter vivido 47 anos no litoral nordestino, mais precisamente nas cidades de Maceió/AL e Aracaju/SE. A motivação (sonho) para produzir essa Tese, surge efetivamente ao conhecer pessoalmente a resiliência da população do semiárido nordestino, em específico, as populações “sertanejas” de Pernambuco e Bahia. Foi vendo e ouvindo os relatos dos estudantes do ensino médio da Escola Família Agrícola de Sobradinho - EFAS no ano de 2017, que eu passei a entender o quão distante do meu sonho de contribuir para a construção de uma sociedade mais justa eu estava.

Foram nas palavras daqueles estudantes, enquanto eles compartilhavam com os colegas de escola e professores, o que eles entendiam como sendo qualidade de vida: água de qualidade, comida na mesa, terra para plantar, viver em comunidade, justiça social e moradia, que eu percebi, que eu precisava mudar totalmente o meu rumo, no que diz respeito à forma como eu poderia contribuir de fato, enquanto arquiteto e urbanista, com a proposta de Convivência com o Semiárido a partir da produção de conhecimentos científicos voltados para aquele território. Nesta perspectiva, este capítulo apresenta a contextualização territorial do objeto da tese, os agentes motivadores de todo o processo de elaboração da mesma e a sua respectiva estrutura.

O processo de colonização e desenvolvimento do Brasil tiveram fortes características que contribuíram para a existência e repetição de grandes desigualdades regionais, como consequência deste processo, existe uma enorme concentração da pobreza e de extrema pobreza nas regiões Nordeste e Norte do país, em especial no Semiárido Brasileiro. Dados do Instituto Mobilidade e Desenvolvimento Social – IMDS (2021) revelam que 18,6% da população nordestina vive em condições de extrema pobreza e 39,7% em condições de pobreza. Neste

cenário, a população rural que vive em situação de pobreza é quase o dobro da população urbana metropolitana que vive nas mesmas condições e a população rural que vive em situação de extrema pobreza é quase o triplo da população urbana metropolitana que também vive em estado de extrema pobreza (IMDS, 2021).

Segundo dados do IBGE (2022), a população do nordeste do Brasil é de aproximadamente 54.658.515 pessoas, deste total, aproximadamente 43% vivem na região semiárida. Ainda de acordo com o IBGE (2022), “O Semiárido brasileiro é composto por 1477 Municípios, dos Estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, Minas Gerais e Espírito Santo”. O termo semiárido envolve uma referência climática, que marca uma característica do ecossistema desta região, que é o índice de pluviosidade baixa. O período de chuva também se restringe a três ou quatro meses durante o ano. Além disso, existe um índice de insolação grande, tendo sol quase todos os dias do ano. O ecossistema dessa área tem características particulares, e na região predomina o bioma da Caatinga.

Os critérios para delimitação do Semiárido foram a “precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; o índice de Aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 e; o percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano...” (IBGE, 2016). Viver no semiárido e conviver com o semiárido são um desafio para a população, somente com políticas públicas específicas e efetivas, é que ao longo dos anos será possível mitigar as desigualdades históricas do ponto de vista social e econômico.

Portanto, para o desenvolvimento desta pesquisa intitulada “Um Olhar Sobre as Moradias e o Reúso de Águas Tratadas pelo Sistema Wetland na Perspectiva da Convivência com o Semiárido do Sertão do São Francisco Baiano” elencaram-se como problemáticas questões relacionadas às moradias rurais, ao reúso das águas residuárias domésticas e ao sistema de tratamento wetland construído.

Diante desta problemática, trazemos como hipótese desta tese que o tratamento de águas residuárias domésticas através do Sistema Wetland Construído (SWC) de fluxo horizontal junto às moradias do Território Cidadania do Sertão do

São Francisco Baiano pode se constituir como tecnologia social adaptada à realidade da agricultura familiar do semiárido brasileiro.

Assim, o objetivo geral deste trabalho é analisar as moradias do Território do Sertão do São Francisco Baiano na perspectiva da convivência com o semiárido e suas implicações no uso do wetland construído, enquanto tecnologia social de tratamento e reúso agrícola de águas residuárias domésticas.

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada quali-quantitativa, exploratória-descritiva, bibliográfica e de campo. Nesta perspectiva, justifica-se a relevância desta pesquisa, considerando o Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) das populações do Território da Cidadania Sertão do São Francisco Baiano, sob o enfoque das moradias rurais e do aperfeiçoamento, avaliação, desenvolvimento e divulgação de uma Tecnologia Social que busque mitigar alguns dos muitos problemas relacionados ao saneamento básico rural e a escassez hídrica da região.

Buscando facilitar o entendimento da organização textual deste trabalho, esta tese está estruturada em nove partes, onde inicialmente tem-se a Introdução que apresenta ao que se propõe este estudo. Na segunda parte são apresentados o Objetivo Geral e os Objetivos Específicos, A terceira parte refere-se à Revisão de Literatura, abordando temas relacionados à Moradia e o Semiárido do Sertão do São Francisco Baiano, Reúso de Águas Tratadas e Sistema Wetland Construído.

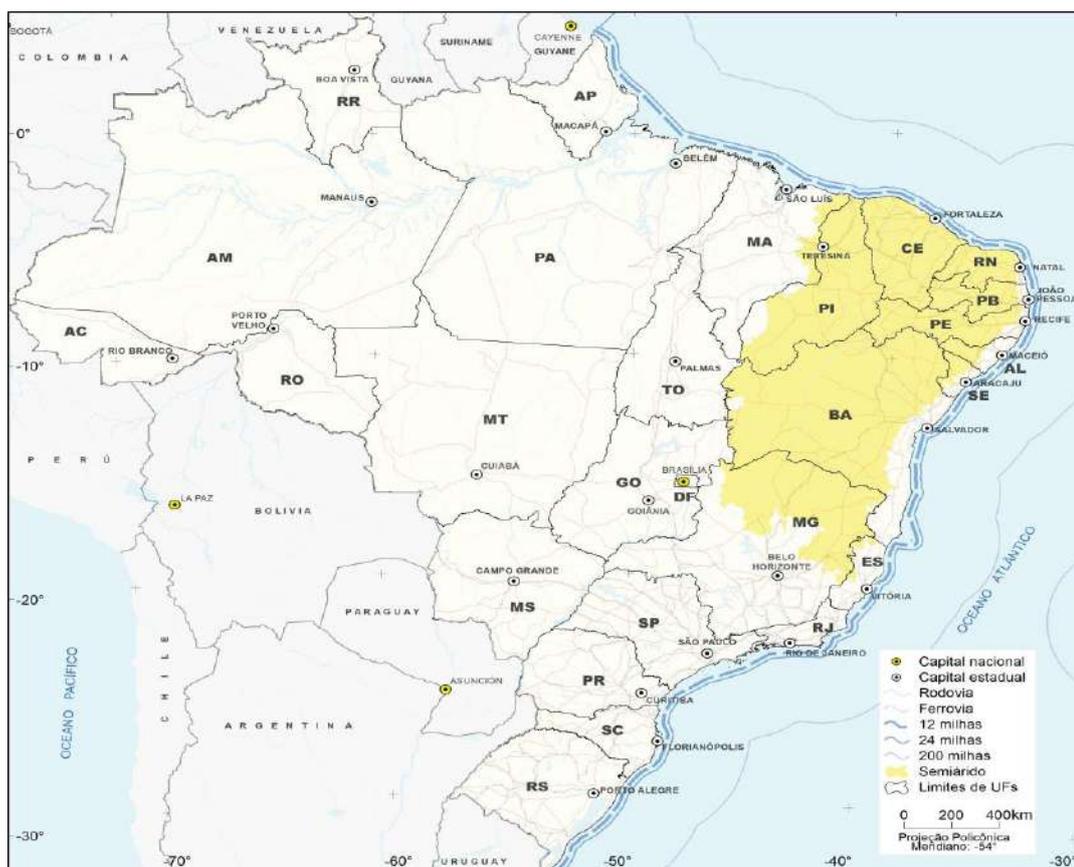
Na parte seguinte, tem-se a Justificativa deste trabalho e na quinta parte são apresentados os Processos Metodológicos da Pesquisa que foram utilizados. Na sexta parte são apresentados os procedimentos de montagem dos protótipos. Na sétima parte têm-se: Resultados e Discussões, que traz os apanhados da pesquisa, com o detalhamento das técnicas utilizadas no decorrer da mesma. Além disso, se demonstra os resultados obtidos a partir da aplicação de formulários e da montagem, operacionalização e análise da eficiência do tratamento das águas residuárias domésticas pelo sistema wetland construído.

Por último, têm-se as considerações finais da investigação, e as referências utilizadas como aporte teórico-metodológico, além dos anexos e apêndices da pesquisa.

1.1 Contextualização Territorial

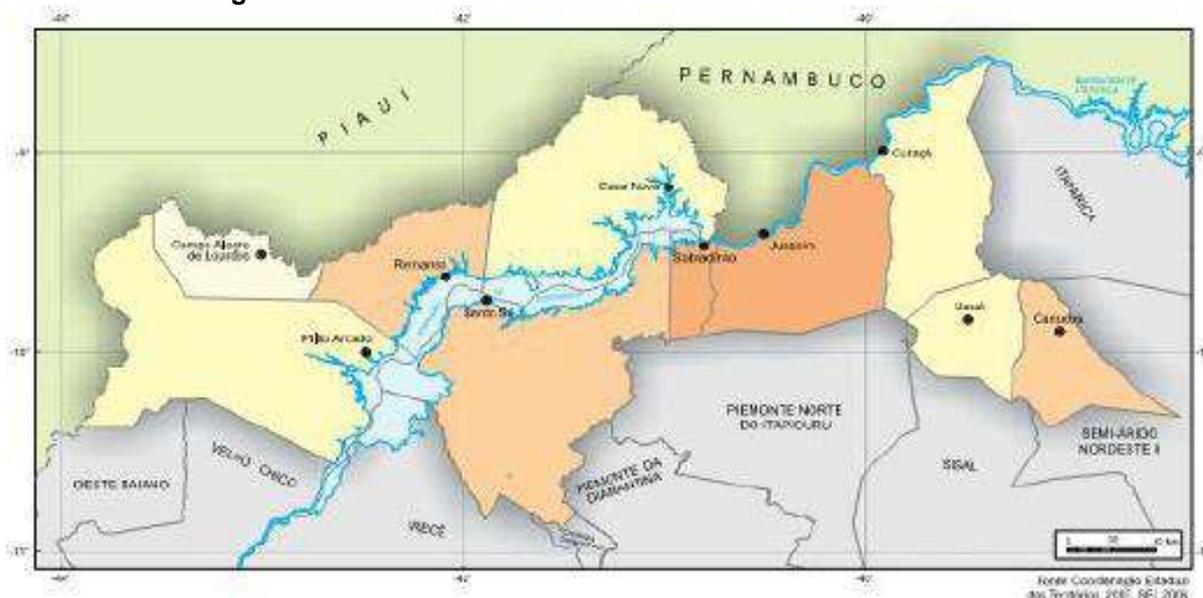
O lócus da pesquisa está situado no Semiárido brasileiro (Figura 1), mais especificamente no Território da Cidadania (TC) Sertão do São Francisco Baiano, que tem uma área geográfica de 61.610,00 Km², e é composto por 10 (dez) municípios baianos: Campo Alegre de Lourdes, Canudos, Casa Nova, Curaçá, Juazeiro, Pilão Arcado, Remanso, Sento Sé, Sobradinho e Uauá. A sua população de acordo com dados do IBGE (2022, *apud* SEI, 2024) é de 553,098 habitantes, dos quais 36,12%, ou seja, 178.664 vivem na área rural. Este TC está localizado no Bioma Caatinga e é classificado como um território de extrema importância para a conservação e uso sustentável da biodiversidade (Figura 2).

Figura 1 – Semiárido brasileiro.



Fonte: IBGE - Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/quadrogeografico/#/home> - Acesso em: Abril de 2024.

Figura 2 – Território da Cidadania Sertão do São Francisco Baiano.



Fonte: Instituto de Desenvolvimento Social e Ambiental – IDESAB - Disponível em: <http://idesabjuazeiro.blogspot.com/2011/06/territorio-do-sertao-do-sao-francisco.html> - Acesso em: Janeiro de 2021.

De acordo com dados da Secretaria de Desenvolvimento Rural da Bahia (2015), a população deste TC é bastante diversificada e composta por comunidades de fundo e fecho de pasto, povos indígenas, remanescentes de quilombolas e comunidades pesqueiras, dentre outros. Essas comunidades são na sua maioria de agricultores familiares, que além de praticarem a agricultura, também praticam a pesca artesanal (os que vivem às margens do rio São Francisco) e o extrativismo vegetal. Estes povos desenvolveram ao longo da sua história campesina, diversas técnicas de convivência com o semiárido, como por exemplo, diferentes formas de estocagem de água e o uso racional da caatinga. No caso do uso racional da caatinga podemos citar como exemplo o trabalho indescritível e pouco conhecido das comunidades de fundo e fecho de pasto, que além de praticarem a caprinocultura e a ovinocultura extensiva em áreas não cercadas, também praticam atividades extrativistas de baixo impacto ambiental (Santos e Santos, 2019).

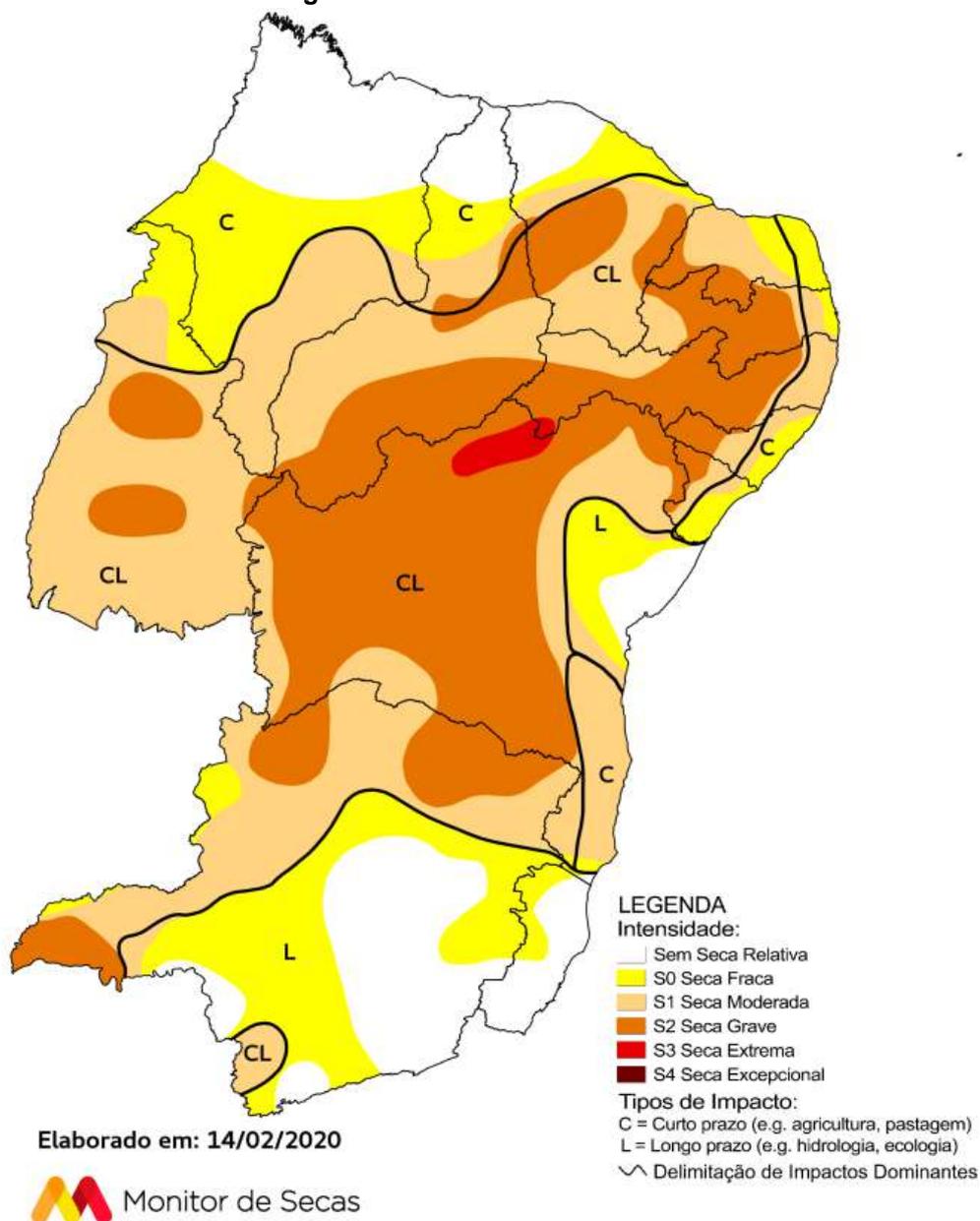
1.2 Agentes Motivadores

1.2.1 Escassez Hídrica

Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA (2019), a “Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei 9.433/97) deu maior abrangência ao Código de Águas de 1934, que centralizava as decisões sobre gestão de recursos hídricos no setor elétrico”. Neste sentido, foi estabelecido como fundamento “o respeito aos usos múltiplos e como prioridade o abastecimento humano e dessedentação animal em casos de escassez”. Ainda de acordo com a citada agência, “Qualquer atividade humana que altere as condições naturais das águas é considerada um tipo de uso”. Cada tipo de uso pode ser classificado como uso consuntivo ou não consuntivo. Os usos consuntivos são aqueles que retiram água do manancial para sua destinação, como a irrigação, a utilização na indústria e o abastecimento humano. Já os usos não consuntivos não envolvem o consumo direto da água - o lazer, a pesca e a navegação, são alguns exemplos, pois aproveitam o curso da água sem consumi-la.

De acordo com os dados do Monitor de Secas coordenado pela Agência Nacional de Águas – ANA (2020), na região do semiárido do sertão do São Francisco Baiano a seca é considerada predominantemente de grave a extrema. Neste cenário de escassez de água, o reúso do esgoto residencial tratado pelos agricultores familiares e pelos povos tradicionais torna-se uma solução para a irrigação dos quintais produtivos garantindo o acesso desta população e dos seus animais aos alimentos em quantidade e qualidade adequadas a sua segurança alimentar (Figura 3).

Figura 3 – Monitor de secas.



Fonte: MONITOR DE SECAS - Disponível em: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>- Acesso em: Abril de 2020.

De acordo com a Empresa Brasil de Comunicação – EBC (2014), após um levantamento realizado pela Organização das Nações Unidas (ONU), há uma previsão de que “em 2030 o planeta vai precisar de 40% a mais de água. Além disso, outro dado preocupa: o desperdício de água supera os 50% nas cidades. Considerada como um recurso natural renovável, a água só consegue recuperar suas qualidades se corretamente tratada”.

Neste cenário, o desenvolvimento e/ou adequação de técnicas para minimizar tal déficit é extremamente urgente. A reutilização do esgoto residencial tratado aparece como uma das alternativas para equacionar a demanda e a oferta de água. Ressalta-se ainda, que atualmente o uso da água é cuidadosamente acompanhado pela sociedade civil, e desta forma, se faz necessário utilizar métodos de tratamento de efluentes de maneira ambientalmente corretos.

A esse respeito, o ABC - Saneamento básico rural da Embrapa (2014), mostra algumas Estações de Tratamento de Esgotos que vem utilizando sistemas não convencionais de tratamento. Estas ETE's não utilizam produtos químicos nos seus processos, elas substituem os mesmos por sistemas biológicos, nos quais a microbiota, que se desenvolve naturalmente no leito, é a principal responsável pela degradação da matéria orgânica presente nos esgotos. Nesta perspectiva, a utilização das águas do esgoto residencial tratado por sistemas biológicos poderá contribuir significativamente para minimizar o problema de falta d'água para irrigar os quintais produtivos do Semiárido do Sertão do São Francisco Baiano.

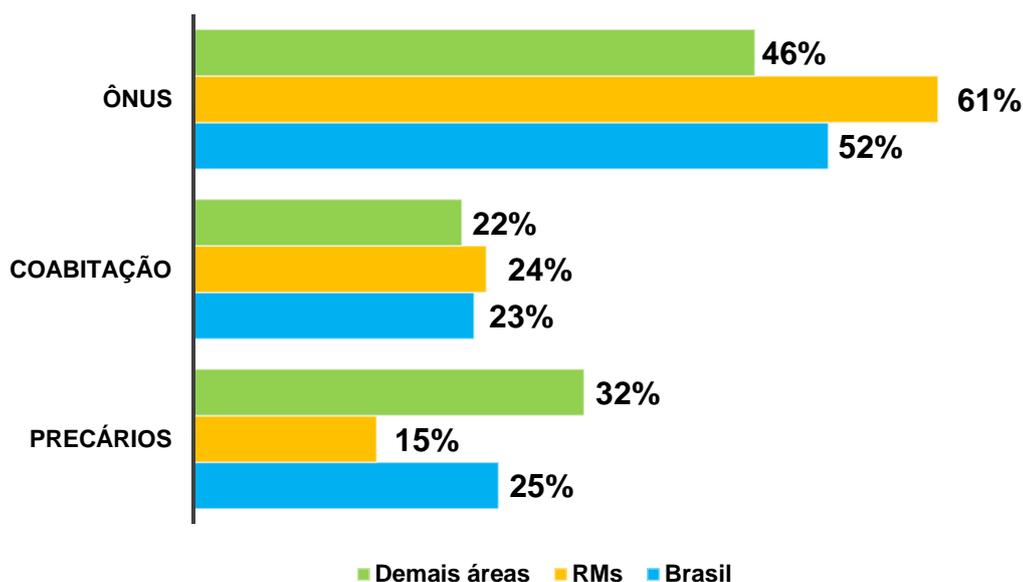
1.2.2 Moradias Rurais

As questões relacionadas às moradias rurais no que concerne ao seu deficit e a sua construção, são na maioria das vezes um desafio para os profissionais envolvidos na sua concepção e implementação, haja vista que no Brasil, a busca por minimizar este deficit é primordialmente de natureza pública e nem sempre os sujeitos sociais são partícipes desta perspectiva de transformação social. Neste contexto, o tema moradia rural deve ser precedido de um estudo aprofundado dos laços sociais, culturais, ambientais e econômicos dos sujeitos em seus respectivos territórios de identidade.

Do ponto de vista das moradias, a Fundação João Pinheiro - FJP, através da sua Diretoria de Estatística e Informações (2023), revela que em 2019, o Brasil possuía aproximadamente 1,482 milhões de habitações precárias, sendo 42,4% deste total nas áreas rurais. Elas estão localizadas principalmente nas regiões

Nordeste e Norte, que concentram 944 mil unidades habitacionais precárias. Ainda de acordo com a FJP (2023), em termos relativos, a participação dessa dimensão na composição do déficit habitacional em 2015 varia de 42,7% na região Nordeste a 6,57% na Centro-Oeste (Figura 4).

Figura 4 – Composição do Déficit Habitacional Total, por regiões metropolitanas e demais áreas – Brasil – 2019.



Fonte: O autor - Adaptado de Fundação João Pinheiro - Disponível em: https://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/21.05_Relatorio-Deficit-Habitacional-no-Brasil-2016-2019-v2.0.pdf Acesso em: abril de 2024.

Corroborando com os dados acima, O Censo Demográfico de 2022 indica que em 367 mil domicílios brasileiros não havia nem banheiro, nem sanitário ou buraco para dejeções. Nesses domicílios residiam 1,2 milhões de pessoas, representando 0,6% da população. Ainda de acordo com o Censo Demográfico de 2022, na Bahia, 1,3% da população não possuem banheiro e nem sanitário.

Diante de tudo que fora apresentado acima, esta tese se propõe a trabalhar a questão do reúso das águas provenientes do esgoto residencial tratado através do Sistema Wetland Construído, tendo como ponto focal, as moradias dos agricultores familiares do semiárido do Sertão do São Francisco Baiano.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar as moradias do Território do Sertão do São Francisco Baiano na perspectiva da convivência com o semiárido e suas implicações no uso do wetland construído, enquanto tecnologia social de tratamento e reúso agrícola de águas residuárias domésticas.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar o levantamento das tipologias construtivas das moradias rurais dos agricultores familiares do Território do Sertão do São Francisco Baiano;
- Identificar os elementos arquitetônicos e/ou construtivos a serem considerados em propostas de novas habitações no Território do Sertão do São Francisco Baiano;
- Dimensionar um protótipo do wetland construído de fluxo horizontal para o tratamento do esgoto doméstico nas condições de moradia de agricultores familiares do semiárido brasileiro;
- Avaliar aspectos construtivos e de funcionamento de um protótipo do sistema wetland construído de fluxo horizontal para o tratamento do esgoto total residencial de uma unidade familiar no Centro de Formação do IRPAA Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA;
- Avaliar aspectos construtivos e de funcionamento de um protótipo do sistema wetland construído de fluxo horizontal para o tratamento das águas cinzas (esgoto total, excetuando o(s) efluente(s) do(s) vaso(s) sanitário(s)) na Escola Familiar Agrícola de Sobradinho-BA;
- Avaliar os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos esgotos domésticos tratados pelos dois sistemas wetland construído de fluxo horizontal, com a perspectiva da sua utilização na irrigação dos quintais

produtivos dos agricultores familiares do Território do Sertão do São Francisco Baiano;

- Elaborar um manual técnico descritivo do protótipo da tecnologia social wetland construído adaptado às condições de moradia dos agricultores familiares do semiárido brasileiro.

3.0 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 A Moradia e o Semiárido do Sertão do São Francisco Baiano

A palavra moradia é a expressão mais utilizada quando nos referimos a casa, a habitação ou a morada. Etimologicamente a origem da palavra moradia vem de Morad(a) + ia. Neste sentido, quando falamos das moradias, estaremos nos referindo ao espaço físico em si.

Damatta (1997), nos mostra que entender a moradia como espaço físico extrapola as questões relacionadas à sua compartimentação, aos materiais e técnicas construtivas. A moradia no entendimento do autor nos revela fundamentalmente aspectos relacionados à representação cultural do(s) sujeito(s) que ali habita(m). Neste projeto, o tema moradia será o ponto de partida da discussão, e será a partir da compreensão das moradias do Sertão do São Francisco Baiano que pretendemos observar as diferentes possibilidades de convivência com o semiárido e também os aspectos socioculturais de seus habitantes. Ao escrever *Casa-Grande & Senzala* (1933) e *Sobrados e Mucambos* (1936), Gilberto Freyre nos trouxe, dentre várias questões, uma reflexão de um dos espaços mais significativos de nossa estrutura social, espaços que traduzem a partir das suas faces internas e externas a própria sociedade.

No contexto da agricultura familiar, a moradia é o núcleo do habitat no espaço rural, independentemente do método construtivo ou dos materiais utilizados, pois, além de servir de abrigo, abrange outras funções, como a de armazenagem, e

até o beneficiamento da produção. Para Rodriguez (2016), “a habitação é a prova concreta da ocupação da terra pelo homem, assim, a habitação no campo se diferencia do que comumente acontece na cidade, pois é um elemento indispensável às atividades do trabalhador rural...”.

Outra visão acerca da moradia rural é a trazida por Gomes *et al.* (2013), para eles tal espaço “configura-se o como o lugar onde se estabelecem as relações e laços sociais entre a família e de acolhimento do outro. Assim, o conforto, a segurança e a dignidade da moradia são qualidades almejadas por seus membros - pessoas com suas subjetividades, desejos e sonhos”.

Na intenção de reafirmar a importância da moradia rural, Brosler e Bergamasco (2013) afirmam que “através de pesquisas realizadas em assentamentos rurais, observa-se que as casas presentes neste ambiente sofrem transformações após a passagem do agricultor e sua família pelo meio urbano”. Os mesmos autores ressaltam ainda que “outros valores são inseridos na tradição que a agricultura familiar reproduzia nos traços construtivos”. E nesta perspectiva, “a casa rural retrata, por consequência, as resistências e as transformações ocasionadas diante do externo. Através da situação da casa, de seu material de construção, de sua estética e funcionalidade é possível identificar aspectos importantes para se refletir sobre o que é atualmente essa casa rural, quais as suas características, o que se modificou e para onde se vai” (Brosler e Bergamasco, 2013).

Deste modo, a moradia rural, diferentemente do que se pensa frequentemente, é uma entidade complexa, que se materializa no contexto dos seus moradores, que são capazes de moldarem eles mesmos o seu próprio espaço, e cujas características correspondem a uma expressão cultural específica, em que cada núcleo social assume características próprias no tocante a ocupação e a apropriação do espaço físico, bem como da afirmação de pertencimento ao território.

Conforme dito anteriormente, a temática moradia rural deve ser precedida de um estudo aprofundado dos laços sociais, culturais, ambientais e econômicos dos sujeitos em seus respectivos territórios de identidade. De acordo com Tondolo e Augustin (2012), “os laços sociais fazem parte do sistema social, uma vez que conecta os atores individuais propiciando os processos de interação entre estes”, des-

sa forma, esta interação ocorre a partir de como os sujeitos sociais utilizam a terra, como significam o lugar e de como ocupam o espaço através de suas características socioculturais, criando identidade e pertencimento.

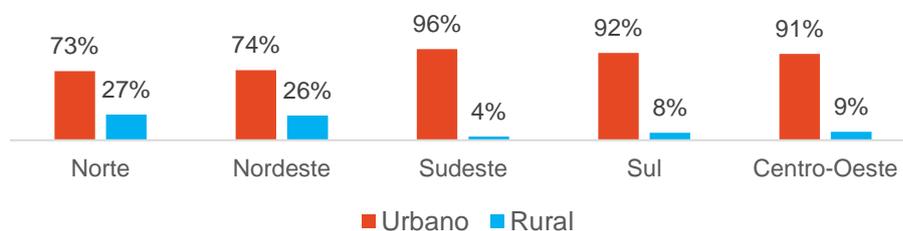
Diante do exposto, Silva (2014) afirma que se deve partir do “entendimento de que a moradia rural é um elemento de fixação do homem a terra, é sua residência. Mas mais do que uma mercadoria, a moradia rural é uma prática familiar”. A autora enfatiza ainda que o espaço físico no meio rural onde são desenvolvidas as atividades de morar e trabalhar são majoritariamente um espaço único, enquanto que no meio urbano estes espaços são distintos. Nessa perspectiva, a moradia rural se torna elemento fundamental dos territórios rurais (Silva, 2014).

De acordo com Castañeda e Ino (2019), a moradia rural “deve ser concebida em relação à área na qual está inserida, pois há que levar em conta que a habitação reflete o modo de vida da população”, e por ter esta importância, é que a participação em todo o processo desta população se torna imprescindível.

Em 2023, de acordo a Fundação João Pinheiro (FJP), “o déficit habitacional brasileiro em 2019 era de aproximadamente 5,965 milhões de domicílios, dos quais 5,125 milhões, ou 85,9%, estão localizados nas áreas urbanas e 834 mil unidades, ou 14,1%, encontram-se na área rural”. Do total de domicílios faltantes, 30,28% estão na região Nordeste, o que corresponde a 1,807 milhões de moradias.

Ainda segundo a FJP, “em termos de localização do déficit habitacional, há diferenças entre as regiões brasileiras. Enquanto nas regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste o déficit habitacional nas áreas urbanas ultrapassa 90%, nas regiões Norte e Nordeste, o déficit habitacional rural ainda tem peso relativamente alto” (Figura 5).

Figura 5 – Distribuição do Déficit Habitacional, por situação de domicílio, segundo regiões geográficas – Brasil – 2019.



Fonte: Fundação João Pinheiro - Disponível em: https://fjp.mg.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/21.05_Relatorio-Deficit-Habitacional-no-Brasil-2016-2019-v2.0.pdf- Acesso em: abril de 2024.

Se fizermos uma comparação com os dados da Secretaria Nacional de Habitação (Brasil, 2009), o déficit habitacional que em 2007 era de 6,273 milhões de domicílios, sofreu uma redução de 308 mil moradias em 12 anos. Dados do PNAD (IBGE - 2007) demonstram ainda que o déficit habitacional do País também é concentrado por renda, e apresenta-se da seguinte forma:

- Faixa de 0 a 3 salários mínimos – 90,9%
- Faixa de 3 a 6 salários mínimos – 6,7%
- Faixa de 6 a 10 salários mínimos – 2,4%

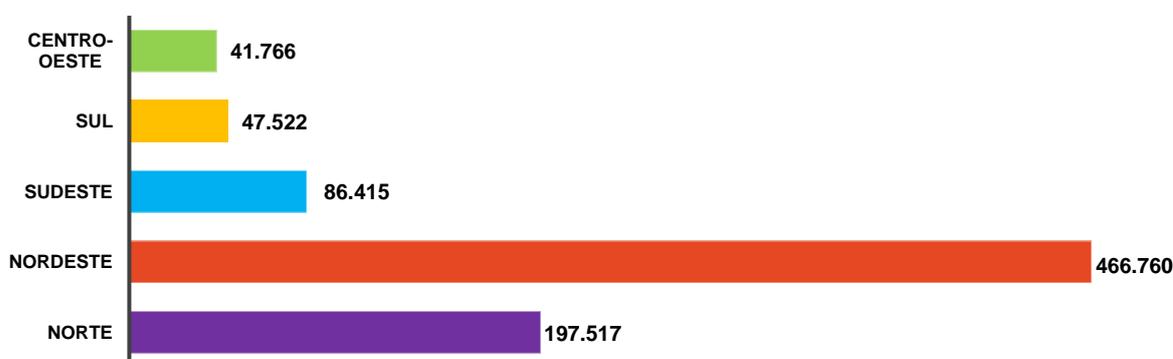
Baseado no exposto acima se percebe que o déficit habitacional brasileiro atinge diretamente as classes da população que possuem as menores faixas de renda, ou seja, a faixa da população que tem renda mensal de até três salários mínimos. Os dados revelam também que o déficit habitacional urbano e rural são proporcionais às suas respectivas populações

Ressalta-se, porém, que apesar do grande déficit habitacional brasileiro, houve um aumento significativo no número de moradias no Brasil nos últimos 23 anos. Dados do IBGE (2019) revelam que a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) registrou em 2018 a existência de pouco mais de 71 milhões de domicílios particulares permanentes (de uso estritamente residencial) e domicílios particulares improvisados (uso misto ou de caráter temporário: tendas, barracos, etc.).

Diante desta pesquisa verifica-se que houve um aumento de aproximadamente 26 milhões de domicílios em relação ao total verificado pelo Censo Demográfico realizado no ano 2000. O referido censo mostra ainda que naquele ano 19,82% dos domicílios eram rurais, no entanto, este percentual caiu para 16,44% no Censo Demográfico de 2010.

Os dados do IBGE Educa (2022) mostram que a Região Nordeste é a região que conta com o maior percentual de habitantes vivendo em áreas rurais, e este percentual é de aproximadamente 26,88%. Diante destes dados, percebe-se claramente que existe uma desproporção entre o déficit habitacional rural do Nordeste se comparado ao das demais regiões do país. Esta constatação pode ser comprovada aplicando o percentual da população rural nordestina (26,88%) no total de habitações rurais faltantes no país em 2019, se houvesse uma proporção deste déficit entre as regiões, o déficit habitacional rural do Nordeste naquele ano seria em torno de aproximadamente 223.742 mil habitações rurais e não de 460.639 como mostra a Fundação João Pinheiro (Figura 6).

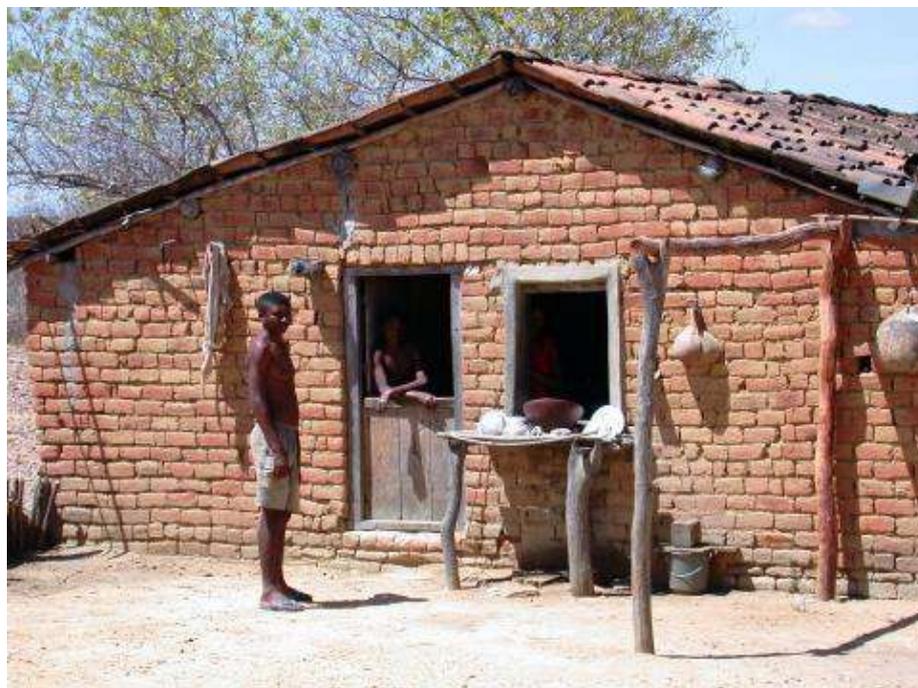
Figura 6 – Déficit Habitacional Rural do Brasil em 2019.



Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

Diante da notável precariedade de algumas moradias rurais no país, o Governo Federal criou em 2009 o Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR, no âmbito do Programa Minha Casa Minha Vida, através da Lei 11.977/2009 (Figuras 7 e 8).

Figura 7 – Fachada de uma moradia vernacular¹ do semiárido nordestino.



Fonte: H.Thery - Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/8639?file=1> - Acesso em: Junho de 2019.

Figura 8 - Fachada de uma moradia do PNHR no semiárido nordestino.



Fonte: Governo de Guajeru/BA - Disponível em: <https://governodeguajeru.ba.gov.br/porta/porta/viewnoticia/414> - Acesso em: Junho de 2024.

¹ Moradia Vernacular é uma tipologia de caráter local ou regional, na qual são empregados materiais e recursos do próprio ambiente onde a edificação está inserida.

Fonte: <https://www.archdaily.com.br/br/951326/o-que-e-arquitetura-vernacular>.

O PNHR tem como objetivo primordial, reduzir o déficit habitacional brasileiro no espaço rural, disponibilizando para os agricultores familiares sujeitos a uma maior insegurança socioeconômica, uma importante política social que contribui com um desenvolvimento rural sustentável e integrado.

O PNHR possibilitou ao agricultor familiar, ao trabalhador rural e às comunidades tradicionais o acesso a uma linha crédito para construir uma nova casa ou reformar uma casa existente. De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD (2015), “a maior parte da população brasileira, 84,72%, vive em áreas urbanas. Já 15,28% dos brasileiros vivem em áreas rurais”, ou seja, 31.302 milhões de brasileiros vivem no meio rural.

Dentre as especificidades do PNHR, existe a possibilidade do poder público contratar a construção das respectivas habitações, no entanto, nas palavras de Buonfiglio (2022), “o PNHR apresentou como principal característica a contratação de casas via entidades representativas dos agricultores já que o contingente de produção habitacional no campo não teria sido atendido de forma suficiente apenas com a atuação do poder público”. Diante desta realidade, foram as Entidades Organizadoras (EO) que já atuavam no meio rural (sindicatos, associações, cooperativas, entidades sem fins lucrativos, etc) que encabeçaram e executaram esta política pública habitacional.

Estas Entidades são verdadeiros agentes sociais produtores do espaço rural, pois são os responsáveis pela divulgação do programa nos municípios, assim como, pela orientação e organização dos beneficiários, por meio de projeto técnico social e do acompanhamento da execução das obras. (Konrad, 2020).

Burnett (2018) traz um estudo de Fagundes *et al.* do ano de 2013, que mostra que diferentemente do expressivo número de unidades produzidas pelo Programa Minha Casa Minha na sua versão urbana, o PNHR teve uma baixa capacidade de aplicação dos reduzidos recursos disponibilizados. O estudo mostra ainda, que apenas as regiões Sul e Sudeste ultrapassaram as metas para 2013, já as regiões Centro-Oeste e Norte alcançaram 65% e 70% respectivamente e a região Nordeste ficou abaixo dos 30% de efetividade (Tabela 1).

Tabela 1 – PNHR: Comparativo de metas/realizado até 2º semestre de 2013.

Região	Meta inicial	Meta atual	Contratos até 2013	Percentual atingido/Meta inicial	Percentual atingido/Meta atual
Centro-Oeste	2735	5470	3604	131,78%	65,89%
Nordeste	39402	78804	23488	59,60%	29,80%
Norte	7803	15606	10949	140,32%	70,16%
Sudeste	5509	11018	13935	252,94%	126,47%
Sul	4551	9102	34783	764,30%	382,15%
Total	60000	120000	86759	144,60%	72,30%

Fonte: Fagundes *et al.* (2013, *apud* Burnett, 2018).

Entendendo o espaço da agricultura familiar do Sul e Sudeste como homogeneizado e altamente integrado ao mercado, a sua capacidade de produção e conexão aos mercados fortalece a “integração” e explica o alto desempenho na realização do PNHR (Abramovay, 1992, *apud* Burnett, 2018).

Para Santos e Silva (2016), “os planos, programas e ações governamentais territoriais se sobrepõem, se complementam e às vezes se contradizem quanto ao modelo e à forma de desenvolvimento sustentável que se deseja para uma determinada região...”. Desta forma, a participação dos sujeitos sociais na concepção das moradias rurais se apresenta e se configura como um elemento de extrema importância na busca pelo incremento da qualidade de vida dos seus moradores, objetivos essenciais para um desenvolvimento rural integral e duradouro. Assim, na busca deste desenvolvimento rural para uma melhor qualidade de vida das famílias do campo, se faz necessário o aprofundamento do tema moradia rural por intermédio da realização de pesquisas (Oliveira e Karnopp, 2015).

A baixa efetividade em algumas regiões também pode ser analisada a partir do entendimento de que existe a necessidade dos sujeitos sociais participarem do processo de concepção das suas próprias moradias. Neste contexto, a concepção projetual da moradia, ou seja, o produto casa “deve ser examinado de uma perspectiva êmica, isto é, desde o interior da cultura” (Rapoport, 2003).

O arquiteto polonês Amos Rapoport, cujo trabalho profissional se pautou principalmente no estudo prévio das variáveis culturais e interculturais como premissas para a concepção de um projeto arquitetônico. Sendo assim, o projeto arquitetônico e o sistema construtivo da moradia do PNHR não podem estar desvinculados do modo de vida e dos valores culturais dos “beneficiados” (Burnett, 2018).

As diretrizes no PNHR trouxeram como uma das suas premissas, a “referência à valorização das características regionais, climáticas e culturais da localidade, assim como a valorização de projetos que contemplassem parâmetros de sustentabilidade ambiental” (Favareto *et al.*, 2019). Mesmo existindo estes pressupostos, “diversas críticas foram feitas aos projetos técnicos que padronizaram um modelo de habitação inadequado”, inclusive utilizando modelos empregados no Programa Minha Casa, Minha Vida do meio urbano, “nos quais as cooperativas eram desestimuladas a “inventar” em nome da agilidade na análise dos projetos” (Buonfiglio, 2022).

Corroborando com as colocações acima, uma pesquisa realizada por Santos *et al.* (2015) revelou “a importância atribuída aos cômodos da casa rural pelos moradores e em que medida o PNHR se adequa à realidade das famílias camponesas...”, os resultados assinalaram que o Programa não contempla as expectativas de moradia das famílias rurais, por apresentar um caráter urbano, apesar da cultura rural apresentar forte influência” na localidade pesquisada. Nesta mesma direção Silva e Coto (2015) afirmam que o “PNHR apresenta potencialidades no que tange ao desenvolvimento local, mas que ainda precisam de aprimoramento, levando em consideração aspectos e peculiaridades locais e dando voz aos cidadãos”.

Moreira, Gomes, Araújo (2021) trazem através de sua pesquisa realizada no município de Anagé - BA que quando surge um projeto como o PNHR “os políticos locais querem tirar proveito para si”, contudo, quando estes perceberam que a Entidade Organizadora (EO) não tinha “fins políticos partidários logo se afastaram, pois não serviam para se auto promoverem”.

Dados da Fundação João Pinheiro (2021) mostram que o déficit habitacional rural na Bahia em 2019 era de 107.720 mil moradias. A referida base de dados não apresenta o déficit por município, contudo, consultando dados do MDR (2022), observou-se no Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS², que dos dez(10) municípios baianos que compõem o Território do Sertão do São Francisco Baiano, apenas 1(um) está com situação regular. Sendo assim, por estarem com situação “Pendente” os outros 9(nove) municípios estão impossibilitados de receber de novos recursos provenientes do SNHIS para a construção de novas Habitações de Interesse Social.

Outro ponto relevante relacionado às moradias rurais, é a falta ou precariedade de Saneamento Básico. De acordo com os dados da PNAD (IBGE, 2016), “apenas 34,5% dos domicílios nas áreas rurais estão ligados a redes de abastecimento de água com ou sem canalização interna”. O Manual de Saneamento Rural desenvolvido pelo Conselho Intermunicipal de Saneamento Ambiental – CISAM (2006) nos diz que, “umas das grandes dificuldades de universalizar os serviços de água e esgoto é a grande extensão territorial dos municípios, principalmente na zona rural”. Ainda segundo este Conselho, “os sistemas a serem implantados, por unidade isolada ou por propriedade rural, deve sempre contemplar facilidade de operação e controle de qualidade, onde pode acontecer uma diversificação de utilização”.

A Lei que estabelece as diretrizes para a política nacional de saneamento básico é a Lei Nacional nº 11.445, de 05 de janeiro 2007, e regulamentada pelo Decreto nº 7.217, de 21 de junho de 2010, com o intuito de garantir serviços básicos a toda população. A referida Lei apresenta como um dos seus princípios fundamentais a universalização do acesso e efetiva prestação dos serviços, que consiste em ampliar, progressivamente, o acesso de todos os domicílios ocupados ao saneamento básico. A Lei do Saneamento foi recentemente atualizada pela Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020.

² Órgão que tem como objetivo principal implementar políticas e programas que promovam o acesso à moradia digna para a população de baixa renda.

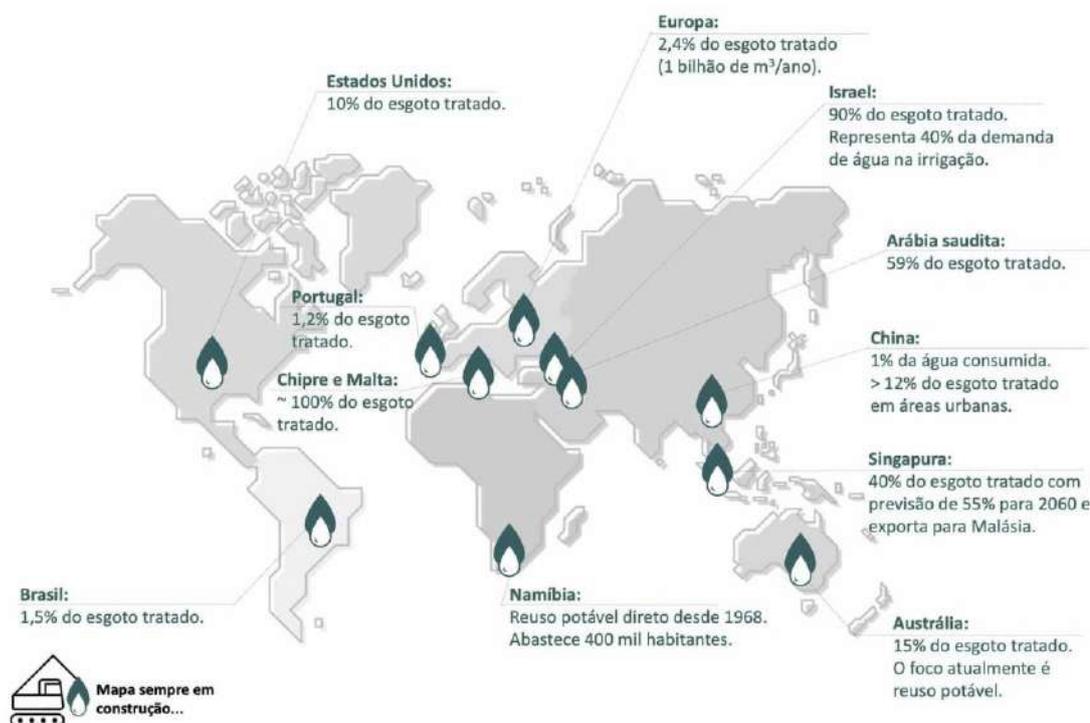
De acordo com a Lei nº 14.026/2020 (Brasil, 2020). O saneamento básico é “um conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas”. O Art. 2º da citada Lei, descreve como os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos princípios fundamentais abaixo (apresentação apenas de alguns princípios de acordo com a temática deste trabalho:

- Adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- Articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde, de recursos hídricos e outras de interesse social relevante, destinadas à melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020);
- Redução e controle das perdas de água, inclusive na distribuição de água tratada, estímulo à racionalização de seu consumo pelos usuários e fomento à eficiência energética, ao reúso de efluentes sanitários e ao aproveitamento de águas de chuva; (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020);
- Prestação concomitante dos serviços de abastecimento de água e de esgotamento sanitário. (Incluído pela Lei nº 14.026, de 2020).

3.2 Reúso de Águas Tratadas

Em um cenário de escassez hídrica, o reúso de água é considerado uma das soluções tecnicamente e ecologicamente viáveis, neste cenário, o Brasil segundo dados do Instituto Reúso de Água – IRdA (2023) reutiliza apenas 1,5 % do total de esgoto tratado, enquanto que países como Chipre e Malta chegam a utilizar 100% do total de esgoto tratado (Figura 9).

Figura 9 – Porcentagem de reúso de água no mundo.



Fonte: IRdA (2023) – Disponível em: <https://reusodeagua.org/producao-de-dados/>
Acesso em: Março de 2024.

Para Santos e Vieira (2020), o cenário da escassez hídrica no Brasil tem características peculiares em virtude da distribuição irregular dos recursos hídricos ao longo do território. Dados trazidos por estes autores, mostram que “em 2018, a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) registrou 2.516 episódios de seca no país, o que afetou cerca de 43 milhões de pessoas, a maioria na região Nordeste. A ANA explica que “os usos de água mais relevantes estão associados à irrigação, abastecimento urbano e industrial, referentes a 50%, 25% e 10%, respectivamente, do volume total de água retirada das bacias hidrográficas do país em 2020, de um total de 1.947 m³·s-1.

Do ponto de vista histórico, a discussão sobre recursos hídricos teve início com a Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano que ocorreu em Estocolmo em 1972. Esse é considerado o primeiro grande encontro internacional para discutir os problemas ambientais, como consequência deste primeiro encontro, já em 1977 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre água, na cidade de Mar Del Plata. No Brasil, as discussões relaciona-

das às questões ambientais, tiveram início ainda na década de 1970, com a criação do primeiro órgão ambiental brasileiro, que foi a Secretaria Especial do Meio Ambiente, criada pelo Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973, dentre as suas atribuições específicas estava assegurar a conservação do meio ambiente e o uso racional dos recursos ambientais.

Em 1992, ou seja, após 15 anos da Conferência na cidade de Mar Del Plata, ocorreu na Irlanda o que ficou conhecido como a “Conferência de Dublin”. Nesta conferência, foram evidenciados os diversos problemas relacionados à disponibilidade de água para a humanidade. Diante daquele quadro, foram estabelecidos quatro princípios para a gestão sustentável da água que estão assim resumidos:

Princípio 1 - A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente. Princípio N° 1 - A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente;

Princípio 2 – Gerenciamento e desenvolvimento da água deverá ser baseado numa abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores e legisladores em todos os níveis;

Princípio 3 – As mulheres desempenham papel principal na provisão, gerenciamento e proteção da água;

Princípio 4 – A água tem valor econômico em todos os usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico.

Baseados nos princípios acima descritos, os conferencistas elaboraram algumas recomendações, no que diz respeito ao enfrentamento das questões relacionadas aos recursos hídricos. Essas recomendações segundo Fernandes (2006) tinham como ponto focal obter os seguintes benefícios:

- Mitigação da pobreza e das doenças, por meio da gestão de recursos hídricos, provisão de serviços de saneamento, abastecimento de alimentos e de água;
- Proteção contra os desastres naturais que causam danos pela perda de vidas humanas e pelos altos custos de reparação;
- Conservação e reaproveitamento da água, por meio de práticas de reúso da água e melhoria na eficiência nos diferentes setores usuários;
- Desenvolvimento urbano sustentável, reconhecendo que a degradação dos recursos hídricos vem provocando incremento nos custos marginais do abastecimento urbano;
- Produção agrícola e abastecimento de água no meio rural, relacionando essa prática a segurança alimentar e a saúde das comunidades rurais;
- Proteção do ecossistema aquático, reconhecendo que a água constitui-se em um elemento vital ao meio ambiente e abriga múltiplas formas de vida das quais depende, em última instância o bem estar o ser humano;
- Solução de conflitos derivados da água, reconhecendo a bacia hidrográfica configura-se com a unidade de referência para a resolução de conflitos;

- Ambiente favorável, configurando a necessidade de um ambiente institucional que permita que as demais recomendações se efetivem;
- Bases de dados consistentes, reconhecendo a importância do intercâmbio de informações sobre o ciclo hidrológico com vistas a prevenir as ações decorrentes do aquecimento global;
- Formação de pessoal, considerando a necessidade de capacitação e provisão condições de trabalho adequadas.

Foi durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CNUMAD) realizada no Rio de Janeiro em 1992, que os efeitos da conferência de Dublin foram referendados. A CNUMAD é mais conhecida como ECO-92 ou Cúpula da Terra. Na ECO-92 houve uma preocupação relacionada à maneira de se atingir a sustentabilidade, como fruto desta inquietação foi criada a Agenda 21 Global, que é o plano de ação para alcançar os objetivos do desenvolvimento sustentável. A Agenda 21 Global tem 40 capítulos, sendo que o capítulo 18 trata especificamente da: Proteção da Qualidade e do Abastecimento dos Recursos Hídricos - Aplicação de Critérios Integrados do Desenvolvimento, Manejo e Uso dos Recursos Hídricos.

Os capítulos da Agenda 21 Global, serviram de diretrizes para construção da Agenda 21 do Brasil. Essa construção ocorreu entre os anos de 1996 e 2002, e foi coordenada pela Comissão de Políticas de Desenvolvimento Sustentável e da Agenda 21 Nacional (CPDS). A sua implementação só ocorreu a partir de 2003, e foi acompanhada pela própria CPDS, naquele mesmo ano, a referida Agenda foi elevada para compor o Programa do Plano Plurianual da administração pública federal (PPA 2004-2007).

Com a criação da Agenda 21 Global e tendo como esteio a regulamentação do inciso XIX, do artigo 21, da Constituição Federal de 1988, no ano de 1997 foi instituída a Política Nacional de Recursos Hídricos através da criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH. No bojo da criação do SINGREH foi criado o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, que é um órgão colegiado, consultivo e deliberativo. O CNRH desenvolve regras de conciliação entre os diferentes consumidores de água, tornando-o partícipe do processo de coordenação deste uso. O CNRH é composto por diferentes câmaras técnicas, dentre elas está a Câmara Técnica de Ciência e Tecnologia – CTCT, que de acordo

com Fernandes (2006), “possui dentro da sua estrutura um grupo de trabalho sobre reúso de água – GT-Reúso, que possui como objetivo propor ao CNRH mecanismos e instrumentos voltados para a regulamentação e institucionalização da prática do reúso não potável de água em todo território Nacional”.

Segundo a CETESB (2021), o “reúso de águas não é um tema novo, há indícios históricos da sua prática na Grécia antiga”. A Resolução nº 54 de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH do Ministério do Meio Ambiente, define a água residuária como sendo “esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não, enquanto o reúso de água seria a utilização da água residuária” (CEIVAP, 2024). Na Resolução COEMA nº02/2017 a água de reúso é considerada como sendo o “efluente que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas” (SEMACE, 2017).

Santos (2003) traz que “as águas de qualidade inferior, tais como esgotos, particularmente os de origem doméstica, águas de chuva, águas de drenagem agrícola e águas salobras, devem, sempre que possível, ser consideradas fontes alternativas para usos menos restritivos”, complementando essa afirmativa, Mancuso (2003), explica que o “reúso de água subentende uma tecnologia desenvolvida em maior ou menor grau, dependendo dos fins a que se destina a água e de como ela tenha sido usada anteriormente”.

Por ser um recurso renovável, a água durante o seu ciclo sofre eventualmente os efeitos de atividades antrópicas, e como consequência sofre diferentes níveis de poluição, todavia, a aplicação da água de reúso pode ocorrer nos processos comerciais, agrícolas, industriais e de manutenção pública (rega de jardins, praças, etc.). Quando nos referimos ao reúso de águas, estamos nos referindo ao uso de águas residuárias tratadas ou não, e isso tem ocorrido com mais frequência devido às perceptíveis mudanças climáticas, ao déficit hídrico urbano e rural e ao acesso restrito às políticas públicas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

Entende-se tratamento de águas residuárias como sendo um conjunto de processos de transformação que visam proporcionar aos efluentes, uma qualidade de uso dentro de parâmetros químicos, físicos e biológicos que atendam aos requisitos previstos na legislação onde as mesmas serão utilizadas. Vale ressaltar ainda, que o controle efetivo destes parâmetros, devem ser contínuos e criteriosos, haja vista, a presença de organismos patogênicos que podem provocar doenças tanto nas pessoas, quanto nos animais. É importante ressaltar também, que a aplicação de efluentes no solo deve ser feita de maneira cuidadosa e com o devido acompanhamento técnico, de modo que os efluentes sejam lançados no ambiente sem saturação de nutrientes e/ou contaminantes químicos ou biológicos.

Lavrador Filho (1987 *apud* Moura *et al.*, 2020) descreve que a água de reúso é o “aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original”.

Para Lucena *et al.* (2018), “a água de reúso pode ser reutilizada várias vezes e para múltiplos usos, desde que seja tratada de modo a adquirir a qualidade compatível com esses usos e que a utilização seja economicamente viável, ambientalmente segura e aceita pela opinião pública”.

Segundo dados recentes do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (2019), que é uma organização científica e política criada pelas Nações Unidas (ONU) em 1988 com o objetivo primordial de condensar e divulgar os estudos mais avançado sobre as mudanças climáticas que afetam o mundo na atualidade:

A frequência e intensidade de alguns eventos extremos de tempo e clima aumentaram como consequência do aquecimento global e continuarão a aumentar em cenários de média e alta intensidade. Eventos recentes relacionados ao calor, por exemplo, ondas de calor, tornaram-se mais frequentes ou intensos devido às emissões antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE) na maioria das regiões terrestres e a frequência e intensidade da seca aumentou na Amazônia, nordeste do Brasil, Mediterrâneo, Patagônia, grande parte da África e nordeste da China. As ondas de calor devem aumentar em frequência, intensidade e duração na maior parte do mundo e a frequência e as intensidades das secas devem aumentar em algumas regiões que já são propensas à seca, predominantemente no Mediterrâneo, Europa central e sul da Amazônia e África Austral. Essas mudanças afetarão os ecossistemas, a segurança alimentar e os processos fundiários, incluindo os fluxos de GEE.

Não são somente as mudanças climáticas que causam preocupação para quem vive no semiárido, outro motivo de preocupação é que por falta de saneamento básico e oferta de água tratada, os povos que ali vivem, ainda precisam se preocupar com a poluição dos poucos açudes e rios da região.

Segundo o Ministério da Integração Nacional (MIN, 2005):

Entre os diversos fatores que influenciam a qualidade das águas do semiárido nordestino, foi identificado que, predominantemente, os corpos d'água dessa região são utilizados como receptores finais dos esgotos, sem tratamento prévio. Associados a esses efeitos negativos gerados pelas atividades antrópicas, interferem também, na qualidade das águas, as condicionantes físicas e climatológicas do semiárido, representadas tanto pelos aspectos geomorfológicos e de formação dos solos, como pela escassez e a má distribuição da pluviosidade, que acarretam a intermitência da maioria dos rios da região. Essas características, que resultam num grande aporte de nutrientes (nitrogênio e fósforo) aos corpos d'água, associadas às altas temperaturas e forte insolação, criam condições propícias à eutrofização.

A eutrofização é um processo através do qual um corpo de água adquire níveis altos de nutrientes, provocando o posterior acúmulo de matéria orgânica em decomposição. A eutrofização pode ter origem natural ou artificial. O processo de eutrofização natural não antropogênico acontece principalmente devido à permanência da água estagnada por longos períodos de tempo, geralmente em regiões com longos períodos de estiagem e com alta taxa de evaporação, resultando assim no aumento da concentração de nutrientes. Segundo Macedo e Tavares (2010): em “condição natural, sem que haja interferência das atividades humanas, lagos profundos e com baixa produtividade biológica sofrem processos de transformação, tornando-se rasos, com alta produtividade biológica e enriquecidos por nutrientes”.

O processo de eutrofização artificial (cultural ou antropogênica) ocorre como resultado do aumento de nutrientes, da produtividade, da matéria orgânica e sedimentos oriundos da bacia de drenagem. Em resposta ao enriquecimento de nutrientes, há um aumento na produtividade da comunidade fitoplanctônica, que passa a apresentar um crescente aumento na dominância, principalmente por espécies de cianobactérias, sendo cada vez mais comum a ocorrência de um crescimento intenso de cianobactérias na superfície dos corpos d'água, conhecido como floração ou bloom. (Deberdt, 2002).

As florações de cianobactérias tóxicas comprometem a disponibilidade hídrica para os usos mais nobres como abastecimento público, dessedentação animal, recreação de contato primário e irrigação de hortaliças. Na região do semiárido, a situação é bastante alarmante, pois vários açudes utilizados para o abastecimento das comunidades apresentam frequentes florações de algas tóxicas (Deberdt, 2002).

Diante deste quadro, o Ministério da Saúde do Brasil, delegou à Fundação Nacional de Saúde - FUNASA a competência de apoiar técnica e financeiramente os Estados e Municípios na implementação de medidas estruturais e estruturantes em áreas rurais e comunidades tradicionais (FUNASA, 2017). Sendo assim, a FUNASA passou a ser responsável por:

Apoiar técnica e financeiramente municípios com até 50 mil habitantes, e por implementar ações de saneamento em áreas rurais de todos os municípios brasileiros, inclusive no atendimento às populações remanescentes de quilombos, assentamentos de reforma agrária, comunidades extrativistas e populações ribeirinhas. Para o atendimento das Comunidades Quilombolas, utiliza-se como critério da seleção de comunidades que sejam certificadas pela Fundação Cultural Palmares. Destaca-se que as ações de saneamento rural desenvolvidas pela Funasa são custeadas com recursos não-onerosos do Orçamento Geral da União (OGU).

Numa região de tantas incertezas hídricas, o reúso local do esgoto residencial tratado deve ser fomentado, haja vista que existem diferentes tecnologias para o tratamento das águas residuais. Algumas destas tecnologias são de baixo custo e podem ser colocadas em prática pelos próprios moradores no entorno das suas moradias. Posto isso, percebe-se que os esgotos tratados têm um papel fundamental na gestão sustentável dos recursos hídricos, como por exemplo, o seu uso na irrigação dos quintais produtivos, entre outros.

Segundo a NBR 9648 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1986):

O esgoto doméstico é o despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas. Eles provêm principalmente de residências, edifícios comerciais ou quaisquer edificações que contenham dispositivos de utilização de águas para fins domésticos. Compõe essencialmente a água de banho, urina, fezes, restos de comida, detergentes e águas de lavagem. É gerado a partir da água de abastecimento e, portanto, sua medida resulta da quantidade de água consumida. São constituídos, aproximadamente, de 99,9% de líquido e 0,1% de sólido.

O tratamento do esgoto residencial tem como principal objetivo remover os resíduos sólidos; reduzir a Demanda Bioquímica de Oxigênio; eliminar microorganismos patogênicos; e reduzir as substâncias químicas indesejáveis.

Grilo Júnior *et al.* (2015) evidenciam que:

Os esgotos domésticos são úteis às culturas aumentando sua produtividade, pois aplicam naturalmente no solo nitrogênio e fósforo. Além de reduzir o total de fertilizantes comerciais que a longo prazo são danosos ao meio ambiente, são potencialmente poluidores, aumentam a salinização dos solos e aceleram o processo de eutrofização dos corpos aquáticos.

A utilização das águas de reúso na agricultura trazem consigo diferentes benefícios (Quadro 1) e riscos (Quadro 2) no meio onde são empregadas.

Quadro 1 – Benefícios relacionados ao reúso agrícola.

Área	Benefícios
Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Redução de carga poluidora lançada nos corpos receptores superficiais; • Proteção dos mananciais; • Aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes como abastecimento público, hospitalar, dentre outros; • Equilíbrio ecológico com a redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, uma vez que a agricultura utiliza cerca de 70% do volume de água disponível no planeta; • Solo: Aumento da concentração de matéria orgânica, maior retenção de água, acúmulo de húmus que possibilita maior conservação e resistência à erosão.
Econômica	<ul style="list-style-type: none"> • Consumo reduzido de energia associados à produção, tratamento e distribuição de água; • Redução de custos de tratamento da água para fins de potabilidade; • Mudança nos padrões de produção e consumo; • Aumento da área cultivada e da produtividade com a irrigação; • Utilização dos nutrientes contidos no esgoto, como fósforo e nitrogênio, indispensáveis à produtividade agrícola, reduzindo custos com fertilizantes comerciais; • Fonte de receita para a localidade.
Saúde Pública	<ul style="list-style-type: none"> • Redução e/ou erradicação de doenças de veiculação hídrica; • Riscos minimizados à saúde pública quando as devidas precauções são efetivamente tomadas; • Aumento do nível nutricional das populações mais pobres, por meio do aumento da produção de alimentos.
Social	<ul style="list-style-type: none"> • Elevação dos níveis de saúde, qualidade de vida e condições sociais das populações residentes em comunidades carentes; • Ampliação da geração de empregos diretos e indiretos; • Aceitação sociocultural da prática de reúso agrícola; • A participação da sociedade no processo promove maior interação, acompanhamento e fiscalização junto aos órgãos responsáveis, e reduz a informalidade no desenvolvimento do reúso.

Fonte: Martins (2018). Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21625/1/INFLU%C3%80NCIA%20DE%20PRODUTOS%20DE%20HIGIENE.pdf> - Acesso em: Março de 2024.

Quadro 2 – Riscos relacionados ao reúso agrícola.

RISCOS
<ul style="list-style-type: none"> • Alterações na Biomassa e/ou Microbiota do Solo. • Contaminação dos Corpos Hídricos e Lençóis Freáticos. • Contaminação dos Solos e plantas através de Traços de Metais, Metaloides, Salinização, Fármacos, Coliformes Termotolerantes, Ovos Helmintos, etc. • Contaminação dos trabalhadores/agricultores através do Manejo das Águas Residuárias. • Ingestão de Alimentos Contaminados (principalmente os vegetais consumidos crus) por bactérias do gênero <i>Campylobacter</i>, <i>Salmonella</i> spp, Rotavírus, etc. • Rejeição da população.

Fonte: O autor (2024).

A utilização de águas residuárias pode causar alterações na Biomassa e/ou Microbiota do Solo, bem como no sistema solo-planta. A forma como o manejo acontece pode trazer resultados benéficos ou maléficos para os solos, plantas trabalhadores e consumidores. Os benefícios da utilização das águas residuárias são enormes, todavia, um risco que merece ser evidenciado, é o risco relacionado à elevada possibilidade de presença de organismos patogênicos. Neste sentido, a qualidade das águas residuárias está diretamente concatenada aos diferentes modos de usos e manejos dos sistemas de tratamento destas águas, que por sua vez, são interligadas a maiores ou menores riscos de contaminação microbiológica.

Os esgotos sanitários, em média são compostos por 99,9% de água e 0,1% de sólidos, sendo 75% desses sólidos matéria orgânica em decomposição (Nuvolari, 2011), conforme dados abaixo (Tabela 2):

Tabela 2 – Concentrações médias dos tipos de sólidos presentes no esgoto doméstico bruto

Matéria Sólida	Contribuição per capita (g/hab.d)		Unidade	Concentração	
	Faixa	Típico		Faixa	Típico
Sólidos Totais	120 - 200	180	mg/L	700 - 1350	1100
Suspensos	35 - 70	60	mg/L	200 - 450	350
Fixos	7 - 14	10	mg/L	40 - 100	80
Voláteis	25 - 80	50	mg/L	165 - 350	320
Dissolvidos	85 - 160	120	mg/L	600 - 900	700
Fixos	60 - 90	70	mg/L	300 - 550	400
Voláteis	35 - 50	50	mg/L	200 - 350	300
Sedimentáveis	-	-	ml/L	10 - 20	15

Fonte: Adaptado de Metcalf & Eddy e AECOM (2014), von Sperling (2014), Jordão e Pessoa (2011) (*apud* CORIOLANO, 2023).

Jordão e Pessoa (2011), explicam que dentre as “características químicas deste tipo de esgoto, existe uma subdivisão dos sólidos presentes nos esgotos domésticos em matéria orgânica (70%), e matéria inorgânica (30%)”. Ainda segundo estes autores, normalmente os constituintes orgânicos presentes no esgoto são uma combinação de carbono, hidrogênio, oxigênio e em alguns casos nitrogênio. A matéria orgânica consiste em proteínas (40 a 60%), carboidratos (25 a 50%), óleos e gorduras (8 a 12%). Além disso, pode-se elencar as moléculas sintéticas proveniente de remédios, produtos de higiene pessoal, de limpeza e produtos de manutenção.

Para a determinação da quantidade de matéria orgânica presente tanto no esgoto quanto em corpos d’água é utilizado o ensaio de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. De acordo com Jordão e Pessoa (2011), a “DBO dos esgotos domésticos varia entre 100 e 400 mg/L em função do estado do esgoto. Seu processamento ocorre em dois estágios. No primeiro há a oxidação da matéria carbonácea; no segundo, verifica-se uma nitrificação”. A Resolução nº430 de 13/05/2011 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, determina que haja uma redução mínima de 60% na DBO de um efluente antes que ele seja lançado no corpo receptor.

Jordão e Pessoa (2011), apresentam como valores médios para DQO dos esgotos domésticos valores entre 200 e 800 mg/L, com contribuição per capita g/hab.d na faixa de 80-120 mg/L e concentração na faixa de 450-800 mg/L, relacionando a DQO/DBO para os esgotos doméstico da ordem de 1,7 a 2,5. Essa relação representa a tratabilidade dos esgotos, uma vez que baixos valores correspondem a grande presença de materiais biodegradáveis, possibilitando a aplicação de métodos biológicos de tratamento.

A presença de nitrogênio nos esgotos se dá sobre a forma de nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato (Jordão e Pessoa, 2011). O nitrogênio orgânico faz parte das moléculas de proteínas vegetais e animais e a sua presença no corpo hídrico indica uma poluição recente por esgoto bruto. O nitrogênio amoniacal é resultado da decomposição do nitrogênio orgânico por microrganismos heterotróficos e indica uma poluição relativamente recente. O nitrito trata de uma forma intermediária

de curta duração, resultante da oxidação da amônia (NH₃) por bactérias Nitrosomonas. Por fim, Nuvolari (2011) afirma que “a forma nitrato é o produto da oxidação do nitrito por bactérias Nitrobacter e caracteriza uma poluição antiga (Tabela 3).

Tabela 3 – Concentrações médias das formas de nitrogênio encontrado no esgoto doméstico bruto.

Nitrogenio	Contribuição per capita			Concentração	
	g/hab.d		Unidade	Faixa	Típico
Nitrogenio total	8,0 -10,0	8,0	mgN/L	35 - 60	1100
Nitrogênio Orgânico	205 - 4,5	3,5	mgN/L	15 - 26	350
Amônia	3,5 – 8,0	4,5	mgNH ₃ -N/L	20 - 35	80
Nitrito	≈ 0	≈ 0	mgNO ₂ -N/L	≈ 0	≈ 0
Nitrato	0,0 – 0,2	≈ 0	mgNO ₃ -N/L	0 - 1	≈ 0

Fonte: Adaptado de Metcalf & Eddy e AECOM (2014), von Sperling (2014), Jordão e Pessoa (2011) (*apud* CORIOLANO, 2023).

O fósforo nos esgotos domésticos é encontrado na forma de fosfato, podendo por sua vez ser na forma orgânica e/ou inorgânica. Dependendo das condições econômicas e culturais de uma população, as frações de fósforo nestes esgotos são variáveis, pois depende diretamente do acesso à produtos industrializados à base de fósforo e também de hábitos alimentares. No Brasil, existem estudos que apontam para uma faixa bastante ampla de concentração típica de fósforo total (P-total) nos esgotos, da ordem de 5,0 a 20,0 mg.P/L (Jordão e Pessoa, 2011, *apud* Quevedo, Piveli, Paganini, 2017). Para estes autores “considera-se que as frações desse elemento estejam distribuídas de acordo com a razão de 40% de fósforo orgânico (P-org) e 60% de fósforo inorgânico (P-inorg), em média.

Quanto maior o consumo de produtos de limpeza e de higiene pessoal, maior será a contaminação ambiental, caso não haja o devido descarte. Neste sentido, caso não sejam devidamente tratadas e lançadas, as águas residuárias contribuem significativamente para o aumento da eutrofização artificial, que por sua vez, está diretamente relacionada ao aumento do consumo dos detergentes domésticos, pois quanto maior for o uso destes produtos, maior será o fornecimento de nutrientes para os microrganismos.

A contribuição dos detergentes domésticos para o aumento da concentração total de fósforo pode ser vista na tabela abaixo (Tabela 4):

Tabela 4 – Caracterização de águas provenientes de diferentes usos.

Matéria Sólida	Pia banheiro		Chuveiro		Pia Cozinha	
	Faixa	Media	Faixa	Média	Faixa	Média
Volume (L)	5 - 26	15	20 - 35	29	12 - 30	20
ST (mg/L)	450 - 865	633	426 - 1090	649	272 - 2160	1634
DBO5 (mg/L)	139 - 265	215	135 - 424	220	490 - 932	696
DQO (mg/L)	150 - 653	393	270 - 645	440	936 - 1950	1342
N total (mg/L)	5,6 - 9,0	7,0	3,4 - 11,3	8,5	13,7 - 31,2	22,5
P total (mg/L)	0,6 - 1,1	0,8	0,2 - 11,2	0,7	2,2 - 48,3	19,9

Fonte: Adaptado de Coriolano (2023).

O manejo sustentável dos recursos naturais contribui significativamente para a melhoria da qualidade de vida das populações. O uso racional das águas potáveis e residuárias tratadas, garantem segurança alimentar, geração de renda e conservação ambiental, principalmente nas regiões onde as mudanças climáticas e os processos de desertificação já são uma realidade. Atualmente existem diferentes tecnologias de convivência com as regiões áridas e semiáridas, e na sua grande maioria estão relacionadas à captação e armazenamento de águas das chuvas. Estas tecnologias podem ser implementadas tanto em escala unifamiliar (cisternas, barreiros, etc.) quanto em escala comunitária (barragens, açudes, etc.).

No entanto, vale salientar que a quantidade de água armazenada nem sempre é capaz de suprir as necessidades básicas de consumo das famílias durante longos períodos de estiagem. Por este motivo, a implantação de tecnologias de tratamento de águas residuárias aparece como sendo uma alternativa para reduzir a escassez hídrica, diminuir o consumo de água dos mananciais existentes e reduzir a contaminação ambiental. Estas implementações tecnológicas permitem adequar os parâmetros de qualidade destas águas, transformando-as em Águas Residuárias Tratadas - ART.

Por décadas, a concepção governamental de combate aos efeitos das secas tem sido baseada prioritariamente no controle do ambiente natural, ou seja, através de obras hídricas que tinham e tem como objetivo mudanças no clima e no

solo de algumas regiões, como por exemplo, a construção de perímetros irrigados, adutoras, canais de transposição, etc. Corroborando com esta concepção, Silva (2003) afirma que “o combate à seca, afina-se perfeitamente com o paradigma antropocêntrico da dominação da natureza. É com a modernidade que se afirma a dominação humana”.

Em paralelo, foram sendo desenvolvidas tecnologias que são baseadas no conhecimento e no respeito às condições ambientais de cada região, uma vez que as mesmas são cheias de singularidades, e que não podem ser uniformizadas. Dentro dessa visão, a convivência com o semiárido busca respaldo na Agroecologia, na economia solidária, na educação contextualizada, na segurança alimentar e na distribuição mais justa de terra e água, diante de um cenário negativo que clama por estratégias sustentáveis, ancoradas nas tecnologias sociais, desenvolvidas ou adaptadas pela população local, onde os saberes, valores e práticas ancestrais são valorizadas (Sousa *et al.*, 2017, *apud* Coriolano, 2023).

No entendimento de Silva (2003), a convivência com o semiárido pode ser definida como uma vivência cultural que objetiva promover o desenvolvimento humano sustentável e empoderar a região por meio de iniciativas sociais, econômicas, tecnológicas e sociais em consonância com a preservação da qualidade de vida e da cidadania e a conservação dos recursos naturais. No seu artigo “ENTRE DOIS PARADIGMAS: combate à seca e convivência com o semi-árido”, Silva(2003) traz que:

A construção da proposta de convivência com o semiárido tem sua gênese nas iniciativas de centros de pesquisa, como a Embrapa, e das organizações não-governamentais que vêm desenvolvendo projetos nas áreas de recursos hídricos, produtivas e socioculturais em áreas do semiárido brasileiro desde o início da década de 1980. A proposta ganhou impulso significativo no final da década de 1990, com a criação da Articulação no Semiárido (ASA), reunindo organizações não-governamentais, igrejas e movimentos sociais. Trata-se de um espaço de articulação política da sociedade civil organizada com a finalidade de contribuir para a implementação de ações integradas para o semiárido; a conservação, o uso sustentável e recomposição ambiental dos recursos naturais; a quebra do monopólio do acesso à terra, água e outros meios de produção; apoia a difusão de métodos, técnicas e procedimentos que contribuam para a convivência com o semiárido.

A água é um elemento crucial para o desenvolvimento econômico de qualquer região, pois serve para o consumo humano, dessedentação animal, produção de alimentos, produção industrial, comércio, geração de energia, etc... Diante das mudanças climáticas e dos avanços das estratégias de respostas aos efeitos da seca, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE (2015, *apud* Coriolano, 2023), recomendou ao Brasil através de relatório de análise sobre a governança de recursos hídricos, a definição de prioridades e critérios para orientar decisões de alocação de água, principalmente em situações de eventos críticos.

O Território da Cidadania (TC) Sertão do São Francisco Baiano possui 8(oito) dos seus 10(dez)municípios na Bacia do Rio São Francisco. Esta Bacia ocupa uma área de aproximadamente 640 mil km², o que corresponde a quase 8% do território nacional. Ela é formada pelo Rio São Francisco e seus 158 afluentes, dos quais 90 são rios perenes e 68 deles são rios temporários. Aproximadamente 57% da área da Bacia Hidrográfica do São Francisco, está situada na região do semiárido brasileiro. Uma das características desta bacia, é que ela é constituída por vários rios temporários, ou seja, a possibilidade de falta de água é indiscutivelmente um risco à sobrevivência (CBHSF, 2004).

Os municípios do TC Sertão do São Francisco Baiano estão constantemente sujeitos as vulnerabilidades das mudanças do clima, e nesta região, em virtude da variabilidade da disponibilidade hídrica, os agricultores familiares estão constantemente sujeitos a redução ou perda de suas atividades produtivas. Diante desta realidade, estas famílias precisam estar permanentemente preparadas para conviver com os efeitos da seca.

Para Brito (2013), a seca pode ser classificada em três tipos:

- a)Seca Meteorológica – que ocorre quando há prolongada e anormal ausência de chuvas;
- b)Seca Hidrológica – que ocorre quando a redução das precipitações em meses historicamente chuvosos baixa o fluxo hidráulico e os rios não reabastecem os reservatórios;
- c)Seca Agrícola ou Edáfica – que ocorre quando a redução das chuvas não consegue repor a umidade do solo na profundidade do sistema radicular das plantas e impede ou prejudica a produção.

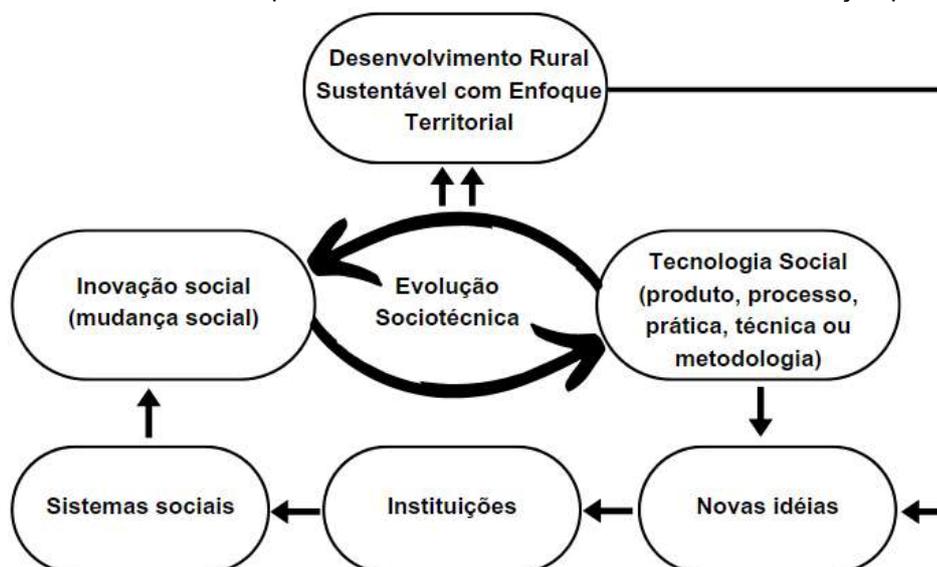
A seca é um fenômeno climático, onde as suas principais causas são naturais, por este motivo, as políticas públicas precisam estar voltadas não para combater a seca, mais sim, combater as suas consequências. No semiárido nordestino, onde os efeitos da seca são mais acentuados, as discussões sobre esse fenômeno são históricas, sendo inclusive, provavelmente, a temática mais recorrente e divulgada ao longo dos séculos nessa região (Brito, 2013). Nesta perspectiva, o autor complementa ao afirmar que “a seca não é somente um fenômeno natural com consequências negativas sobre uma população vulnerável, mas também, um fenômeno de dimensões socioeconômica e política secularmente presente no semiárido brasileiro”.

Baseado no entendimento acima, ao longo dos anos foram sendo criadas e executadas diferentes políticas públicas voltadas à mitigação dos efeitos da seca, Neste cenário, diferentes Tecnologias Sociais - TS foram e estão sendo desenvolvidas no semiárido nordestino. Estas TS têm se constituído em ferramentas importantes para a sobrevivência da população que vive e trabalha naquela região.

De acordo com o Instituto de Tecnologia Social - ITS Brasil (2004), Tecnologia Social (TS) é o “conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas por ela, que representam soluções para inclusão social e melhoria das condições de vida”. Uma outra definição, é que Tecnologia Social (TS) “é uma tecnologia alternativa à tecnologia convencional ou capitalista, cujo objetivo explícito é responder à problemática de desenvolvimento comunitário, de geração de serviços e de alternativas tecnoprodutivas em cenários socioeconômicos caracterizados por situações de extrema pobreza” (Thomas, 2009, *apud* Araújo e Cândido, 2015).

A participação social durante todo o processo de identificação de necessidades, levantamento de sugestões (Brainstorming) e busca de soluções, deve ocorrer de uma forma em que os participantes já tenham incorporado a Inovação e/ou a TS ao final do processo (Figura 10).

Figura 10 – Estrutura de um processo de desenvolvimento rural com construção participativa.



Fonte: O autor – Adaptado de Araújo e Cândido (2015) – Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a15v36n13/15361301.html> - Acesso em: Março de 2024.

Este trabalho aborda dentre outros temas, a questão do reúso das águas residuárias domésticas tratadas nos quintais produtivos dos agricultores familiares do TC Sertão do São Francisco, desta forma, compreender quem é este sujeito social, é uma das etapas desta construção. Neste sentido, os autores Ghizelini e Araguão (2019), nos trazem que:

A agricultura familiar é reconhecida por organismos internacionais, como a Organização das Nações Unidas (ONU), que atestam a capacidade que esse modo de fazer agricultura tem contribuído de forma importante para a soberania alimentar dos povos, gerando emprego e renda, ao mesmo tempo em que se caracteriza por uma forma de agricultura que tem como premissa uma perspectiva de ser socialmente justa, economicamente viável e ambientalmente sustentável.

Corroborando com os autores Ghizelini e Araguão, de acordo com o IBGE (2006), o censo agropecuário daquele ano constatou que a agricultura familiar brasileira é responsável por 84% das unidades agropecuárias, e que estes são ainda responsáveis por empregar 74% da mão de obra disponível no campo. Este mesmo censo traz que estas unidades agropecuárias ocupam apenas 24% da área total ocupada por todas as demais unidades agrícolas, o que evidencia uma das raízes da desigualdade de distribuição de terras no Brasil.

Vale ressaltar, que o marco histórico da agricultura familiar no Brasil foi a promulgação do Decreto nº 1946, de 28 de Junho de 1996, que deu origem ao PRONAF - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar, bem como a Lei 11.326, de 24 de julho de 2006, que ficou sendo chamada informalmente de Lei da Agricultura Familiar, pois apresenta características destes sujeitos, conforme pode ser visto no seu artigo 3º:

Art. 3º. Para os efeitos desta Lei, considera-se agricultor familiar e empreendedor familiar rural aquele que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, aos seguintes requisitos:

- I - não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais;
- II - utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento;
- III- tenha renda familiar predominantemente originada de atividades econômicas vinculadas ao próprio estabelecimento ou empreendimento;
- IV- dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Uma reflexão importante que foi realizada a partir do artigo 3º, é a de que a agricultura familiar não é sinônima de campesinato, mas o campesinato é uma forma de agricultura familiar, mas nem toda agricultura familiar é a expressão do modo de vida camponês (Ghizelini e Araguão, 2019). Ainda instigando esta dúvida, Azevedo e Santos (2017) entendem que:

O camponês é o mesmo sujeito do agricultor familiar: uma organização econômica fundada no trabalho da família, ainda que possua algum grau de integração aos mercados e de tecnificação. A dificuldade é, efetivamente, traçar a linha divisória entre essa modalidade de relação de trabalho para aquela fundada sobre as bases de trabalho assalariado, construída como uma empresa capitalista.

De acordo com a Política Nacional de Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais - Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006, também conhecida como a Lei da Agricultura Familiar, tem-se como agricultor familiar e/ou empreendedor familiar rural, aquele(a) sujeito social(a) que pratica atividades no meio rural, atendendo, simultaneamente, os seguintes requisitos: a) não detenha, a qualquer título, área maior do que 4 (quatro) módulos fiscais; b) utilize predominantemente mão-de-obra da própria família nas atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento; c) tenha percentual mínimo da renda familiar originada de atividades econômicas do seu estabelecimento ou empreendimento, na forma definida

pelo Poder Executivo; d) dirija seu estabelecimento ou empreendimento com sua família.

Neste sentido são considerados agricultores familiares os pequenos produtores rurais, povos e comunidades tradicionais, pescadores, extrativistas, aquicultores, assentados da reforma agrária e silvicultores. Em 2019, a Organização das Nações Unidas (ONU) lançou a Década da Agricultura Familiar, que está sendo implementada pela FAO e pelo Fundo Internacional de Desenvolvimento Agrícola (FIDA), com a finalidade de fortalecer a agricultura familiar por meio da criação de políticas públicas que englobem questões econômicas, sociais e ambientais (Embrapa, 2024).

Ainda segundo a Embrapa (2024), a agricultura familiar “tem sido cada vez mais reconhecida internacionalmente em função de sua importância não apenas na produção de alimentos, mas pela função essencial de gerar emprego e renda a partir de seus sistemas agrícolas diversificados”.

Mendes e Mendes (2023) nos trazem que a “principal característica da agricultura familiar é a relação direta entre a utilização da terra como espaço para a produção econômica e a unidade familiar”. Os mesmos autores afirmam ainda, que “as discussões sobre o tema no Brasil se fortalecem no fim da década de 1980 e início da década de 1990, em decorrência da crise no espaço agrário brasileiro, com o aumento do êxodo rural e problemas de produtividade pelas comunidades rurais”.

Para Silva (2015), “autores como Lamarche (1993), Wanderley (2001) e Tedesco (2001) são consensuais ao afirmarem que a produção rural familiar define-se pelo controle da família sobre os meios de produção, sendo, ao mesmo tempo a principal responsável pela efetivação do trabalho”. Corroborando com este consenso e complementando o mesmo, Mendes e Mendes (2015), afirmam que “a realidade da agricultura familiar constatada nas regiões Sul, Sudeste e parte do Centro-Oeste não se reproduz na mesma intensidade nas regiões Norte e Nordeste do país, em decorrência dos modelos distintos de colonização e do desenvolvimento desigual do capitalismo no país”. Portanto, para a construção de políticas públicas efetivas ao crescimento da agricultura familiar no país, é preciso considerar os aspectos regio-

nais que implicam em profundas diferenças no modelo de exploração da terra (Buainain, Romeiro e Gguanziroli, 2003 *Apud* Silva, 2015).

Nas últimas décadas tem-se percebido que a prática da agricultura familiar está intimamente relacionada as práticas agroecológicas. Esta percepção fica evidenciada ao se utilizar na agricultura familiar saberes populares e ancestrais, que são obtidos no próprio meio rural, através da troca de experiências comunitárias. Esta utilização de saberes é um dos pilares da agroecologia, já que a mesma se baseia dentre outras coisas na sistematização e consolidação de saberes e práticas. Vale ressaltar também que a agricultura que utiliza a abordagem agroecológica, traz consigo significativas alterações no modo de produção rural.

A agroecologia apresenta um conjunto de princípios e métodos para a avaliação e proposição de intervenções em agroecossistemas, ela tem como objetivo primordial, uma maior sustentabilidade na implantação de diferentes modos de produção. Nas palavras de Guterres (2006, *apud* Barbosa *et al.*, 2012), a “ abordagem agroecológica propõe mudanças profundas nos sistemas e nas formas de produção. Na base dessa mudança está a filosofia de se produzir de acordo com as leis e as dinâmicas que regem os ecossistemas”. O autor realça ainda, que a agroecologia “propõe novas formas de apropriação dos recursos naturais que devem se materializar em estratégias e tecnologias condizentes com a filosofia-base”.

No Brasil, práticas agrícolas alternativas começaram a surgir a partir da década de 1970, essas práticas eram influenciadas por iniciativas tradicionais de manejo em outros países economicamente avançados. A diversificação dos sistemas de produção é uma estratégia importante para superar o risco de perda de produção, no entanto, a oferta de água em algumas regiões não consegue suprir a demanda, ocasionando desta forma perdas irreparáveis para os produtores.

No meio rural do semiárido nordestino, a limitada oferta hídrica, bem como, a existência de secas cada vez mais severas se mostram mais presente quando olhamos mais especificamente para os agricultores familiares, grupo que representa 77% dos produtores rurais brasileiros. Desta forma, se faz necessário uma melhoria na oferta e eficiência do uso da água potável e uma política de incentivo ao uso das Águas Residuárias Tratadas - ART.

A reutilização de ART na agricultura tem aumentado em todo o mundo, principalmente nas regiões com déficit hídrico. No Brasil, de acordo com dados da Agência Nacional de Águas – ANA (2019), 52% do total de água é consumida na irrigação. Diante desta realidade, fica evidenciado que o reúso de ART na irrigação, deve ser considerado como uma das ações potencialmente prioritárias. Alguns países já possuem normas bem estabelecidas para a prática do uso de águas tratadas na irrigação. Essas normas definem os parâmetros de qualidade que a água deve possuir, os modelos de irrigação a serem utilizados, bem como, em quais culturas estas águas poderão ser aplicadas.

Segundo Hespanhol (2002), estudos efetuados em diversos lugares do mundo comprovaram que a produtividade agrícola aumenta significativamente em sistemas de irrigação com reúso de esgotos adequadamente administrados. A prática proporciona a adição de nutrientes, que reduz ou mesmo elimina a necessidade de emprego de fertilizantes comerciais, e de matéria orgânica, que aumenta a capacidade do solo de reter água.

O reúso de ART pode ser feito de três maneiras distintas:

- a) Indireto não planejado – É quando a água utilizada em atividades humanas é descarregada no meio ambiente e reutilizada a jusante, de maneira não intencional e não controlada;
- b) Indireto planejado - É quando os efluentes, depois de tratados, são descarregados de forma planejada nos corpos d'água, superficiais ou subterrâneas, para serem utilizados a jusante, de maneira controlada, admitindo que exista controle sobre as novas descargas que ocorrem durante o caminho, não alterando, portanto, os requisitos de qualidade de reúso objetivado;
- c) Direto planejado – É quando os efluentes após terem sido tratados, são despejados diretamente no local de reúso, não sendo descarregados no meio ambiente, como exemplo deste reúso podemos citar a irrigação agrícola.

Vale destacar, que o processo de tratamento e reúso das ART demandam uma atenção especial no que diz respeito aos riscos de infecção e de poluição em função da concentração de poluentes nos locais de tratamento de uso contínuo, ou ainda de cuidados no tocante à aceitação desta prática por parte da comunidade, devido principalmente a preconceitos com a reutilização de esgotos.

Para Hespanhol (2002), a percepção dessas comunidades a respeito do reúso está relacionada ao grau de informação que tenham acesso, à confiança nos interlocutores aos quais estejam apresentando e desenvolvendo o projeto, à forma como se relacionam com os mananciais hídricos locais e à sua vivência e percepção sobre o problema da seca.

Baseado nas pesquisas efetuadas em diferentes bases de dados, não foi encontrado no Brasil qualquer legislação a nível federal que esteja diretamente relacionada aos padrões mínimos de qualidade dos efluentes provenientes do esgoto doméstico para o reúso na agricultura ou para o reúso de uma forma geral. No entanto, recentemente foi publicada a Resolução nº 503/2021 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2021), que definiu critérios e procedimentos para o reúso em sistemas de fertirrigação com efluentes provenientes de diferentes processos industriais.

Todavia, no Brasil existem alguns elementos legais e orientativos a níveis federal e estaduais, que norteiam o reúso das águas residuárias. Podemos citar como exemplo:

- NBR 13.969/1997 da Associação brasileira de Normas Técnicas – ABNT, que dispõe sobre a disposição final dos efluentes líquidos de tanque séptico;
- Resolução Nº 54 de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água;
- Lei do Saneamento Nº 14.026/2020, conhecida como o novo marco regulatório do saneamento básico;

- Programa de Pesquisas em Saneamento Básico – PROSAB (2006), que apresenta recomendações de tratamento e reúso de esgotos sanitários conforme normas internacionais;
- Programa de Desenvolvimento do Setor Água – INTERÁGUAS (2018), que trata da elaboração de um relatório técnico contendo proposta de critério de qualidade para a água de reúso, definindo padrões para o reúso de água para cada modalidade;
- Resolução CONERH N° 75 - Bahia (2010), que estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reúso direto não potável de água na modalidade agrícola e/ou florestal;
- Resolução COEMA N° 02 – Ceará (2017), que dispõe sobre padrões e condições para lançamento de efluentes líquidos gerados por fontes poluidoras;
- Resolução Conjunta SES/SIMA N° 01 – São Paulo (2020), que disciplina o reúso direto não potável de água, para fins urbanos, proveniente de estações de tratamento de esgoto sanitário e dá providências correlatas;
- Deliberação Normativa CERH N° 65 – Minas Gerais (2020), que estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos de reúso direto de água não potável, proveniente de estações de tratamento de esgoto sanitário (ETE), considerados de uso doméstico de sistemas públicos e privados;
- Resolução CONSEMA N° 419 – Rio Grande do Sul (2020), que estabelece critérios e procedimentos para a utilização de água de reúso para fins urbanos, industriais, agrícolas e florestais;
- Resolução N° 005 – Distrito Federal (2022), que estabelece diretrizes para o aproveitamento ou reúso de água não potável em edificações;
- Resolução CERH/MS N° 72 – Mato Grosso do Sul (2022), que estabelece diretrizes, modalidades e procedimentos para o reúso direto de água não potável, proveniente de estações de tratamento de esgotos

sanitários (ETE) de sistemas públicos e privados e dá outras providências;

- Resolução CERH N° 122 – Paraná (2023), que regulamenta o reúso da água para proveito urbano, agrícola, florestal, ambiental e industrial.

O Censo Agropecuário de 2017 identificou 1,83 milhão de estabelecimentos agropecuários no Semiárido brasileiro, 36,2% do total recenseado no Brasil. Do total de estabelecimentos, 78,8% (1,44 milhão) são caracterizados como de agricultura família, tendo um total de 3,65 milhões de pessoas envolvidas (Silva, 2020).

Nessas áreas rurais do semiárido, a infraestrutura de saneamento básico é ainda mais precária e/ou inexistente quando comparada ao meio urbano desta mesma região, o que torna a universalização dos serviços de água e esgoto um desafio pela dispersão espacial da população rural e a escassez de fontes de água segura e de boa qualidade. Neste cenário de escassez hídrica e precariedade de esgotamento sanitário, este trabalho discorre sobre a percepção e o reúso da água residuária tratada (ART), tendo como ponto norteador a gestão dos recursos hídricos junto aos agricultores familiares na região semiárida do TC Sertão do São Francisco Baiano.

3.3 Sistema Wetland

3.3.1 O Sistema

O Brasil apresenta características distintas no tocante à sua coleta e tratamento de esgotos sanitários (SNIS, 2021). Segundo a NBR 9648/86 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), esgoto sanitário é o "despejo líquido constituído de esgotos doméstico e industrial, água de infiltração e a contribuição pluvial parasitária". O esgoto doméstico por sua vez, é de acordo com a mesma norma o "despejo líquido resultante do uso da água para higiene e necessidades fisiológicas humanas".

A população brasileira de acordo com o censo de 2022 é de 203.080.756 milhões de habitantes (IBGE, 2022). Tendo em vista que o Censo Demográfico de 2022 não divulgou ainda a quantidade da população que vive no meio rural, foi tomando apenas como parâmetro ilustrativo os dados do Censo Demográfico de 2010, onde consta que 15,6% da população total residiam em áreas rurais (IBGE, 2010), sendo assim, podemos estimar que em 2010, aproximadamente 33.033.887 milhões de pessoas eram moradoras de áreas rurais. Baseado nestes dados estimados e tomando como referência os dados do SNIS (2021), que revelam que no ano de 2020, apenas 2.263.742 milhões de pessoas que residiam em áreas rurais possuíam esgotamento sanitário (menos de 6,83% da população rural), podemos perceber o quanto é urgente debater o tema tratamento de esgotos sanitários no meio rural.

Nas palavras de Souza *et al.* (2019) uma das maiores problemáticas do Brasil está no campo do saneamento básico, pois “estas podem afetar direta e indiretamente o ecossistema terrestre, aquático e a saúde humana”. Os autores afirmam ainda que “os sistemas de tratamento individuais alternativos e de baixo custo são cada vez mais presentes em locais aonde população não possui acesso a estes serviços básicos, principalmente fora dos centros urbanos”.

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR (2021), os “serviços de esgotamento sanitário na área rural, normalmente, são realizados por meio da aplicação de tecnologias alternativas de coleta e tratamento de esgoto”, ainda de acordo com MDR, a “orientação é que as tecnologias adotadas busquem melhorar as condições de saúde e higiene das comunidades que vivem nessas áreas por meio de técnicas de baixo custo, que respeitem a cultura e os conhecimentos locais e que sejam ambientalmente sustentáveis”.

A eficiência do tratamento de águas residuárias através do Sistema Wetland Construído (SWC) é reconhecida mundialmente. Na França são mais de 3.500 estações em operação para tratamento de esgoto doméstico de pequenas cidades e comunidades. A eficiência, a simplicidade operacional e construtiva, aliadas à beleza paisagística e à qualidade ambiental, faz do SWC uma solução robusta, segura e atrativa (Wetlands Construídos, 2020).

De acordo com a NBR 13969 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1997):

No caso do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens etc.

De acordo com a Merriam-Webster (2021), a palavra Wetland foi utilizada pela primeira vez em 1669. Esta palavra de origem inglesa tem como tradução livre o significado de “Terra Úmida”, “Pântano”, etc. Etimologicamente ela surge da junção de Molhado (Wet) + Terra (Land), ou seja, Terra Molhada.

Baseado na Convenção de Ramsar descrita pelo WWF - Brasil (2015), as áreas úmidas (wetlands) são definidas como: “... áreas de pântano, de turfa, naturais ou artificiais, permanentes ou temporárias, com água estática ou fluída, fresca, salobra ou salgada...”. Ramsar é uma cidade do norte do Irã e nesta cidade foi assinada, em 2 de fevereiro de 1971 a Convenção de Ramsar ou "Convenção sobre Zonas Úmidas de Importância Internacional".

Existem ao redor do mundo inúmeros Wetlands Naturais, que são ambientes que ficam permanentemente ou sazonalmente encobertos por água, criando o habitat ideal para plantas aquáticas, animais e outros organismos. Existem atualmente 2400 wetlands naturais cadastrados na lista de áreas úmidas de Importância Internacional, também conhecida como Lista Ramsar.

De acordo com a referida lista, as cinco maiores áreas úmidas do mundo são: Rio Negro (Brasil); Ngiri-Tumba-Maindombe (República Democrática do Congo); Golfo da Rainha Maud (Canadá); Grands Affluents (Congo) e Sudd (Sudão). Estas condições naturais promovem o desenvolvimento de solos hidromórficos. Os solos hidromórficos apresentam características específicas, que refletem o ambiente de drenagem deficiente e a saturação por água na maior parte do tempo. Segundo o Novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2018), podemos citar como exemplo de solos hidromórficos os: Espodossolos Hidromórficos, Gleissolos, Organossolos, Plintossolos e alguns Neossolos Flúvicos.

As “terras úmidas” sempre foram consideradas o oposto das terras agrícolas produtivas. Por esta razão, as pessoas viam estas áreas de forma negativa e as removeram sistematicamente de grandes porções terra. Todavia, com o passar dos anos as pesquisas mostraram que as “terras úmidas” são ecossistemas altamente produtivos que suportam o crescimento vigoroso das plantas e uma ampla variedade de vida animal. A descoberta deste atributo levou à ideia de usar intencionalmente zonas úmidas para tratar as águas residuais domésticas e industriais.

Satali (2012) nos explica que os ecossistemas dos Wetlands Naturais possuem características e propriedades que podem variar dependendo da geologia, geomorfologia e dos solos da área considerada, bem como das condições climáticas. As características ecológicas desses ecossistemas refletem ainda, a história da evolução biológica que acabaram por caracterizar a flora e a fauna associadas. Os Wetlands Naturais possuem funções extremamente importantes dentro dos seus respectivos ecossistemas, destaque como exemplo a capacidade de modificar e controlar a qualidade das águas, através de processos de depuração e de transformação de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes (Figura 11).

Figura 11 – Wetland Natural (Mangue - Bairro Jardins - Aracaju/SE).



Fonte: O autor (2024).

Armon, Kirzhne, Kurzbaum (2012), afirmam que a utilização de wetlands naturais para “o tratamento de efluentes não é uma ideia nova. Milhares de anos

atrás, os pântanos naturais eram usados pelos chineses e pelos egípcios para clarificar efluentes líquidos”.

O termo Sistema Wetland Construído - SWC, faz referência a uma das possíveis tecnologias existentes para o tratamento de águas residuárias, este sistema foi utilizado pela primeira vez na Alemanha em meados de 1950 por Käthe Seidel do Instituto Max Planck, para a remoção de fenol e na redução da carga orgânica de efluente de laticínio (Kadlec e Knight, 1996, *apud* Sezerino *et al.*, 2015).

O Sistema Wetland Construído também é chamado de Sistema Alagado Construído (SAC) ou Jardim Filtrante (JF). (Figura 12).

Figura 12 – Wetland Construído (Protótipo instalado no IRPAA - Juazeiro/BA).



Fonte: O autor (2023).

Os autores Armon, Kirzhne, Kurzbaum (2012) afirmam que “a tecnologia de SWC são especialmente adequadas para comunidades pequenas e rurais em países em desenvolvimento”. Para os mesmos, a “implementação de um SWC é bastante simples em comparação com a construção de uma estação de tratamento de esgotos... e quando construídos adequadamente são sistemas autossustentáveis”, e para complementar a importância dos SWC, os autores ressaltam que se trata de uma tecnologia ecologicamente correta e econômica para o tratamento de águas residuais domésticas e agrícolas, reduzindo as concentrações de sólidos totais em suspensão (SST), demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO), nitrogênio (N), fósforo (P) e patógenos.

3.3.2 O Uso da Vegetação

Uma dúvida que sempre surge com relação ao SWC, é sobre o papel das plantas no processo de tratamento de efluentes. Neste sentido, a empresa brasileira Wetlands Contruídos (2019), explica que:

Assim como nos demais sistemas biológicos de tratamento de efluentes, nos sistemas wetlands construídos a microbiota que se desenvolve no leito do sistema, aderida ao meio suporte, é a principal responsável pela degradação/digestão da matéria orgânica presente no esgoto. Deste modo não são as plantas as protagonistas do tratamento dos esgotos nos wetlands. Nestes reatores naturais, a zona de raiz contribui com a remoção de poluentes interagindo com o meio suporte, a água, os microrganismos e os contaminantes. Cada grupo de poluentes (orgânicos, inorgânicos, patógenos) segue rotas específicas de degradação ou remoção. Em resumo, podemos dizer que nestes sistemas ocorrem processos físicos (filtração, sedimentação, volatilização), químicos (adsorção, oxidação, redução, precipitação, quelação) e biológicos (degradação e absorção pelos microrganismos, decaimento de patógenos, extração pelas plantas, entre outros). Estes processos ocorrem simultaneamente nos wetlands construídos, e é isso que confere tamanha robustez a estes sistemas.

A referida empresa traz ainda, que existem na literatura científica internacional, incontáveis pesquisas que mostram a importância da vegetação nos sistemas. Algumas das ações das plantas no sistema são:

- Aumentam a área de filtragem e estabilizam o meio suporte;
- Liberam oxigênio e elevam o potencial redox;
- Aumentam a diversidade, densidade e atividade biológica;
- Absorvem nutrientes e aumentam a condutividade hidráulica;
- Reduzem o processo de colmatação e atraem biodiversidade;
- Potencial estético ou de reuso de biomassa como alimentação animal.

Varma *et al.* (2020), corroboram com o parágrafo acima ao afirmarem que “os mecanismos predominantes de remoção de contaminantes em SWC são degradação microbiana, fitodegradação, fitoextração, filtração, sedimentação e adsorção”. Considerando a utilização de vegetação nos SWC, é importante destacar a seleção de espécies que tolerem condições de alagamento, que tenham sistema radicular bem desenvolvido, que apresentem manejo simples e que não sejam invasoras na região da implantação. (Figura 13).

Figura 13 – Vegetação no SWC.



Fonte: Adaptado de Wetlands Blog - Disponível em: <https://www.wetlands.com.br/post/tratamento-de-egotos-e-lodos-a-importancia-da-vegetacao-para-os-wetlands-construidos> - Acesso em: Fevereiro de 2021.

As características do meio suporte (solo, britas, seixos, etc) também influenciam o funcionamento dos SWC, tornando-os particularmente mais ou menos eficientes. Eles também são parcialmente responsáveis pela forma como tratam as águas residuárias, falando mais especificamente, é a estratificação de um meio suporte contendo oxigênio (aeróbico) acima de uma camada sem oxigênio (anaeróbico) que é responsável por grande parte destes processos de degradação e transformação.

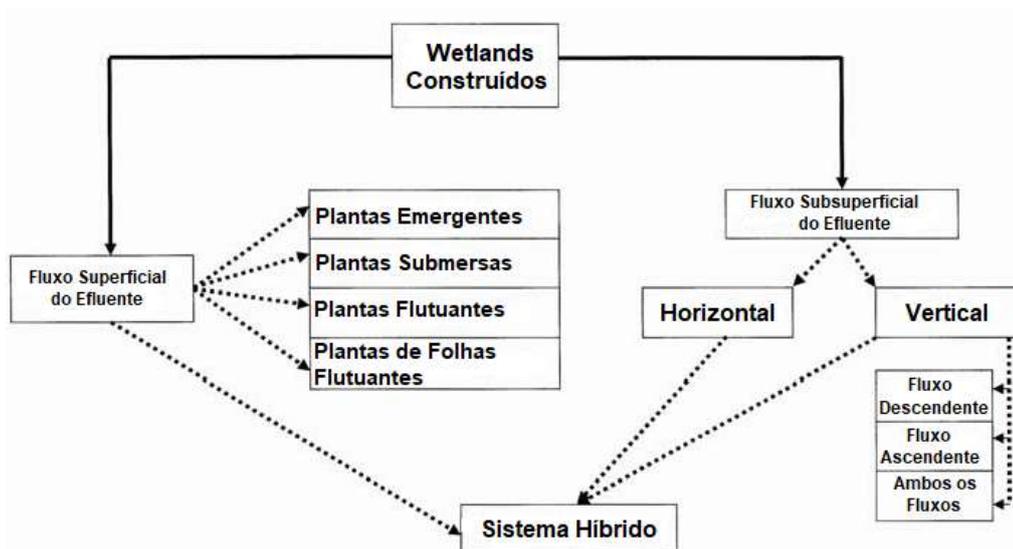
3.3.3 Os Tipos de Wetlands Construídos

Sezerino *et al.* (2015), explica que no Brasil, a primeira tentativa de utilização de sistemas de wetlands construídos para purificação de águas, foi realizada pelos pesquisadores Salati e Rodrigues em 1982, com a construção de um lago artificial nas proximidades de um córrego poluído localizado na Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” - ESALQ em Piracicaba/SP. Nos anos 1990 ampliaram-se as experiências com wetlands construídos e em 1992, os pesquisadores Conte, Leopoldo, Zuccari e Damasceno aplicaram a tecnologia por eles definida como processo fitopedológico no tratamento de águas residuárias no meio rural.

No entanto, as experiências brasileiras foram aceleradas no início deste século, com a aplicação de diferentes sistemas de wetlands construídos para o tratamento de diferentes águas residuárias. Estas experiências vêm ocorrendo, em todo o território nacional, sob diferentes formas e arranjos, com diferentes materiais filtrantes e macrófitas empregadas.

Ainda de acordo com Sezerino *et al.* (2015) foi somente a partir do ano 2000 que houve um sensível aumento no interesse, nas pesquisas e na execução de projetos pilotos envolvendo a aplicação e a adaptação do SWC no Brasil, sendo aplicados diferentes tipos de wetlands para o tratamento de diferentes tipos de águas residuais, e utilizando “diferentes materiais filtrantes e macrófitas empregadas”. Existem diversos SWC no redor do mundo, e ao longo dos anos muitas variantes e modelos foram sendo desenvolvidos e aperfeiçoados, os mesmos são escolhidos e implantados de acordo as características do efluente a ser tratado, da eficiência final desejada na remoção de nutrientes, dentre outros (Figura 14).

Figura 14 – Classificação dos SWC.



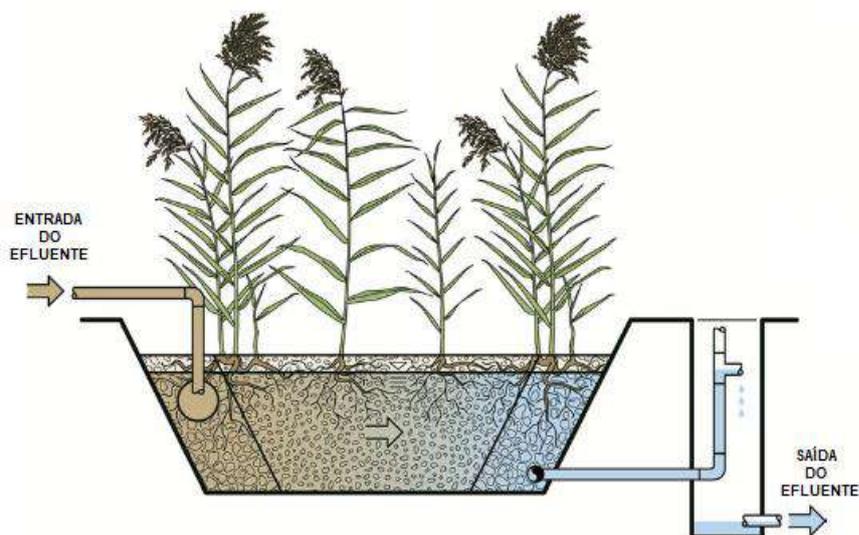
Fonte: Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow - Classificação dos Sistemas de Wetlands Construídos para tratamento de águas residuais (adaptado de VYMAZAL e KROEPFELOVÁ, 2008) – Disponível em: <https://www.springer.com/gp/book/9781402085796>. Acesso em: Março de 2021

Os SWC podem ser subdivididos em sistemas de fluxo superficial e sistemas de fluxo subsuperficial. Embora existam muitas variantes de wetlands na literatura, neste trabalho são demonstrados aqueles que mais frequentemente foram encontrados na pesquisa realizada. Os SWC de tratamento de fluxo subsuperficial (onde o nível da água é mantido abaixo da superfície do meio suporte) são subdivididos em wetlands de fluxo horizontal – FH (Figura 15) e de fluxo vertical – FV (Figura 16), dependendo da direção do fluxo da água dentro do sistema. A fim de evitar a colmatação do meio suporte, os wetlands são geralmente utilizados para o tratamento secundário ou terciário das águas residuais.

No entanto, os wetlands de fluxo vertical também são empregados para o tratamento direto do esgoto total filtrado, ou seja, eles fornecem o tratamento integrado de lodos e águas residuárias num único sistema, evitando assim, o custo de construção do sistema de tratamento primário. Estes wetlands também são conhecidos como “Sistema Francês - SF” (Figura 17). Existem ainda os wetlands de fluxo superficial – FS (semelhantes aos wetlands naturais), que são sistemas com vegeta-

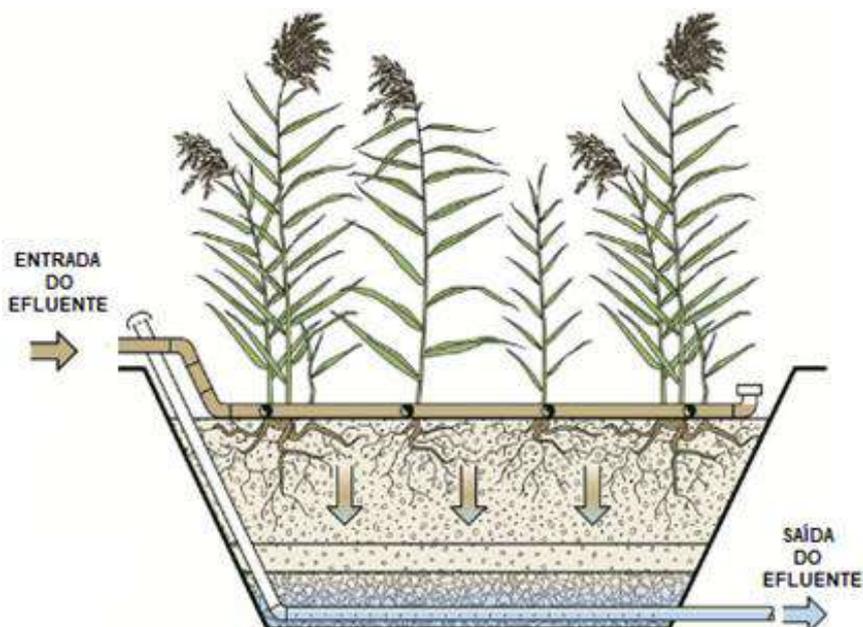
ção densa, nas quais a água flui acima do meio suporte, e estes sistemas são geralmente utilizados para tratamento terciário das águas residuárias (Figura 18).

Figura 15 – Wetland de Fluxo Subsuperficial Horizontal.



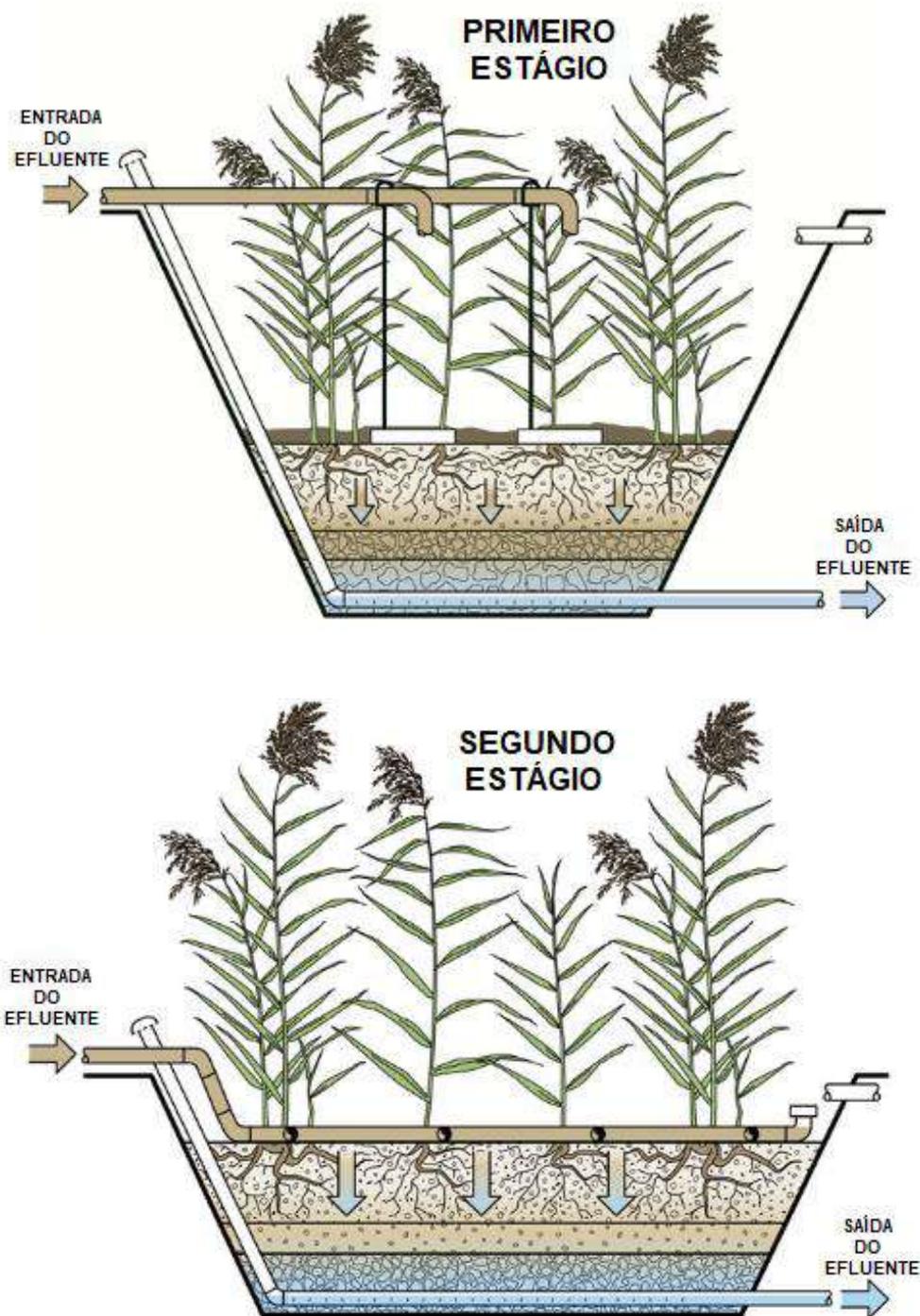
Fonte: Adaptado de Dotro *et al.* (2017) - Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31049>. Acesso em: Março de 2024.

Figura 16 – Wetland de Fluxo Subsuperficial Vertical.



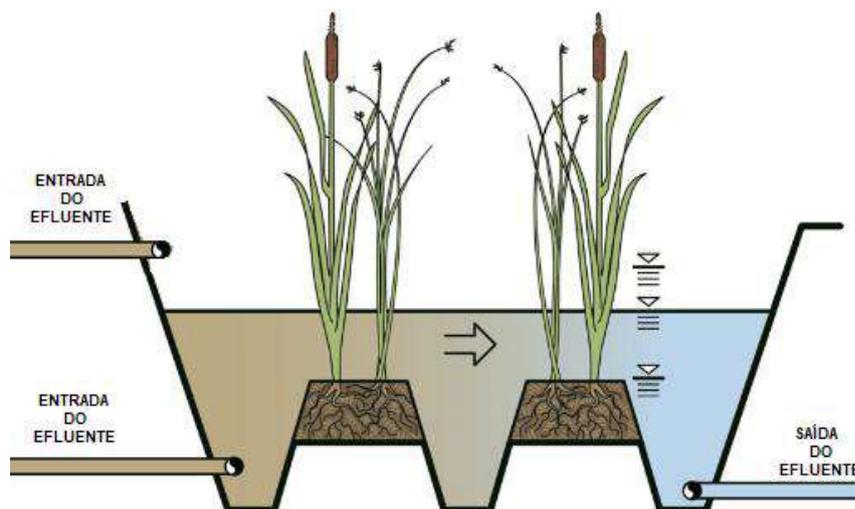
Fonte: Adaptado de Dotro *et al.* (2017) - Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31049>. Acesso em: Março de 2024.

Figura 17 – Wetland “Sistema Francês”.



Fonte: Adaptado de Dotro *et al.* (2017) - Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31049>. Acesso em: Março de 2024.

Figura 18 – Wetland de Fluxo Superficial.



Fonte: Adaptado de Dotro *et al.* (2017) - Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31049>. Acesso em: Março de 2024.

As principais características de cada um dos sistemas podem ser vistas na tabela abaixo (Quadro 3):

Quadro 3 – Variantes de wetlands mais frequentemente encontradas na pesquisa realizada.

<p>WETLAND DE FLUXO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • As águas residuárias fluem horizontalmente através do meio suporte; • Devido à condição de saturação de água ocorrem principalmente processos de degradação anaeróbica; • É necessário um tratamento primário eficaz para remover partículas e evitar a colmatação; • São utilizadas plantas emergentes (macrófitas); • São utilizados para tratamento secundário ou terciário.
<p>WETLAND DE FLUXO SUBSUPERFICIAL VERTICAL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • As águas residuárias são carregadas intermitentemente na superfície do filtro e percolam verticalmente através do meio suporte; • Entre duas cargas, o ar entra novamente nos poros e areja o meio suporte, de modo que ocorrem principalmente processos de degradação aeróbica; • É necessário um tratamento primário eficaz para remover partículas e evitar a colmatação; • São utilizadas plantas emergentes (macrófitas).
<p>SISTEMA FRANCÊS</p>	<ul style="list-style-type: none"> • São wetlands de fluxo vertical para tratamento de águas residuárias filtradas; • Ocorrem em dois wetlands que operam em série e em paralelo; • Fornece tratamento integrado de lodo e águas residuárias em uma única etapa; • Não é necessário um sistema de tratamento primário.

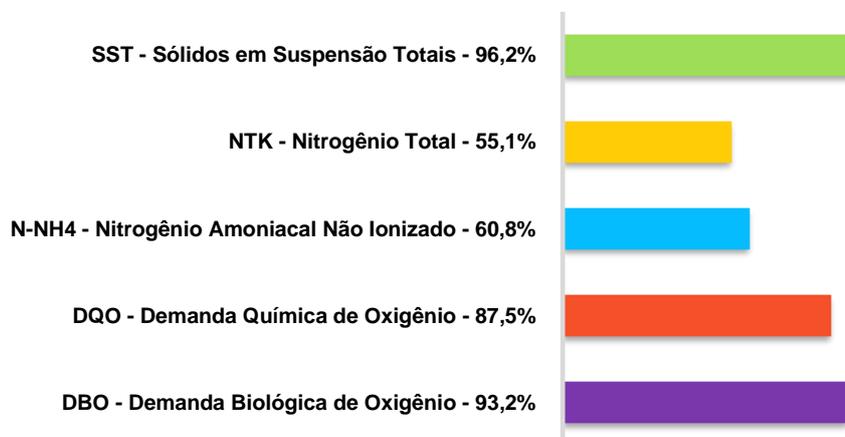
WETLAND DE FLUXO SUPERFICIAL	<ul style="list-style-type: none"> • Assemelham-se aos wetlands naturais; • Demandam grandes áreas de superfície para a sua implantação; • Podem ser utilizadas várias espécies de macrófitas; • São utilizados principalmente para o tratamento terciário.
------------------------------	---

Fonte: Adaptado de Dotro *et al.* (2017) - Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31049>. Acesso em: Março de 2024.

3.3.4 A Eficiência dos Sistemas Wetlands Construídos

No que diz respeito a eficiência do tratamento de efluentes através do SWC, vários estudos no Brasil e no mundo já comprovaram os seus benefícios. Arantes (2020) declara que “um dos principais fatores que influenciam diretamente na eficiência de remoção de poluentes do SWC, é a metodologia de dimensionamento que é empregada ao implementar esse tipo de tecnologia de tratamento (Figura 19).

Figura 19 – Eficiência do tratamento de efluentes através do SWC híbrido.



Fonte: Adaptado de Wetlands Blog - Disponível em: <https://www.wetlands.com.br/ete-wetlands-tratamento-de-esgoto> - Acesso em: Fevereiro de 2021.

O nitrogênio é o principal poluente nas águas residuais domésticas rurais, principalmente na forma de amônia e de nitrogênio orgânico, podendo causar eutrofização do corpo d'água receptor (Nivala *et al.*, 2019, *apud* Ma *et al.*, 2019). Para Yang *et al.* (2021), a separação das águas cinzas (todo o esgoto doméstico sem os resíduos do vaso sanitário) do esgoto total (todo o esgoto doméstico com os

resíduos do vaso sanitário) antes de utilizar os SWC, pode facilitar o tratamento da água residual doméstica favorecendo o seu reúso. Isso decorre do fato do esgoto total conter altas concentrações de nitrogênio amoniacal e da capacidade de desnitrificação dos SWC não ser totalmente eficaz.

Conforme já mencionado, a partir das características particulares de cada efluente, os diferentes modelos do SWC influenciam diretamente na eficiência do tratamento (Tabela 5).

Tabela 5 – Eficiências de remoção típicas dos principais tipos de SWC.

PARÂMETROS	SWC-FH	SWC-FV*	SWC-SF	SWC-FS
ETAPA DE TRATAMENTO (APLICAÇÃO PRINCIPAL)	SECUNDÁRIO	SECUNDÁRIO	PRIMÁRIO E SECUNDÁRIO	TERCIÁRIO
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	>80%	>90%	>90%	>80%
MATÉRIA ORGÂNICA (MEDIDA COMO DEMANDA DE OXIGÊNIO)	>80%	>90%	>90%	>80%
NITROGÊNIO AMONICAL	20 - 30%	>90%	>90%	>80%
NITROGÊNIO TOTAL	30 - 50%	<20%	<20%	30 - 50%
FÓSFORO TOTAL (LONGO PRAZO)	10 - 20%	10 - 20%	10 - 20%	10 - 20%
COLIFORMES	2 log10	2 - 4 log10	1 - 3 log10	1 log10

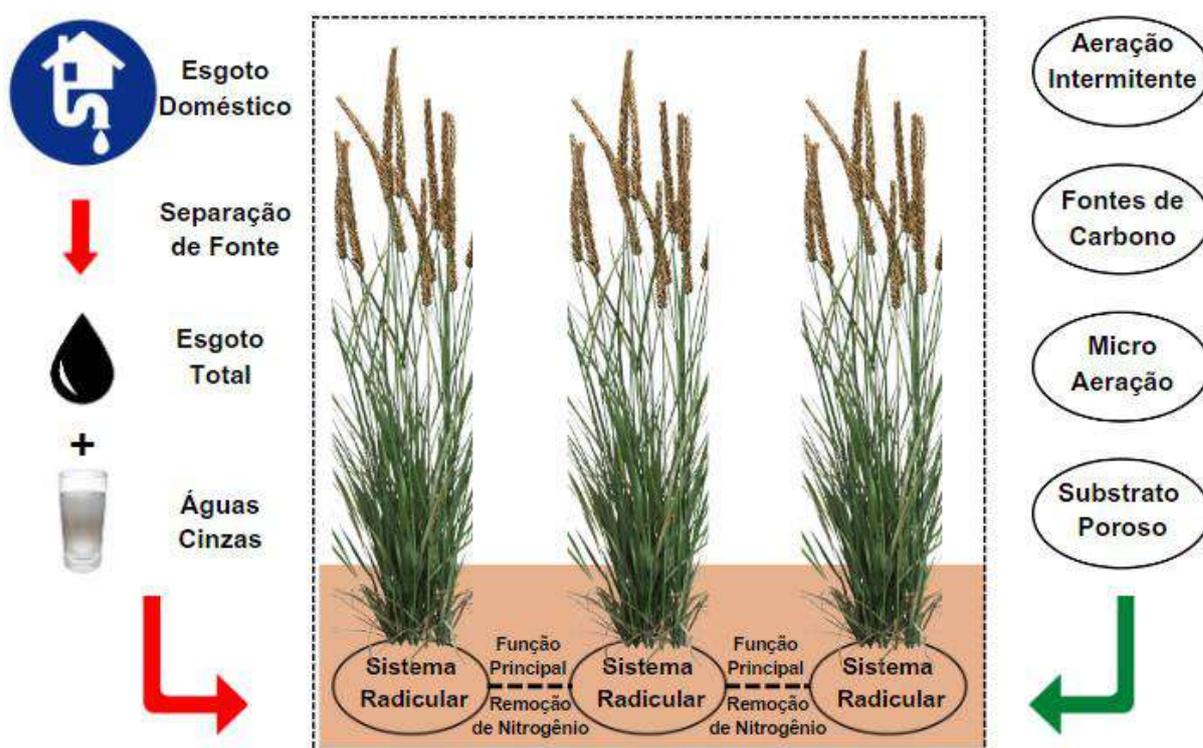
* Meio suporte de estágio único, camada principal de areia (tamanho do grão 0,06 – 4 mm).

Fonte: Adaptado de Dotro *et al.* (2017) - Disponível em:
<https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31049>. Acesso em: Março de 2024.

Separar as fontes de águas residuais domésticas (água cinza e esgoto total) tem atraído cada vez mais a atenção dos estudiosos em SWC, pois o custo de operação do tratamento das águas cinzas é menor. Porém, nem sempre é possível fazer esta separação em virtude de fatores ambientais e logísticos, nestes casos “muitas estratégias podem ser usadas para aumentar a capacidade de remoção do nitrogênio, como por exemplo, a utilização de: micro aeração, pré-tratamento, fontes de carbono adicionais, aeração intermitente e substratos porosos” (Yang *et al.*, 2021).

Ressalta-se ainda que é no meio filtrante e nas raízes das plantas que há o surgimento de um biofilme bacteriano, devido à proliferação das mais variadas espécies de bactérias, e é onde ocorrem os processos biológicos, químicos e físicos que tratam as águas residuárias (Souza *et al.*, 2004, *apud* Nascimento *et al.*, 2019). Com este mesmo entendimento Paoli e Sperling, (2013) afirmam que remoção de poluentes em SWC ocorre por meio de uma intensa diversidade de interações entre os sedimentos, o meio suporte, microrganismos, plantas, atmosfera e a água residuária que se move dentro do sistema (Figura 20).

Figura 20 – Esquema de um SWC com estratégias para o aumento da remoção de nitrogênio.



Fonte: O autor – Adaptado de Yang *et al.* (2021). Acesso em: Julho de 2022.

Os SWC estão entre as tecnologias comprovadamente eficientes para o tratamento de águas residuais e têm um forte potencial de aplicação em países em desenvolvimento (Vymazal e Kröpfelová, 2009; Hijosa-Valsero *et al.*, 2010, *apud* Lutterbeck *et al.*, 2018). Os citados autores reafirmam que “devido ao baixo consumo de energia e aos baixos custos de manutenção, esses sistemas podem constituir uma alternativa interessante para o tratamento descentralizado de efluentes em comunidades rurais”. Na mesma linha de entendimento, Moreira e Oliveira Dias (2020)

afirmam que “as principais vantagens dos SWC incluem custos relativamente baixos para implantação, operação e manutenção de tais sistemas, dispensam de mão de obra qualificada, boa qualidade dos efluentes finais e produção de biomassa”.

Moreira e Oliveira Dias (2020) enfatizam ainda que o “SWC consiste em uma técnica com grande potencial para o tratamento de águas residuais domésticas em áreas rurais”, e que a maioria dos SWC pesquisados (Turquia, Polônia, Portugal, Espanha, Grécia, Ucrânia, China, Marrocos e República Tcheca) são precedidos por fossas sépticas ou outro sistema de pré-tratamento a fim de melhorar a eficiência do tratamento.

Vale ressaltar que o esgoto rural tem características diferentes do esgoto urbano; em particular, tem concentrações mais baixas de poluentes. Além disso, é sempre amplamente distribuído, com até 90% das águas residuais não tratadas lançadas indiscriminadamente diretamente nas superfícies próximas (Chen e Yao, 2015, *apud* Ma *et al.*, 2019). No tocante ao lançamento direto de águas residuais sobre as superfícies, Li *et al.* (2019) afirmam que “esta descarga pode resultar em níveis excessivos de nitrogênio (N) e fósforo (P) em canais, valas e lagoas, o que pode levar à eutrofização do corpo d'água”.

Como aponta Varma *et al.* (2020), o desempenho dos SWC pode depender dentre outros fatores, do fator ambiental. Neste sentido, os autores citam a: Influência da temperatura, das macrófitas, dos microrganismos e também do meio suporte. No que diz respeito a influência da temperatura, os mesmos autores afirmam que os SWC “têm uma eficiência de tratamento considerável nas regiões mais quentes do mundo, ao contrário das regiões de clima frio, onde o seu nível de desempenho reduz drasticamente”.

Outro fator importante relacionado à utilização dos SWC está no cuidado com a sua vida útil. Os primeiros SWC da Turquia foram implantados em 1994 somente para efeito de estudos, mas foi somente após o ano 2000 que eles foram implantados em escala real. O intuito destas instalações foi o de tratar tanto as águas residuais domésticas quanto as águas residuais agrícolas, e neste cenário, observou-se que os maiores problemas encontrados nesses sistemas estão relacionados

à operação e manutenção, pois não foi alocado pessoal suficiente por parte do governo para acompanhar tal processo de tratamento (Kemal *et al.*, 2021).

Ainda no que diz respeito à vida útil dos SWC, é importante salientar que até o momento, um pequeno número de estudos investigou a configuração mais sustentável desses sistemas em países em desenvolvimento. Ressaltando principalmente a falta de pesquisas sobre índices de impactos ambientais diretos e avaliações do seu ciclo de vida (Lutterbeck *et al.*, 2017).

3.3.5 Dimensionamento dos Sistemas Wetlands Construídos

Segundo Sezerino e Phillip (2004), existem diversos modelos de wetlands construídos na literatura internacional, no entanto, o uso dos wetlands de fluxo sub-superficial horizontal é mais recorrente, por “tratar-se de um modelo mais simples em relação ao de fluxo vertical, tendo em vista que o último depende de alimentação intermitente e está associado a maiores custos operacionais, além de ser considerado de difícil adaptação, quando comparado ao sistema horizontal”.

Ainda de acordo com Sezerino e Phillip (2004), os princípios norteadores de um projeto do SWC-FH variam muito, e neste sentido, eles podem ser dimensionados usando dois métodos bem distintos. O primeiro está relacionado a uma área de superfície plantada por habitante (m^2/Pessoa), já o segundo está associado a degradação da matéria orgânica carbonácea em um modelo de cinética de primeira ordem, aplicável aos reatores tipo-pistão. Estes dois métodos são bastante empregados na definição da área superficial a ser plantada com macrófitas, no processo de tratamento dos esgotos domésticos.

Os critérios para concepção do SWC-FH que fornece tratamento secundário de águas residuárias domésticas, são bastante semelhantes entre diferentes países dentro das mesmas condições climáticas (SEZERINO e PHILLIP, 2004). As relações comprimento/largura para SWC-FH geralmente ficam entre 2:1 e 4:1, enquanto para sistemas terciários a largura é normalmente maior que o comprimento para maximizar a área da seção transversal e reduzir o potencial de entupimento

com as taxas hidráulicas mais elevadas aplicadas. Alguns profissionais também aplicam uma relação largura/comprimento mais alta, mesmo em sistemas secundários, para tentar minimizar o entupimento em sistemas altamente carregados.

Conforme já foi mencionado, a eficiência deste sistema de tratamento está intimamente relacionada dentre outras coisas ao material filtrante (meio suporte) utilizado. Se for utilizado um material fino, o tempo de retenção das águas residuárias no sistema será maior, muitas vezes permitindo maiores eficiências de remoção de impurezas, no entanto, o potencial de entupimento aumenta. Contudo, se o material do meio suporte for mais grosso, o potencial de entupimento diminui, mas resulta em eficiências de remoção mais baixas. Isto pode ser parcialmente superado em alguns casos, aumentando a profundidade da camada principal

Considerando como exemplo uma casa onde residam 4 pessoas e cujo consumo individual de água seja de 130 l/dia, a área superficial requerida pode ser obtida através do processo de cinética de primeira ordem, utilizando a seguinte Equação (1):

$$A = \frac{Q \cdot (\ln C_o - \ln C_e)}{KT \cdot p \cdot n} \quad (1)$$

Onde, (A) é a área superficial requerida (metros quadrados); (Q) é a vazão afluyente (metros cúbicos/dia); (Co) é a concentração afluyente em termos de DBO₅ (miligrama/litro ou grama/metro cúbico); (Ce) é a concentração efluyente em termos de DBO₅ (miligrama/litro ou grama/metro cúbico); p é a profundidade média do filtro (metros); (n) é a porosidade do material filtrante (adimensional) e (KT) é a constante de reação de cinética de primeira ordem (d⁻¹).

Sendo KT dependente da constante de reação a 20°C (K20) e da temperatura crítica (T), conforme a Equação (2):

$$KT = K20 \cdot (1,06)^{T-20} \quad (2)$$

Adotando o valor da constante para a temperatura de 20°C (K20) igual a 0,80 d⁻¹ (varia 0,70 d⁻¹ ± 0,23), considerando uma temperatura crítica de 15°C e substituindo em (2) obtêm-se um valor de KT equivalente a 0,60. Considerando a vazão afluyente no wetlands como sendo de 0,52 metros cúbicos/dia (520 litros/dia), a concentração afluyente em termos de DBO₅ igual a 160 miligrama/litro (remoção de

60% nas etapas de tratamento primário e secundário), a concentração efluente em termos de DBO_5 igual a 30 miligramas/litro, a profundidade média do filtro equivalente a 0,50 metros, a porosidade do material filtrante (areia grossa) como sendo de 0,40, adotando o valor de KT obtido acima e substituindo em (1) obtêm-se uma área requerida para o wetlands equivalente a 7,25 metros quadrados.

Como existem quatro ocupantes na residência, têm-se uma área aproximada de 1,81 metros quadrados de área superficial plantada por pessoa. Sezerino (2012) propôs ainda, utilizar intervalos de valores típicos para a relação área superficial plantada por pessoa (m^2 /Pessoa), baseado na divulgação de 100 trabalhos publicados no Brasil, durante o período de 1998 a 2011 (Tabela 6).

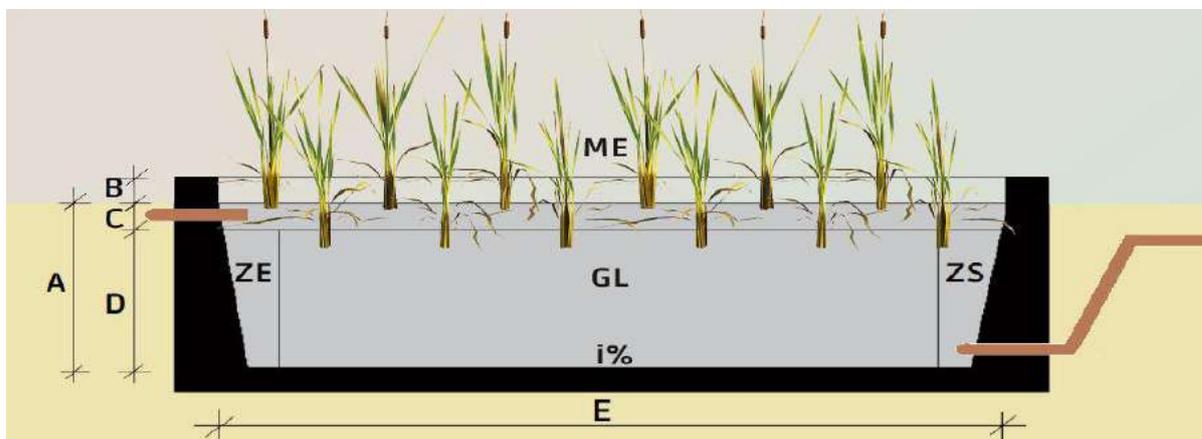
Tabela 6 – Valores típicos para a relação da área superficial plantada por pessoa.

AFLUENTE	RELAÇÃO ÁREA/PER CAPITA (m^2 /PESSOA)	VAZÃO (l/dia)	ÁREA SWC - FH (m^2)	AUTORES
ESGOTO DOMÉSTICO	MÍNIMO= 0,14	480	6,00	Avelar, <i>et al.</i> (2009)
ESGOTO DOMÉSTICO	MÁXIMO= 8,00	450	24,00	Borges, <i>et al.</i> (2008)

Fonte: Adaptado de Sezerino (2012, *apud* DOTRO *et al.*, 2017) - Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31049>. Acesso em: Março de 2024.

Percebe-se através da análise da Tabela 7 que o valor de área superficial plantada/pessoa (1,81 metros quadrados) encontrado no modelo de cinética de primeira ordem, está coerente com o intervalo de valores típicos proposto por Sezerino. Vale ressaltar que todos os demais parâmetros de dimensionamento para a montagem de um SWC–FH, tem utilizado como referência, os dados disponibilizados pelo Wetlands Brasil (2018), no boletim intitulado: “Dimensionamento de Wetlands Construídos no Brasil: Documento de Consenso entre Pesquisadores e Praticantes”. Este boletim especial foi publicado pelo Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias. Vale destacar que de acordo com os autores deste boletim, o citado “documento foi submetido para análise e manifestações de membros do comitê de direção da Red Panamericana de Sistemas Humedales – HUPANAM, os quais endossaram a iniciativa e não propuseram alterações adicionais” (Figura 21).

Figura 21 – Dimensionamentos relacionados ao wetland construído de fluxo horizontal subsuperficial.



Legenda	Item	Valor
A	Altura do meio suporte (substrato).	0,50 a 0,90 m
B	Borda livre; distância vertical entre o nível superior do meio suporte e a parte superior do wetland.	0,10 a 0,20 m
C	Distância vertical entre o nível superior do esgoto e o topo do meio suporte.	0,10 m
D	Profundidade da lâmina de esgoto.	0,40 a 0,80 m
E	Comprimento longitudinal do wetland. Sugere-se que o comprimento seja igual a 4 vezes o valor da largura.	A ser calculado
GL	Granulometria do leito filtrante.	Brita 0 ou 1
i%	Declividade longitudinal de fundo.	0 a 1%
ME	Macrófita emergente.	A disponível na região
ZE	Zona de entrada e distribuição do afluente.	Brita 4
ZS	Zona de saída e retirada do efluente.	Brita 4

Fonte: Autor - Criado a partir de dados extraídos de Wetlands Brasil (2018)

3.3.6 Operação e Manutenção dos Sistemas Wetlands Construídos

Nenhum sistema wetland construído está isento de manutenção durante o seu funcionamento. A questão operacional mais crítica para os SWC-FH é a colmatção. Isto ocorre quando os espaços vazios do meio suporte são preenchidos com sólidos (orgânicos ou inorgânicos), ao invés de águas residuárias, limitando assim a área de contato e o tempo entre o biofilme e o afluente. A colmatção pode ocorrer em qualquer tipo de filtro (biológico) e foi relatado tanto para SWC–FH quanto para SWC-FV (Knowles *et al.*, 2011, *apud* Dotro *et al.*, 2017). Este “entupimento” pode ser mitigado, aumentando assim a vida útil de todo o sistema, a partir de pequenas práticas de fácil execução (manutenções), as verificações de rotina mais adequadas para os SWC–FH são:

- No tratamento a montante, a caixa de gordura, caixa de passagem, fossa séptica e o filtro aeróbio (se existirem) devem ser esvaziados regularmente para evitar o transporte de sólidos para o interior do SWC. O intervalo de esvaziamento depende das respectivas dimensões, mas deve ser realizado pelo menos uma vez por ano ou menos, como é o caso da caixa de gordura (a cada 3 meses);
- No sistema de distribuição dos afluentes, deve-se observar a distribuição uniforme dos mesmos na entrada do sistema, uma vez que a distribuição desigual pode resultar em carregamentos em uma pequena porção da área afluente pretendida e resultar em entupimento. Para sistemas carregados na superfície, é importante garantir que as águas residuárias sejam distribuídas uniformemente em toda a largura do leito do wetland;
- A tubulação de controle do nível de saída do afluente deve ser verificada periodicamente, pois o nível da água deve ser mantido de 5 a 10 cm abaixo da superfície do meio suporte;
- A vegetação (área plantada) deve ser monitorada para garantir que espécies de plantas indesejadas (ervas daninhas) não ultrapassem a comunidade de macrófitas utilizadas intencionalmente.

4.0 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho tem na sua essência além da análise das moradias do Território da Cidadania Sertão do São Francisco Baiano, o aperfeiçoamento, avaliação, desenvolvimento e divulgação de uma Tecnologia Social (TS) que buscar mitigar alguns dos muitos problemas relacionados ao saneamento básico rural. A Agência Senado (2019), enfatiza que as Tecnologias Sociais “são técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas em interação com a comunidade e que buscam soluções para problemas sociais”. Vale ressaltar, que o Brasil não possui uma Lei que trate das Tecnologias Sociais, o que o país possui é um projeto de lei que institui a Política Nacional de Tecnologia Social – PNTS (Lei do Senado nº 111, de 2011), que foi aprovado na Comissão de Ciência e Tecnologia (CCT) da Câmara dos Deputados em 2019.

Com o objetivo de difundir as Tecnologias Sociais no Brasil, em 2001 foi criado o Instituto de Tecnologia Social – ITS Brasil. O referido instituto afirma que a TS “promove educação, cidadania, inclusão, acessibilidade, sustentabilidade, participação e cultura. Pode e deve ser utilizada nas mais variadas localidades do país, desde que adaptada e assumida pela comunidade”. Desta forma, a construção de soluções deve ser realizada com as comunidades impactadas por esta TS, e desta maneira, as pessoas se apropriam das soluções, se empoderam, internalizam esse conhecimento e replicam onde existe a realidade a ser transformada.

As Tecnologias Sociais possuem quatro (4) dimensões (ITS, 2021):

- Conhecimento, Ciência e Tecnologia.
 - A TS tem como ponto de partida os problemas sociais;
 - A TS é feita com organização e sistematização;
 - A TS introduz ou gera inovação nas comunidades.
- Participação, Cidadania e Democracia.
 - A TS enfatiza a cidadania e a participação democrática;
 - A TS adota a metodologia participativa nos processos de trabalho;
 - A TS impulsiona sua disseminação e reaplicação.

- Educação.
 - A TS realiza um processo pedagógico por inteiro;
 - A TS se desenvolve num diálogo entre saberes populares e científicos;
 - A TS é apropriada pelas comunidades, que ganham autonomia.
- Relevância Social.
 - A TS é eficaz na solução de problemas sociais;
 - A TS tem sustentabilidade ambiental;
 - A TS provoca a transformação social.

Assim uma Tecnologia Social quando é desenvolvida em uma região diferente de onde será aplicada, ela terá a mesma função e princípios, mas utilizará de algum conhecimento local ou material diferente no sentido de ser aprimorada e envolvida naquela realidade, pelas pessoas daquele lugar, dessa forma, não se fala em replicação (reprodução) de Tecnologias Sociais e sim reaplicação (fazer novamente de outra forma).

Ao olharmos e estudarmos as moradias dos agricultores familiares do Território Sertão do São Francisco Baiano, será possível observar detalhes que na maioria das vezes não estão relatados em livros ou manuscritos, mas que com certeza, permanecem vivos e preservados na alma (paredes, coberturas, layout, etc.) das edificações e no inconsciente dos seus moradores. Estes detalhes traduzem saberes populares que possibilitam uma maior e melhor perspectiva de convivência com o semiárido.

Uma das melhores formas de se entender a essência do desenvolvimento construtivo de uma edificação, é através da leitura do empirismo empregado na sua construção e, por conseguinte, a caracterização da compartimentação dos ambientes e técnicas construtivas utilizadas. A constatação da existência ou não, de um “modelo” predominante de habitação utilizada pelos agricultores familiares do Sertão do São Francisco Baiano, irá contribuir exponencialmente para a aplicação e/ou adequação do tratamento de efluentes domésticos através dos Sistemas de Wetlands Construídos – SWC, bem como, irá subsidiar significativamente possíveis

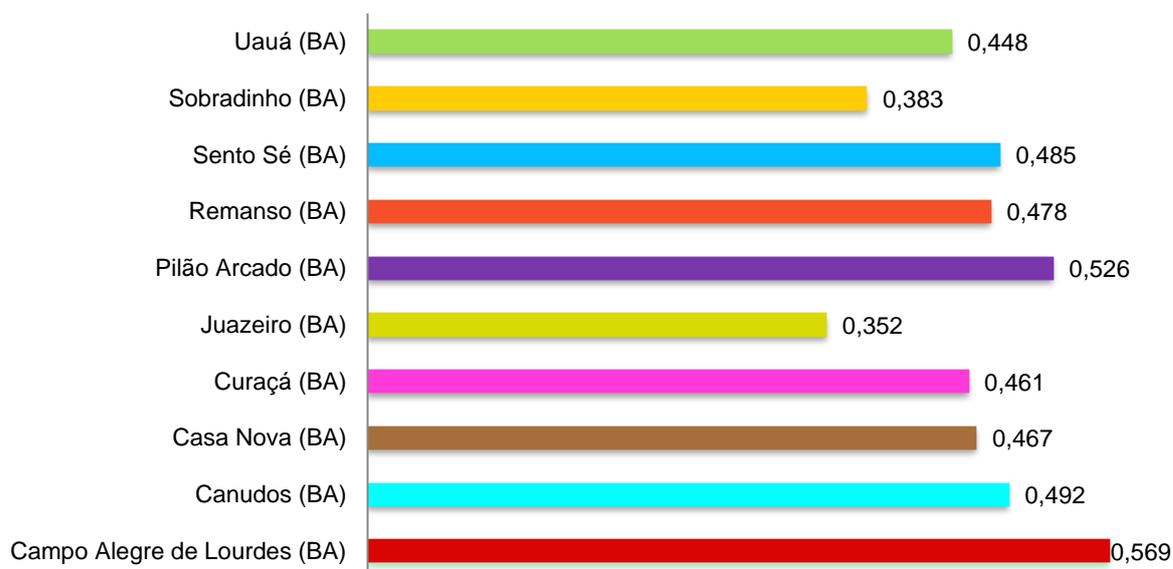
futuros trabalhos desenvolvidos no campo científico da irrigação com águas de reúso no semiárido nordestino.

O semiárido brasileiro é determinado segundo três critérios técnicos (CONDEL/SUDENE, 2017):

1. Precipitação média menor de 800 mm/ ano;
2. Índice de aridez de até 0,5 (calculado pelo balanço hídrico que relaciona as precipitações e a evapotranspiração potencial, no período entre 1961 e 1990);
3. Risco de seca maior que 60% (tomando como base o período entre 1970 e 1990).

O Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) é um indicador do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), vinculado ao Ministério da Economia. Este índice permite aos diferentes governos o detalhamento sobre as condições de vida de todas as camadas socioeconômicas do país. O IVS reflete o que realmente interessa para a aplicação de políticas públicas: as condições mais ou menos favoráveis de inserção social, seja no trabalho, nas relações interpessoais, nas condições de moradia, etc. (Figura 22).

Figura 22 – Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) nos municípios do Território do Sertão do São Francisco Baiano – 2017.



Fonte: Autor – Criado a partir de dados do Atlas da Vulnerabilidade Social – IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2017.

*A leitura do IVS parte das unidades 0 a 1, classificadas como Muito Baixa (0 – 0,2), Baixa (0,2 – 0,3), Média (0,3-0,4), Alta (0,4 – 0,5) Muito Alta (0,5-1)

A Figura 22 nos mostra o quanto a população do Território Sertão do São Francisco Baiano é vulnerável do ponto de vista social. Com exceção de Juazeiro e Sobradinho que tem um IVS Médio, os demais municípios deste território têm um IVS de Alto a Muito Alto. Esta constatação, reforça a necessidade da implantação urgente de Políticas Públicas e de Tecnologias Sociais com a finalidade de melhorar tais indicadores.

Diante dos critérios técnicos mencionados e dos preocupantes índices de vulnerabilidade social da população deste Território da Cidadania - TC, é notória a necessidade de se reaplicar Tecnologias Sociais na busca por fontes alternativas de água para a irrigação dos quintais produtivos, visando à segurança alimentar destas populações. Neste contexto, a reutilização das águas residuárias domésticas é fundamental para a viabilidade de todo o projeto. Estas águas podem conciliar a preservação do meio ambiente (minimizando a retirada de águas dos mananciais e reduzindo a poluição ambiental) com a produção agrícola (utilização da fertirrigação natural).

Com a conclusão desta pesquisa, esperamos contribuir especialmente com os agricultores familiares do TC Sertão do São Francisco Baiano, que utilizam a força de trabalho da própria família e desenvolvem atividades produtivas voltadas principalmente para o autoconsumo, respeitando as suas especificidades sociais, climáticas e fisiológicas, através da utilização de estações de tratamentos de efluentes domésticos, com uma metodologia de fácil aplicabilidade e com um custo acessível. Desta forma, estaremos contribuindo com a melhoria contínua dos atributos de avaliação da sustentabilidade deste agroecossistema e, por conseguinte dessas comunidades.

Esperamos contribuir também com as entidades que já desenvolvem Tecnologias Sociais na região, podemos citar como exemplo as seguintes entidades:

- Articulação Semiárido Brasileiro (ASA) - Desenvolve ações de estocagem de água (P1MC, P1+2, Cisternas nas Escolas) e de estocagem de sementes crioula (Sementes do Semiárido);
- Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (IRPAA) – Desenvolve tecnologias de captação e armazenamento de água de

chuva, bem como tecnologias de tratamento das águas cinza através do Bioágua, da Bacia de Evapotranspiração – Bet destinada para o tratamento da água usada na descarga de sanitários e o reator UASB para o tratamento total do esgoto;

- Serviço de Assessoria a Organizações Populares Rurais (SASOP) - Atua com o Programa Semiárido no Território do Sertão do São Francisco, com a temática de Acesso e Gestão da Água como Eixo estratégico de atuação. Dentre outras.

5.0 PROCESSOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

5.1 Delineamento Geral do Estudo

Este trabalho foi realizado a partir da compreensão das tipologias construtivas utilizadas nas moradias rurais do Território do São Francisco Baiano e da Reaplicação de Tecnologias Sociais de tratamento de efluentes domésticos.

Para realizar o levantamento das citadas tipologias, optou-se pela amostragem aleatória simples, e a técnica de coleta de dados utilizada foi a aplicação de um formulário junto aos moradores do meio rural dos municípios do território. A pesquisa buscou também dialogar com alguns princípios da pesquisa-ação, tendo por objetivo identificar os problemas relevantes dentro da situação investigada, bem como, fazer um planejamento de ação para a resolução e checagem dos resultados obtidos.

Segundo Gil (1999), “este tipo de pesquisa vem sendo reconhecido como útil, sobretudo por pesquisadores identificados por ideologias reformistas e participativas”.

Dionne (2007) explica que a pesquisa-ação “associa em uma mesma estratégia de ação, atores e pesquisadores com o objetivo de modificar uma certa situação e em uma estratégia de pesquisa para adquirir conhecimento sobre a situação identificada”.

Pimenta (2005, *apud* Toledo e Jacobi, 2013) considera que na pesquisa-ação “os sujeitos envolvidos em determinada problemática constituem um grupo com objetivos comuns, no qual assumem papéis diversos, inclusive o de pesquisadores”.

Thiollent (2011), define a pesquisa-ação como “um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativos”.

Diante destes conceitos e entendimentos, percebe-se que a pesquisa-ação é um sistema aberto, tendo em vista que os sujeitos participantes podem tomar diferentes rumos no decorrer da sua evolução em virtude das necessidades encontradas. Vale ressaltar que todo trabalho demanda um planejamento prévio e neste sentido Thiollent (2011, *apud* Toledo e Jacobi, 2013), corrobora que existe “um ponto de partida, que é a fase exploratória, e um ponto de chegada, referindo-se à divulgação dos resultados, mas no intervalo haverá uma multiplicidade de caminhos em função das diferentes situações diagnosticadas ao longo do processo”.

Thiollent (2011) traz ainda a existência de seis aspectos que exprimem quando a pesquisa-ação deve ser adotada enquanto metodologia, e dentre estes diferentes aspectos podemos citar dois que tem relação direta com o tema e a justificativa deste trabalho:

- a) o objeto de investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontradas nesta situação;
- b) o objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada.

No entanto, conforme já mencionado, esta pesquisa utilizou unicamente o princípio da pesquisa-ação na fase exploratória, que de acordo com Thiollent é o “ponto de partida”. Como o presente estudo também tratou da mensuração dos parâmetros relativos à qualidade das águas residuárias domésticas após o tratamento pelo Sistema Wetland Construído de Fluxo Horizontal, fez-se necessário o emprego da pesquisa quantitativa como forma de abordagem. Diante do exposto,

o presente estudo se deu através da pesquisa quali-quantitativa, por possuir dimensões práticas e teóricas envolvidas, e desta forma, a mesma demandou a utilização das duas abordagens, que se complementaram.

5.2 Comitê de Ética

O presente estudo foi submetido à Plataforma Brasil em 13/04/2021, sob CAAE: 46203421.2.0000.8166. Sendo aprovado pelo Comitê de Ética do Centro Universitário do Rio São Francisco (UNIRIOS) em 07/03/2022, sob parecer número: 5.275.515 (ANEXO A).

Durante a pesquisa e sob a supervisão do citado Comitê de Ética, levantou-se a possibilidade de riscos. Como riscos, elencou-se Invasão de privacidade; Discriminação e estigmatização a partir do conteúdo revelado; Tomar o tempo do sujeito ao preencher o formulário; Divulgação de imagem (filmagens ou registros fotográficos).

Diante da possibilidade dos riscos acima elencados, foram tomadas as seguintes medidas a fim de evitar e/ou minimizar tais riscos: Minimizar desconfortos, garantindo local reservado e liberdade para não responder questões constrangedoras, bem como assegurar a confidencialidade e a privacidade, e garantir a divulgação pública dos resultados.

5.3 Local do Estudo e Amostragem

No tocante ao levantamento das tipologias construtivas, todos os 10 (dez) municípios que compõem o Território da Cidadania (TC) Sertão do São Francisco Baiano foram lócus da pesquisa qualitativa. O processo de execução da pesquisa quantitativa foi desenvolvido a partir da concepção, montagem e operacionalização dos dois protótipos de wetlands construídos de fluxo horizontal, instalados respectivamente no Centro de Formação Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA e na

Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA. Os dados quantitativos foram obtidos a partir das análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos das águas residuárias domésticas antes e depois do tratamento realizado pelos wetlands construídos mencionados. As análises foram realizadas no Laboratório de Engenharia Ambiental – LEA, da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.

O Centro de Formação Dom José Rodrigues está instalado em uma área do Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada (IRPAA), situado na localidade do Tourão no município de Juazeiro-BA, cujas coordenadas geográficas do local são (9°26'48.8"S 40°25'16.3"W). Neste Centro de Formação, moram três famílias que praticam agricultura irrigada e criação de animais de forma agroecológica. Neste centro também tem uma república onde moram jovens filhos de agricultores de diferentes municípios do Semiárido brasileiro que fazem diferentes cursos de graduação e médio técnico em Juazeiro e Petrolina.

A Escola Família Agrícola de Sobradinho - EFAS por sua vez, está situada no Km 06 da Estrada da Correnteza no município de Sobradinho-BA, cujas coordenadas geográficas do local são (9°28'55.9"S 40°46'18.6"W). Esta escola atende jovens filhos(as) de agricultores familiares, oferecendo uma educação no e do campo, utilizando a metodologia da Pedagogia da Alternância, direcionada a classe trabalhadora do Semiárido Baiano, inclusive com cursos profissionalizantes.

5.4 Método e Etapas da Pesquisa

A revisão de literatura foi construída a partir de uma revisão bibliográfica de caráter analítico relacionado às práticas de pesquisas interdisciplinares em diversas áreas do conhecimento, neste sentido, este estudo teórico-metodológico foi desenvolvido com produção científica indexada nas seguintes bases eletrônicas de dados: Researchgate, Science Direct, Springer Journal, Embase e Scielo, além de buscas em diferentes livros, sites, dissertações e teses que apresentavam uma base

teórica correlata às áreas temáticas estudadas e com o desenvolvimento metodológico na área da pesquisa interdisciplinar.

O recorte temporal abarcou o período entre janeiro de 1969 a junho de 2024. Ressalta-se ainda, que o tema “Um olhar sobre as moradias e o reuso de águas tratadas pelo sistema wetland na perspectiva da convivência com o semiárido do Sertão do São Francisco Baiano” é bastante novo, e por isso, se trata de uma abordagem conceitual.

Outro princípio utilizado para análise do conteúdo que compõe a revisão de literatura foi a escolha dos artigos e textos a partir da análise total dos seus conteúdos, sendo incluídos apenas aqueles que tinham relação direta com a abordagem proposta. Após a seleção destes conteúdos, foram seguidos os seguintes passos: leitura exploratória/interpretativa e escolha de recortes que se relacionam com os objetivos deste estudo teórico-metodológico, e por fim a escrita deste trabalho.

5.5 Etapas da Pesquisa

5.5.1 Levantamento das Tipologias Construtivas

Visando atender aos objetivos específicos, realizamos inicialmente o levantamento das tipologias construtivas das moradias rurais dos agricultores familiares do Território do Sertão do São Francisco Baiano, para que isto ocorresse, e por conta do distanciamento social em virtude da Pandemia de COVID-19, foram enviados a diferentes moradores rurais do território, 50 (cinquenta) formulários (APÊNDICE A) acompanhados de uma ficha com a “explicação simplificada para o preenchimento” dos mesmos (APÊNDICE B), vale salientar que do total de 50 (cinquenta) formulários distribuídos, nós recebemos a devolutiva de 27 (vinte e sete) formulários respondidos.

A escolha do público-alvo que foi convidado a responder o formulário, se deu de duas formas distintas. A primeira foi solicitando a um representante da EFAS, que aleatoriamente solicitasse a 30 (trinta) alunos que residissem no meio rural (três

alunos por município do território), que pedissem aos seus pais ou responsáveis para responder o respectivo formulário, no intuito de contribuir com a execução deste trabalho e posterior disseminação dos resultados junto à comunidade estudantil da EFAS. A segunda forma utilizada, foi solicitando a pessoas próximas a este pesquisador, pessoas estas que residiam nos municípios que formam o TC Sertão do São Francisco Baiano, a gentileza de solicitar a duas pessoas conhecidas delas e que fossem moradoras da zona rural, o preenchimento do formulário.

Junto aos formulários acima descritos, também foram enviados os “Termos de Consentimento Livre e Esclarecido” (APÊNDICE C) para as devidas assinaturas. O método de investigação se deu através da aplicação de um formulário quantitativo, esta técnica permite ao mesmo tempo, recolher respostas a partir da experiência subjetiva e da liberdade de expressão do entrevistado, bem como, a manutenção do foco pelo entrevistador (Gil, 2010; Duarte, 2010).

Vale ressaltar que a realização dos preenchimentos dos formulários não trouxe qualquer risco a saúde ou a integridade física e moral dos respondentes. Os questionamentos que foram realizados, foram apenas no sentido de buscar entender, como se dá a escolha do(s): Layout das moradias (quantidade e tipos de ambientes priorizados); Critérios(s) para a Implantação da moradia no terreno; Critério(s) de escolha dos materiais e técnicas construtivas utilizadas nas construções das respectivas moradias. Também foram realizados questionamentos relacionados à existência ou não de conhecimento por parte dos entrevistados no tocante ao uso de águas residuárias tratadas na irrigação dos quintais produtivos.

5.5.2 Tabulação e Análise dos Dados Coletados

Após o recebimento dos formulários preenchidos, foi realizada a tabulação dos dados no software Excel versão 2019 do pacote Microsoft Office Profissional Plus 2019 para posterior análise estatística. Na sequência foram desenvolvidos os cruzamentos dos dados tabulados, com o intuito de identificar os elementos arquitetônicos e/ou construtivos mais importantes a serem considerados em propostas de habitações na perspectiva da convivência com o semiárido, bem como, identificar

a existência ou não de conhecimento por parte do público-alvo no tocante ao uso de águas residuárias tratadas. Após o citado cruzamento e a análise de frequência dos graus de importância atribuídos pelos respondentes para cada tipo de questionamento realizado, foram desenvolvidos gráficos com o intuito de facilitar a compreensão das análises realizadas.

5.5.3 Concepção e Montagem dos Protótipos

O passo seguinte foi a concepção e montagem dos protótipos do Sistema Wetland Construído de Fluxo Horizontal (SWC–FH), a partir das bases teóricas pesquisadas, enquanto modelo de Tecnologia Social em suas quatro distintas dimensões. O primeiro a ser montado foi o protótipo do Centro de Formação Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA, montado em maio de 2022 e o segundo na Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA, montado em junho do mesmo ano.

A montagem dos dois protótipos contou com a participação social e comunitária em todas as suas etapas, fortalecendo assim os processos educativos e sócio-organizativos. Desta forma, contribuímos para a autonomia e o protagonismo dos agricultores e agricultoras e suas organizações na construção do desenvolvimento sustentável, valorizando-os como inovadores técnicos e sociais e, portanto, detentores de conhecimentos e experiências desta Tecnologia Social. Neste sentido, espera-se que todos os participantes da montagem dos protótipos, se tornem agentes multiplicadores desta tecnologia social, alcançando o máximo possível de outros (as) agricultores (as) familiares.

Vale ressaltar a participação efetiva do senhor Anselmo dos Santos Cordeiro (morador do Centro de Formação Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA) e seus familiares, bem como, a participação efetiva do senhor Laelson de Matos Ferreira (coordenador técnico e de campo da Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA) e alguns alunos, na montagem e operacionalização dos protótipos.

O senhor Anselmo dos Santos Cordeiro e seus familiares, participaram do projeto de pesquisa, desde a escolha do local de implantação até o presente momento, fazendo diariamente o acompanhamento da operacionalização de todo o sis-

tema. Desta forma, faz-se necessário explicar a participação e a importância dos mesmos durante cada fase do projeto:

- a) Sugestão da escolha do local de montagem do protótipo – A implantação ocorreu na lateral direita da moradia, uma vez que as tubulações de esgoto já estavam localizadas naquela área. O senhor Anselmo e a senhora Ana (esposa) justificaram a escolha por conta da possibilidade do fluxo dos efluentes ocorrer sob a ação da gravidade em virtude da proximidade da casa;
- b) Montagem – Os familiares do Sr. Anselmo (esposa, filhos, parentes e amigos) foram os responsáveis pela escavação, impermeabilização e colocação do meio suporte (britas). O trabalho ocorreu de forma coletiva e com a participação do pesquisador em todas as etapas, uma vez que o processo era participativo-educativo e necessitava de explicações detalhadas de cada etapa;
- c) Plantio das mudas – O senhor Anselmo foi pessoalmente retirar mudas no leito de um riacho dentro da própria área do IRPAA e fez o plantio. Vale ressaltar que o mesmo teve a necessidade de replantar pelo menos 2 vezes parte das mudas que não sobreviveram ao primeiro plantio;
- d) Operacionalização – Todos os moradores da casa (Sr. Anselmo, Sra. Ana, Clara e João Pedro) fizeram e fazem o acompanhamento diário do sistema para verificar a existência de plantas indesejáveis (ervas daninhas) que se desenvolvem dentro da área plantada (se existirem, as mesmas são retiradas), bem como, para verificarem o nível do efluente dentro do reservatório pós-tratamento, a fim de decidirem sobre a necessidade ou não de ligar o sistema de irrigação, para que o fluxo de efluentes dentro do wetland tenha continuidade.

O senhor Laelson de Matos Ferreira e alguns dos seus alunos, também participaram do projeto de pesquisa, desde a escolha do local de implantação até o presente momento. Eles fazem diariamente o acompanhamento da operacionaliza-

ção de todo o sistema. Sendo assim, explicar a participação e a importância de todos os envolvidos é mínimo imprescindível:

- a) Sugestão da escolha do local de montagem do protótipo – A implantação ocorreu em uma área onde já existe um outro sistema de tratamento instalado (reator UASB, seguido de lagoas de polimento). O Sr. Laelson ponderou de forma assertiva, que aquele local poderia se tornar um laboratório a céu aberto de tecnologias sociais de tratamentos de esgotos;
- b) Montagem – O Sr. Laelson e alguns alunos do ensino médio da EFA, foram os responsáveis pela escavação, impermeabilização e colocação do meio suporte (britas). O trabalho também ocorreu de forma coletiva e com a participação do pesquisador, pelos mesmos motivos já apresentados anteriormente;
- c) Plantio das mudas – O Sr. Anselmo, conseguiu outras mudas da macrófita, que foram entregues ao Sr. Laelson, para que ele e os alunos pudessem efetuar o plantio. Ressalta-se mais uma vez a necessidade de replantio de parte das mudas;
- d) Operacionalização – O Sr. Laelson fez e faz o acompanhamento diário do sistema para verificar o funcionamento da bomba que retira as águas cinzas da caixa de passagem (uma vez que não foi possível usar a ação da gravidade) e a conduz até o wetland. Também é verificada a existência de plantas indesejáveis (ervas daninhas).

5.5.4 Operacionalização dos Protótipos e Análises Laboratoriais dos Efluentes

Com o término do processo de montagem dos protótipos e o início do período de operação dos mesmos, foram sendo realizados vários replantios das macrófitas que não resistiram ao processo de plantio inicial, essa prática foi realizada até que todas as mudas iniciassem o seu processo de desenvolvimento. A fim de avaliar a operação dos sistemas, foram realizadas coletas de amostras de esgotos

na entrada e saída do sistema wetland, em três campanhas, com um intervalo de três meses entre a primeira e segunda campanha, e um intervalo de 7 meses entre a segunda e a terceira campanha. As análises foram realizadas em triplicata, no Laboratório de Engenharia Ambiental (LEA) da Universidade Federal do Vale do São Francisco no Campus Juazeiro–BA.

Os parâmetros avaliados foram agrupados em quatro principais características: Matéria orgânica com a Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_5); Nutrientes as quais incluíram Fósforo Total (P) e Nitrogênio Amoniacal (N); Microbiológicas que incluiu os Coliformes Totais (CT) e Coliformes Fecais (*E. coli*) como indicadores de patógenos, e as físico-químicas representadas pelo pH, Cor, Turbidez (Tur), Condutividade Elétrica (CE), Sólidos Totais Dissolvidos (STD), Sólidos Totais em Suspensão (STS) e Sólidos Totais (ST).

Foram adotados dois processos distintos de coletas, em virtude da diferença do tipo de efluente a ser tratado:

- a) Água cinza na Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA - Foram coletadas amostras em dois locais distintos. O primeiro local foi na caixa de passagem (inspeção), esta caixa recebe os efluentes das pias e chuveiros dos banheiros, bem como, da cozinha e da área de serviço onde são lavadas as roupas dos estudantes e o segundo local foi na saída do SWC–FH;
- b) Esgoto total no Centro de Formação Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA - Foram coletadas amostras em três locais distintos. O primeiro local foi na entrada da fossa séptica, o segundo local na saída do filtro anaeróbio e o terceiro local na saída do SWC–FH.

As coletas dos efluentes foram todas realizadas pelo pesquisador e utilizando frascos e orientações técnicas fornecidas pelo LEA. Os frascos com os materiais coletados foram transportados em caixas de poliestireno expandido (Isopor) e acondicionados juntamente com cubos de gelo (Figura 23). Após as respectivas coletas, foram realizadas as análises das amostras (Figura 24).

Figura 23 – Coleta das amostras das águas residuárias.



Fonte: O autor (2022).

Figura 24 – Ensaio laboratoriais das águas residuárias.



Fonte: O autor (2022).

Obtidos os valores dos parâmetros determinou-se a eficiência do wetland, considerando a remoção de matéria orgânica, de nutrientes e de patógenos. Todos os procedimentos de coleta de amostras e analíticos seguiram o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2017).

5.6 Reflexões Teórico-Metodológicas da Pesquisa

Observar e esmiuçar as questões relacionadas à arquitetura, agronomia, ciências sociais, engenharia ambiental e biologia demandam a junção de mais de um olhar científico/crítico para responder a pergunta que problematiza este trabalho. Segundo Bunge (1980), esta junção nasce da “necessidade de diferentes abordagens para entender a realidade e enfrentar os problemas que se apresentam, buscando múltiplas teorias para explicá-los”.

Assim, analisar as moradias do território Sertão do São Francisco Baiano na perspectiva da convivência com o semiárido, bem como, as suas implicações no uso de tecnologias sociais de tratamento de águas residuárias, torna-se um processo vivo e complexo, cuja compreensão se faz direcionando-a através de reflexões interdisciplinares. Dialogando com Okamura (2019), fazemos menção a sua reflexão de que “qualquer um dos desafios contemporâneos do mundo é inerentemente complexo e não pode ser abordado ou resolvido por uma única disciplina, exigindo uma abordagem multifacetada e abordagem integrada entre disciplinas”, nesta mesma direção Faria (2015), explica que a “interdisciplinaridade decorre da necessidade de se dar conta de novos problemas, de diferentes naturezas e com níveis de complexidade crescentes, muitas vezes decorrentes do próprio avanço dos conhecimentos científicos, filosóficos e tecnológicos”.

Para Japiassu (1976), a “interdisciplinaridade caracteriza-se pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de interação real das disciplinas no interior de um mesmo projeto de pesquisa”. Ainda nesta mesma via de compreensão, Bomfim *et al.* (2015) nos diz que a “interdisciplinaridade remete também para um aprofundamento reflexivo, isto é, para a tomada de consciência da influência do investigador no processo de pesquisa. O investigador faz parte da problemática a estudar”.

Fazendo uma complementação às colocações do parágrafo anterior, a prof^a Francischett (2005), traz como reflexão que a “interdisciplinaridade incorpora os resultados de várias disciplinas e que algumas atitudes interdisciplinares dependem da cultura e da comunicação de especialistas”. Ela sugere ainda que os

especialistas “transcendam a sua própria especialidade, tomando consciência de seus próprios limites para acolher as contribuições das outras disciplinas”.

Diante dos objetivos propostos neste trabalho, fica evidenciada a necessidade da realização de um trabalho interdisciplinar para alcançar os mesmos, e sendo assim, Lariviere e Gingras (2009) nos mostra que nos últimos 40 anos e especialmente desde a publicação de Gibbons *et al.* (1994) sobre a nova produção de conhecimento, a interdisciplinaridade (e seus conceitos análogos de transdisciplinaridade, multidisciplinaridade, transdisciplinaridade, etc.) tem sido vista como algo positivo que deve ser incentivado.

Sabendo-se desta necessidade indispensável e inseparável de todo o processo, Bicudo (2009) traz a seguinte pergunta, “Como trabalhar de modo interdisciplinar? Sempre é preciso ter um tema como norte da investigação. Um tema suficientemente abrangente, cujas abordagens não cabem nos limites de uma só disciplina...”.

O envolvimento do tema do nosso trabalho com a interdisciplinaridade foi uma consequência da pergunta constante: e agora, qual(ais) conhecimento(s) eu preciso para resolver este problema? A ciência interdisciplinar é construída sobre o sucesso da ciência disciplinar e sendo assim, percebe-se através da leitura de vários artigos de diferentes áreas específicas do conhecimento, que a interdisciplinaridade, é uma metodologia realizada por diversos pesquisadores, porém não é o objeto metodológico frequentemente descrito pelos mesmos.

Durante o processo de construção deste trabalho, buscou-se envolver os já mencionados agricultores familiares e estudantes, com o intuito de discutir as questões construtivas e operacionais dos protótipos. Desta forma, houve contribuições significativas no que diz respeito à construção e aperfeiçoamento do manual técnico descritivo do protótipo da tecnologia social wetland construído adaptado às condições de moradia dos agricultores familiares do semiárido brasileiro.

6.0 MONTAGEM DOS PROTÓTIPOS

A concepção projetual e de montagem dos protótipos do Sistema Wetland Construído de Fluxo Horizontal, teve três princípios norteadores. O primeiro foi a utilização dos “Valores típicos para a relação da área superficial plantada por pessoa” (Sezerino, 2012, *apud* Dotro *et al*, 2017), conforme demonstrado na Tabela 7, e neste estudo, utilizou-se como “valor típico” a área plantada de 2.00m² por pessoa. O segundo princípio foi a utilização das demais medidas sugeridas e disponibilizadas pelo Wetlands Brasil (2018), no boletim intitulado: “Dimensionamento de Wetlands Construídos no Brasil: Documento de Consenso entre Pesquisadores e Praticantes”. Este boletim especial foi publicado pelo Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias.

O terceiro e último princípio, foi o da escolha da macrófita emergente a ser utilizada, uma vez que no citado boletim, existe a sugestão de 11 (onze) diferentes tipos de macrófitas já utilizadas em outros experimentos (Quadro 4). No entanto, por uma questão de disponibilidade na área de implantação dos protótipos, utilizou-se a macrófita *Typha domingensis* Pers., popularmente chamada na região de Taboa.

Quadro 4 - Macrófitas emergentes utilizadas em wetlands de fluxo subsuperficial horizontal.

Nome científico	Nome popular
<i>Typha domingensis</i> Pers	Taboa, Bucha, Capim-de-esteira, Espadana, Landim, Paina-de-flecha, Pau-de-lagoa
<i>Cyperus papyrus</i>	Papiro
<i>Zizania bonariensis</i>	Espadana
<i>Juncus</i> spp.	Junco
<i>Eleocharis</i> spp.	Junco
<i>Alternanthera</i> spp.	-
<i>Brachiaria</i> spp.	-
<i>Cynodon</i> spp.	Capim Tifton 85
<i>Pennisetum purpureum</i>	Capim Elefante
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	Capim-sândalo
<i>Canna generalis</i>	Cana da Índia, Biri, Beri, Cana do brejo

Fonte: Autor – Criado a partir de dados extraídos de Wetlands Brasil (2018).

6.1 Dimensionamento do Protótipo do Centro de Formação Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA

Neste espaço de formação, foi disponibilizada como área para instalação do experimento, o terreno adjacente a residência do senhor Anselmo dos Santos Cordeiro (local onde o mesmo reside com mais três familiares). Em conversa com o Sr. Anselmo, nos foi trazida a informação que o consumo de água da sua família era maior que o considerado “normal” em outras famílias com o mesmo número de pessoas. Esta condição, deve-se ao fato das hortaliças por eles produzidas, serem processadas (lavadas) na sua residência antes da comercialização.

Sendo assim, e a partir desta conversa, consideramos um percentual de no máximo 50% a mais no consumo de água, logo, ao invés de considerarmos 4(quatro) moradores, passamos a considerar 6 (seis) moradores como referência para o dimensionamento do SWC-FH. A área superficial plantada foi obtida a partir da multiplicação do número de pessoas (6 pessoas) pelo “valor típico” de 2.00m² de área/pessoa, desta forma, a área total superficial plantada ficou definida como sendo de 12.00m².

Conforme já mencionado, as relações comprimento/largura para SWC-FH geralmente ficam entre 2:1 e 4:1, porém, alguns profissionais também aplicam uma relação largura/comprimento mais alta, em sistemas de tratamento secundários e terciários, para tentar minimizar o risco de colmatação em sistemas altamente carregados (Sezerino e Phillip, 2004).

No caso do SWC-FH desta residência (tratamento do esgoto total), o tratamento será terciário, pois o mesmo é precedido da instalação de uma fossa séptica e de um filtro anaeróbio. Diante destas informações e da necessidade de se ter uma área plantada com no mínimo 12.00m² de superfície, foi projetado e implantado o SWC-FH com as medidas a seguir (Tabela 7):

Tabela 7 – Medidas utilizadas no protótipo.

A	Altura do meio suporte (substrato).	0,70 m
B	Borda livre; distância vertical entre o nível superior do meio suporte e a parte superior do wetland.	0,10 m
C	Distância vertical entre o nível superior do esgoto e o topo do meio suporte.	0,10 m
D	Profundidade da lâmina de esgoto.	0,60 m
E	Comprimento longitudinal do wetland. Observação: Foi utilizada a relação de 3:1, ou seja, foi utilizada a medida de 2,00m de largura	6,00 m
GL	Granulometria do leito filtrante.	Brita 1
i%	Declividade longitudinal de fundo.	1%
ME	Macrófita emergente.	<i>Typha domingensis</i>
ZE	Zona de entrada e distribuição do afluente.	Brita 1
ZS	Zona de saída e retirada do efluente.	Brita 1

Fonte: Adaptado pelo autor com dados extraídos de Wetlands Brasil (2018)

Como descrito anteriormente, a macrófita emergente utilizada foi a *Typha domingensis* Pers., popularmente chamada na região de Taboá, a mesma é facilmente encontrada no Território e é de fácil plantio. Segundo Marques *et al.* (2019), esta espécie de *Typha*, é “uma planta aquática emersa, perene e que apresenta ampla distribuição geográfica, sendo a planta aquática emersa mais representativa no Brasil e no mundo”. Ao avaliar o crescimento e produção dessa planta em uma lagoa costeira, Camargo *et al.* (2003, *apud* Marques *et al.*, 2019) perceberam um aumento na taxa de crescimento das plantas que estavam próximas à entrada de efluentes domésticos ricos em nutrientes. Esses fatores, somados ao seu elevado desenvolvimento, mostram a relevância dessa planta no processo de fitorremediação.

6.1.1 Etapas da Montagem do Protótipo do Centro de Formação Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA

Após a execução do projeto, foi iniciado o processo de montagem das partes que iriam compor o experimento. Na Etapa-1 foram confeccionados pelo pesquisador a fossa séptica e o filtro anaeróbio, utilizando dois tambores plásticos (bombonas) de 220 litros cada e um tambor plástico (bombona) de 80 litros. A utilização destes materiais (a partir de itens usados) e não de fossas e filtros já prontos (industrializados), teve como objetivo facilitar o acesso dos agricultores familiares a uma tecnologia mais barata (ANEXO B) e de fácil acesso (Figura 25).

Figura 25 – Fabricação da fossa séptica e do filtro anaeróbio.



Fonte: O autor (2022)

Na Etapa-2 foram realizadas as escavações de acordo com o projeto de dimensionamento (Figura 26).

Figura 26 – Escavação do SWC-FH.



Fonte: O autor (2022)

Na Etapa-3 foram realizadas as conexões entre as fontes dos efluentes (caixa de gordura e caixa de passagem ou inspeção) (Figura 27).

Figura 27 – Ligações entre as fontes dos efluentes e o SWC-FH.



Fonte: O autor (2022)

Na Etapa-4 o tanque do SWC foi revestido com duas camadas de lona plástica branca de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 300 micras cada camada e foram finalizadas as montagens da fossa e do filtro anaeróbio (Figura 28).

Figura 28 – Revestimento do tanque e finalização da fossa e do filtro anaeróbio.



Fonte: O autor (2022)

Na Etapa-5 o tanque do SWC foi preenchido pelo meio suporte, ou seja, foram colocadas as britas (Figura 29).

Figura 29 – Colocação do meio suporte.



Fonte: O autor (2022)

Na Etapa-6 foram plantadas as mudas da *Typha domingensis* Pers. No meio suporte - foi utilizado a distância de 50cm entre as linhas de mudas e 65cm entre as colunas (Figura 30).

Figura 30 – Colocação das mudas da *Typha domingensis* Pers.



Fonte: O autor (2022)

Após o plantio, as mudas começaram a receber os efluentes do filtro anaeróbio e durante aproximadamente 3 meses foi necessário fazer alguns replantios até que as plantas se desenvolvessem. Após 1 ano do plantio, foi realizada a primeira poda (Figura 31).

Figura 31 – Plantas após 1 ano.



Fonte: O autor (2023)

Após os processos de tratamentos primário (fossa séptica), secundário (filtro anaeróbio) e terciário (SWC-FH), as águas são conduzidas até um tanque de armazenamento, de onde podem ser bombeadas para um sistema de irrigação. Vale salientar, que desde a saída dos efluentes da residência até o tanque de armazenamento, todo o fluxo hidráulico ocorreu através da ação da gravidade, pois antes da implantação de todos os componentes, foram realizadas as devidas medições dos níveis da escavação (Figura 32).

Figura 32 – Tanque de armazenamento e casa de bomba para irrigação.



Fonte: O autor (2023)

6.2 Dimensionamento do Protótipo da Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA

Nesta unidade educacional, o espaço disponibilizado para a instalação do SWC-FH, foi um terreno onde já existia um experimento para o tratamento do esgoto total da escola (Reator UASB + Lagoas de Polimento). O nosso protótipo, teve como objetivo tratar apenas as águas cinzas. Considerando a grande quantidade de pessoas que residem naquele espaço e para que tivéssemos volumes de entrada de efluentes semelhantes nos dois protótipos, optamos por delimitar a quantidade de águas cinzas a serem tratadas.

Nesta perspectiva, definimos que montaríamos um protótipo idêntico (mesmas dimensões e mesma macrófita) ao do Centro de Formação Dom José Rodrigues. Para que tivéssemos as mesmas condições de uso, no que diz respeito ao volume de efluentes a serem tratados diariamente, e para que isto ocorresse de forma contínua e controlada, instalamos uma bomba elétrica que extraia o efluente da já descrita caixa de passagem (inspeção).

Esta bomba funcionava durante um curto período de tempo, tempo este suficiente para bombear para dentro do SWC-FH, no máximo 700 litros de efluente por dia. Este protótipo teve como particularidade o fato de necessitar de um sistema de bombeamento elétrico, para que o fluxo hidráulico dos efluentes pudessem chegar até o wetland. Esta necessidade influenciou no custo deste protótipo (ANEXO C), contudo, o fluxo das águas residuárias tratadas do wetland até a caixa de armazenamento ocorreu por gravidade.

Como forma de mitigar qualquer risco de entupimento da bomba por partículas sólidas, foi instalado dentro da caixa de passagem, um tubo de 100mm de diâmetro totalmente perfurado e envolto por uma tela de nylon fina. Assim, somente a água conseguia adentrar no tubo, e era exatamente do interior do tubo, que a bomba fazia a extração do efluente.

6.2.1 Etapas da Montagem do Protótipo da Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA

Na Etapa -1 da montagem, como o projeto já estava definido, foram realizadas as escavações de acordo com os respectivos dimensionamentos (Figura 33).

Figura 33 – Escavação do SWC-FH.



Fonte: O autor (2022)

Estrutura de precaução contra entupimento, feita com um tubo de 100mm de diâmetro totalmente perfurado e envolto por uma tela de nylon (filtro) (Figura 34).

Figura 34 – Filtro utilizado para mitigar o risco de entupimento da bomba.



Fonte: O autor (2022)

Na Etapa-2 o tanque do SWC foi revestido com duas camadas de lona plástica branca de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 300 micras cada camada e foi finalizada a interligação entre o SWC-FH e a caixa de passagem. Vale ressaltar que a citada caixa já existia na EFAS (Figuras 35 e 36).

Figura 35 – Caixa de passagem (inspeção) existente.



Fonte: O autor (2022)

Figura 36 – Revestimento do tanque.



Fonte: O autor (2022)

Na Etapa-3 o tanque do SWC foi preenchido pelo meio suporte, ou seja, foram colocadas as britas (Figura 37).

Figura 37 – Colocação do meio suporte.



Fonte: O autor (2022)

Na Etapa-4 foram plantadas as mudas da *Typha domingensis* Pers. No meio suporte - foi utilizado a distância de 50cm entre as linhas de mudas e 65cm entre as colunas (Figura 38).

Figura 38 – Colocação das mudas da *Typha domingensis* Pers.



Fonte: O autor (2022)

Após o plantio, as mudas começaram a receber os efluentes da caixa de passagem (somente águas cinzas) e durante aproximadamente 4 meses foi necessário fazer alguns replantios até que as plantas se desenvolvessem. Após 8 meses do plantio, foi realizada a primeira poda (Figura 39).

Figura 39 – Plantas após 8 meses.



Fonte: O autor (2023)

7.0 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a conclusão deste trabalho, esperamos contribuir de forma significativa, para a minimização dos impactos da escassez hídrica nos agricultores familiares do Sertão do São Francisco Baiano. Esperamos ainda que o tratamento das águas residuais domésticas destes agricultores pelo Sistema Wetland Construído de Fluxo Horizontal, torne esta água propícia (dentro dos parâmetros legais) para a irrigação dos seus quintais em seus processos produtivos.

Esperamos ainda que, conhecendo e compreendendo os principais condicionantes arquitetônicos utilizados durante o processo de concepção e construção de moradias rurais do território, poderemos a partir da publicação de

artigos específicos, contribuir com dados relevantes para a proposição de políticas públicas relacionadas às moradias no meio rural, como por exemplo, o Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR.

Como produto deste trabalho, além da tese propriamente dita, foram produzidos 2 (dois) protótipos do Sistema Wetland Construído de Fluxo Horizontal adaptados às condições de moradia existentes. Estes protótipos possuem uma relevância ímpar, tendo em vista a adaptabilidade da aplicação desta Tecnologia Social de tratamento de esgotos na região. Um outro produto desta tese, foi a elaboração de um manual técnico descritivo do protótipo da tecnologia social wetland construído adaptado às condições de moradia dos agricultores familiares do semiárido brasileiro.

7.1 Aspectos Relacionados ao Público Alvo, às Moradias Atuais, a Perspectiva de se Construir uma Nova Moradia e a Utilização do Esgoto Tratado na Irrigação dos Quintais

Com o objetivo de facilitar a análise de resultados e por conseguinte a realização de discussões a cerca dos mesmos, fez-se a divisão dos resultados obtidos (através do formulário de coleta de dados), utilizando como forma de organização os seguintes aspectos: Perfil do Público Alvo; Perfil das Moradias Rurais Atuais do Público Alvo; Perfil das Moradias Rurais na Perspectivas dos(as) Participantes Terem a Oportunidade de Construir(irem) uma Nova Moradia e Perfil dos(as) Participantes do Ponto de Vista da Utilização do Esgoto Tratado na Irrigação dos Quintais.

7.1.1 Perfil do Público Alvo

O formulário tinha entre outras características, ter perguntas relacionadas ao perfil dos participantes da pesquisa, estas perguntas podiam ser abertas ou fechadas, no entanto, não foi incluído neste formulário qualquer pergunta relacionada ao gênero do(a) participante. Diante deste fato, os dados abaixo foram tabulados a

partir da relação entre o nome de registro preenchido e o uso dos mesmos com relação à designação sexual (Figura 40).

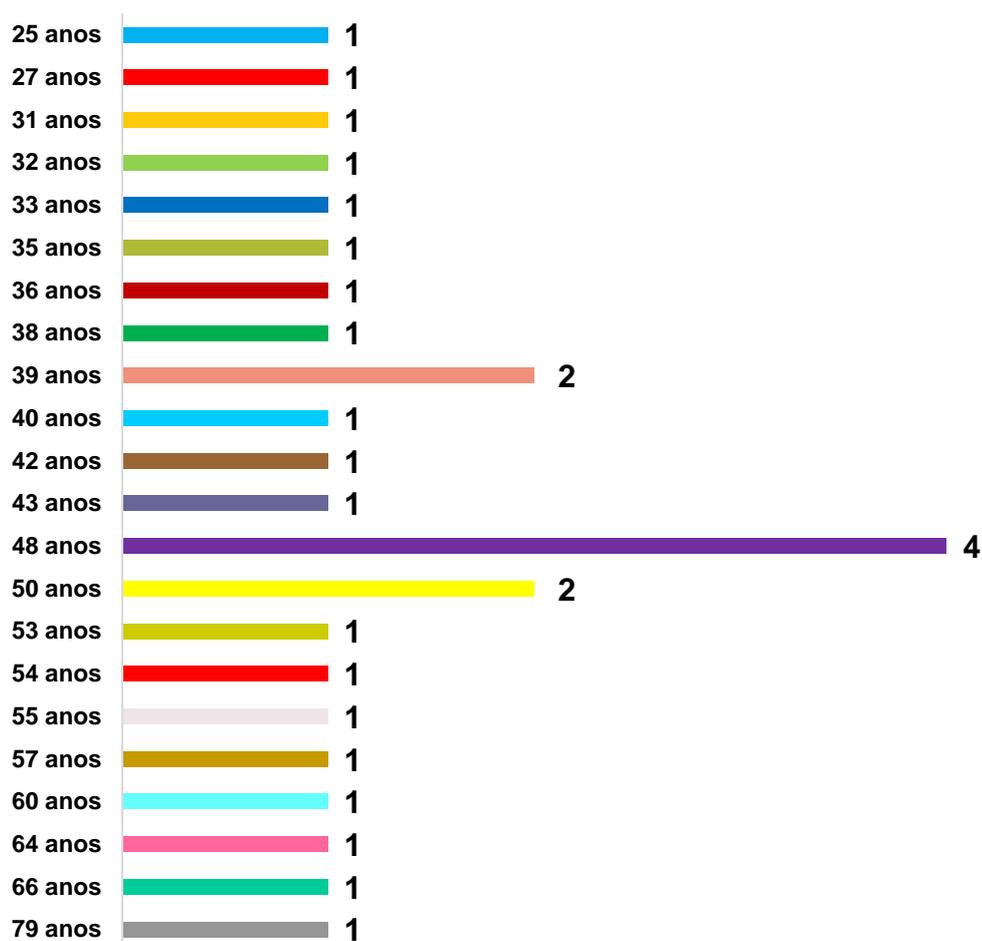
Figura 40 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com o sexo.



Fonte: O autor (2024)

No que diz respeito ao perfil dos participantes de acordo com o sexo, percebe-se que não houve uma discrepância entre os números obtidos. Os participantes possuem idades bem diversas, no entanto, 62,96% possuem idade igual ou superior a 40 anos (Figura 41).

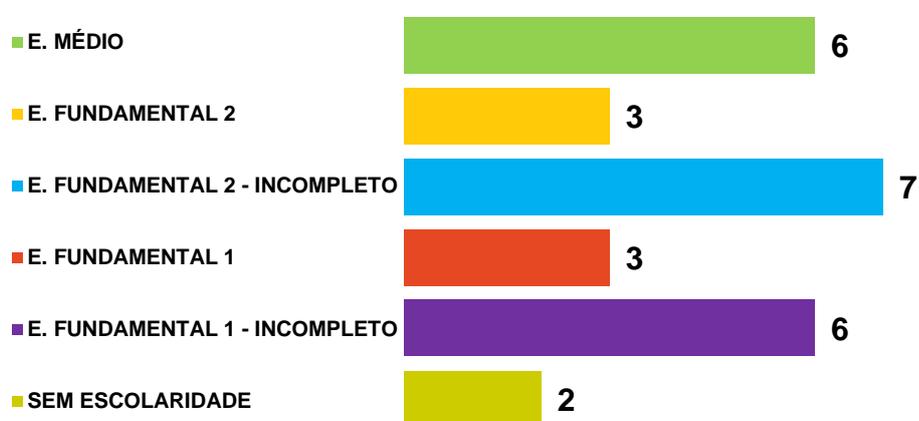
Figura 41 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com a idade.



Fonte: O autor (2024)

Ainda na compreensão deste perfil, pesquisou-se o grau de escolaridade, e ficou demonstrado que nenhum dos respondentes possui curso superior, e que apenas dois participantes não possuem qualquer grau de escolaridade. Se considerarmos que apenas 33,33% concluíram o ensino fundamental 2 e/ou o ensino médio, podemos perceber que ainda existe um longo caminho a ser percorrido no que diz respeito a educação neste território (Figura 42).

Figura 42 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com o grau de escolaridade.



Fonte: O autor (2024)

Os participantes também possuem uma diversidade de profissões, no entanto, a profissão de agricultor(a) apareceu com predominância. Considerando o número de participantes que afirmaram ser apenas agricultores(as) e os que declararam ter outra profissão além da agricultura, obteve-se a partir da pesquisa, que 70,37% dos participantes tem a agricultura familiar como única ou uma das profissões. Vale ressaltar que todos os participantes são moradores(as) de áreas rurais e que mesmo aqueles que não responderam ser agricultores(as) podem estar praticando a agricultura nos seus quintais sem ter como finalidade a comercialização (Figura 43).

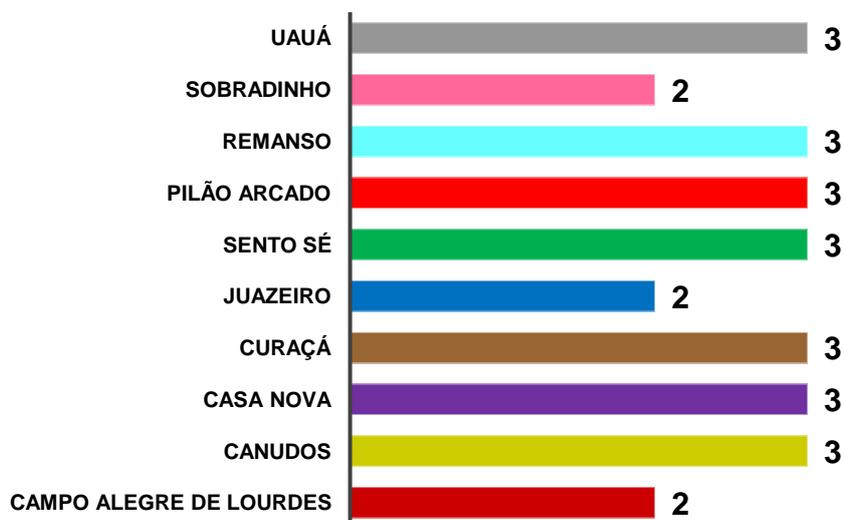
Figura 43 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com as suas respectivas profissões.



Fonte: O autor (2024)

No que diz respeito a localização residencial territorial dos participantes da pesquisa, observa-se que houve uma distribuição bem homogênea nos dados coletados. Vale ressaltar, que a distribuição dos formulários teve como premissa a uniformidade da quantidade por municípios, e isso se confirmou com esta análise, pois o objetivo desta distribuição igualitária dos formulários era exatamente ter uma visão macro e mais homogênea possível. (Figura 44).

Figura 44 – Perfil dos participantes da pesquisa de acordo com a localização territorial.

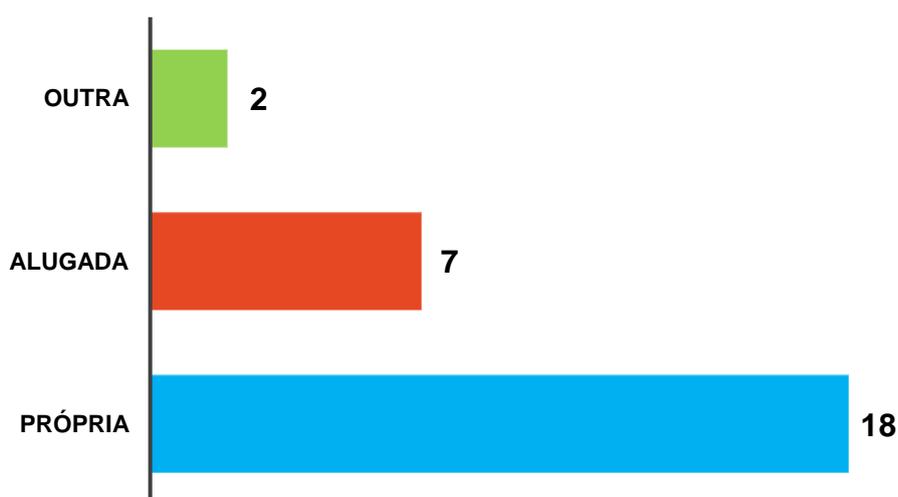


Fonte: O autor (2024)

7.1.2 Perfil das Moradias Rurais Atuais do Público Alvo

Nesta parte do formulário, buscou-se obter dados suficientes para atender ao primeiro objetivo específico desta pesquisa, que é realizar o levantamento das tipologias construtivas existentes nos imóveis dos(as) respondentes. Também buscou-se neste perfil, verificar a relação dos(as) mesmos(as) para com as suas respectivas moradias do ponto de vista da propriedade e da participação no processo construtivo. Neste sentido, no questionamento relacionado à condição da moradia ser própria, alugada ou outra, percebe-se que a maioria das moradias são de propriedade dos(as) participantes da pesquisa, o que é positivo, se considerarmos o déficit habitacional rural conforme descrito pela Fundação João Pinheiro (2023) (Figura 45).

Figura 45 – Perfil das moradias atuais de acordo com a sua condição.



Fonte: O autor (2024)

No que diz respeito ao fato dos(as) participantes terem construído ou não a sua moradia atual, percebe-se que a maioria não foi responsável pela construção da mesma e por isso, essa análise poderia ter sofrido algum prejuízo relacionado ao levantamento desejado, no entanto, após terem respondido outras questões que possuem uma relação direta com as tipologias, ficou claro para o pesquisador, que apesar da maioria dos(as) respondentes não terem participado do processo construtivo, eles(as) são conhecedores das referidas tipologias nas atuais moradias (Figura 46).

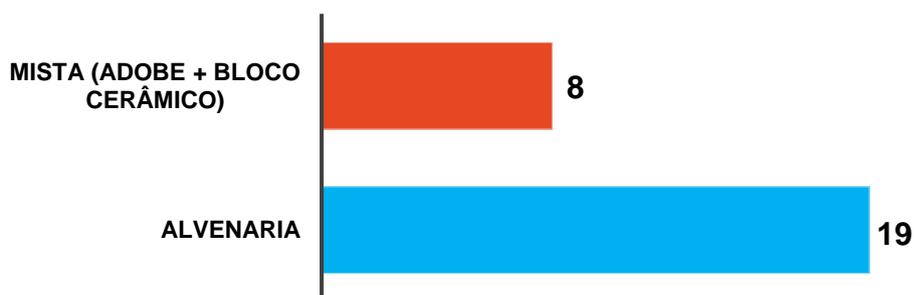
Figura 46 – Perfil das moradias atuais de acordo com a participação ou não na construção da sua moradia atual.



Fonte: O autor (2024)

No que diz respeito à tipologia construtiva utilizada nas suas moradias atuais, verificou-se que técnica construtiva predominante foi a da utilização de construções em alvenarias, porém, algumas moradias apresentavam um misto de alvenarias com o uso de adobes. Esta análise trouxe como um dos seus pontos positivos a constatação (pelo menos junto a este público alvo) da inexistência de moradias realizadas a partir de técnicas vernaculares, como por exemplo a taipa e a palha, que apesar de serem técnicas reconhecidas, tem algumas restrições do ponto de vista do conforto ambiental e da durabilidade (Figura 47).

Figura 47 – Perfil das moradias atuais de acordo com a técnica construtiva.

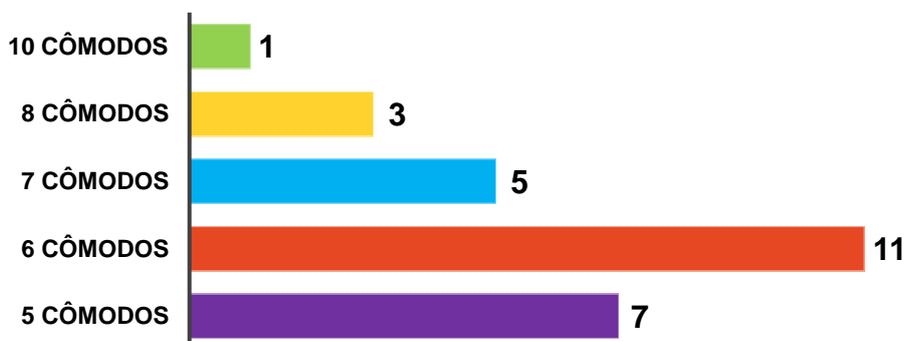


Fonte: O autor (2024)

Outro dado obtido, foi a quantidade de cômodos existentes nas moradias atuais. Este dado trouxe uma informação interessante aos olhos deste pesquisador, que foi o fato das referidas moradias apresentarem uma grande diferenciação em torno deste número, o que vai na contramão dos números de cômodos normalmente

verificados em casas construídas pelo PNHR que varia entre 5 e 6 cômodos (Figura 48).

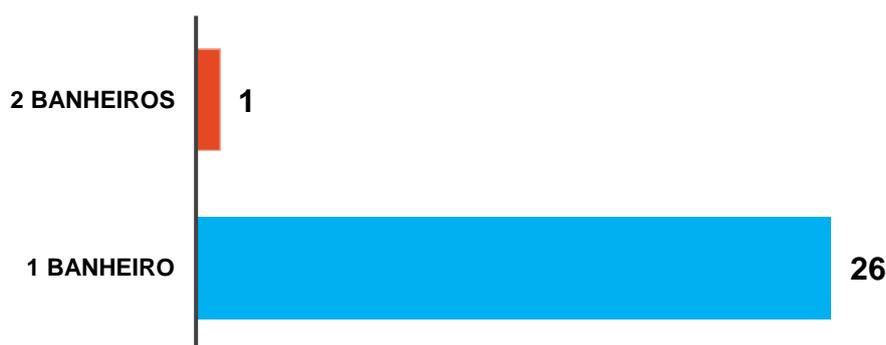
Figura 48 – Perfil das moradias atuais de acordo com o número de cômodos existentes.



Fonte: O autor (2024)

Outro dado interessante obtido, foi a quantidade de banheiros existentes em relação ao número de cômodos. O Censo Demográfico de 2010 (ainda não foram divulgados estes dados relativos ao Censo 2022) demonstrava que 29,07% dos domicílios rurais do país não possuíam banheiros naquela época, no entanto, de acordo com os dados desta pesquisa, constatou-se que 100% das moradias dos(as) participantes desta pesquisa possuíam pelo menos 1 banheiro por moradia (Figura 49).

Figura 49 – Perfil das moradias atuais de acordo com o número de banheiros existentes.



Fonte: O autor (2024)

7.1.3 Perfil das Moradias Rurais na Perspectivas dos(as) Participantes Terem a Oportunidade de Construir(irem) uma Nova Moradia

Esta etapa do formulário, teve como foco Identificar os elementos arquitetônicos e/ou construtivos a serem considerados em propostas de novas habitações, logo, os dados coletados atenderam ao segundo objetivo específico desta pesquisa. As questões presentes no formulário buscaram dados sobre quais seriam os principais critérios a serem empregados pelos(as) participante(s) da pesquisa, caso os(as) mesmos(as) pudessem construir uma nova moradia.

Neste sentido, foi questionado como se daria a escolha de um local para construir uma nova moradia, a partir da experiência individual do(a) participante. Os dados obtidos demonstram que a preocupação com a ventilação é predominante entre os critérios de escolha. Isto mostra claramente uma preocupação com o conforto térmico da moradia, bem como, com questões relacionadas ao clima do território (Figura 50). Vale ressaltar que três respondentes incluíram dentre estes critérios a importância de se ter uma fachada que esteja voltada para o local de maior fluxo de pessoas (rua, estrada, etc) em virtude de fatores estéticos (fachada social).

Figura 50 – Critérios para a definição do local de construção de uma nova moradia.



Fonte: O autor (2024)

Outro dado que se fez necessário para entender quais seriam os critérios básicos na hora de se construir uma nova moradia, passou pela escolha dos materiais construtivos a serem empregados. Observou-se neste quesito, que os revestimentos cerâmicos juntamente com a pintura possuem uma importância significativa para os(as) participantes. Sob o olhar da arquitetura, o uso de tais materiais contribui significativamente para com a limpabilidade dos ambientes, ou seja, facilitam a limpeza dos ambientes das moradias (Figura 51).

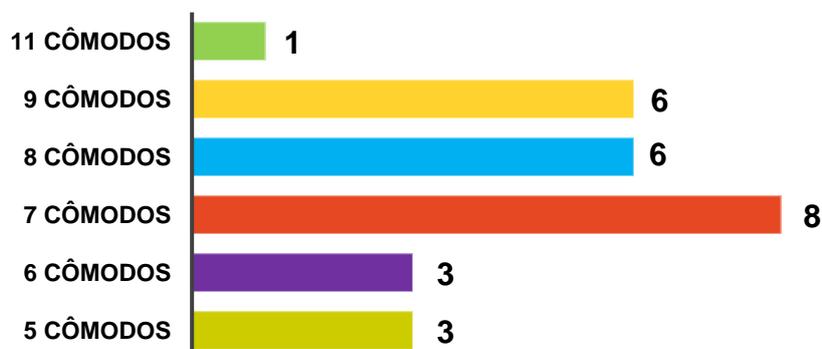
Figura 51 – Materiais de construção tidos como importantes para a execução de uma nova moradia.



Fonte: O autor (2024)

Conforme já havia sido comentado, o número atual de cômodos já aparecia como uma surpresa, contudo, a surpresa tornou-se ainda maior ao se verificar, que apenas 3 (três) moradias atuais manteriam a mesma quantidade de cômodos, as demais aumentariam este número. Diante desta constatação, torna-se indiscutível a necessidade de participação dos sujeitos sociais deste território ao se planejar políticas públicas de moradias para os mesmos. (Figura 52).

Figura 52 – Número de cômodos almejados em uma nova moradia.



Fonte: O autor (2024)

7.1.4 Perfil dos(as) Participantes do Ponto de Vista da Utilização do Esgoto Tratado na Irrigação dos Quintais

Dentre os questionamentos trazidos no formulário, estiveram presentes questões que abordavam saber a localização atual de descarte das águas residuárias domésticas, bem como, questões que tinham como objetivo saber se os(as) participantes da pesquisa utilizariam o esgoto depois de tratado, para irrigar os seus respectivos quintais.

O primeiro questionamento a acerca desta temática, tem relação direta com o processo de construção das moradias, pois, dependendo da destinação que será dada aos seus efluentes, o projeto sanitário deverá ter características específicas, para se for o caso, se fazer o tratamento e o posterior reuso das mesmas.

Conforme apresentado anteriormente, existe no meio rural brasileiro um grande déficit no que diz respeito ao saneamento. Isto pôde ser confirmado durante a tabulação dos dados coletados, pois foi percebido que nenhuma das moradias atuais possuem serviço de coleta de esgotos. Outro dado que consta nos formulários e que merece uma atenção específica, é o fato de 92,59% dos respondentes terem afirmado que fazem uso de fossas para a destinação final total ou parcial dos seus esgotos. Esta realidade nos leva a fazer dois questionamentos reflexivos: o primeira, é se esta fossa atende aos critérios normativos que impedem a contaminação do lençol freático e/ou do solo? a segunda é, já que existe a prática de descartar os efluentes na fossa, existe também uma possibilidade maior de dar prosseguimento ao processo, fazendo o tratamento secundário e/ou terciário, antes de se fazer o descarte final a jusante ou se fazer o reuso?. Um outro dado levantado que traz preocupação, é a certeza de que pelo menos 62,96% dos(as) participantes praticam o reuso indireto não planejado (Figura 53).

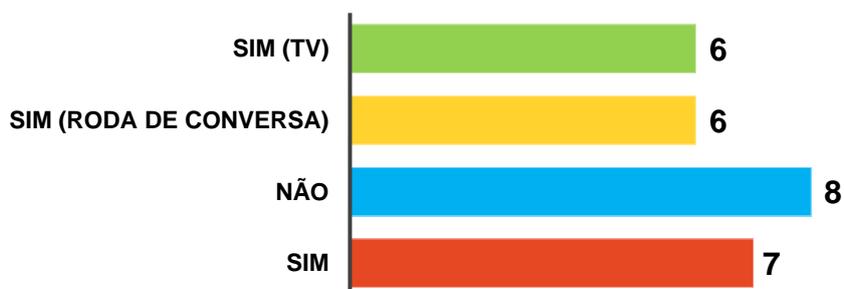
Figura 53 – Local de descarte das águas residuárias.



Fonte: O autor (2024)

No questionamento seguinte, teve-se por objetivo descobrir se os(as) participantes já conheciam o reúso das águas residuárias tratadas. Dentre os(as) respondentes, 70,3% já conhecem o reúso, porém, vale ressaltar que 14 (quatorze) dos 27 (vinte e sete) formulários respondidos, são provenientes da EFAS, ou seja, foram respondidos pelos pais e/ou responsáveis pelos(as) alunos(as) desta unidade de ensino. Esta informação é importante, pois na EFAS já existe a prática do reúso e por este motivo, acredita-se que este pode ser um dos motivos para o número expressivo de participantes que possuem conhecimento desta prática. Ressalta-se ainda que deste total, 6 (seis) respondentes afirmaram que conhecem o reúso a partir de rodas de conversas e outros 6 (seis) a partir de reportagens na TV (Figura 54).

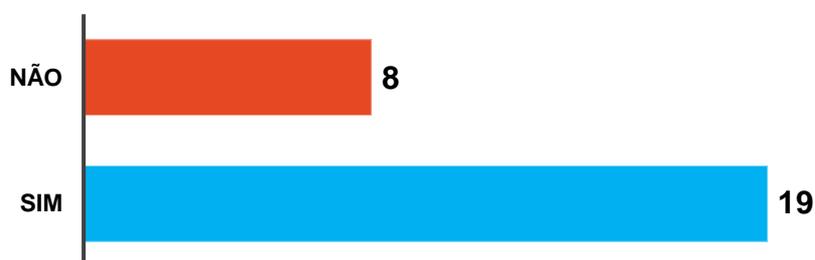
Figura 54 – Nível de conhecimento sobre a existência do reúso das águas residuárias.



Fonte: O autor (2024)

Utilizando uma pergunta fechada, foi questionado se os(as) participantes reutilizariam as águas residuárias para irrigar os seus quintais produtivos. A grande maioria (70,3%) respondeu que sim. Apesar da coincidência do número de participantes que reutilizariam e dos que conhecem o reúso, vale ressaltar que nem todos os que conhecem, afirmaram que fariam o uso deste efluente tratado. Com isso, pode-se deduzir, que mesmo sem conhecer o reúso, alguns(mas) participantes reutilizariam as águas residuárias na irrigação (Figura 55).

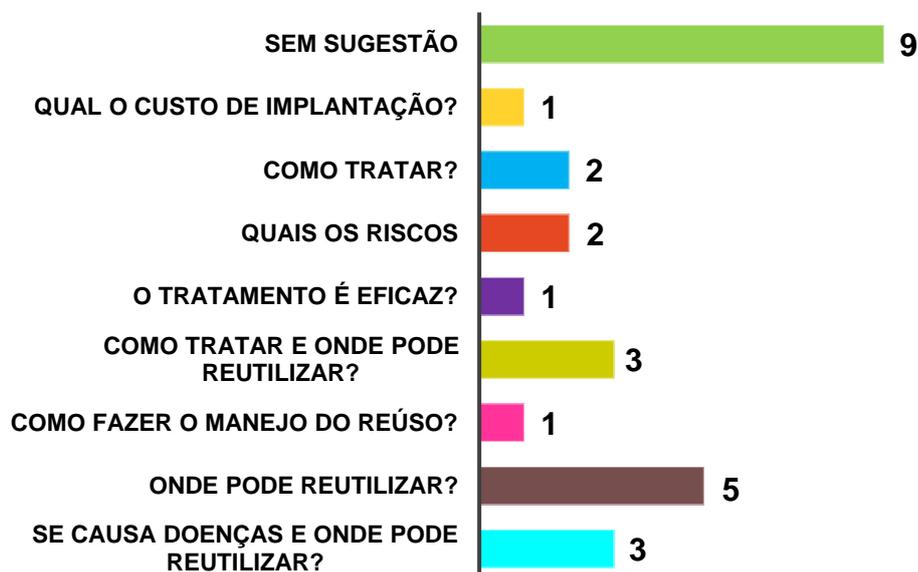
Figura 55 – Reutilização das águas residuárias por parte dos(as) participantes.



Fonte: O autor (2024)

Os(as) participantes que responderam SIM, responderam um outro questionamento sobre quais dúvidas gostariam de esclarecer antes de poderem reutilizar. Os maiores quantitativos de dúvidas estão relacionados a onde se pode reutilizar as águas tratadas e como se realiza este tratamento. No entanto, chamou atenção o número de participantes (33,33%) que não apresentaram qualquer tipo de dúvida. De qualquer forma, nesta análise de perfil, ficou explícito que a maioria dos(as) participantes possuem alguma dúvida a ser esclarecida, e nesta perspectiva, se torna imprescindível que o produto desta tese intitulado “Manual técnico descritivo do protótipo da tecnologia social wetland construído adaptado às condições de moradia dos agricultores familiares do semiárido brasileiro”, possa vir a contribuir na mitigação destas e de outras dúvidas que possam vir a surgir. (Figura 56).

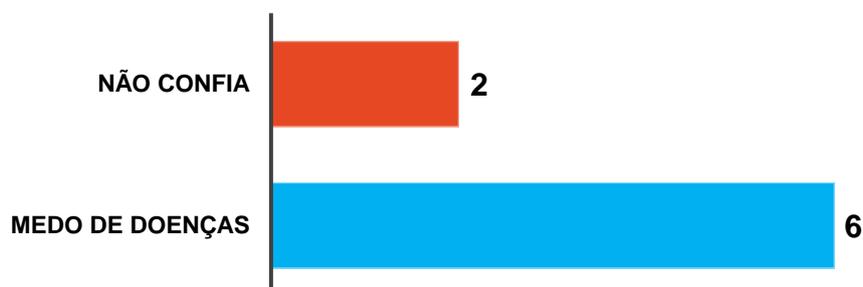
Figura 56 – Informações que os(as) participantes precisariam ter antes de reutilizar.



Fonte: O autor (2024)

Na sequência, foi perguntado a quem respondeu NÃO, o porquê destes(as) participantes não reutilizarem. A maioria dos respondentes atribuiu ao medo de contrair doenças, o motivo pelo qual não reutilizariam. Vale ressaltar que o medo faz parte do processo de aceitação do reuso de águas residuárias domésticas para irrigar os quintais produtivos, no entanto, cabe aos agentes multiplicadores destes e de outros conhecimentos relacionados às tecnologias sociais de tratamento de esgotos, explicar e capacitar estas populações para um reuso seguro do ponto de vista da saúde pública (Figura 57).

Figura 57 – O porquê de não se reutilizar as águas tratadas.



Fonte: O autor (2024)

7.2 Cruzamento de Dados de Acordo com os Perfis do Público Alvo, das Moradias Atuais, da Perspectiva de se Construir uma Nova Moradia e da Utilização do Esgoto Tratado na Irrigação dos Quintais

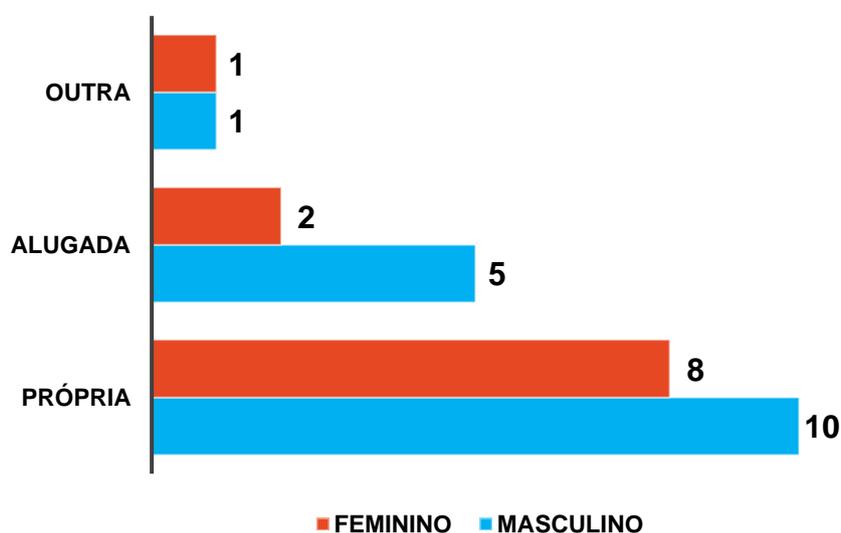
A arquitetura é parte de um sistema amplo de comunicação não-verbal e nasce da necessidade humana de proteger-se/abrigar-se, ela é pautada inicialmente em uma imagem mental, que aos olhos humano pode se configurar como sendo uma imagem ideal de moradia e proteção, logo, o espaço do ponto de vista da concepção, sempre será previamente pensado e somente depois construído. Quando se fala de arquitetura rural, entende-se que a mencionada comunicação não-verbal, se expressa pela regularidade das práticas orientadas durante os processos cíclicos da natureza e pelas heranças culturais existentes no convívio dos moradores com a terra, bem como nas suas interações sociais.

No ambiente rural, os locais de moradia e trabalho se fundem em um único espaço físico, e é neste espaço construído que as relações sociais acontecem. Uma outra característica da moradia rural, é que a presença do agricultor neste espaço, marca a indiscutível ocupação da terra pelo homem, e foi diante destas realidades, que durante a execução desta tese, percebeu-se que as moradias rurais não são somente uma representação da realidade e das características particulares de uma determinada comunidade, mais é antes de tudo, o espaço físico no qual são realizadas escolhas a partir de laços culturais.

O arquiteto e psicólogo polonês Amós Rapoport, ao escrever *House Form and Culture* em 1969, considera que as explicações mais significativas sobre as forças que atuam na criação de um espaço, estão relacionadas a aspectos físicos e sociais. Nesta perspectiva, o cruzamento dos dados levantados investigou as relações existentes entre a população deste Território e as suas moradias, visando compreender a dinâmica social que age sobre a escolha de critérios orientadores de um processo construtivo residencial, bem como, investigou o conhecimento e a predisposição desta mesma população, em reutilizar os seus respectivos esgotos tratados através de uma tecnologia social de baixo custo e impacto ambiental, para irrigar os seus quintais produtivos.

De posse dos dados tabulados no tópico anterior, foram realizados alguns cruzamentos destas informações com o objetivo de analisar de uma forma mais ampla algumas variantes encontradas no formulário. Neste sentido, o primeiro cruzamento foi para ver se existia alguma relação entre a condição de moradia e o sexo do(a) respondente. Neste cruzamento, observou-se que número de mulheres proprietárias em relação ao número de homens, é proporcionalmente maior do que o número de mulheres que possuem casa alugada se comparado ao número de homens nas mesmas condições (Figura 58).

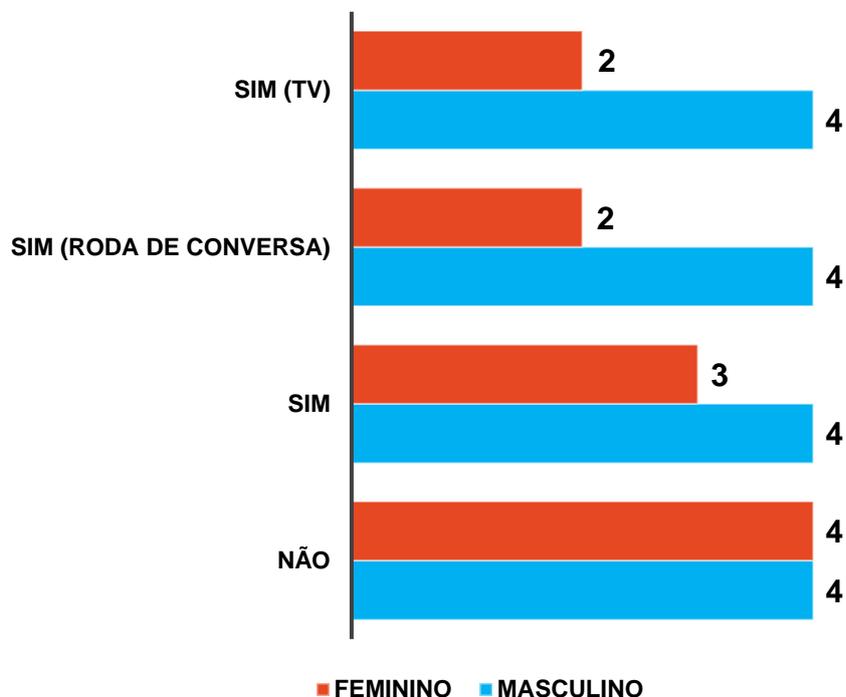
Figura 58– Relação entre sexo e condição de moradia.



Fonte: O autor (2024)

Outro cruzamento realizado foi para verificar se existia alguma relação entre o sexo e o conhecimento sobre o reúso das águas residuárias. Neste cruzamento, observou-se que havia uma leve diferença entre os números de homens e mulheres que já conheciam o tema, mas nada muito discrepante. No entanto, vale evidenciar que o número de homens que obtiveram o conhecimento sobre o tema em roda de conversa e na TV, é 100% maior que o número de mulheres que obtiveram o mesmo conhecimento pelos mesmos canais de informação (Figura 59).

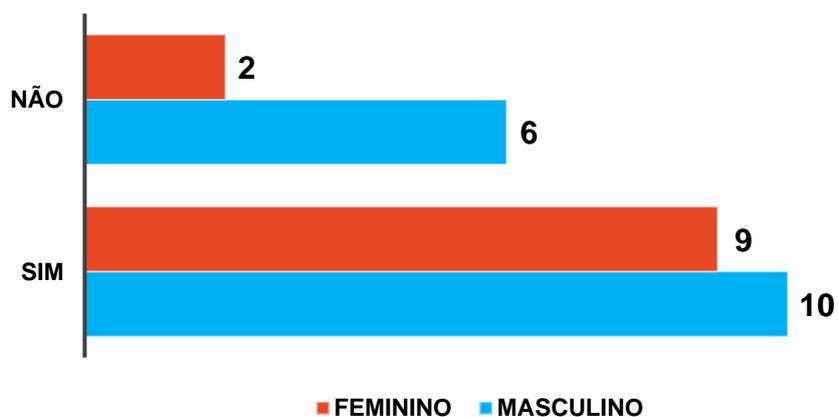
Figura 59 – Relação entre sexo e conhecimento sobre o reúso das águas residuárias.



Fonte: O autor (2024)

No cruzamento para verificar se existia alguma relação entre o sexo e o reúso das águas residuárias, verificou-se que o número de homens que não utilizaria as águas residuárias é o triplo do número de mulheres. Já com relação ao número de respondentes que utilizariam, existe um equilíbrio entre as intenções de uso por parte de homens e mulheres (Figura 60).

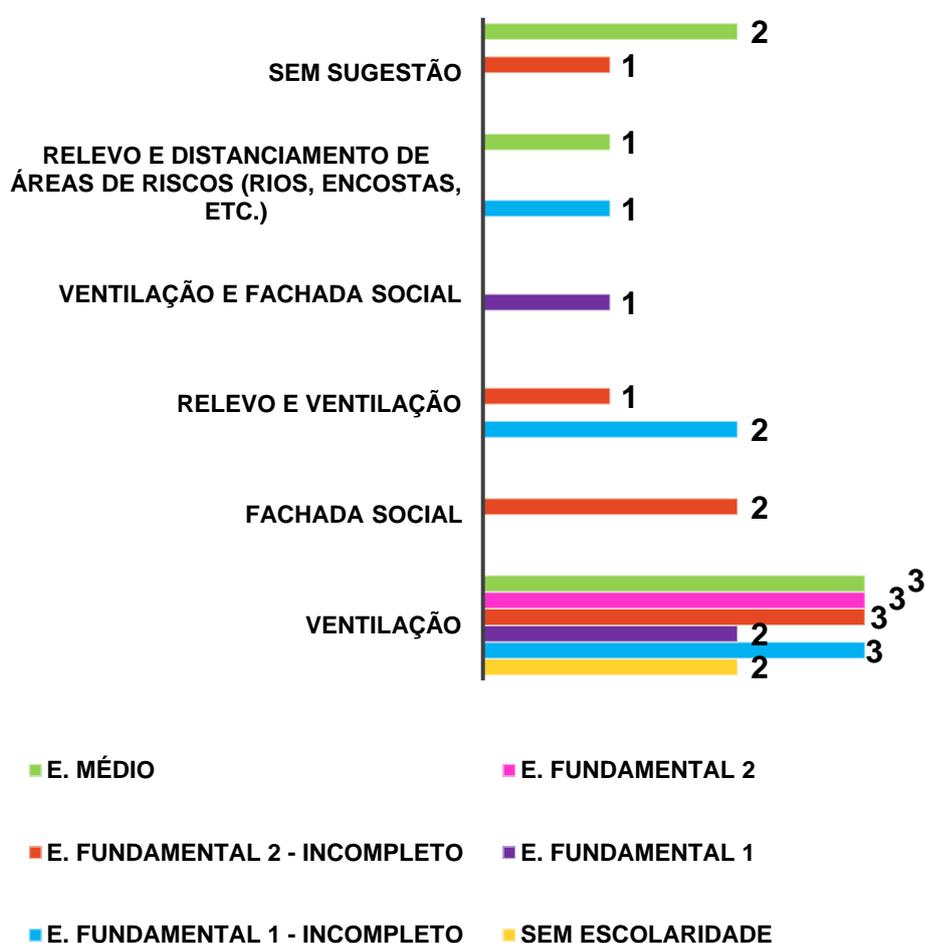
Figura 60 – Relação entre sexo e possibilidade do reúso das águas residuárias.



Fonte: O autor (2024)

No que diz respeito a escolha de um local para construir uma nova moradia, procurou-se verificar a existência ou não de alguma relação destas condicionantes com o grau de escolaridade do(a) respondente. Percebe-se claramente que não há qualquer relação significativa entre os dados cruzados, em outras palavras, o nível de escolaridade não influencia na forma de como as pessoas fariam a escolha de um novo local para tal finalidade (Figura 61).

Figura 61 – Relação entre o grau de escolaridade e a definição do local.



Fonte: O autor (2024)

Ainda objetivando encontrar algum dado relevante relacionado com o grau de escolaridade, fez-se o cruzamento destes dados com os do local de descarte dos esgotos. Também não foram encontrados números significantes entre os dados cruzados (Figura 62).

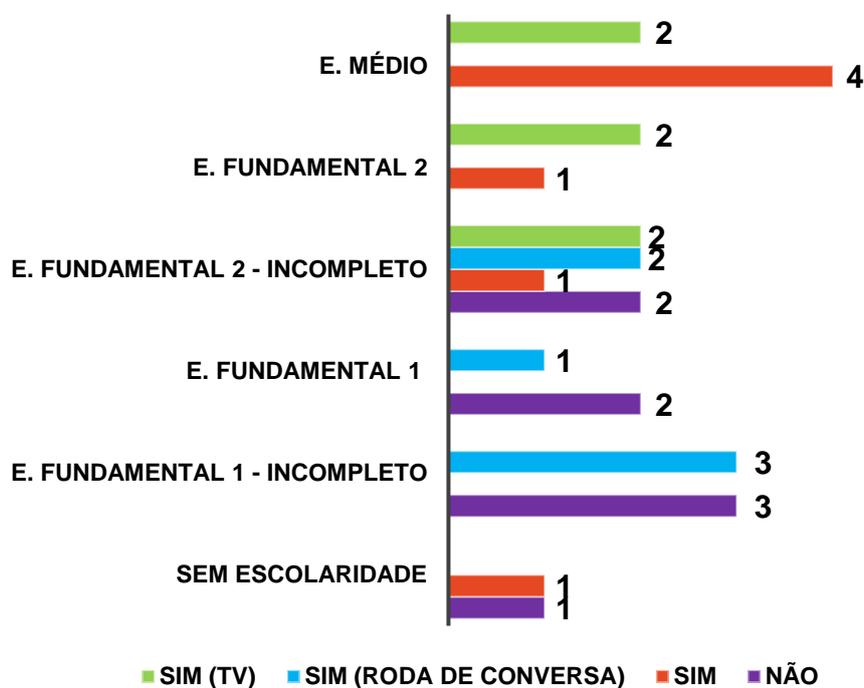
Figura 62 – Relação entre o grau de escolaridade e local de descarte dos esgotos.



Fonte: O autor (2024)

Quando buscou-se encontrar alguma relação entre o grau de escolaridade e o conhecimento a respeito da reutilização das águas residuárias, percebeu-se a importância das rodas de conversas e do uso de comunicação de massa (TV), para a troca de experiências e a transmissão de informações, independentemente do grau de escolaridade (Figura 63).

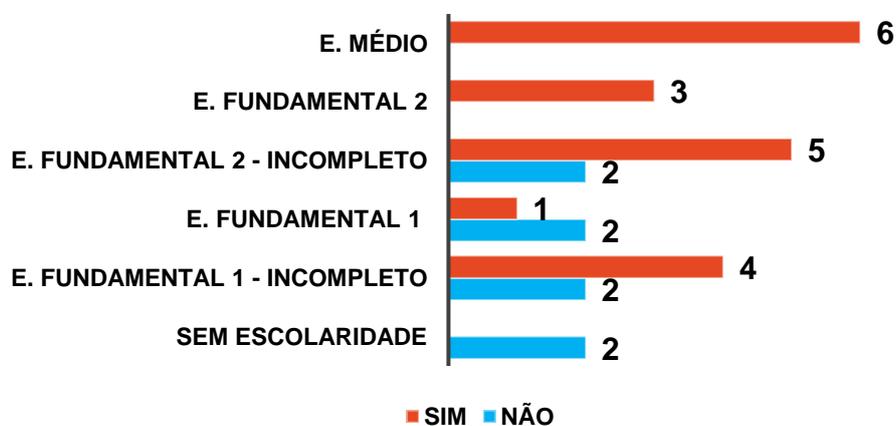
Figura 63 – Relação entre o grau de escolaridade e o conhecimento sobre o reúso.



Fonte: O autor (2024)

O questionamento seguinte, teve como objetivo saber, se existia alguma relação entre o grau de escolaridade e a reutilização ou não das águas residuárias. Neste cruzamento, ficou evidente que o grau de escolaridade tem relação direta com o nível de aceitação em reutilizar as águas residuárias tratadas nos quintais produtivos. Isso reforça a necessidade de um engajamento maior no que diz respeito ao compartilhamento de informações em diferentes ambientes coletivos (Figura 64).

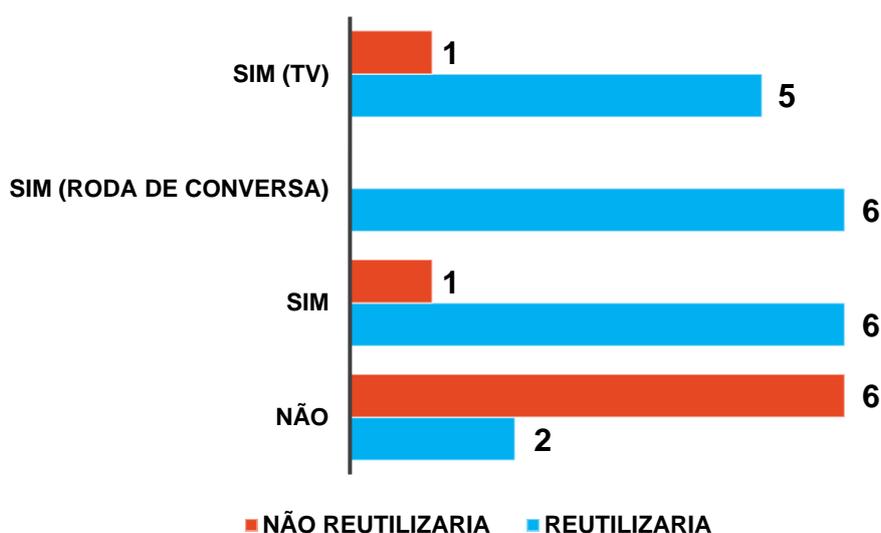
Figura 64 – Relação entre o grau de escolaridade e a reutilização das águas residuárias.



Fonte: O autor (2024)

Seguindo a mesma linha de raciocínio, tentou-se verificar se existia alguma relação entre conhecer a reutilização e efetivamente querer reutilizar. Neste cruzamento, 75% dos(as) participantes que não conhecem a reutilização, não gostariam de fazer o uso das águas residuárias tratadas. Mais uma vez, percebe-se a importância do compartilhamento do conhecimento sobre o tema (Figura 65).

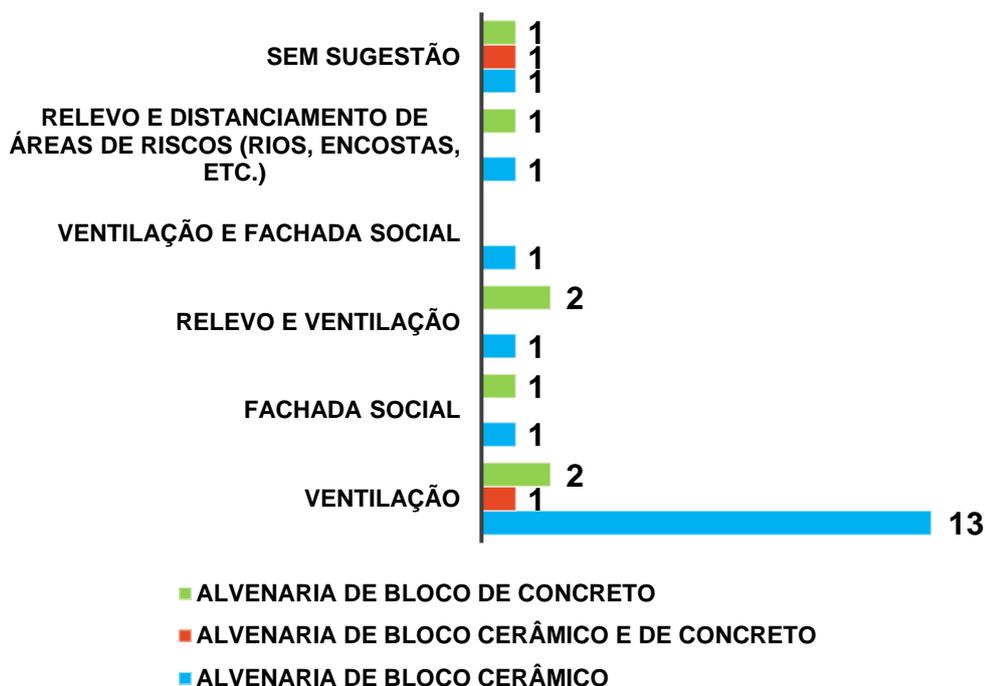
Figura 65 – Relação entre o conhecer e o reutilizar as águas residuárias.



Fonte: O autor (2024)

No que diz respeito as moradias, pesquisou-se a existência entre as premissas para a escolha de um novo local para construir uma nova moradia e a escolha da técnica construtiva a ser utilizada. Neste cruzamento, mais de 80% dos(as) participantes tem a ventilação como premissa e preferem construir a nova moradia utilizando alvenaria de blocos cerâmicos. Isto demonstra claramente que este público alvo reconhece a relação entre o material construtivo escolhido e o conforto térmico que ele proporciona. Este reconhecimento, se levarmos em conta o grau de escolaridade da grande maioria dos(as) participantes, nos leva a acreditar que o “conhecimento empírico” é fundamental para a melhoria das condições de vida destas populações. Nesta perspectiva, a transmissão oral dos conhecimentos se faz presente como ferramenta de propagação e construção dos diferentes saberes (Figura 66).

Figura 66 – Relação entre a definição do local e a técnica construtiva futura.



Fonte: O autor (2024)

Diante do exposto acima, os resultados obtidos a partir das análises dos dados extraídos dos formulários da pesquisa, mostraram que mais de 92% dos respondentes utilizam a fossa como a destinação final de seus efluentes, no entanto, sabe-se que as fossas precisam ser construídas de acordo com normas específicas, afim de se evitar a contaminação dos solos ou dos lençóis freáticos. Vale ressaltar, que o reúso das águas residuárias que passam somente pelo processo de tratamento primário das fossas não atendem as legislações pertinentes para o seu reúso na irrigação agrícola, por este motivo, o tratamento secundário ou terciário de um wetland construído é mais do que importante, é imprescindível.

Outro ponto que merece destaque nas análises realizadas, é o fato de que mais de 70% do público-alvo já conhece a temática do reúso e mais, estão dispostos a reutilizar estas águas tratadas para irrigar os seus quintais.

7.3 Estabelecimento dos Parâmetros Relativos às Análises Laboratoriais das Águas Residuárias Domésticas

Este trabalho vem também contribuir de forma significativa para a mitigação da problemática de escassez de saneamento no meio rural, e nesta direção, existem diferentes estudos que visam definir quando e onde os sistemas de tratamento de esgotos descentralizados são importantes e viáveis economicamente. De acordo com Kipnis e Castro (2020), estes sistemas descentralizados de pequena escala são indicados para locais com densidades demográficas de até 40 hab/km², um outro estudo, mostra que esta escala de tratamento já se torna viável para moradias que distem pelo menos 76 metros uma da outra (Tonnetti *et al.*, 2021).

São inúmeros os trabalhos que abordam questões ambientais, e neste sentido, existem diversas pesquisas que analisam e discutem as diferentes formas de contribuição para a redução da escassez de saneamento no meio rural brasileiro. Neste universo de informações, tem se observado um número crescente de pesquisas que tem como ponto focal as questões relacionadas à poluição dos solos e das águas através do despejo incorreto de efluentes. Neste contexto, a reutilização das águas residuárias domésticas para reúso na agricultura, aparece como uma das alternativas para equacionar a demanda e a oferta de água para irrigação dos quintais produtivos, principalmente no bioma caatinga do semiárido nordestino. Várias técnicas de tratamentos descentralizados de esgotos domésticos estão sendo estudadas, e a utilização do Sistema Wetland Construído, dentre as demais técnicas, tem tido uma atenção diferenciada em função da sua eficiência e baixo custo.

A ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, lançou no dia 26 de abril de 2024 a NBR 17076 - Projeto de sistema de tratamento de esgoto de menor porte — Requisitos. A referida Norma ainda não está acessível de forma gratuita, no entanto, como a mesma ficou aberta para consulta pública até o dia 04 de dezembro de 2023, sabe-se que dentre as “inovações” trazidas, estão a utilização de soluções baseadas na natureza e que fazem parte da denominada gestão ambiental dos recursos hídricos, como é o caso das seguintes tecnologias de tratamento de esgotos: Wetlands construídos, Vermifiltro e Tanque de evapotranspiração.

A NBR 17076 trata destas alternativas sustentáveis de tratamento de esgoto de pequeno porte, e neste contexto, está o saneamento rural na perspectiva do acesso dessas populações à esta política pública. Nesta nova norma, estão descritos os requisitos gerais e específicos para tratamentos locais, com vazão de até 12000 Litros por dia, em locais onde não existe sistema coletivo de esgotamento sanitário.

Conforme explicado no tópico 2.2 - Reúso de Águas Tratadas, no Brasil, não existe qualquer legislação a nível federal que esteja diretamente relacionada aos padrões mínimos de qualidade dos efluentes provenientes do esgoto doméstico para o reúso na agricultura ou para o reúso de uma forma geral. Por este motivo, utilizaremos como parâmetros norteadores para a análise das águas tratada pelos dois protótipos desta pesquisa, a recente Resolução nº 503/2021 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA, 2021), bem como, os também já citados elementos legais e orientativos a níveis federal e estaduais, a atual legislação dos países que compõe a União Europeia, além de levantamentos sintéticos realizados sobre o tema por diversos autores que contribuíram como referencial para esta pesquisa

A norma da ABNT nº 13.969, de 1997 (ABNT, 1997), fornece instruções para o sistema de reúso, e define parâmetros de avaliação da qualidade da água de reúso de acordo com a classe de uso:

- a) Classe 1 - Trata da lavagem de carros e de outros usos que requerem contato direto do usuário com a água;
- b) Classe 2 - Trata das lavagens de pisos e calçadas e de fins paisagísticos;
- c) Classe 3 - Aborda o reúso nas descargas dos vasos sanitários;
- d) Classe 4 - Discute o reúso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gados e outros cultivos por meio de escoamento superficial ou sistema de irrigação pontual.

Ainda de acordo com a ABNT nº 13.969, os critérios de qualidade da água de reúso para as diferentes classes são (Tabela 8):

Tabela 8 - Critérios de qualidade da água de reúso.

Parâmetro	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4
Turbidez (UT)	<5	<5	<10	-
CTer (NMP/100ml)	<200	<500	<500	<5000
SDT (mg/L)	<200	-	-	-
pH	Entre 6,0 e 8,0	-	-	-
Cloro residual (mg/L)	Entre 0,5 e 1,5	-	-	-
Oxigênio dissolvido (mg/L)	-	-	-	2,00

Cter: Coliformes termotolerantes
 pH: Potencial hidrogeniônico
 SDT: Sólidos Dissolvidos Totais

Fonte: ABNT nº 13.969 (1997)

A Resolução Nº 54 de 28 de novembro de 2005 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH, no seu Art. 3º, estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reúso direto não potável de água nas seguintes modalidades:

- I - Reúso para fins urbanos: utilização de água de reúso para fins de irrigação paisagística, lavagem de logradouros públicos e veículos, desobstrução de tubulações, construção civil, edificações, combate a incêndio, dentro da área urbana;
- II - Reúso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reúso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas;
- III - Reúso para fins ambientais: utilização de água de reúso para implantação de projetos de recuperação do meio ambiente;
- IV - Reúso para fins industriais: utilização de água de reúso em processos, atividades e operações industriais;
- V - Reúso na aquicultura: utilização de água de reúso para a criação de animais ou cultivo de vegetais aquáticos.

Na mesma direção da resolução do parágrafo acima, a União Europeia através do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de maio de 2020, criou o Regulamento (UE) 2020/741, que estabelece requisitos mínimos para a qualidade da água e a respetiva monitorização e disposições sobre a gestão dos riscos, para a utilização segura da água para reutilização no contexto da gestão integrada da água.

Dentre os reúsos previstos, está o reúso para a rega agrícola (irrigação agrícola). De acordo com este regulamento, a rega agrícola consiste na rega dos seguintes tipos de culturas:

- a) Culturas alimentares consumidas cruas, ou seja, culturas destinadas ao consumo humano em estado cru ou sem transformação;
- b) Culturas alimentares transformadas, ou seja, culturas destinadas ao consumo humano após um processo de transformação (ou seja, cozinhadas ou transformadas industrialmente),
- c) Culturas não alimentares, ou seja, culturas que não se destinam ao consumo humano (por exemplo, pastos e forragens, fibras, plantas ornamentais, sementes, culturas energéticas e relva).

Segundo o Regulamento (UE) 2020/741, as classes de qualidade da água para reutilização e utilizações agrícolas e métodos de rega permitidos são (Quadro 5).

Quadro 5 - Classes de qualidade da água para reutilização e utilizações agrícolas e métodos de rega.

Classe de qualidade mínima da água para reutilização	Categoria de culturas (*)	Método de rega
A	Todas as culturas alimentares consumidas cruas em que a parte comestível entra em contato direto com água para reutilização, e culturas de raízes consumidas cruas.	Todos os métodos de rega
B	Culturas alimentares consumidas cruas em que a parte comestível é produzida acima do nível do solo e não entra em contato direto com água para reutilização, culturas alimentares transformadas e culturas não alimentares, incluindo culturas usadas para a alimentação de animais produtores de leite ou carne.	Todos os métodos de rega
C	Culturas alimentares consumidas cruas em que a parte comestível é produzida acima do nível do solo e não entra em contato direto com água para reutilização, culturas alimentares transformadas e culturas não alimentares, incluindo culturas usadas na alimentação de animais produtores de leite ou carne.	Rega por gotejamento (**) ou outro método de rega que evite o contato direto com a parte comestível da cultura
D	Culturas industriais, energéticas e para produção de sementes.	Todos os métodos de rega (***)

(*) Se o mesmo tipo de cultura regada for abrangido por várias categorias da tabela 9, aplicam-se os requisitos da categoria mais rigorosa;

(**) A rega gota a gota é um sistema de micro rega capaz de fornecer gotas ou fluxos muito reduzidos de água às plantas, mediante o gotejamento de água no solo ou diretamente sob a sua superfície a um ritmo muito baixo (2-20 litros/hora), a partir de um sistema de tubos de plástico de pequeno diâmetro equipados com bocais designados por gotejadores ou micro aspersores;

(***) No caso dos métodos de rega que imitam a chuva, deve prestar-se especial atenção à proteção da saúde dos trabalhadores ou das pessoas que se encontrem nas proximidades. Para o efeito, devem ser aplicadas medidas preventivas adequadas.

O Regulamento (UE) 2020/741, também define os requisitos de qualidade da água residuária para o reúso agrícola (Tabela 9).

Tabela 9 - Requisitos de qualidade da água residuária para reutilização para fins de rega agrícola.

Classe de qualidade mínima da água para reutilização	Meta tecnológica indicativa	Requisitos de qualidade			
		E. coli (número /100ml)	DBO ₅ (mg/l)	ST (mg/l)	Turbidez (NTU)
A	Tratamento secundário, filtração e desinfecção	≤10	≤10	≤10	≤5
B	Tratamento secundário e desinfecção	≤100	Em conformidade com a Diretiva 91/271/CEE	Em conformidade com a Diretiva 91/271/CEE	-
C	Tratamento secundário e desinfecção	≤1000	(Anexo I, quadro 1)	(Anexo I, quadro 1)	-
D	Tratamento secundário e desinfecção	≤10000			-

Fonte: Regulamento (UE) 2020/741 (2020).

Franca *et al.* (2022), trazem um levantamento das Diretrizes de restrição de uso da água na irrigação pelas legislações nacionais e internacionais (Tabela 10).

Tabela 10 - Diretrizes de restrição de uso da água na irrigação pelas legislações internacionais.

Referências	Parâmetros	Restrições ao uso na irrigação		
		Nenhuma	Ligeira - Moderada	Severa
Devido à salinidade				
Ayers e Westcot (1991)	CE (μScm^{-1})	<700	700 – 3.000	>3.000
USEPA (2012)	SDT (mg L^{-1})	<450	450 – 2.000	>2.000
Devido à redução infiltração (avaliado usando CE e RAS simultaneamente)				
	RAS		CE ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	
	0 – 3	>700	700 – 200	<200
Ayers e Westcot (1991)	3 – 6	>1.200	1.200 – 300	<300
USEPA (2012)	6 – 12	>1.900	1.900 – 500	<500
	12 – 20	>2.900	2.900 – 1.300	<1.300
	20 – 40	>5.000	5.000 – 2.900	<2.900
Devido à toxicidade a culturas sensíveis				
Ayers e Westcot (1991)	Na (RAS)	<3	3 a 9	>9
USEPA (2012)	Na (mg L^{-1})	<69	>69	
Ayers e Westcot (1991)	Cloretos (mg L^{-1})	<140	140 – 350	>350
USEPA (2012)		<70	70 – 355	>355
Ayers e Westcot(1991)	pH		Faixa normal: 6,5 a 8,4	
USEPA (2012)				
Devido a obstrução em sistemas de irrigação localizada				
	pH	<7	7 – 8	>8
Ayers e Westcot (1991)	SDT (mg L^{-1})	<500	500 – 2.000	>2.000
	BH (UFC mL^{-1})	<10	10 – 20	>50
Nutrientes				
Ayers e Westcot (1991)	NT (mg L^{-1})	<5	5 – 30	>30

CE – Condutividade elétrica; SDT – Sólidos dissolvidos totais; RAS – Relação de Adsorção de Sódio; BH – Bactérias heterotróficas; NT – Nitrogênio total.

Fonte: Franca *et al.* (2022)

Os mesmos autores contribuem ainda, trazendo um levantamento das Diretrizes da qualidade da água de reúso para irrigação pelas legislações nacionais e internacionais (Tabela 11).

Tabela 11 – Diretrizes da qualidade da água de reúso para irrigação pelas legislações nacionais e internacionais.

Parâmetros	Referências				
	NBR 13.969/97	USEPA(2012)	WHO(2006)	PROSAB (2006)	Almeida (2010)
CT (NMP/100mL)	-	-	-	≤10.000	-
EC (NMP/100mL)	<5.000	≤200	≤100.000	≤10.000	-
Helmntos(ovos L ⁻¹)	-	-	≤1	≤1	-
CE (µScm ⁻¹)	-	-	-	200 - 1.000	0 - 3.000
DBO (mg O ₂ L ⁻¹)	-	≤30	-	Não há restrição	-
DQO (mg O ₂ L ⁻¹)	-	-	-	Não há restrição	-
pH	-	6,5 - 8,4	-	6,5 - 9	6 - 8,5
SDT (mg L ⁻¹)	-	<2.000	-	-	0 - 2.000
NT (mg L ⁻¹)	-	<30	-	-	0 - 10
NA (mg L ⁻¹)	-	<70	-	-	0 - 5
Cloretos (mg L ⁻¹)	-	-	-	45 - 750	0 - 1.000
Ca (mg L ⁻¹)	-	-	-	5 - 100	0 - 401
Mg (mg L ⁻¹)	-	-	-	1 - 45	0 - 61
Na (mg L ⁻¹)	-	-	-	30 - 140	0 - 920
K (mg L ⁻¹)	-	-	-	10 - 30	0 - 2
P (mg L ⁻¹)	-	-	-	-	0 - 2
RAS	-	-	-	1,5 - 25	0 - 15

CT – Coliformes Termotolerantes; EC – Escherichia Coli; DBO – Demanda bioquímica de oxigênio; DQO – Demanda química de oxigênio; NA – Nitrogênio amoniacal.

Fonte: Franca *et al.* (2022)

Com o intuito de contribuir na construção, análise e discussão dos resultados das análises laboratoriais, também foram utilizadas como referências de parâmetros as legislações estaduais abaixo (Quadro 6).

Quadro 6 – Legislações estaduais.

LEGISLAÇÕES ESTADUAIS	MODALIDADE DE REÚSO	PADRÃO DE REÚSO	APLICABILIDADE E ASPECTOS IMPORTANTES
Resolução CONERH Nº 75 - Bahia (2010)	CATEGORIA A - IRRIGAÇÃO DE ALIMENTOS CONSUMIDOS CRUS	CATEGORIA A - Coliformes 10 ³ ORG/ 100 mL	Fins agrícolas ou florestal
	CATEGORIA B - IRRIGAÇÃO DE ALIMENTOS NÃO CONSUMIDOS CRUS	CATEGORIA B - Coliformes 10 ⁴ ORG/ 100 mL	

Resolução COEMA Nº 02 – Ceará (2017)	USO AGRÍCOLA A - IRRIGAÇÃO DE ALIMENTOS CONSUMIDOS CRUS E QUE TIVERAM CONTATO DIRETO COM A ÁGUA USO AGRÍCOLA B - DEMAIS CULTURAS	USO AGRÍCOLA A - Coliformes não detectável USO AGRÍCOLA B - Coliformes 10 ³ ORG/ 100 mL	-----
Deliberação Normativa CERH Nº 65 – Minas Gerais (2020)	USO AGRÍCOLA AMPLO - FERTIRRIGAÇÃO SUPERFICIAL, LOCALIZADA OU POR ASPERSÃO USO AGRÍCOLA LIMITADO - FERTIRRIGAÇÃO SUPERFICIAL OU LOCALIZADA SEM CONTATO COM O PRODUTO ALIMENTÍCIO	USO AGRÍCOLA AMPLO - Coliformes 10 ⁴ ORG/ 100 mL USO AGRÍCOLA LIMITADO - Coliformes 10 ⁶ ORG/ 100 mL	Padrões para reúso em fertirrigação
Resolução CONSEMA Nº 419 – Rio Grande do Sul (2020)	IRRIGAÇÃO DE QUALQUER CULTURA, EXCETO FRUTAS, HORTALIÇAS, RAÍZES E TUBÉRCULOS COM CONTATO DIRETO COM O SOLO OU COM A ÁGUA E QUE VENHAM A SER CONSUMIDOS CRUS	Coliformes 10 ⁴ ORG/ 100 mL	Fins agrícolas ou florestal
Resolução CERH/MS Nº 72 – Mato Grosso do Sul (2022)	USO AGRÍCOLA AMPLO - FERTIRRIGAÇÃO SUPERFICIAL, LOCALIZADA OU POR ASPERSÃO USO AGRÍCOLA LIMITADO - FERTIRRIGAÇÃO SUPERFICIAL OU LOCALIZADA SEM CONTATO COM O PRODUTO ALIMENTÍCIO	USO AGRÍCOLA AMPLO - Coliformes 10 ⁴ ORG/ 100 mL USO AGRÍCOLA LIMITADO - Coliformes 10 ⁶ ORG/ 100 mL	Padrões para reúso em fertirrigação
Resolução CERH Nº 122 – Paraná (2023)	PRODUÇÃO AGRÍCOLA E CULTIVÓ DE FLORESTAS PLANTADAS, EXCETO FRUTAS, HORTALIÇAS, RAÍZES E TUBÉRCULOS COM CONTATO DIRETO COM O SOLO OU COM A ÁGUA E QUE VENHAM A SER CONSUMIDOS CRUS	pH: 5 - 9 Coliformes: ≤1000 NMP/ 100 mL Ovos de helmintos: < 1 ovo/L DBO: Até 60 mg/L	-----

Fonte: O autor - Adaptado do Instituto Reúso de Água. Disponível em: <https://reusodeagua.org/quadro-regulatorio/>. Acesso em: 26 de março de 2024.

7.3.1 Comportamento dos Parâmetros Físicos, Químicos e Microbiológicos das Águas Residuárias Domésticas dos Dois Protótipos Analisados

Com o intuito de avaliar a biodegradabilidade e a tratabilidade do esgoto doméstico gerado nas unidades avaliadas, foi adotado o princípio da relação da carga orgânica e inorgânica (DQO/DBO₅), desenvolvido por Von Sperling (2005), onde dependendo da grandeza dos resultados, o efluente é caracterizado entre facilmente degradável, de biodegradabilidade intermediária e resistentes à degradação biológica (Tabela 12), e a partir dessa caracterização, verifica-se o tratamento adequado.

Tabela 12. Biodegradabilidade e tratabilidade em função da magnitude da relação DQO/DBO₅.

DQO/DBO ₅	TRATABILIDADE
Baixa (<2,5)	Fração biodegradável elevada (Indicação para tratamento biológico)
Intermediária (entre 2,5 e 3,5)	Fração biodegradável não elevada (Verificar viabilidade do tratamento biológico)
Alta (> cerca de 3,5 ou 4,0)	Fração inerte (não biodegradável) elevada (Indicação para tratamento físico-químico)

Fonte: Von Sperling, 2005

7.3.1.1 Protótipo do Centro de Formação Dom José Rodrigues

Os resultados foram tabulados de forma sucinta, para que a compreensão dos dados ocorra a partir de uma comparação, entre as análises sintéticas obtidas pelos ensaios no LEA e os parâmetros mínimos utilizados com maior frequência no Brasil. Caso existam mais de um parâmetro, serão utilizados para efeito de comparação os mais restritivos do ponto de vista do reúso.

Os resultados obtidos para os teores da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) estão demonstrados na Tabela 13.

Tabela 13 – Resultados das análises da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO).

	DQO (mg/L) - Entrada	DBO (mg/L) - Entrada	DQO / DBO
Primeira coleta	2050,72	1400,00	1,46
Segunda coleta	1645,63	725,00	2,27
Terceira coleta	1097,45	400,00	2,74
	DQO (mg/L) - Saída	DBO (mg/L) - Saída	DQO / DBO
Primeira coleta	468,66	60,00	7,81
Segunda coleta	500,90	80,00	6,26
Terceira coleta	559,35	200,00	2,8
Eficiência de redução do DQO na primeira coleta - 77,15%		Eficiência de redução do DBO na primeira coleta - 95,71%	
Eficiência de redução do DQO na segunda coleta - 69,56%		Eficiência de redução do DBO na segunda coleta - 88,97%	
Eficiência de redução do DQO na terceira coleta - 49,03%		Eficiência de redução do DBO na terceira coleta - 50,00%	

Fonte: O autor (2024)

A partir dos resultados obtidos, observa-se que o sistema apresentou boa eficiência na remoção de matéria orgânica. Após passar pelo tratamento do wetland, houve uma redução para uma média de 113 mg/L, o que representa uma remoção média de 78,23%. Tais valores estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011) que estabelece limite máximo de DBO₅ de 120 mg/L para lançamento direto de efluente proveniente de sistemas de tratamento em corpos hídricos, e preconiza no Artigo 21º, remoção mínima de DBO₅ de 60%. Esses resultados foram semelhantes aos valores obtidos por Mayer *et al.* (2021), no qual houve uma remoção de 74% de DBO₅, quando analisaram um sistema de tratamento de esgoto doméstico rural para fins de reuso agrícola.

Vale salientar que somente a Resolução CERH Nº 122 do Paraná regulamenta a quantidade de DBO permitida para reuso agrícola, porém, todas as demais resoluções não fazem qualquer tipo de restrição. Ressalta-se ainda, que nas duas primeiras coletas, a eficiência de remoção de DBO ficou acima da esperada para um SWC-FH.

Os resultados obtidos para os teores do pH, Turbidez, Condutividade Elétrica e Cor estão demonstrados na Tabela 14.

Tabela 14 – Resultados das análises do pH, Turbidez, Condutividade Elétrica e Cor.

PRIMEIRA COLETA				
Pontos	Turbidez (NTU)	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Cor (µC)
Entrada Wetland	836	7,3	1210	261
Saída Wetland	42,4	8,5	851,5	483
SEGUNDA COLETA				
Pontos	Turbidez (NTU)	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Cor (µC)
Entrada Wetland	632	7,13	2027	75
Saída Wetland	60,5	7,72	731,7	123
TERCEIRA COLETA				
Pontos	Turbidez (NTU)	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Cor (µC)
Entrada Wetland	78,1	7,21	2,41	511
Saída Wetland	28,3	8,11	1444	370

Fonte: O autor (2024)

Os valores de pH apresentaram pouca variação, tendo as médias de entrada e saída no sistema respectivamente 7,21 e 8,1, havendo aumento após o tratamento. Porém, os valores se mantiveram de acordo com a Resolução CONAMA nº 430/11 (CONAMA, 2011), na qual o pH deve estar situado entre 5 e 9.

O sistema wetland apresentou elevada remoção de turbidez, com uma média de 83,03%. Sartor *et al.* (2021), também avaliando sistema wetlands em área rural, obtiveram valores da ordem de 79% em 98 dias de operação. Segundo os autores a remoção se deve a processos de: filtração, sedimentação, assimilação de plantas e/ou metabolismo microbiano

Os valores de saída do pH apesar de estarem altos, estão dentro do intervalo aceitável de acordo com o PROSAB (2006), e estariam 0,01 acima do limite determinado pela USEPA (2012). Os resultados de turbidez atendem a Resolução CONAMA 357/05, que atribuem o limite de 100 (NTU) para o reuso em irrigação.

No tocante a condutividade elétrica, o valor máximo de saída encontrado foi de 1444 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ou seja, bem abaixo do limite de 2900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ delimitado pela CETESB (2006). Os resultados obtidos para os teores de Cloretos estão demonstrados na Tabela 15.

Tabela 15 – Resultados das análises para a presença de Cloretos.

	Cloreto (mg Cl/L) - Entrada	Cloreto (mg Cl/L) – Saída
Primeira coleta	148,84	124,67
Segunda coleta	153,91	146,61
Terceira coleta	184,66	122,14

Fonte: O autor (2024)

Os resultados obtidos para os teores de fósforo estão demonstrados na Tabela 16.

Tabela 16 – Resultados das análises para a presença de fósforo.

	mg/L		mg/L
Primeira coleta			
Entrada	8,9677	Saída	3,3573
Segunda coleta			
Entrada	5,6911	Saída	4,2552
Terceira coleta			
Entrada	118,8934	Saída	17,2740

Fonte: O autor (2024)

Quanto ao fósforo, obteve-se uma remoção total de 14%, sendo que na primeira amostragem alcançou sua eficiência máxima de 62%, decaindo nas próximas campanhas. Alguns autores explicam que isto se deve ao amadurecimento das plantas, visto que plantas mais novas conseguem retirar mais fósforo que plantas maduras (Sezerino et al., 2018).

Para remoção de fósforo em wetlands os principais mecanismos são absorção vegetal e microbiana, precipitação química e sedimentação. As vezes, alguns desses processos não são ativos. Isto acaba levando a uma remoção limitada, comparando-se a eficiência de remoção de nitrogênio (Dotro *et al.*, 2017).

Os teores de fósforo encontrados, bem como a remoção de mais de 60,00% (conforme pôde ser visto nos resultados da primeira e terceira coleta), não possuem qualquer restrição, principalmente pelo fato do seu reúso contribuir para a fertirrigação.

Os resultados obtidos para os teores de Nitrogênio estão demonstrados na Tabela 17.

Tabela 17 – Resultados das análises para a presença de Nitrogênio.

	ENTRADA - (mg N-NH₃/L)	SAÍDA - (mg N-NH₃/L)
Primeira coleta	134,77	72,05
Segunda coleta	144,85	37,33
Terceira coleta	216,53	109,38

Fonte: O autor (2024)

A concentração média de nitrogênio amoniacal ao longo do período avaliado, variou de 165 mg N-NH₃/L na entrada do wetland para 73 mg N-NH₃/L no efluente tratado, removendo em média 57%.

Em sistemas wetlands subsuperficial o processo biológico de remoção do nitrogênio ocorre através de mecanismos como a nitrificação, desnitrificação e assimilação pelas plantas. Em wetlands de fluxo horizontal como o deste trabalho o sistema opera em condições mais anaeróbias, logo a maior parte do oxigênio é em razão das raízes das plantas (Mota e Von Sperling, 2009).

Com não foram encontradas restrições significativas para os teores de Nitrogênio com o objetivo de reúso agrícola, entende-se que o seu reúso é possível, principalmente por contribuir para a fertirrigação.

Os resultados obtidos para a presença de Sólidos Totais estão demonstrados na Tabela 18.

Tabela 18 – Resultados das análises para a presença de Sólidos Totais.

PRIMEIRA COLETA		
ENTRADA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
1674	554,66	1119,33
SAÍDA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
665,33	465,33	200
SEGUNDA COLETA		
ENTRADA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
1178	544	634
SAÍDA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
296,66	180	116,66
TERCEIRA COLETA		
ENTRADA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
1234,66	708	526,66
SAÍDA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
1140	796	344

Fonte: O autor (2024)

No que diz respeito aos teores de Sólidos Totais, as legislações nacionais não fazem qualquer tipo de restrição, no entanto, a USEPA (2012) tem como valor permitido $ST < 2000$ mg/L, desta forma, os dados acima atendem este limite.

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas estão demonstrados na Tabela 19.

Tabela 19 – Resultados das análises microbiológicas.

	Coliformes termotolerantes Entrada - NMP/100 mL	Coliformes termotolerantes Saída - NMP/100 mL
Primeira coleta	>16.000.000	40.000
Segunda coleta	92.000	81.000
Terceira coleta	>16.000.000.000	470.000.000

Fonte: O autor (2024)

Analisando-se os valores dos resultados de parâmetros microbiológicos, nota-se uma remoção de 70%. Em estudos de Calijuri *et al.* (2009), utilizando wetlands construídos de fluxo horizontal subsuperficial para o tratamento de esgoto, foi obtida uma eficiência de remoção de aproximadamente 99,72% de *E. coli*.

Os sistemas wetlands oferecem uma combinação adequada de mecanismos físicos, químicos e biológicos para remoção de patógenos. Esses incluem a agregação e retenção em biofilmes, morte natural, predação e competição por nutrientes. Sendo assim, o tratamento depende do tipo do sistema wetlands, das condições operacionais e das características das águas residuárias (Dotro *et al.*, 2017).

7.3.1.2 Protótipo da Escola Família Agrícola de Sobradinho

Os resultados obtidos para os teores da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e da Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) estão demonstrados na Tabela 20.

Tabela 20 – Resultados das análises da Demanda Química de Oxigênio (DQO) e a Demanda Biológica de Oxigênio (DBO).

	DQO (mg/L) - Entrada	DBO (mg/L) - Entrada	DQO / DBO
Primeira coleta	1883,45	1275,00	1,48
Segunda coleta	1327,20	375,00	3,54
Terceira coleta	741,07	260,59	2,84
	DQO (mg/L) - Saída	DBO (mg/L) - Saída	DQO / DBO
Primeira coleta	150,23	37,50	4,01
Segunda coleta	71,63	28,00	2,56
Terceira coleta	75,66	30,00	2,52
Eficiência de redução do DQO na primeira coleta - 92,02%		Eficiência de redução do DBO na primeira coleta - 97,06%	
Eficiência de redução do DQO na segunda coleta - 94,60%		Eficiência de redução do DQO na segunda coleta - 92,53%	
Eficiência de redução do DQO na terceira coleta - 89,79%		Eficiência de redução do DQO na terceira coleta - 88,49%	

Fonte: O autor (2024)

A tabela 20 mostra que o sistema apresentou boa eficiência na remoção de matéria orgânica. Após passar pelo tratamento do wetland, houve uma redução para uma média de 32 mg/L, o que representa uma remoção média de 93,69%. Tais valores estão em conformidade com a Resolução CONAMA nº 430/2011 (CONAMA, 2011) que estabelece limite máximo de DBO₅ de 120 mg/L para lançamento direto

de efluente proveniente de sistemas de tratamento em corpos hídricos, e preconiza no Artigo 21º, remoção mínima de DBO₅ de 60%.

Conforme já citado, somente a Resolução CERH Nº 122 do Paraná regulamenta a quantidade de DBO permitida para reúso agrícola, porém, todas as demais resoluções não fazem qualquer tipo de restrição. Ressalta-se ainda, que em todas as coletas, a eficiência de remoção de DBO ficou acima da esperada para um SWC-FH.

Os resultados obtidos para os teores do pH, Turbidez, Condutividade Elétrica e Cor estão demonstrados na Tabela 21.

Tabela 21 – Resultados das análises do pH, Turbidez, Condutividade Elétrica e Cor.

PRIMEIRA COLETA				
Pontos	Turbidez (NTU)	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Cor (µC)
Entrada Wetland	732	5,93	835,2	109
Saída Wetland	7,19	7,24	786,2	149
SEGUNDA COLETA				
Pontos	Turbidez (NTU)	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Cor (µC)
Entrada Wetland	401	5,43	346,4	235
Saída Wetland	5,14	7,24	1683	122
TERCEIRA COLETA				
Pontos	Turbidez (NTU)	pH	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Cor (µC)
Entrada Wetland	479	6,5	1788	211
Saída Wetland	9,33	6,45	1284	169

Fonte: O autor (2024)

Os valores de pH apresentaram pouca variação, tendo as médias de entrada e saída no sistema respectivamente 5,95 e 6,97, havendo aumento após o tratamento nas duas primeiras coletas. Porém, os valores se mantiveram de acordo com a Resolução CONAMA nº 430/11 (CONAMA, 2011), na qual o pH deve estar situado entre 5 e 9.

O sistema wetland apresentou elevada remoção de turbidez, com uma média de 98,58%. Os valores de saída do pH estão dentro do intervalo aceitável de acordo com o PROSAB (2006). Os resultados de turbidez atendem a Resolução CONAMA 357/05, que atribuem o limite de 100 (NTU) para o reúso em irrigação.

No tocante a condutividade elétrica, o valor máximo de saída encontrado foi de 1683 $\mu\text{S}/\text{cm}$, ou seja, bem abaixo do limite de 2900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ delimitado pela CETESB (2006).

Os resultados obtidos para os teores de Cloretos estão demonstrados na Tabela 22.

Tabela 22 – Resultados das análises para a presença de Cloretos.

	Cloreto (mg Cl/L) - Entrada	Cloreto (mg Cl/L) – Saída
Primeira coleta	212,05	157,91
Segunda coleta	145,43	126,61
Terceira coleta	237,19	212,37

Fonte: O autor (2024)

Os resultados obtidos para os teores de fósforo estão demonstrados na Tabela 23.

Tabela 23 – Resultados das análises para a presença de Fósforo.

	mg/L		mg/L
Primeira coleta			
Entrada	2,4585	Saída	4,0260
Segunda coleta			
Entrada	0,9476	Saída	2,3509
Terceira coleta			
Entrada	89,8654	Saída	12,2957

Fonte: O autor (2024)

A tabela 23 apresenta que só houve remoção de fósforo na terceira coleta, com um percentual de 86,31%. Na primeira e segunda coleta foi observado um aumento do teor de fósforo, isto pode ter ocorrido em função de possíveis saturações no meio-suporte gerando uma disponibilização de micronutrientes.

Os teores de fósforo encontrados, bem como a remoção de mais de 85,00% na terceira coleta, não inviabiliza a sua reutilização, principalmente pelo fato do seu reúso contribuir para a fertirrigação.

Os resultados obtidos para os teores de Nitrogênio estão demonstrados na Tabela 24.

Tabela 24 – Resultados das análises para a presença de Nitrogênio.

	ENTRADA - (mgN-NH₃/L)	SAÍDA - (mgN-NH₃/L)
Primeira coleta	28,00	38,45
Segunda coleta	2,61	43,68
Terceira coleta	139,62	23,89

Fonte: O autor (2024)

A concentração média de nitrogênio amoniacal ao longo do período avaliado, variou de 56,74 mg N-NH₃/L na entrada do wetland para 35,34 mg N-NH₃/L no efluente tratado. Como não foram encontradas restrições significativas para os teores de Nitrogênio com o objetivo do reúso agrícola, entende-se que o seu reúso é possível, principalmente por contribuir para a fertirrigação. Os resultados obtidos para a presença de Sólidos Totais estão demonstrados na Tabela 25.

Tabela 25 – Resultados das análises para a presença de Sólidos Totais.

PRIMEIRA COLETA		
ENTRADA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
1433,33	527,33	906
SAÍDA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
493,33	368,66	124,66
SEGUNDA COLETA		
ENTRADA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
5218	217,33	5000,66
SAÍDA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
917,33	721,33	196
TERCEIRA COLETA		
ENTRADA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
1513,33	754,66	758,66
SAÍDA WETLAND		
ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
857,33	764	93,33

Fonte: O autor (2024)

No que diz respeito aos teores de Sólidos Totais, as legislações nacionais não fazem qualquer tipo de restrição, no entanto, a USEPA (2012) tem como valor permitido $ST < 2000$ mg/L, desta forma, os dados acima atendem este limite.

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas estão demonstrados na Tabela 26

Tabela 26 – Resultados das análises microbiológicas.

	Coliformes termotolerantes Entrada - NMP/100 mL	Coliformes termotolerantes Saída - NMP/100 mL
Primeira coleta	3.500.000	17.000
Segunda coleta	7.800	<1800
Terceira coleta	81.000	78.000

Fonte: O autor (2024)

Analisando-se os valores dos resultados de parâmetros microbiológicos, nota-se uma remoção média de 60,04%. Os valores de saída dos Coliformes Termotolerantes estão inferiores a 100.000, logo, estão abaixo do valor limite, de acordo com o PROSAB (2006).

7.3.2 Interconexões entre os Principais Achados da Pesquisa e o Desenvolvimento do Produto

Por fim, os resultados relacionados aos levantamentos das tipologias construtivas das moradias rurais dos agricultores familiares do Território do Sertão do São Francisco Baiano, mostrou que a maioria das habitações pesquisadas trazem na sua essência várias características das habitações urbanas, como por exemplo: elevado número de cômodos; ausência de local para guarda de ferramentas e estocagem de produção. Esta constatação já havia sido descrita por Brosler e Bergamasco (2013), pois os mesmos observaram que as casas presentes em assentamentos rurais haviam sofrido “transformações após a passagem do agricultor e sua família pelo meio urbano”. No entanto, como contraponto, temos a visão de Rodriguez (2016), que afirma que “a habitação no campo se diferencia do que comumente acontece na cidade, pois é um elemento indispensável às atividades do traba-

lhador rural”, esse outro olhar, só pôde ser observado em três residências pesquisadas, pois somente nestas moradias havia um depósito para guarda de ferramentas e demais itens utilizados no cotidiano da agricultura familiar.

A partir da pesquisa qualitativa efetuada, foi possível identificar os elementos arquitetônicos e/ou construtivos a serem considerados em propostas de novas habitações. Os resultados mostraram que o entendimento de Silva (2014), ao afirmar “que a moradia rural é um elemento de fixação do homem a terra”, está mais do que presente nos conhecimentos (empíricos ou não) que os respondentes demonstraram ter, ao externar os seus anseios a cerca de uma nova moradia.

Esta pesquisa corrobora com Castañeda e Ino (2019), na medida em que estes autores afirmam que a moradia rural “deve ser concebida em relação à área na qual está inserida, pois há que levar em conta que a habitação reflete o modo de vida da população”, Nesta perspectiva, nós podemos afirmar, que a elaboração de um projeto arquitetônico sem a participação dos sujeitos para quem esta habitação se destina, certamente não atenderá às expectativas desejadas. Com a publicação da Portaria MCID Nº 921, de 19 de julho de 2023, foram estabelecidas as condições para a conclusão das operações contratadas do Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR. A retomada desta política pública de habitação no meio rural, trouxe a tona a importância da participação dos sujeitos sociais na continuidade da sua implementação, haja vista o estudo de Fagundes *et al.* (2013, *apud* Burnett, 2018), que apresentou o baixo desempenho na realização do PNHR na região Nordeste, pois somente 29,80% da meta definida, foi implementada.

Os resultados da pesquisa indicam também, que as novas moradias do PNHR no Território Sertão do São Francisco Baiano, precisam ter como pontos de referência, as condicionantes naturais (ventilação e relevo) da região onde serão implantadas, como também, a utilização de revestimentos cerâmicos e pintura na execução das mesmas. Um outro ponto de referência apontado pela pesquisa, é a necessidade de uma maior compartimentação da habitação, com pelo menos: varanda, sala, cozinha, banheiro, 2 quartos, área de serviço e depósito. Desta forma, como já preconizava Oliveira e Karnopp (2015), as novas habitações poderão atender de forma satisfatória a uma maior parcela da população, tendo em vista “a

melhoria da qualidade de vida das famílias do campo, através do aprofundamento do tema moradia rural por intermédio da realização de pesquisas”.

Não foi identificada no decorrer desta pesquisa, a existência de um modelo de moradia rural que viesse a atender a grande maioria de respondentes, pois como o próprio autor Buonfiglio (2022) afirmou, o PNHR utilizou em alguns momentos “modelos empregados no Programa Minha Casa, Minha Vida do meio urbano... Visando agilidade na análise dos projetos”, esta equivocada tomada de decisão, vai na contramão do que Burnett (2018) afirma, ao citar que “o projeto arquitetônico e o sistema construtivo da moradia do PNHR não podem estar desvinculados do modo de vida e dos valores culturais dos beneficiados”.

Na perspectiva do dimensionamento dos protótipos do sistema wetland construído de fluxo horizontal, a pesquisa bibliográfica realizada fundamentou de forma objetiva e satisfatória todos os passos relacionados à esta etapa do processo, uma vez que o Brasil possui diversos sistemas instalados e consolidados, através de pesquisas realizadas pelo Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias (Wetlands Brasil, 2018), sob a coordenação dos professores Marcos von Sperling (UFMG) e Pablo H. Sezerino (UFSC). Os protótipos montados a partir desta Tese, possuem como diferencial o fato de terem sofrido adaptações para que fossem utilizados materiais disponíveis na região semiárida do Território, visando um menor custo de montagem.

Os dois protótipos adaptados e instalados como produtos finais desta Tese, atenderam ao que se propunham em termos de indicativos de viabilidade do sistema de tratamento das águas residuárias domésticas, principalmente considerando a irrigação de alimentos que não serão consumidos crus e que a fertirrigação será superficial ou localizada (sem entrar em contato com o alimento). Neste sentido, esta pesquisa não se encerra aqui, pois os mesmos continuarão sendo monitorados a fim de que seja criada uma base de dados mais ampla, uma vez que o sistema continua em processo de funcionamento e desenvolvimento.

Os indicativos de viabilidade do tratamento anteriormente citados, foram efetivamente comprovados através da avaliação dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos esgotos domésticos tratados pelos dois sistemas (esgoto total e

águas cinzas) realizados no laboratório de engenharia ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF.

Tendo como objetivo difundir e ampliar as discussões a cerca da utilização da tecnologia social de tratamento de esgotos “wetland construído”, foi elaborado um manual técnico descritivo do protótipo, para que agentes técnicos das comunidades rurais possam implementar o mesmo em diferentes localidades do semiárido brasileiro. Ainda com o objetivo de ampliar discussões relacionadas ao tema desta Tese, foram escritos e publicados diferentes trabalhos (ANEXO D) que possuem no seu cerne a essência da interdisciplinaridade acadêmica deste programa de doutorado.

8.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi concebido com a proposta de analisar as moradias do Território da Cidadania Sertão do São Francisco Baiano na perspectiva de entender a dinâmica destas moradias no contexto geográfico estudado, bem como, no sentido de buscar através do uso do wetland construído, enquanto tecnologia social de tratamento e reúso de águas residuárias, aplacar os efeitos da escassez hídrica dos agricultores familiares, proporcionando assim, a possibilidade de terem mais oferta de água para irrigar os seus quintais produtivos.

A partir dos dados levantados, buscou-se ampliar a discussão acerca da temática habitação rural enquanto objeto de participação social, entendendo que essa discussão é extremamente importante, pois permite que a comunidade acadêmica, científica e popular reflitam sobre novos caminhos para o processo de criação de espaços de discussão coletiva.

A realização do trabalho nos mostrou que é incontestável, que as políticas habitacionais de enfrentamento ao déficit habitacional rural brasileiro necessitam de um aprofundamento no que diz respeito à inclusão dos sujeitos sociais no processo

de criação de política públicas de moradias, ou seja, desde a concepção das moradias até a sua ocupação. Neste sentido, respeitar os anseios e critérios de escolhas arquitetônicas destas populações, é antes de mais nada, um resgate histórico da dignidade que as moradias rurais são merecedoras.

As análises dos questionamentos relativos ao levantamento das tipologias construtivas existentes nos formulários de pesquisa, mostraram que 70,37% do público-alvo formado por agricultores(as), possuem um claro conhecimento (empírico ou não), de que a sua moradia precisa refletir as suas necessidades sociais e laborais, e que neste modelo de concepção projetual, não cabem mais projetos “prontos” impostos por políticas públicas que na sua grande maioria apenas replicam modelos projetuais urbanos.

As análises permitiram perceber ainda, que não é possível definir um único modelo de habitação rural, nem que seja em escala comunitária, mas é possível, sugerir características e partidos arquitetônicos que possam ser a célula inicial de um processo construtivo, que será feito em diferentes momentos, ou seja, propor uma unidade habitacional em escala micro, mas que possa ir sendo ampliada para uma escala macro, de acordo com as condições financeiras momentânea de cada família.

Foi a partir da identificação dos elementos arquitetônicos e/ou construtivos a serem considerados em propostas de novas habitações, que se pôde perceber também, a existência de duas vertentes projetuais rurais distintas: a primeira de uma arquitetura com características próprias e que apresenta soluções arquitetônicas bem mais simples, e quem tem no seu cerne, a mitigação dos efeitos do clima; a segunda vertente, é de uma arquitetura que se preocupa em utilizar materiais de construção diferentes dos utilizados nas construções vernaculares locais, pois buscam como diferencial, uma distinção social.

No tocante ao processo de dimensionamento dos protótipos do wetland construído, visando o tratamento dos esgotos domésticos das moradias de agricultores familiares, podemos afirmar que esta foi uma etapa a parte neste estudo, pois fez-se necessário vivenciar o dia-a-dia e as práticas de geração de efluentes domésticos de uma família com este perfil de agricultura. Neste sentido, foi necessário que

este pesquisador tivesse o apoio incondicional de uma dessas famílias, e somente após ter tido este apoio e obtido esse conhecimento, é que foi possível chegarmos ao resultado desejado. O dimensionamento do wetland teve como ponto positivo a facilidade de disponibilidade de área para implantação do protótipo, pois, por ser em um espaço rural, não houve limitações de área física. Como ponto a ser observado em outros processos de dimensionamento, sugerimos considerar que todo o wetland deverá ter em sua volta uma área de manuseio das macrófitas, e que toda a área deverá estar cercada a fim de se evitar o acesso das criações destas famílias a este espaço.

A avaliação dos aspectos construtivos e de funcionamento dos dois protótipos do sistema wetland, trouxe algumas considerações importantes do ponto de vista da sua montagem e respectiva operacionalização, conforme relação a seguir:

Protótipo 1 - Tratamento de águas cinzas

- Fazer a manutenção/limpeza da caixa de gordura em períodos de no máximo 3 meses, tendo em vista não existir outro tipo de tratamento primário ou secundário entre a respectiva caixa e o wetland;
- Confeccionar a caixa de inspeção/passagem (que recebe água da caixa de gordura, banheiro (com exceção do vaso) e tanque de lavar roupa) com espaço suficiente para que ocorra a sedimentação de possíveis partículas sólidas que porventura venham a ser retiradas/lavadas das hortaliças, legumes, tubérculos, etc.;
- Observar constantemente o nível do reservatório de águas tratadas, a fim de se evitar que o nível do efluente dentro do wetland aflore na superfície do meio suporte, atraindo insetos;
- Montar sempre que possível todo o sistema de tratamento, de forma que o fluxo das águas residuárias ocorram constantemente sob a ação da gravidade;
- Efetuar antes do primeiro reúso e em intervalos de no máximo um ano, análises laboratoriais para verificar a efetiva possibilidade de fertirrigação daquele efluente.

Protótipo 2 - Tratamento do esgoto total

- Todas as considerações do protótipo 1;
- Efetuar o esgotamento da fossa séptica com o objetivo de retirar o lodo que fica preso no fundo do tanque, e tendo como intervalo temporal a capacidade volumétrica da mesma;
- Efetuar a limpeza do filtro anaeróbio sempre que for fazer o esgotamento da fossa.

As análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos dos esgotos tratados pelos dois protótipos, nos leva a concluir que o processo de tratamento é viável, no entanto, diante das considerações do paragrafo anterior, é importante salientar que o tratamento das águas cinzas exige uma menor estrutura do ponto de vista da montagem do sistema.

A elaboração de um manual técnico descritivo (ANEXO E) dos protótipos de wetlands construídos de fluxo horizontal, para tratamento de águas residuárias domésticas no semiárido brasileiro, foi o terceiro dos produtos técnicos oriundos desta tese, uma vez que o dimensionamento, montagem, operacionalização e avaliação dos dois citados protótipos foram os primeiros produtos. O manual procura explicar de forma objetiva e didática a temática do saneamento, desde a parte conceitual até a montagem e operacionalização dos protótipos. Esperasse que este manual possa servir de base não apenas para as comunidades porem em prática esta tecnologia social de tratamento de esgotos, mas essencialmente, para que a comunidade técnica e órgãos públicos locais possam viabilizar a implantação do sistema em diferentes comunidades e/ou moradias rurais.

Apesar dos resultados bastante satisfatórios na condução dessa pesquisa, é imprescindível registrar as limitações que foram impostas a este pesquisador e a este estudo, em função do período pandêmico que se instalou no Brasil e no mundo em 2020/2021/2022, o que impossibilitou a montagem dos protótipos com maior brevidade e assim, de poder ter tido um tempo maior de acompanhamento do pro-

cesso de tratamento. A extemporânea montagem ocorreu, pois, a mesma demandava a participação coletiva dos sujeitos sociais envolvidos, e por conta do distanciamento social imposto pela pandemia, não pôde acontecer antes do encerramento oficial da mesma. Outro fator que contribuiu para a redução do tempo de acompanhamento do funcionamento do sistema, foi o fato das macrófitas necessitarem de tempo para se desenvolverem e realizarem o seu papel no processo de fitorremediação.

Esperamos que este trabalho seja apenas o marco inicial das discussões sobre a utilização do sistema wetland construído para o tratamento dos esgotos domésticos no meio rural do semiárido brasileiro, e nesta perspectiva, esperamos que outros trabalhos sejam realizados utilizando novas propostas de adaptações deste sistema às condições climáticas desta região do Brasil.

Portanto, esta tese não possui um caráter conclusivo e, nem se pretende aqui esgotar todas as discussões a respeito das moradias rurais e do reúso agrícola das águas residuárias domésticas na região do semiárido nordestino, tendo em vista, a relevância desse debate na atualidade e principalmente no âmbito da gestão dos recursos hídricos no Território da Cidadania Sertão do São Francisco Baiano. Diante de todo o exposto, é possível concluir que este estudo atingiu os objetivos inicialmente propostos, bem como conseguiu responder aos objetivos geral e específicos desta pesquisa que estão inter-relacionadas.

9.0 REFERÊNCIAS

ABOELELA, Sally W.; LARSON, Elaine; BAKKEN, Suzanne; CARRASQUILLO, Olveen; FORMICOLA, Allan; GLIED, Sherry A; HAAS, Janet ; GEBBIE, Kristine. **Defining interdisciplinary research: conclusions from a critical review of the literature**. Health Serv Res. 2007; 42(1 Pt 1):329-46. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17355595/> >. Acesso em: 07 nov. 2020.

ABREU, Mariana G. de. **Habitação de interesse social no Brasil: caracterização da produção acadêmica dos programas de pós-graduação de 2006 a 2010**. 2012. 155 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental). Universidade Federal de Mato Grosso. Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Cuiabá, p.156. 2012. Disponível em: <https://ri.ufmt.br/handle/1/1729>. Acesso em: 20 jan. 2020.

AGÊNCIA SENADO. **Política Nacional de Tecnologia Social**. Brasília, 2019. Disponível em: <[ALMEIDA, Jalcione; GERHARDT, Tatiana E.; MIGUEL, Lovois de A.; MIELITZ NETTO, Carlos G. A.; VERDUM, Roberto; BECK, Fábio de L.; ZANONI, Magda. **Pesquisa interdisciplinar na pós-graduação: \(des\)caminhos de uma experiência em andamento**. Revista Brasileira de Pós-Graduação, v. 1, n. 2, 11. 2004. Disponível em: <\[https://www.researchgate.net/publication/228990013_Pesquisa_interdisciplinar_na_pos-raduaodes_caminhos_de_uma_experiencia_em_andamento\]\(https://www.researchgate.net/publication/228990013_Pesquisa_interdisciplinar_na_pos-raduaodes_caminhos_de_uma_experiencia_em_andamento\)>. Acesso em: 09 nov. 2020.](https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2019/08/14/politica-nacional-de-tecnologia-social-avanca-na-cct#:~:text=A%20Comiss%C3%A3o%20de%20Ci%C3%Aancia%20e,de%20Tecnologia%20Social%20(PNTS).&text=Essas%20atividades%20devem%20atender%20a,social%20comprovado%2C%20define%20o%20texto.>>. Acesso em: 02 mai. 2021.</p>
</div>
<div data-bbox=)

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Washington: 23ª edição, 2017. Disponível em: <https://www.academia.edu/38769108/Standard_Methods_For_the_Examination_of_Water_and_Wastewater_23nd_edition>. Acesso em: 07 abr. 2021.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília, 2019. Disponível em: < www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2020.

ANA. Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/textos-das-paginas-do-portal/outros-usos>>. Acesso em: 04 fev. 2020.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Relatório pleno, Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021**. Brasília: ANA, 2021. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_2021_pdf_final_revdirec.pdf. Acesso em 15 abr. 2024.

APA – AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. **Guia para reutilização de água – usos não potáveis**. Lisboa, 2019. Disponível em: https://apambiente.pt/_zdata/Politicass/Agua/Licenciamento/ApR/APA_Guia_Reutilizacao_v1.pdf. Acesso em: 24 nov. 2020.

ARANTES, Jonathan O. **Avaliação da eficiência do tratamento de esgoto doméstico por meio de sistema adaptado de wetlands construídos**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, Rio verde, 2020. Disponível em: https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_14/2021-08-27-05-15-27Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Jonathan.pdf. Acesso em: 05 jul. 2022.

ARAÚJO, Rudrigo O. A.; CÂNDIDO, Gesinaldo A. **Tecnologia social e inovação social: interação indutora do desenvolvimento sustentável nos territórios rurais**. Revista Espacios. Venezuela, 2015. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a15v36n13/15361301.html>. Acesso em: 03 abr. 2024.

ARMON, Robert; KIRZHNER, Felix; KURZBAUM, Eyal. **Improvement of water quality using constructed wetland systems**. Reviews on Environmental Health. Boston, 2012. doi:10.1515/reveh-2012-0005. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22755268/>. Acesso em: 05 jul. 2022.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO - ASA. Disponível em: <https://www.asabrasil.org.br/>. Acesso em 06 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9648: Estudo de concepção de sistemas de esgoto sanitário**. Rio de Janeiro, 1986. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/e8s8v5>. Acesso em: 05 abr. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13969: Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro, 1997. Disponível em: http://acguasana.com.br/legislacao/nbr_13969.pdf >. Acesso em: 05 mai. 2021.

AZEVEDO, Rosaly S; SANTOS, André F. P. R. dos. **Camponês e Agricultor Familiar: Mesmos Sujeitos?** Geografia, Londrina, Vol. 26, N° 2, 2017. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/27838>. Acesso em 15 nov. 2020.

BARBOSA, Martha S. **A percepção de agricultores familiares e formuladores de políticas – o reúso da água no semiárido baiano**. Tese (Escola de Administração) - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2017. Disponível em: <<http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/24605>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

BARBOSA, Mônica T. **Sistemas de reúso de águas cinzas domésticas para agricultura familiar: o caso de comunidades rurais do estado do Ceará**. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/35101/2/ve_Monica_Teles_ENSP_2019>. Acesso em: 20 dez. 2020.

BARBOZA, Luís G. A.; THOMÉ, Henrique V.; RATZ, Raquel J.; MORAES Alice J. de (2012). **Para além do discurso ambientalista: percepções, práticas e perspectivas da agricultura agroecológica**. Revista Ambiência. Guarapuava, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270030027_Para_alem_do_discurso_ambientalista_percepcoes_praticas_e_perspectivas_da_agricultura_agroecologica_In_addition_to_the_environmental_discourse_perceptions_practices_and_perspectives_of_the_agroecologi. Acesso em: 19 mar. 2024.

BICUDO, Maria A. V. **A pesquisa interdisciplinar: uma possibilidade de construção do trabalho científico/acadêmico**. Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática, 10(1). 2009. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/emp/article/view/1647> - Acesso em: 09 nov. 2020.

BIZARI, Douglas R; CARDOSO, Jean C. **Reuse water and urban horticulture: alliance towards more sustainable cities**. Hortic. Bras., Vitória da Conquista, v. 34, n. 3, p. 311-317, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362016000300311&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 20 fev. 2020.

BOANO, Fulvio; CARUSO, Alice; COSTAMAGNA, Elisa, RIDOLFI, Luca; FIORE, Silvia; DEMICHELIS, Francesca; GALVÃO, Ana; PISOEIRO, Joana; RIZZO, Anacleto; MASI, Fabio. **A review of nature-based solutions for greywater treatment: Applications, hydraulic design, and environmental benefits**. Science of the Total Environment. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719347229>>. Acesso em: 18 fev. 2020.

BONFIM, Dirlei A.; SANTOS, Juliana O.; SAMPAIO, Rubens J.; SILVA JUNIOR, Milton F. da; SANTOS, Luís Rogério Cosme Silva. **A interdisciplinaridade, construção do conhecimento e do saber ambiental**. REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, 32(1), 344–357. 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.14295/remea.v32i1.5144>>. Acesso em: 12 nov. 2020.

BORRERO, Jaime L.; MARTELO, Jorge. **Macrófitas flotantes en el tratamiento de águas residuales: una revisión del estado del arte**. Ingeniería Y Ciencia. 8. P. 221-243. Medellín, Colômbia, 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/230888132_Macrofitas_Flotantes_en_el_tratamiento_de_águas_residuales_una_revisión_del_estado_del_arte. Acesso em: 04 set. 2019.

BRASIL. Presidência da República. **Decreto nº 1946, de 28 de junho de 1996**. Cria o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF, e dá outras providências. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Disponível em: www.pronaf.gov.br. Acesso em: 15 nov. 2020.

BRASIL. **Lei 11.326, de 24 de Julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Diário Oficial da União, dia 25 de julho de 2006. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/DOU/2006/07/25>. Acesso em 25 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro 2007**. Estabelece as diretrizes para a política nacional de saneamento básico. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/downloads/arquivos/decreto-11445.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2020.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000. Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-14.026-de-15-de-julho-de-2020-267035421>. Acesso em: 14 mai. 2021.

BRITO, Franklyn. B. de. **Conflitos pelo acesso e uso da água: integração do Rio São Francisco com a Paraíba (Eixo Leste)**. 2013, Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós Graduação em Geografia, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/77990/000898236.pdf?sequence=1>. Acesso em: 19 mar. 2024.

BROSLER, Taísa M.; BERGAMASCO, Sonia M. P. P. **Novas concepções da moradia no meio rural: uma reflexão a partir de assentamentos rurais no estado de São Paulo**. Campinas, 2013. 32 p. Disponível em: <https://www.ifch.unicamp.br/ojs/index.php/tematicas/article/view/2175>. Acesso em: 01 jul. 2019.

BUECHLER Stephanie; MEKALA Gayathri D.; KERAITA Bernard. **Wastewater use for urban and peri-urban agriculture**. Cities farming for the future, Urban agriculture for sustainable cities, Veenhuizen R. van (Ed.), RUA Foundation, IDRC and IIRR 9, p. 243–273. 2014. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.732.6915&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

BUNGE, Mario. **Epistemologia: curso de atualização**. São Paulo: T. A. Queiroz: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980. Disponível em: <https://wiki.sj.ifsc.edu.br/images/a/a5/Epistemologia_M%C3%A1rio_Bunge_Parte1.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2020.

BUONFIGLIO, Leda. **Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR): Fronteira da Política Habitacional no Brasil**. GEOgraphia. v. 24 n. 52. Niterói, 2022. Artigo Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/360902363_PROGRAMA_NACIONAL_DE_HABITACAO_RURAL_PNHR_FRONTIEIRA_DA_POLITICA_HABITACIONAL_NO_BRASIL. Acesso em: 12 nov. 2022.

BURNETT, Frederico L. **Política Habitacional Rural e Moradia Camponesa no Maranhão**. Arquitetura Revista, [S. l.], v. 15, n. 2, p. 331–350, 2018. DOI: 10.4013/arq.2019.152.07. Disponível em: <https://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/arq.2019.152.07>. Acesso em: 22 nov. 2022.

CAIXA. **Programa Nacional de Habitação Rural**. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/poder-publico/programas-uniao/habitacao/programa-nacional-habitacao-rural/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

CALIJURI, Maria L.; BASTOS, Rafael K. X.; MAGALHÃES, Tiago de B.; CAPELETE, Bruna C.; DIAS, Edgard H. O. **Tratamento de esgotos sanitários em sistemas reatores UASB/wetlands construídas de fluxo horizontal: eficiência e estabilidade de remoção de matéria orgânica, sólidos, nutrientes e coliformes**. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 14, p. 421-430, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/hjNVYxRJGKYr87cv3KTvhrb/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 06 jun. 2024.

CARVALHO, Clara B. de. **Estudos de mobilidade de contaminantes no solo e de confiabilidade para avaliar o uso de águas residuárias tratadas em indústrias siderúrgicas**. 80 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Saneamento Ambiental, Fortaleza, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/60102>. Acesso em: 18 mar. 2024.

CARVALHO, Clara B. de; MOTA, Suetônio; SANTOS, Ana S. P.; SANTOS, André B. dos. **Avaliação legal e prática da aplicação de águas residuárias tratadas no solo no contexto do reúso de água no Brasil**. Revista DAE. São Paulo, 2023. Disponível em: http://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_241_n_2141.pdf. Acesso em: 18 mar. 2024.

CARVALHO, João F. S.; OLIVEIRA, João L. C. de.; GODINHO, Carla S. **A Interdisciplinaridade como uma nova proposta para os estudos da ciência, tecnologia e inovação**. 2019. Diálogos Interdisciplinares, 8(3). Disponível em: <https://revistas.brazcubas.br/index.php/dialogos/article/view/640> - Acesso em: 24 nov. 2020.

CARVALHO, Raísa; CARRÉRA, Mércia; SURYA, Leandro. **Arquitetura vernacular no sertão de Itaparica-PE: experiência de registro como memória**. Revista Nectua, 1(1), 66–78. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326615816_arquitetura_vernacular_no_sertao_de_itaparica-pe_experiencia_de_registro_como_memoria>. Acesso em: 07 jul. 2019.

CASTAÑEDA, Angel; Ino, Akemi. **A CASA CAMPONESA: Adequação do PNHR nos assentamentos de reforma agrária no estado de São Paulo**. Anais XVIII ENANPUR. Natal, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/333918672>. Acesso em: 10 nov. 2022.

CEIVAP. **Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul**. Resende/RJ. 2024. Disponível em: <https://www.ceivap.org.br/resolucao-cnrh.php>. Acesso em: 20 mar. 2024.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº430 de 13 de Maio de 2011**. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>. Acesso em: 13 mar. 2024.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Reuso de água**. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>>. Acesso em: 10 mai. 2021.

CISAM - Conselho Intermunicipal de Saneamento Ambiental. **Manual de Saneamento Rural**. Uberlândia, 2006. Disponível em: <<https://silo.tips/download/manual-de-saneamento-rural>>. Acesso em: 24 nov. 2020.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO - CBHSF. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco(2016-2025)**. Belo Horizonte: CBHSF, 2017. Disponível em: <https://2017.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2016/08/PRH-SF_Apresentacao_26ago16.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO - CBHSF. **Plano Decenal de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2004-2013)**. Salvador: CBHSF, 2004. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2020/01/PlanoDecenaldeRecursosHidricos.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

CONAMA, **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 503, de 14 de Dezembro de 2021.** Disponível em:

https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=813. Acesso em: 13 mar. 2024.

CONSELHO DELIBERATIVO DA SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (CONDEL/SUDENE). Resoluções do CONDEL nº 107 de 27/07/2017. Disponível em:

<https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/resolucao1072017-pdf>. Acesso em: 28 abr. 2024.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES. **Diretora de Avaliação. Documento de área 2016. Área de avaliação: Interdisciplinar.** Disponível em:

http://www1.capes.gov.br/images/documentos/Documentos_de_area_2017/INTE_do_carea_2016_v2.pdf - Acesso em: 20 nov. 2020.

CORIOLOANO, Jose W. O. **Reúso de Águas Cinzas em Quintais Produtivos no Território Sertão do Araripe.** Tese (Doutorado em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial) - Universidade Federal do Vale do São Francisco. Juazeiro. 2023. Disponível em: [https://ppgadt.univasf.edu.br/wp-content/uploads/2024/03/9-TESE-FINAL-JOSE-](https://ppgadt.univasf.edu.br/wp-content/uploads/2024/03/9-TESE-FINAL-JOSE-CORIOLOANO-2023-2-PPGADT-1.pdf)

[CORIOLOANO-2023-2-PPGADT-1.pdf](https://ppgadt.univasf.edu.br/wp-content/uploads/2024/03/9-TESE-FINAL-JOSE-CORIOLOANO-2023-2-PPGADT-1.pdf). Acesso em: 13 mar. 2024.

COUTINHO, Henrique D.; BARBOSA, Alyne R. **Fitorremediação: Considerações Gerais e Características de Utilização.** Silva Lusitana 15:p 103 - 117, EFN, Lisboa, Portugal, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.mec.pt/pdf/slul/v15n1/v15n1a08.pdf>. Acesso em: 07 out. 2019.

CRESWELL, J. W. **Projeto de Pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto.** Porto Alegre: Artmed, 2010. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/696271/mod_resource/content/1/Creswell.pdf. Acesso em: 07 out. 2020.

DAMATTA, Roberto. **A Casa & a Rua. Espaço, Cidadania, Mulher e Morte no Brasil.** 5ª edição. Rio de Janeiro, p.123, 1997. Disponível em:

<http://www.tecnologia.ufpr.br/portal/lahurb/wp-content/uploads/sites/31/2017/09/DAMATTA-Roberto-A-Casa-e-a-Rua.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2019.

DANTAS, Iasmine L.de A.; FACCIOLI, Gregorio G.; MENDONÇA, Luciana C.; NUNES, Tatiana P.; VIEGAS, Pedro R. A.; SANTANA, Larissa O. G. de. **Viabilidade do uso de água residuária tratada na irrigação da cultura do rabanete (*Raphanus sativus* L.).** Rev. Ambient. Água, Taubaté, v. 9, n. 1, p. 109-117, 2014. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2014000100011&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 21 fev. 2020.

DEBERDT, Gina. L. B. **Estudo de cianobactérias em reservatório com alto grau de trofia (Reservatório de Salto Grande – Americana – SP)**. Tese (Escola de engenharia de São Carlos - USP). São Carlos: p. 228, 2002. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-18042016-112245/publico/Tese_Deberdt_GinaLB.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.

DIONNE, Hugues. **A Pesquisa-Ação para o Desenvolvimento Local**. Editora Liber Livro. Brasília, 2007.

DISTRITO FEDERAL. **Resolução n. 05 da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA), 09 de maio de 2022**. Estabelece diretrizes para o aproveitamento ou reúso de água não potável em edificações no Distrito Federal. Diário Oficial do Estado, 10 de maio de 2022. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/legislacao/Res_ADASA/2022/Resolucao05_09052022.pdf. Acesso em 15 abr. 2024.

DOTRO, Gabriela; LANGERGRABER, Günter; MOLLE, Pascal; NIVALA, Jaime; PUIGAGUT, Jaume; STEIN, Otto; VON SPERLING, Marcos. Overview of Treatment Wetlands; Fundamentals of Treatment Wetlands; Horizontal Flow Wetlands; Vertical Flow Wetlands; French Vertical Flow Wetlands; Intensified and Modified Wetlands; Free Water Surface Wetlands; Other Applications; Additional Aspects. *IWA Publishing*. London, 2017. Disponível em: <https://library.oapen.org/handle/20.500.12657/31049>. Acesso em 15 mar. 2024.

DUARTE, Jorge. **Entrevista em Profundidade**. In: DUARTE; BARROS. Métodos e Técnicas de Pesquisa em Comunicação. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

EBC - Empresa Brasil de Comunicação. **ONU: população precisará de 40% a mais de água em 2030**. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2014-03/onu-populacao-precisara-de-40-mais-de-agua-em-2030>>. Acesso em: 04 fev. 2020.

EMBRAPA. **ABC-Saneamento básico rural 2014**. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/128259/1/ABC-Saneamento-basico-rural-ed01-2014.pdf>. Acesso em: 28 abr. 2024.

EMBRAPA. **Temas - Agricultura familiar 2024**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-agricultura-familiar/sobre-o-tema>. Acesso em: 01 jun. 2024.

FARIA, José H. de. **Epistemologia crítica, metodologia e interdisciplinaridade**. In: PHILIPPI Jr. A.; FERNANDES, V. (Orgs.). Práticas da Interdisciplinaridade no Ensino e na Pesquisa. Barueri, SP: Manole, 2015, p. 91-135.

FAVARETO, Arilson; OLIVEIRA, Cláudia L.S.; CONSTANTINO, Carlos A.S.; DENALDI, Rosana. **Política habitacional: novas urbanidades e ruralidades**. Salvador, 2019. Artigo Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/32609>. Acesso em: 11 nov. 2022.

FAZENDA, Ivani C. A.; HASNI, Abdelkrim; ALVES, Adriana; ARAÚJO-OLIVEIRA, Anderson; TRINDADE, Diamantino F.; TAVARES, Dirce E.; SOUZA, Fernando C. de; YARED, Ivone; LEBRUN, Johanne; GUIMARÃES, Maria J. E.; JOSÉ, Mariana A. M.; MIRANDA, Raquel G.; SANTO, Ruy C. do E.; LIMA, Sonia R. A. de; LENOIR, Yves. **O Que é interdisciplinaridade?** São Paulo: Ed. Cortez, 2008. Disponível em: <<https://filosoficabiblioteca.files.wordpress.com/2013/11/fazenda-org-o-que-c3a9-interdisciplinaridade.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2020.

FERNANDES, Vera M. C. **Padrões para reúso de águas residuárias em ambientes urbanos**. II Simpósio Nacional sobre o Uso da Água na Agricultura, Passo Fundo, 2006. Anais do II Simpósio Nacional sobre o uso da água na agricultura, 2006. Disponível em: <http://cbhpf.upf.br/phocadownload/2seminario/padroesreusoaguaii.pdf>. Acesso em 12 abr. 2024.

FERREIRA, Douglisnilson de M. **Avaliação de risco no reúso de esgotos domésticos utilizados na agricultura**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Biociências. Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente / PRODEMA. Natal, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/26957/1/Avalia%C3%A7%C3%A3oriscore%C3%BAso_Ferreira_2019.pdf. Acesso em 12 abr. 2024.

FIORI, Simone; FERNANDES, Vera M. C.; PIZZO, Henrique. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações**. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3676>>. Acesso em: 05 abr. 2021.

FONSECA, Adriel F. da; HERPIN, Uwe; PAULA, Alessandra M. de; VICTÓRIA, Reynaldo L.; MELFI, Adolpho J. **Agricultural use of treated sewage effluents: agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil**. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 64, n. 2, p. 194-209, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162007000200014&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 21 fev. 2020.

FRANCA, Carlos L. E.; AMORIM, Miriam C. C. de; OLSZEWSKI, Nelci; BELÉM, Clérison dos S. **Uso de água cinza tratada na irrigação de frutícola no semiárido: Aspectos legais e qualidade do solo**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, [S. l.], v. 17, n. 3, p. 167–177, 2022. DOI: 10.18378/rvads.v17i3.9330. Disponível em: <https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/9330>. Acesso em: 12 abr. 2024.

FRANCISCHETT, Mafalda N. **O entendimento da interdisciplinaridade no cotidiano**. Colóquio do Programa de Mestrado em Letras da UNIOESTE. Cascavel, 2005. Disponível em: <http://www.bocc.ubi.pt/pag/francishett-mafalda-entendimento-da-interdisciplinaridade.pdf>- Acesso em: 16 nov. 2020.

FREYRE, Gilberto. **Oh de casa! Em torno da casa brasileira e de sua projeção sobre um tipo nacional de homem**. Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais. Rio de Janeiro: Artenova, 1979.

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde. **Aplicação Controlada de Água Residual e Lodo de Esgoto no Solo, para Melhorar e Incrementar a Agricultura do Semiárido Nordestino**. Brasília, 2007. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/biblioteca-eletronica/publicacoes/estudos-e-pesquisas1/-/asset_publisher/qGiy9skHw4ar/content/aplicacao-controlada-de-agua-residuaria-e-lodo-de-esgoto-no-solo-para-melhorar-e-incrementar-a-agricultura-do-semi-arido-nordestino?inheritRedirect=false>. Acesso em: 08 fev. 2020.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Cianobactérias tóxicas na água para consumo humano na saúde pública e processos de remoção em água para consumo humano**. Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 2003. 56p. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ms000306.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DA SAÚDE. **Saneamento em Áreas Rurais e Comunidades Tradicionais**. Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 2017. Disponível em: <<http://www.funasa.gov.br/saneamento-em-areas-rurais-e-comunidades-tradicionais#:~:text=Nesse%20contexto%2C%20al%C3%A9m%20de%20apoiar,%C3%A0s%20popula%C3%A7%C3%B5es%20remanescentes%20de%20quilombos%2C>>. Acesso em: 23 nov. 2020.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Estatística & Informação – Déficit Habitacional no Brasil – 2015**. Disponível em: <<http://fjp.mg.gov.br/index.php/docman/direi-2018/871-6-serie-estatistica-e-informacoes-deficit-habitacional-no-brasil-2015291118/file>>. Acesso em: 22 jun. 2019.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil – 2021**. Disponível em: <https://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>. Acesso em: 12 nov. 2022.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit Habitacional no Brasil – 2023**. Disponível em: <https://fjp.mg.gov.br/deficit-habitacional-no-brasil/>. Acesso em: 02 abr. 2024.

GAVRAS, Douglas. **Déficit habitacional é recorde no país**. São Paulo: 2019. Disponível em: <<https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2019/01/07/deficit-habitacional-e-recorde-no-pais.htm>>. Acesso em: 27 jun. 2019.

GERHARDT, Tatiana E; SILVEIRA, Denise T. **Métodos de Pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2020.

GHIZELINI, André A. M.; ARAGUÃO, Lucas. **Campesinato e Agricultura Familiar: divergências e convergências para o reconhecimento e fortalecimento da agricultura de base familiar**. Revista de Ciências Sociais. v. 1 n. 23 (2019): Sinais 23/1. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufes.br/sinais/article/view/28030>. Acesso em 23 nov. 2020.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6ª edição. São Paulo: Editora Atlas, 2017. Disponível em:<http://www.uece.br/nucleodelinguasitaperi/dmdocuments/gil_como_elaborar_projeto_de_pesquisa.pdf>. Acesso em: 07 out. 2020.

GONÇALVES, Ricardo F. **Uso Racional da Água em Edificações**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303985016_Uso_racional_da_agua_nas_edificacoes>. Acesso em: 05 abr. 2021.

GRILO JÚNIOR, José A. de S.; VALE, Milton B. do.; VASCONCELOS, Nelson S. de; FREITAS, Jorge P. de; PEDROZA, Francisco de A. **Reuso de Esgotos Domésticos Tratados Para Irrigação de Capim Elefante (Pennisetum Purpureum): Uma Abordagem Parasitológica, Tendo em Vista sua Utilização como Ração Animal**. XVII Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente – ENGEMA. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://engemausp.submissao.com.br/17/anais/arquivos/54.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

HABIS. **Grupo de pesquisa em habitação e sustentabilidade**. Disponível em:<<https://www.iau.usp.br/pesquisa/grupos/habis/index.php/grupo>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

HESPANHOL, Ivanildo. **Potencial de reúso de água no Brasil: Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7. Nº 4. p. 75-95, 2002. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305306332_Potencial_de_Reuso_de_Agua_no_Brasil_Agricultura_Industria_Municipios_Recarga_de_Aquiferos>. Acesso em: 25 jan. 2021.

IBGE. **Censo Demográfico 2000**. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/87/cd_2000_familias_domicilios_amostra.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2019.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: < https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf >. Acesso em: 10 nov. 2022.

IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: < <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/mapas.html?localidade=&recorte=N2>>. Acesso em: 09 abr. 2024.

IBGE. **Quadro Geográfico de Referência para Produção, Análise e Disseminação de Estatísticas**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/apps/quadrogeografico/#/home>>. Acesso em: 09 abr. 2024.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira 2016**. Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv98965.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2019.

IBGE EDUCA. **População Rural e Urbana - 2022**. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html>. Acesso em: 10 nov. 2022.

INSTITUTO MOBILIDADE E DESENVOLVIMENTO SOCIAL – IMDS. Disponível em: <https://imdsbrasil.org/doc/Imds_apresentacao_pobreza_2021_24-06-2022.pdf>. Acesso em: 09 abr. 2024.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL – ITS. Disponível em: <http://www.itsbrasil.org.br/>>. Acesso em: 06 abr. 2021.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL - ITS Brasil. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://itsbrasil.org.br/institucional-tecnologia-social/>. Acesso em: 12 mar. 2024.

INSTITUTO REGIONAL DA PEQUENA AGROPECUÁRIA APROPRIADA – IRPAA. Disponível em: < <https://www.irpaa.org/>>. Acesso em 05 abr. 2021.

IPCC – PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Mudanças climáticas e terras: um relatório especial do IPCC sobre mudanças climáticas, desertificação, degradação da terra, gestão sustentável da terra, segurança alimentar e fluxos de gases de efeito estufa em ecossistemas terrestres - Mudança Climática e Terra: Interações Terra-Clima**. Geneva, 2019. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/srccl/chapter/chapter-2/>>. Acesso em: 15 jan. 2021.

IPEA - INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Atlas da Vulnerabilidade Social. Brasília, 2017.** Disponível em: <http://ivs.ipea.gov.br/index.php/pt/biblioteca>>. Acesso em: 06 abr. 2021.

ITAYAMA, Tomoaki; KIJI, Masato; SUETSUGU, Aya; TANAKA, Nobuyuki; SAITO, Takeshi; IWAMI, Norio; MIZUOCHI, Motoyuki; INAMORI, Yuhei. **On site experiments of the slanted soil treatment systems for domestic gray water.** *Water Sci Technol* 1 May 2006; 53 (9): 193–201. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16841743/>>. Acesso em: 04 out. 2019.

JAPIASSU, Hilton. **Interdisciplinaridade e patologia do saber.** Rio de Janeiro: Imago, 1976. Disponível em: <https://docero.com.br/doc/xv8881> - Acesso em: 20 nov. 2020.

JORDÃO, Eduardo. P.; PESSOA, Constantino. A. **Tratamento de esgotos domésticos.** 6 ed. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/35702025/Tratamento_de_esgotos_domesticos_Eduardo_Pacheco_Jord%C3%A3o_Constantino_Arruda_Pessoa_6a_edi%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 16 fev. 2024.

JORNAL OFICIAL DA UNIÃO EUROPEIA - JO. REGULAMENTO (UE) 2020/741 DO PARLAMENTO EUROPEU E DO CONSELHO de 25 de maio de 2020. **Relativo aos requisitos mínimos para a reutilização da água.** Disponível em: <http://www.vetbiblios.pt/LEGISLACAO_TECNICA/AGUA/Regulamento_2020-741_25-05_05-06.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2020.

KEMAL, Gunes; MASI, Fabio; AYAZ, Selma; TUNCSIPER, Bilal; BESIKTAS, Mehmet. **Domestic wastewater and surface runoff treatment implementations by constructed wetlands for Turkey: 25 years of experience.** *Ecological Engineering*, 2021. doi:10.1016/j.ecoleng.2021.106369. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092585742100224X>>. Acesso em: 6 jul. 2022.

KIPNIS, TOMAZ G.; CASTRO, PAULO B.N. **A relevância do esgotamento sanitário descentralizado e sistemas baseados no manejo do lodo fecal.** Caderno I do Instituto água e saneamento (IAS), outubro de 2020. Disponível em: https://saneamentoinclusivo.org.br/wp-content/uploads/2023/12/SI_Caderno_1_R03.pdf. Acesso em: 23 abr. 2024.

KONRAD, Joice. **O Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR): Agentes, Ações e Desafios no Território da Cidadania Meio Oeste Contestado-SC.** Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente. 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192230>. Acesso em: 12 nov. 2022.

LARIVIERE, Vincent; GINGRAS Yves. **On the relationship between interdisciplinarity and scientific impact.** Journal of the American Society for Information Science and Technology 61(1), 126-131. 2009.
https://www.researchgate.net/publication/45867128_On_the_Relationship_Between_Interdisciplinarity_and_Scientific_Impact - Acesso em: 20 nov. 2020.

LI, Xi; LI Yuyuan; LV, Dianqing; LI, Yong; WU, Jinshui. **Nitrogen and phosphorus removal performance and bacterial communities in a multi-stage surface flow constructed wetland treating rural domestic sewage.** Science of The Total Environment. China, 2019. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.136235. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S004896971936231X>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

LIMA, Máira A. M.; SANTOS, Ana S. P.; REBELO, Anabela.; LIMA, Maria M.; VIEIRA, José M. P. **Water reuse in Brazilian rice farming: Application of semi-quantitative microbiological risk assessment.** Water Cycle, v. 3, p. 56-64. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2022.04.003>. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/78452/1/1-s2.0-S2666445322000071-main.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2024.

LIMA, Máira A. M.; SANTOS, Ana S. P.; VIEIRA, José M. P. **Irrigação com água de reúso no Brasil: aplicação do modelo semiquantitativo de avaliação de risco microbiológico para saúde humana.** Revista Gesta, v. 9, n. 2, p. 71-86. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.9771/gesta.v9i2.45534>. Acesso em: 15 mar. 2024.

LUCENA, Clara Yasmim de Souza; SANTOS, Danilla Joyce Rocha dos; SILVA, Polyana Lorena Santos da; COSTA, Eulália Dantas da; LUCENA, Rebecca Luna. **O reuso de águas residuais como meio de convivência com a seca no semiárido do Nordeste Brasileiro.** Revista de Geociências do Nordeste, v. 4, p. 1-17, 23 maio 2018. Disponível em: <<https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/13321>>. Acesso em: 03 abr. 2021.

LUTTERBECK, Carlos A.; KIST, Lourdes T.; LOPEZ, Diosnel R.; ZERWES, Filipe V.; MACHADO, Ênio L. **Life cycle assessment of integrated wastewater treatment systems with constructed wetlands in rural areas.** Journal of Cleaner Production, 2017. doi:10.1016/j.jclepro.2017.02.024. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652617302287>>. Acesso em: 6 jul. 2022.

LUTTERBECK, Carlos A.; ZERWES, Filipe V.; RADTKE, Júlia F.; KÖHLER, Andreas; KIST, Lourdes T.; MACHADO, Ênio L. **Integrated system with constructed wetlands for the treatment of domestic wastewaters generated at a rural property – Evaluation of general parameters ecotoxicity and cytogenetics.** Ecological Engineering. Santa Cruz do Sul, 2018. doi:10.1016/j.ecoleng.2018.01.004. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925857418300041>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

MA, Y.; ZHAI, Y.; ZHENG, X.; HE, S.; ZHAO, M. **Rural domestic wastewater treatment in constructed ditch wetlands: Effects of influent flow ratio distribution.** Journal of Cleaner Production. China, 2019. doi:10.1016/j.jclepro.2019.03.235. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619309448>>. Acesso em: 6 jul. 2022.

MACEDO, Carla F.; TAVARES, Lúcia H. S. **Eutrofização e Qualidade da água na piscicultura: Consequências e Recomendações.** Universidade Estadual Paulista Bol. INST. PESCA. São Paulo, 2010. Disponível em: <https://www.pesca.sp.gov.br/36_2_149-163rev.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2021.

MACIEL, Sandra M. A.; FARIAS, Everton da S. **O Uso e Reuso da Água nas Escolas Municipais Rurais de Sant'Ana do Livramento: Importantes Dimensões para o Desenvolvimento de Políticas Públicas.** Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: http://www.anpad.org.br/diversos/down_zips/68/2013_EnANPAD_APB1770.pdf. Acesso em: 20 fev. 2020.

MACKINNON, Philip.; HINE, Damian; BARNARD, Ross. **Interdisciplinary science research and education.** Higher Education Research & Development. 2013. DOI:10.1080/07294360.2012.686482. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/263720832_Interdisciplinary_science_research_and_education - Acesso em: 22 nov. 2020.

MAGALHÃES, Kelly A.; COTTA, Rosângela M. M.; MARTINS, Tatiana de C. P.; GOMES, Andréia P.; SIQUEIRA-BATISTA, Rodrigo. **A habitação como determinante social da saúde: percepções e condições de vida de famílias cadastradas no Programa Bolsa Família.** São Paulo, 2013. Artigo Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/sausoc/v22n1/07.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022.

MANGINI, Fernanda N. da R.; MIOTO, Regina C. T. **A interdisciplinaridade na sua interface com o mundo do trabalho.** Rev. katálysis, Florianópolis, v. 12, n. 2, p. 207-215, Dec. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-49802009000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 12 nov. 2020.

MARQUES, Érica. A. T. **Piscicultura e sistema de wetland construída no semiárido: características e potencialidades.** Tese (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Pernambuco. Recife, p.206. 2017. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/28018/1/TESE%20%C3%89rika%20Alves%20Tavares%20Marques.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2020.

MARQUES, Mariana C. H.; SANTOS, Izabela S. dos; LEAL, Giuliana F.; BARROS, Marcos P. F. **TYPHA DOMINGENSIS PERS. (TYPHACEAE): DO ARTESANATO À FITORREMEDIAÇÃO DE AMBIENTES AQUÁTICOS CONTINENTAIS EUTROFIZADOS**. Engenharia & Ciências Ambientais: Contribuições à gestão ecossistêmica. Campos dos Goytacazes, 2019.

DOI: <https://doi.org/10.19180/978-85-99968-58-1.5>.

Disponível em: <https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/livros/article/view/978-85-99968-58-1.5/978-85-99968-58-1.5>. Acesso em: 16 fev. 2024.

MARTINS, Augusto Severo. **Influência de produtos de higiene pessoal e limpeza na concentração de sólidos totais, DBO, DQO, nitrogênio total e fósforo total do esgoto doméstico**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Uberlândia, 2018. Disponível em:

<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21625/1/INFLU%C3%8ANCIA%20DE%20PRODUTOS%20DE%20HIGIENE.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2024.

MAYER, Mateus C.; MEDEIROS, Salomão de S.; BATISTA, Mariana M.; BARBOSA, Rodrigo A.; LAMBAIS, George R.; SANTOS, Silvânia L. dos; HAANDEL, Adrianus van. **Tratamento de esgoto na zona rural visando ao reúso agrícola no semiárido brasileiro**. Revista DAE. São Paulo, 2021. Disponível em:

https://revistadae.com.br/artigos/artigo_edicao_229_n_1946.pdf. Acesso em: 16 fev. 2024.

MENDES, Diana F.; MENDES, Estevane de P. P. **AGRICULTURA FAMILIAR: reflexões teóricas, características e reprodução social das comunidades rurais do município de Catalão (GO)**. Observatorium: Revista Eletrônica De Geografia, V. 14. Uberlândia, 2023. Disponível em:

<https://seer.ufu.br/index.php/Observatorium/article/view/70871>. Acesso em: 02 jun. 2024.

MERRIAM-WEBSTER. Disponível em: <[https://www.merriam-webster.com/dictionary/wetland#:~:text=%3A%20land%20or%20areas%20\(such%20as,Sentences%20Learn%20More%20about%20wetland](https://www.merriam-webster.com/dictionary/wetland#:~:text=%3A%20land%20or%20areas%20(such%20as,Sentences%20Learn%20More%20about%20wetland)>. Acesso em: 20 fev. 2021

MINISTÉRIO DAS CIDADES, **Plano Nacional de Habitação**. Brasília. 2009. Disponível em: <http://www.urbanismo.mppr.mp.br/arquivos/File/Habitacao/Material_de_Apoio/PLANONACIONALDEHABITAO.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2019.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Elaboração de proposta do plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil, 2018**. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/arquivos/resumo_executivo_projettoreuso.pdf. Acesso em: 14 mar. 2022.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Portaria MCID Nº 921, de 19 de Julho de 2023**. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=20/07/2023&jornal=515&pagina=8&totalArquivos=278>. Acesso em: 17 jun. 2024

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MIN. **Programas Ambientais - Monitoramento de Água e Limnologia – PBA 22**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ProjetoRioSaoFrancisco/ArquivosPDF/PBA22.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MIN. **Programas Ambientais - Programa de Apoio às Ações de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - PBA 30**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ProjetoRioSaoFrancisco/ArquivosPDF/PBA30.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2020.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL - MIN. **Programa de Apoio ao Saneamento Básico - PBA 32**. Brasília, 2019. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ProjetoRioSaoFrancisco/ArquivosPDF/PBA32.pdf> >. Acesso em: 23 nov. 2020.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO AGRÁRIO – MDA. **LEI Nº 11.326 DE 24 DE JULHO DE 2006**. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=11326&ano=2006&ato=981MTRU5kMRpWTf02>. Acesso em: 14 mar. 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR. **Programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV)**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/habitacao/minha-casa-minha-vida/programa-minha-casa-minha-vida-mcmv>. Acesso em: 14 nov. 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil 2021**. Secretaria Nacional de Saneamento do Ministério do Desenvolvimento Regional. Brasília-DF. 2021. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/panorama-do-saneamento#:~:text=O%20Panorama%20do%20Saneamento%20B%C3%A1sico,os%20cidad%C3%A3os%20aos%20benef%C3%ADcios%20do>>. Acesso em: 6 jul. 2022.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL – MDR. **Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social**. 2022. Disponível em: http://app.mdr.gov.br/situacao_snhis/src/situacaoSnhis/formSituacoes?view=site. Acesso em: 16 nov. 2022.

MOREIRA, Uelton. S.; GOMES, Almira. F.; ARAÚJO, Uajar. P. **Programa Nacional de Habitação Rural: um estudo no empreendimento Moradia Camponesa, em Anagé-BA**. Santa Maria, 2021. Artigo Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/extensaorural/article/view/43090>. Acesso em: 20 nov. 2022.

MOREIRA, Fernanda. D.; OLIVEIRA DIAS, Edgard. H. **Constructed wetlands applied in rural sanitation: a review**. Environmental Research. Juiz de Fora, 2020. doi:10.1016/j.envres.2020.110016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32768473/>. Acesso em: 6 jul. 2022.

MOURA, Priscila G.; ARANHA, Felipe N.; HANDAM, Natasha B.; MARTIN, Luis E.; SALLES, Maria J.; CARVAJAL, Elvira; JARDIM, Rodrigo; SOTERO-MARTINS, Adriana. **Água de reúso: uma alternativa sustentável para o Brasil**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – ABES, Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/7888VSVHBqZK7Bnz85X5Z8x/#>. Acesso em: 14 mar. 2022.

MONITOR DE SECAS. **Agência Nacional de Águas (ANA)**. Disponível em: <http://monitordesecas.ana.gov.br/>. Acesso em: 02 fev. 2020.

MOORTEL, Annelies M.K. Van de; ROUSSEAU, Diederik P.L.; TACK, Filip M.G.; PAUW, Niels De. **A comparative study of surface and subsurface flow constructed wetlands for treatment of combined sewer overflows: a greenhouse experiment**. Ecological Engineering, v. 35, n. 2, p. 175-183, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecoleng.2008.08.015>. Acesso em: 04 out. 2019.

MOTA, Francisco S. B.; VON SPELING, Marcos. **Nutrientes de esgoto sanitário: utilização e remoção**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/prosab5_tema_2.pdf. Acesso em: 06 jul. 2019.

NASCIMENTO, Lucas M. dos S.; ZABLONSKY, Joana R.; SILVA, Davi P. da; MARCONDES, Naiury da S.; SOUZA, Barbara L. P. de. **Construção e caracterização microbiológica de dois sistemas wetlands em escala piloto aplicados ao tratamento de efluente doméstico**. Revista Mundi Saúde e Biológicas. Curitiba, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355069675_construcao_e_caracterizacao_microbiologica_de_dois_sistemas_wetlands_em_escalapiloto_aplicados_ao_tratamento_de_efluente_domestico. Acesso em: 6 jul. 2022.

NUVOLARI, Ariovaldo. **Esgoto Sanitário: Coleta, Transporte, Tratamento e Reúso Agrícola**. Ed. Blucher, 2ª Ed. São Paulo, 2011.

OKAMURA, Keisuke. **Interdisciplinarity revisited: evidence for research impact and dynamism**. Palgrave Commun 5, 141. 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41599-019-0352-4>. Acesso em: 23 nov. 2020.

OLIVEIRA, Gabriel A. S.; KARNOPP, Erica. **A política habitacional brasileira e a habitação rural: um estudo preliminar sobre Santa Cruz do Sul, RS.** Santa Cruz do Sul, 2015. Artigo Disponível em: <<https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/download/13318/2484>>. Acesso em: 01 jul. 2019.

OLIVEIRA, Lúcia M.S. R. de.; MOREIRA, Márcia B. **Da Disciplinaridade para a Interdisciplinaridade: Um Caminho a Ser Percorrido pela Academia.** Revista de Educação do Vale do São Francisco - REVASF, 2017. Disponível em: <http://periodicos2.univasf.edu.br/index.php/revasf/article/view/1006/666>. - Acesso em: 20 nov. 2020.

OLIVEIRA, Pedro C. P. de; GLOAGUEN, Thomas V.; GONÇALVES, Roberta A. B.; SANTOS, Dionei L. **Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado.** Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 17, n. 8, p. 861-867, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-4366201300080010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 21 fev. 2020.

OLIVEIRA, Yasmim. **Faltam recursos e arquitetura adequada em programa de moradia rural.** Jornal da USP. São Paulo: 2019. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-humanas/faltam-recursos-e-arquitetura-adequada-em-programa-de-moradia-rural/>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

PAOLI, André C. de; SPERLING, Marcos Von. **Avaliação das condições hidrodinâmicas de wetlands de escoamento horizontal subsuperficial (unidades plantada e não plantada).** Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais. Salvador, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/294738601_avaliacao_das_condicoes_hidrodinamicas_de_wetlands_de_escoamento_horizontal_subsuperficial_unidades_plantada_e_nao_plantada>. Acesso em: 6 jul. 2022.

PARLAMENTO EUROPEU. **Novas regras para reutilização da água na irrigação agrícola.** Bruxelas, 2020. Disponível em: <<https://www.europarl.europa.eu/news/pt/press-room/20200512IPR78921/pe-aprova-novas-regras-para-reutilizacao-da-agua-na-irrigacao-agricola>>. Acesso em: 13 fev. 2021.

PEIXOTO, Elza M. de M. **Interdisciplinaridade e análise da produção científica: apontamentos a partir da concepção materialista e dialética da história.** Filosofia e Educação 5(2):120-165. 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326698863_Interdisciplinaridade_e_analise_e_da_producao_cientifica_apontamentos_a_partir_da_concepcao_materialista_e_dialectica_da_historia> - Acesso em: 19 nov. 2020.

PNAD - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. **População residente, por situação do domicílio e sexo, segundo os grupos de idade - Brasil – 2015**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html?=&t=resultados>. Acesso em: 10 nov. 2022.

PRODANOV, Cleber C.; FREITAS, Ernani C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Novo Hamburgo: Ed. Universidade Feevale, 2013.

PROGRAMA DE DESENVOLVIMENTO DO SETOR ÁGUAS - INTERÁGUAS. **Elaboração de proposta de plano de ações para instituir uma política de reúso de efluente sanitário tratado no Brasil**. Produto III – Critérios de qualidade de água. 2018. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/interaguas/MCID_Reuso_Produto3-CriteriosdeQualidadedaAguadeReuso.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2021.

PUERTO, Ismael L. V.; ARREDONDO, Mauricio R.; YAVARA, Wladimir C.; TORRES, Bernardo T. A. **Evaluación de materiales filtrantes para el reúso en agricultura de aguas residuales tratadas provenientes de zonas áridas**. Ciencia e Ingeniería Neogranadina, 26 (1). Cundinamarca, pp.5-19, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/cein/v26n1/v26n1a01.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2020.

QUEVEDO, Claudia M. G. de; PIVELI, Roque P.; PAGANINI, Wanderley da S. **A contribuição das frações de fósforo nos esgotos sanitários**. 2017, Anais. São Paulo: ABES, 2017. Disponível em: http://www.evolvedoc.com.br/aesabesp/detalhes-2643_a-contribuicao-das-fracoes-de-fosforo-nos-esgotos-sanitarios. Acesso em: 14 abr. 2024.

RAPOPORT, Amos. **House, Form and Culture**. Milwaukee, 1969. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/qdownload/house-form-and-culture-pdf-free.html>. Acesso em: 11 nov. 2022.

RAPOPORT, Amos. **Cultura, Arquitectura y Diseño**. Barcelona, Espanha: Universitat Politècnica de Catalunya, 2003. Disponível em: https://www.athuar.uema.br/wp-content/uploads/2018/01/Cultura_arquitectura_y_diseno._Amos_Rapo.pdf . Acesso em: 11 nov. 2022.

REBELO, Anabela.; QUADRADO, Maria; FRANCO, A.; LACASTA, N.; MACHADO, P. **Water reuse in Portugal: New legislation trends to support the definition of water quality standards based on risk characterization**. Water Cycle, v. 1, p. 41-53. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.watcyc.2020.05.006>. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/342293057_Water_reuse_in_Portugal_New_legislation_trends_to_support_the_definition_of_water_quality_standards_based_on_risk_characterization. Acesso em: 10 abr. 2024.

REGULAMENTO (UE) 2020/741. **Estabelece requisitos mínimos para a qualidade da água e a respetiva monitorização e disposições sobre a gestão dos riscos, para a utilização segura da água para reutilização no contexto da gestão integrada da água.** Bélgica, 2020. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020R0741>. Acesso em 19 abr. 2024

RODRIGUEZ, Angel S. C. e INO, Akemi. **Qualidade da habitação rural no PNHR/PMCMV nos assentamentos de reforma agrária do estado de São Paulo: casos: Florestan Fernandes, Dona Carmem e Boa Esperança.** 2015, Anais. São Carlos: IAU-USP, 2015. Disponível em: http://www.iau.usp.br/posgrad/images/Seminario_Acompanhamento/Anais_%20II_SeminarioAcompanhamentoPosIAUUSP.pdf. Acesso em: 10 nov. 2022.

RODRIGUEZ, Angel S. C.; INO, Akemi. **A CASA CAMPONESA: Adequação do PNHR nos assentamentos de reforma agrária no estado de São Paulo.** In: XVIII ENANPUR. 2019. Anais [...] Natal, 2019. 26 p. Disponível em: <http://anpur.org.br/xviiienanpur/anaisadmin/capapdf.php?reqid=1046>. Acesso em: 7 abr. 2020.

RODRIGUEZ, Angel S. C. **Qualidade da habitação nos assentamentos rurais no PNHR/PMCMV do estado de São Paulo. Casos: Florestan Fernandes, Dona Carmem e Boa Esperança.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016. doi:10.11606/D.102.2016.tde-30062016-115312. Acesso em: 18 jun. 2019.

SALATI, Eneas. **Controle de Qualidade da Água Através de Sistemas de Wetlands Construídos.** Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro, p.19, 2012. Disponível em: <<https://tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2016/03/Controle-de-qualidade-de-%C3%A1gua-atrav%C3%AAs-de-sistemas-Wetlands-constru%C3%ADdos.pdf>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

SANDRI, Delvio. **Irrigação da cultura da alface com água residuária tratada com leitos cultivados com macrofita.** Tese (Faculdade de Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p.186, 2003. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257649>>. Acesso em: 20 fev. 2020.

SANTOS, Ana S. P.; GONÇALVES, Ricardo F.; MELO, Marília C.; LIMA, Máira A. M.; ARAUJO, Bruna M. **Uma análise crítica sobre os padrões de qualidade de água de uso e de reuso no Brasil.** Sustinere, v. 8, p. 437-462, 2020. <https://doi.org/10.12957/sustinere.2020.48976>. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/sustinere/article/view/48976>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SANTOS, Ana S. P.; VIEIRA, José M. P. **Reúso de água para o desenvolvimento sustentável: aspectos de regulamentação no Brasil e em Portugal**. Revista Gestta, v. 8, n. 1, p. 50-68. 2020. <https://doi.org/10.9771/gesta.v8i1.36462>. Disponível em: <https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/36462/21648>. Acesso em: 10 abr. 2024.

SANTOS, Andreia V.; SILVA, Marcos Aurélio S. da. **Avaliação de Características Habitacionais de Domicílios Rurais em Recortes Territoriais Sergipanos**. Rev. Econ. Sociol. Rural, Brasília, v. 54, n. 1, p. 109-130, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-20032016000100109&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 01 jul. 2019.

SANTOS, Humberto G. dos; JACOMINE, Paulo K. T.; ANJOS, Lúcia H. C. dos; OLIVEIRA, Virlei Á. de; LUMBRERAS, José F.; COELHO, Maurício R.; ALMEIDA, JAIME Antônio de; ARAÚJO FILHO, José C. de; OLIVEIRA, João B. de; CUNHA, Tony J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Embrapa Solos - Livro técnico (INFOTECA-E) – 5. ed., rev. e ampl. Brasília, 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1094003>. Acesso em: 06 abr. 2021.

SANTOS, Jeferson G. dos; PIVELI, Roque P.; CAMPOS, Fábio.; SUNDEFELD, Gilberto.; SOUSA, Thaila S.; CUTOLO, Silvana A. **Análise Parasitológica em Efluentes de Estações de Tratamento de Águas Residuárias**. Revista de Patologia Tropical / Journal of Tropical Pathology, 41(3), 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/rpt.v41i3.20752>. Acesso em: 15 fev. 2020.

SANTOS, Soraia C. dos; COSTA, Silvia K. **Arquitetura vernacular ou popular brasileira: conceitos, aspectos construtivos e identidade cultural local**. Artigo Disponível em: <<https://doi.org/10.5752/P.2316-1752.2017v24n35p218>>. Acesso em: 06 jul. 2019.

SANTOS, Suellen N.; SILVA, Neuza M.; REIS, Lilian P. C.; SILVA, Maristela S. **Interface entre o Projeto de Implementação do PNHR nos Municípios de Guiricema e São Miguel do Anta-MG e a Realidade das Famílias Contempladas**. Oikos: Revista Brasileira de Economia Doméstica, Viçosa, 2015. Artigo Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/oikos/article/view/3698/1966>. Acesso em: 16 nov. 2022.

SANTOS E SANTOS, Maria C. dos. **COMUNIDADES DE FUNDOS DE PASTO DO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO - BAHIA: O Desafio para Permanência e Uso Sustentável das Terras Tradicionalmente Ocupadas**. Disponível em: http://www.pgextensaorural.univasf.edu.br/wp-content/uploads/2019/09/Disserta%C3%A7%C3%A3o_Maria_Candida_2019.pdf. Acesso em: 20 mar. 2024.

SARTOR, Daniela; MOTTA, Janieli A. M.; MEDEIROS, Raphael C.; DECEZARO, Samara T. - **Dimensionamento e avaliação de wetland construído utilizado para tratamento de efluente doméstico em área rural: um estudo de caso**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais. Aracaju, 2021. doi: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.006.0024>. Disponível em: <<https://www.sustenere.co/index.php/rica/article/view/5769>>. Acesso em: 07 jul. 2022.

SASOP - SERVIÇO DE ASSESSORIA A ORGANIZAÇÕES POPULARES RURAIS. Disponível em: <<https://sasop.org.br/>>. Acesso em 05 abr. 2021.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL – SDR/Bahia 2015. Disponível em: http://www.portalsdr.ba.gov.br/intranetsdr/model_territorio/Arquivos_pdf/Perfil_Sert%C3%A3o%20do%20S%20Francisco.pdf. Acesso em: 23 abr. 2024.

SEI – SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Salvador, 2024. Disponível em: https://sei.ba.gov.br/images/informacoes_por/territorio/indicadores/pdf/sertaodosoafrancisco.pdf: 30 abr. 2024.

SEMACE. Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Ceará. **Resolução Coema Nº02, de 02 de fevereiro de 2017**. Disponível em: <https://www.semace.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/46/2019/09/COEMA-02-2017.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2024.

SEZERINO, Pablo H.; BENTO, Alessandra P.; DECEZARO, Samara T.; MAGRI, Maria E.; PHILIPPI, Luiz S. **Experiências brasileiras com wetlands construídos aplicados ao tratamento de águas residuárias: parâmetros de projeto para sistemas horizontais**. Engenharia Sanitaria e Ambiental. Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/esa/a/8zwy5WwwLZVxRk5btDHDmK6/?lang=pt>>. Acesso em: 6 jul. 2022.

SEZERINO, Pablo H; PELISSARI, Catiane (organizadores). **Wetlands Construídos como Ecotecnologia para o Tratamento de Águas Residuárias: Experiências Brasileiras**. Curitiba: Brazil Publishing, 2021. Disponível em: <<https://gesad.ufsc.br/files/2021/02/E-book-WETLANDS-BRASIL-Experi%C3%Aancias-Brasileiras-1.pdf>>. Acesso em 15 mar. 2021.

SEZERINO, Pablo H.; PHILIPPI, Luiz. S. **Aplicação de sistemas tipo wetlands no tratamento de águas residuárias: utilização de filtros plantados com macrófitas**. Florianópolis: São Paulo: Ed. do Autor, 2004.

SILVA, Cecília M. G. **Habitação rural: uma luta por cidadania**. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2014. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16139/tde-25072014-091102/publico/ME_CECILIA_GRAZIANO.pdf. Acesso em: 10 nov. 2022.

SILVA, Jorge; TORRES, Patricia; MADERA, Carlos. **Reuso de águas residuais domésticas em agricultura**. Una revisión Agron. Bogotá , v. 26, n. 2, p. 347-359, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000200020&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 21 fev. 2020.

SILVA, Juniele M. **AS ESTRATÉGIAS DE REPRODUÇÃO SOCIAL DOS AGRICULTORES FAMILIARES DAS COMUNIDADES RURAIS DO MUNICÍPIO DE CATALÃO (GO)**. Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Presidente Prudente. Presidente Prudente, 2015. Disponível em: https://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/15/dr/juniele_martins.pdf. Acesso em: 01 jun. 2024.

SILVA, Roberto M. A. da. **Entre dois paradigmas: combate à seca e convivência com o semi-árido**. Sociedade e Estado, Brasília, v. 18, n. 1/2, p. 361-385, jan./dez. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/se/a/P7t9S99gxSqYsNbSDVHLc9k/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 14 abr. 2024.

SILVA, Roberto M. A. da; AQUINO, Joacir R. de; COSTA, Fernando B.; NUNES, Emanuel M. **Características produtivas e socioambientais da agricultura familiar no Semiárido brasileiro: evidências a partir do Censo Agropecuário de 2017**. Desenvolvimento e Meio Ambiente. Paraná, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/347452693_Caracteristicas_produtivas_e_socioambientais_da_agricultura_familiar_no_Semiarido_brasileiro_evidencias_a_partir_do_Censo_Agropecuario_de_2017. Acesso em: 14 mar. 2024.

SILVA, Silmara S.; COTO Gabriela C. **Redes Públicas de Cooperação e o Desenvolvimento Local: a experiência do Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR) no Alto Vale do Itajaí**. Florianópolis, 2015. Artigo Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/adm/article/view/2175-8077.2015v17nespp165>. Acesso em: 16 nov. 2022.

SILVA, Wagner R. **Construção da interdisciplinaridade no espaço complexo de ensino e pesquisa**. 2001. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cp/v41n143/a13v41n143.pdf> >. Acesso em: 20 nov. 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS - **Diagnóstico Anual de Água e Esgoto 2021 (ano de referência 2020)**. Brasília, 2021. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnosticos/agua-e-esgotos>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

SOUZA, Ligia da P.; XAVIER, Bárbara V. M. P.; BATISTA, Rafaella F.; SANTOS, Rômulo R. F. dos. **Dimensionamento de um sistema wetlands construídos de fluxo horizontal para tratamento do efluente de uma residência rural.** Anais do XVII Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e V Fórum Latino-Americano de Engenharia e Sustentabilidade. João Pessoa, 2019. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/emeeamb/156634-dimensionamento-de-um-sistema-wetlands-construidos-de-fluxo-horizontal-para-tratamento-do-efluente-de-uma-residen>>. Acesso em: 6 jul. 2022.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 18 jan. 2020.

TCHANG, Valérie, **La phytoremédiation des sols dans le sertão brésilien. faculté des sciences université de sherbrooke.** Montréal, Canada, 2018. Disponível em: <https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/14079/Tchang_Valerie_MEI_2018.pdf?sequence=1>. Acesso em: 07 out. 2019.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-Ação.** Editora Cortez. São Paulo, 2011.

TOLEDO, Renata F. De; JACOBI, Pedro R. **Pesquisa-Ação e Educação: Compartilhando Princípios na Construção de Conhecimentos e no Fortalecimento Comunitário para o Enfrentamento de Problemas.** Campinas, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/es/a/GQXTGfPMhWpFktxq8dLW6ny/abstract/?lang=pt#>. Acesso em: 04 jun. 2024

TONDOLO, Rosana R. P.; Augustin, Roberta. **O papel dos laços sociais na constituição do capital social.** En Contribuciones a las Ciencias Sociales. Málaga, 2012. Disponível em: https://www.eumed.net/rev/cccss/22/constitucion_capital_social.html. Acesso em: 11 nov. 2022.

TONETTI, Adriano L.; FIGUEIREDO, Isabel C.S.; MADRID, Francisco J.P.L.; MAGALHÃES, Taína M; MIYAZAKI, Caroline K. **Cost confrontation study for decentralized wastewater treatment: When to adopt a cluster or onsite system?** Int. J. Environ. Sci. Technol. 19, 3529–3538 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03327-w>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-021-03327-w>. Acesso em: 23 de abr. 2024.

VARMA, Mahesh; GUPTA, Ashok K.; GHOSAL, Partha S.; MAJUMDER, Abhradeep. **A review on performance of constructed wetlands in tropical and cold climate: Insights of mechanism, role of influencing factors, and system modification in low temperature.** Science of the Total Environment, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142540>. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720360691?via%3Dihub>>. Acesso em: 6 jul. 2022.

VILLA, Simone B.; ORNSTEIN, Sheila W. (Org.) **Qualidade ambiental na habitação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/354845341_Breve_apresentacao_do_livro_Qualidade_Ambiental_na_Habitacao_Avaliacao_Posocupacao_Sao_Paulo Editora Oficina de Textos 2013. O livro uma coletânea de diversas experiências de APO aplicadas na habitacao. Acesso em: 10 nov. 2022.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à Qualidade de Água e ao Tratamento de Esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental - UFMG, 2005.

VYMAZAL, Jan; KROEPFELOVÁ, Lenka. **Wastewater Treatment in Constructed Wetlands with Horizontal Sub-Surface Flow**. Environmental pollution, v. 14. Praga, p.566, 2008. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-1-4020-8580-2>. Acesso em: 15 mar. 2021.

WAGNER, Caroline S.; ROESSNER, J. David; BOBB, Kamau; KLEIN, Julie Thompson; BOYACK, Kevin W.; KEYTON, Joann; RAFOLS, Ismael; BÖRNER, Katy. **Approaches to understanding and measuring interdisciplinary scientific research (IDR): A review of the literature**. Journal of Informetrics, Volume 5, Issue 1, 2011, Pages 14-26 ISSN 1751-1577. 2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751157710000581>. Acesso em: 20 nov. 2020.

WETLANDS BRASIL. **Dimensionamento de Wetlands Construídos no Brasil. Documento de Consenso Entre Pesquisadores e Praticantes**. Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias. Publicação online Boletim Wetlands Brasil – Edição Especial. Florianópolis, p. 65, 2018. Disponível em: <https://gesad.paginas.ufsc.br/files/2019/05/Boletim-Wetlands-Brasil-Edi%C3%A7%C3%A3o-Especial-Dimensionamento-de-Wetlands-Constru%C3%ADdos-no-Brasil-von-Sperling-Sezerino-2018-3.pdf>. Acesso em 15 mar. 2021.

WETLANDS CONSTRUÍDOS. **Wetlands para tratamento de esgotos: uma solução para efluentes sanitários**. Equipe Wetlands, 15 de Nov. de 2019. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://www.wetlands.com.br/post/wetlands-para-tratamento-de-esgotos-uma-solucao-para-efluentes-sanitarios>. Acesso em: 19 nov. 2020.

WETLANDS CONSTRUÍDOS. **Desmistificando os wetlands construídos**. Equipe Wetlands, 19 de Mar. de 2020. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://www.wetlands.com.br/post/desmistificando-os-wetlandsconstru%C3%ADdos>. Acesso em: 6 jul. 2022.

WWF – BRASIL. **Convenção de Ramsar tenta proteger o elemento essencial da vida na Terra**. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/wwf_brasil/?43402/Conveno-de-Ramsar-tenta-proteger-o-elemento-essencial-da-vida-na-Terra>. Acesso em: 03 abr. 2021.

YANG, Longjian; LI, Xiangyu; XU, Kaiqin; BEI, Ke; ZHENG, Xiangyong; LU, Shiwen; NA, Ning; ZHAO, Jinshan; JIN, Zhan. **Application of constructed wetlands in treating rural sewage from source separation with high-influent nitrogen load: a review**. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2021. doi:10.1007/s11274-021-03105-3. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34278536/>>. Acesso em: 5 jul. 2022.

ANEXO A – Comprovante de aprovação do projeto pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro Universitário do São Francisco (UNIRIOS)



PAREÇER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: UM OLHAR SOBRE AS MORADIAS E O REÚSO DE ÁGUAS TRATADAS PELO SISTEMA WETLAND NA PERSPECTIVA DA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO DO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO BAIANO

Pesquisador: FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 48203421.2.0000.8168

Instituição Proponente: UNIVASF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.275.515

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas no campo "Apresentação do projeto" foram retiradas do arquivo de Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_17831101886470_E1, de 22/02/2022) e/ou Projeto Detalhado: RESUMO, DESENHO DO ESTUDO, OBJETIVOS E METODOLOGIA.

Trata-se de uma pesquisa que busca investigar as características das moradias rurais do Território do São Francisco Baiano, bem como realizar uma análise microbiológica, química e física dos efluentes domésticos tratados pelo sistema Wetland Construído.

A técnica de coleta de dados utilizada para a compreensão das características das moradias rurais do Território do São Francisco Baiano será a de Observação Direta, através da realização de entrevistas e do preenchimento de formulários.

Tendo como fonte financiadora o próprio pesquisador.

Objetivo da Pesquisa:

As informações elencadas no campo "Objetivo da Pesquisa" foram retiradas do arquivo de Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_17831101886470_E1, de 22/02/2022) e/ou Projeto Detalhado: OBJETIVOS.

Endereço: Av. Venâncio José Martins, 1000, Bloco B, 2º andar, Perpétuo Socorro	
Bairro: CENTRO	CEP: 48.901-180
UF: BA	Município: PAULO AFONSO
Telefone: (76)3801-4776	E-mail: cep@unirios.edu.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
RIO SÃO FRANCISCO -
UNIRIOS**



Ordemação do Ponor: 8.275.618

Objetivo Primário:

Analisar as moradias do Território do Serião do São Francisco Baiano na perspectiva da convivência com o semiárido e suas implicações no uso das tecnologias sociais de tratamento e reúso de águas residuais domésticas.

Objetivos Secundários:

- a) Fazer o levantamento da tipologia construtiva das moradias rurais dos agricultores familiares do Território do Serião do São Francisco Baiano;
- b) Identificar os elementos arquitetônicos e/ou construtivos a serem considerados em propostas de habitações na perspectiva da convivência com o semiárido;
- c) Montar um protótipo do sistema wetland construído para o tratamento do efluente total residencial de uma unidade familiar no Centro de Formação do IRPAA Dom José Rodrigues em Juazeiro - BA;
- d) Montar um protótipo do sistema wetland construído para o tratamento das águas escuras (excetuando o efluente do(s) vaso(s) sanitário(s)) na Escola Familiar Agrícola de Sobradinho - BA;
- e) Avaliar em laboratório os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água tratada pelos dois sistemas wetland construído na perspectiva da sua utilização na irrigação e produção de forragem;
- f) Trabalhar a partir de processos formativos e de atividades socioeducativas, os aspectos técnicos e culturais do reúso das águas tratadas junto aos estudantes da EFAS - Escola Familiar Agrícola de Sobradinho - BA e do Centro de Formação do IRPAA Dom José Rodrigues em Juazeiro - BA;
- g) Produzir e validar uma cartilha com informações claras e simplificadas de como os próprios agricultores familiares podem montar, de forma barata e artesanal, um Sistema Wetland Construído.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

As informações elencadas no campo "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo de Informações Básicas da Pesquisa (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_17331101895470_E1, de 22/02/2022) e/ou Projeto Detalhado: METODOLOGIA.

Endereço: Av. Visconde José Moreira, 1606, Bloco B, 3º andar, Perpétuo Socors
 Bairro: CENTRO CEP: 48.801-180
 UF: BA Município: PAULO AFONSO
 Telefone: (78)3661-0778 E-mail: cep@unirios.edu.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
RIO SÃO FRANCISCO -
UNIRIOS**



Ordemação do Protocolo: 8.275.618

RISCO:

O autor informa que, como esta pesquisa necessita da realização de entrevistas e do preenchimento do formulário junto a 50 (cinquenta) entrevistados, entende que existe a possibilidade dos seguintes riscos imediatos e/ou posteriores pela participação dos referidos entrevistados na pesquisa aqui proposta:

- a) Invasão da privacidade;
- b) Discriminação e estigmatização a partir do conteúdo revelado;
- c) Tomar o tempo do sujeito ao responder a entrevista e preencher o formulário;
- d) Divulgação de imagem (imagem ou registros fotográficos).

Diante da possibilidade dos riscos acima elencados, afirma que serão tomadas as seguintes medidas a fim de evitar e/ou minimizar tais riscos:

- a) Garantir o acesso aos resultados individuais e coletivos;
- b) Minimizar desconfortos, garantindo total reserva e liberdade para não responder questões constrangedoras;
- c) Estar atento aos sinais verbais e não verbais de desconforto;
- d) Assegurar a confidencialidade e a privacidade, a proteção de imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico – financeiro;
- e) Garantir que os sujeitos da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano previsto ou não no termo de consentimento e resultado de sua participação, além do direito à assistência integral, têm direito à indenização;
- f) Garantir a divulgação pública dos resultados;
- g) Garantir que sempre serão respeitados os valores culturais, sociais, morais, religiosos e éticos, bem como os hábitos e costumes quando as pesquisas envolverem comunidades;

Em função do estado de pandemia da Covid-19 em que o Brasil e o mundo ainda estão vivendo, o pesquisador/entrevistador irá tomar todas as medidas de proteção necessárias visando evitar e ou minimizar o risco de contágio pela covid-19 durante a realização da pesquisa de campo, neste contexto, o pesquisador/entrevistador se compromete a só iniciar as referidas atividades de campo (entrevistas e preenchimento do formulário) após estar devidamente vacinado. O mesmo se

Endereço: Av. Visconde José Moreira, 1808, Bloco B, 3º andar, Perpétuo Socorro
Bairro: CENTRO CEP: 48.801-180
UF: BA Município: PAULO AFONSO E-mail: cep@unirios.edu.br
Telefone: (78)3661-0778

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
RIO SÃO FRANCISCO -
UNIRIOS**



Ordemação do Protocolo: 8.275.618

compromete ainda, a utilizar EPI apropriado visando evitar qualquer tipo de contágio durante a realização dos mencionados trabalhos de campo.

Reforça-se mais uma vez que os questionamentos a serem realizados serão apenas no sentido de buscar entender, como se dá a escolha do(a): Layout das moradias (quantidade e tipos de ambientes priorizados); Critério(s) para a implantação da moradia no terreno; Critério(s) de escolha dos materiais e técnicas construtivas utilizadas nas construções das respectivas moradias. Também serão realizados questionamentos relacionados à existência ou não de conhecimento por parte dos entrevistados relativo ao uso de águas residuais na irrigação dos quintais produtivos.

BENEFÍCIOS:

Esperamos que os benefícios desta pesquisa sejam os melhores possíveis, tendo em vista que, conhecendo e compreendendo os principais condicionantes arquitetônicos utilizados durante o processo de concepção e construção de moradias rurais do território, poderemos a partir da publicação de artigos específicos, contribuir com dados relevantes para a proposição de políticas públicas relacionadas às moradias no meio rural, como por exemplo, o Programa Nacional de Habitação Rural - PNHR.

Esperamos ainda, através da apropriação da Tecnologia Social de tratamento das águas residuais domésticas pelo Sistema Wetland Construído – SWC, contribuir no sentido através de mitigar os impactos da escassez hídrica vivida pelos agricultores familiares do Sertão do São Francisco Baiano.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um Projeto de Tese apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, Campus Juazeiro - BA, como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT), em Nível Doutorado Profissional.

É um estudo nacional, de importância regional, cuja pesquisa de caráter acadêmico é para a obtenção do título de Doutor. A proposta da pesquisa se dará através da pesquisa quali-quantitativa, associada à dimensões práticas e teóricas envolvidas, demandando a utilização das duas abordagens, que poderão e deverão se complementar.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Endereço: Av. Vinte e Nove de Abril, 1600, Bloco B, 3º andar, Paripatã Soares
Bairro: CENTRO CEP: 48.801-180
UF: BA Endereço: PAULO AFONSO
Telefone: (78)3661-0778 E-mail: cep@unirios.edu.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
RIO SÃO FRANCISCO -
UNIRIOS**



Ordemação do Parecer: 8.275.618

Recomendações:

Vide campo "Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações"

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Trata-se de análise de emenda ao parecer aprovado nº 4.844.301 emitido pelo CEP em 13/08/2021.

Com base na análise da emenda do projeto intitulado "UM OLHAR SOBRE AS MORADIAS E O REÚSO DE ÁGUAS TRATADAS PELO SISTEMA WETLAND NA PERSPECTIVA DA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO DO BERTÃO DO SÃO FRANCISCO BAIANO", submetido em 22/02/2022.

Em apreciação da justificativa da prorrogação do período de coleta de dados e alteração do tamanho da população de estudo por meio da "emenda" apresentada pelo pesquisador, a este Comitê de ética, o presente trabalho adequa-se as normativas éticas vigentes na resolução 466/12 e suas complementares.

Considerações Finais e critério do CEP:

Resalta-se que cabe ao pesquisador responsável encaminhar os relatórios da pesquisa, por meio da Plataforma Brasil, via notificação do tipo "relatório" para que sejam devidamente apreciadas no CEP, conforme Resolução CNS nº 466/12, Item XI.2.d e Resolução CNS nº 510/16, art. 28, Item V.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_186547_0_E1.pdf	22/02/2022 14:20:50		Acolto
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	22/02/2022 14:20:21	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Acolto
Outros	DISPENSADACARTADEANUENCIA.pdf	16/02/2022 12:29:27	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Acolto
Outros	CurriculoHolder.pdf	16/02/2022 12:28:58	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Acolto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETODEPEQUISA.pdf	16/02/2022 12:25:51	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Acolto
Outros	CurriculoFabio.pdf	16/02/2022 12:24:58	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Acolto

Endereço: Av. Visconde José Moreira, 1806, Bloco B, 3º andar, Perpétuo Socorro

Bairro: CENTRO CEP: 48.801-180

UF: BA Município: PAULO AFONSO

Telefone: (75)3661-0778

E-mail: cep@unirios.edu.br

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO
RIO SÃO FRANCISCO -
UNIRIOS**



Ordemação do Parecer: 8.275.618

Outros	FORMULARIODEPESQUISA.pdf	26/08/2021 11:27:45	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Aceito
Outros	ROTEIRODEENTREVISTA.pdf	26/08/2021 11:28:04	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	26/08/2021 11:28:13	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	13/04/2021 09:55:40	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DECLARACAODOPEQUISADOR.pdf	13/04/2021 09:15:48	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Aceito
Folha de Rosto	FolhadedeRosto.pdf	13/04/2021 09:52:28	FABIO JOSE DE MATOS BARBOSA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Aprovação da CONEP:

Não

PAULO AFONSO, 07 de Março de 2022

Assinado por:
KATIA CILENE DA SILVA FELIX
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Visconde José Moreira, 1800, Bloco B, 3º andar, Perpétuo Socorro
Bairro: CENTRO CEP: 46.801-190
UF: BA Município: PAULO AFONSO
Telefone: (75)3621-0778 E-mail: cnp@unirios.edu.br

**ANEXO B – Planilha de custos para montagem do protótipo do sistema
Wetland construído de fluxo subsuperficial horizontal para tratamento do
esgoto total da residência unifamiliar localizada no Centro de Formação Dom
José Rodrigues em Juazeiro-BA**

OBJETO: MONTAGEM E OPERAÇÃO DO PROTÓTIPO PARA TRATAMENTO DO ESGOTO TOTAL					Data: MAI.22
LOCAL: Centro de Formação Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA					
ITEM	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	PREÇO UNIT(R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1.0	Administração da montagem				R\$ 150,00
1.1	Combustível	verba	1,00	R\$ 150,00	R\$ 150,00
1.2					
1.3					
2.0	Serviços Preliminares				R\$ -
2.1	Limpeza do terreno	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.2	Escavação do terreno	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.3	Fabricação da fossa e do filtro aeróbico	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.3	Montagem das tubulações e colocação da lona	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.5					
2.6					
3.0	Materiais diversos				R\$ 2.395,00
3.1	Bombona de 220 litros	und	2,00	R\$ 200,00	R\$ 400,00
3.2	Bombona de 80 litros	und	1,00	R\$ 70,00	R\$ 70,00
3.3	Caixa de gordura em PVC	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.4	Caixa de inspeção (passagem) em PVC	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.5	Conexões e tubos de PVC	verba	1,00	R\$ 245,00	R\$ 245,00
3.6	Lona plástica branca de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 300 micras	verba	1,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00
3.7	Britas de 19mm	m³	8,00	R\$ 160,00	R\$ 1.280,00
3.8	Mudas da Taboa	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.9	Caixa D'água de 2000 Litros (reservatório)	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.10	Bomba D'água para retirada da água do reservatório	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.11	Instalações elétricas da Bomba D'água	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.12	Tela para cercamento da área do sistema	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.13	Estroncas de madeira para cercamento da área do sistema	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.14	Hidrômetro	verba	1,00	R\$ 120,00	R\$ 120,00
3.15					
3.16					
	TOTAL GASTO PELO PESQUISADOR PARA MONTAGEM DESTE PROTÓTIPO				R\$ 2.545,00

**ANEXO C – Planilha de custos para montagem do protótipo do sistema
Wetland construído de fluxo subsuperficial horizontal para tratamento de
águas na Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA**

OBJETO: MONTAGEM E OPERAÇÃO DO PROTÓTIPO PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS					Data: Jun/22
LOCAL: Escola Família Agrícola de Sobradinho-BA					
ITEM	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	PREÇO UNIT(R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1.0	Administração da montagem				R\$ 250,00
1.1	Combustível	verba	1,00	R\$ 250,00	R\$ 250,00
1.2					
1.3					
2.0	Serviços Preliminares				R\$ -
2.1	Limpeza do terreno	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.2	Escavação do terreno	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.3	Montagem das tubulações e colocação da lona	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.3					
2.5					
3.0	Materiais diversos				R\$ 2.115,00
3.1	Caixa de gordura em PVC	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.2	Caixa de inspeção (passagem) em PVC	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.3	Conexões e tubos de PVC	verba	1,00	R\$ 195,00	R\$ 195,00
3.4	Lona plástica branca de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 300 micras	verba	1,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00
3.5	Britas de 19mm	m³	8,00	R\$ 190,00	R\$ 1.520,00
3.6	Mudas da Taboa	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.7	Bomba D'água para retirada das águas cinzas da caixa de inspeção (passagem)	verba	1,00	R\$ 200,00	R\$ 200,00
3.8	Instalações elétricas da Bomba D'água	verba	1,00	R\$ 40,00	R\$ 40,00
3.9	Timer para ligar e desligar a Bomba D'água	verba	1,00	R\$ 140,00	R\$ 140,00
3.10					
3.11					
	TOTAL GASTO PELO PESQUISADOR PARA MONTAGEM DESTE PROTÓTIPO				R\$ 2.365,00

ANEXO D - Publicações já realizadas

Segue abaixo a lista de publicações realizadas dentro do conceito e objetivos da pesquisa:

TRATAMENTO DAS ÁGUAS CINZAS RESIDENCIAIS ATRAVÉS DA FITORREMEDIAÇÃO – ARTIGO DE REVISÃO

- Autores: Fábio José De Matos Barbosa, Helder Ribeiro Freitas.
- II Congresso Internacional Interdisciplinar em Extensão Rural e Desenvolvimento - ISBN 978-65-86090-54-3 - (Ano – 2020)
- Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/ciierd2019/230196-tratamento-das-aguas-cinzas-residenciais-atraves-da-fitorremediacao--artigo-de-revisao/>

SISTEMA WETLAND CONSTRUÍDO COMO ALTERNATIVA PARA O TRATAMENTO DE ESGOTOS DOMÉSTICOS NO MEIO RURAL BRASILEIRO - ARTIGO DE REVISÃO

- Autores: Fábio José de Matos Barbosa, Helder Ribeiro Freitas, Denes Dantas Vieira, Míriam Cleide Cavalcante de Amorim, José Getúlio Gomes Sousa.
- III Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia - ISSN: 2764-0582 - DOI: 10.29327/167942 - (Ano – 2020)
- Disponível em: www.even3.com.br/Anais/cobicet2022/519224-SISTEMA-WETLAND-CONSTRUIDO-COMO-ALTERNATIVA-PARA-O-TRATAMENTO-DE-ESGOTOS-DOMESTICOS-NO-MEIO-RURAL-BRASILEIRO---AR

REVIEW PAPER - RESIDENTIAL GRAYWATER TREATMENT THROUGH PHYTOREMEDIATION

- Autores: Fábio José de Matos Barbosa, Helder Ribeiro Freitas, Denes Dantas Vieira, Míriam Cleide Cavalcante de Amorim, José Getúlio Gomes Sousa.
- ISSN: 2349-6495(P) | 2456-1908(O) - DOI:10.22161/ijaers.96.52_ - (Ano – 2022)
- Disponível em: <https://ijaers.com/detail/residential-graywater-treatment-through-phytoremediation/>

A IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DOS SUJEITOS SOCIAIS NA CONCEPÇÃO DAS MORADIAS RURAIS DO TERRITÓRIO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO BAIANO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

- Autores: Fábio José de Matos Barbosa, Helder Ribeiro Freitas, Denes Dantas Vieira, Míriam Cleide Cavalcante de Amorim, José Getúlio Gomes Sousa.
- 1º Congresso Internacional de Agroecologia e Desenvolvimento Territorial - CIADT e do 7º Seminário de Agroecologia e Desenvolvimento Territorial – SEADET. DOI: 10.29327/1173700.7-46 - (Ano – 2022)
- Disponível em: https://ppgadt.univasf.edu.br/wp-content/uploads/2023/11/1o_CIADT_7o_SEADET_Anais-1.pdf

EDUCAÇÃO EM AGROECOLOGIA: PERCURSO HISTÓRICO, INICIATIVAS E PRÁTICAS NO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO (BA/PE)

- Autores: Elias Fernandes de Medeiros Junior, Fábio José de Matos Barbosa, Stefânia Evangelista dos Santos Barros, Xirley Pereira Nunes, Helder Ribeiro Freitas, Márcia Bento Moreira.
- Livro: Fruticultura Irrigada: vulnerabilidades e perspectiva de produção sustentável – DOI:10.37885/230513231- ISBN:978-65-5360-354-7 (Ano – 2023)

- Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/371713377_EDUCACAO_EM_AGROECOLOGIA_PERCURSO_HISTORICO_INICIATIVAS_E_PRATICAS_NO_SERTAO_DO_SAO_FRANCISCO_BAPE.

REÚSO DE ÁGUAS TRATADAS NA PERSPECTIVA DA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO DO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO BAIANO: UM NOVO OLHAR

- Autores: Fábio José de Matos Barbosa, Helder Ribeiro Freitas, Denes Dantas Vieira.
- Apresentação de Resumo – 3º SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL - FLUXOS DIVERSOS NO RIO DA VIDA: Transição agroecológica nos Sertões do São Francisco - (Ano – 2021).

CAMPESINATO E CONSTRUÇÃO DA AUTONOMIA: UM OLHAR SOBRE REPRODUÇÃO DE UMA COMUNIDADE TRADICIONAL DE FUNDO DE PASTO NO SEMIÁRIDO BAIANO

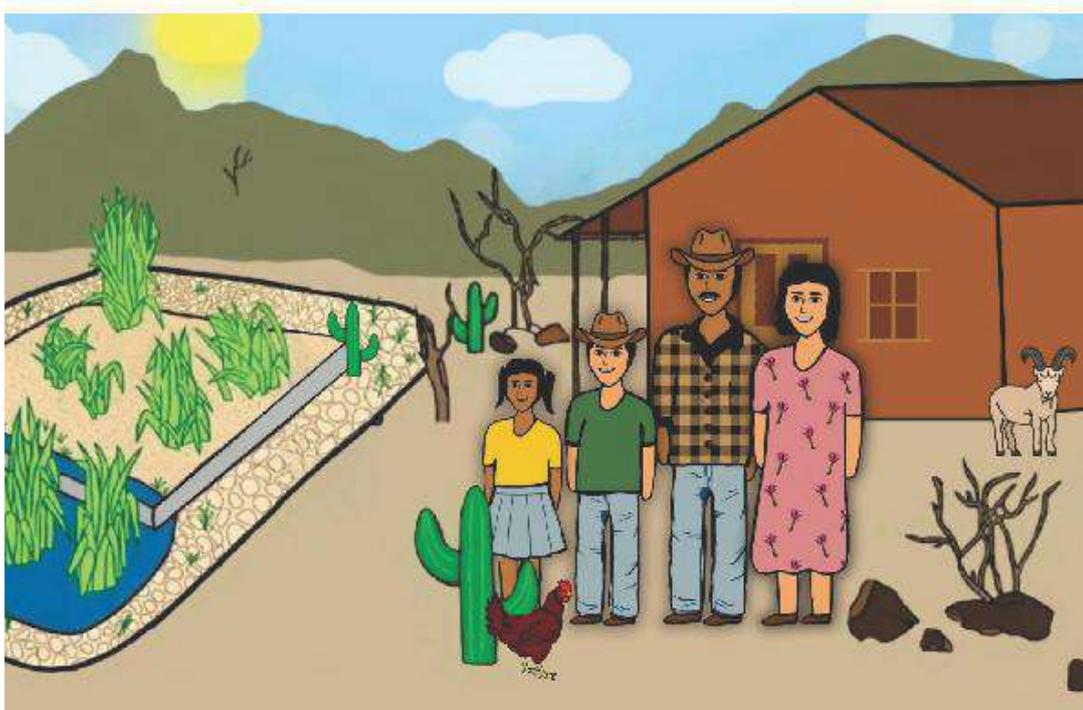
- Autores: Eduardo Rodrigues Araújo, Fábio José de Matos Barbosa, Denes Dantas Vieira, Helder Ribeiro Freitas.
- Apresentação de Resumo – 3º SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL - FLUXOS DIVERSOS NO RIO DA VIDA: Transição agroecológica nos Sertões do São Francisco - (Ano – 2021).

INCENTIVOS DE MERCADO À AGROECOLOGIA

- Autores: Stefânia Evangelista dos Santos Barros, Márcia Bento Moreira, Fábio José de Matos Barbosa, Helder Ribeiro Freitas.
- Participação como coautor do Resumo – 3º SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL - FLUXOS DIVERSOS NO RIO DA VIDA: Transição agroecológica nos Sertões do São Francisco - Apresentado por Stefania E. dos Santos Barros - (Ano – 2021).

ANEXO E – Manual técnico descritivo do protótipo da tecnologia social wetland construído adaptado às condições de moradia dos agricultores familiares do semiárido brasileiro

**SANEAMENTO RURAL: REÚSO AGRÍCOLA DE
ÁGUAS RESIDUÁRIAS TRATADAS PELO SISTEMA
WETLAND CONSTRUÍDO**



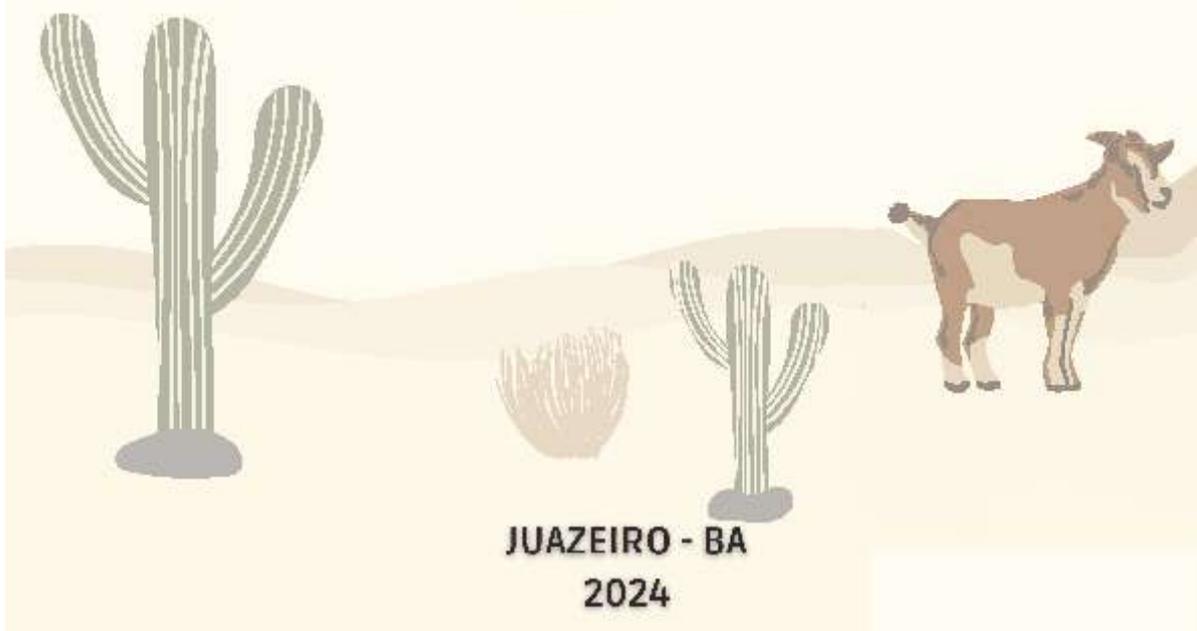
Manual técnico descritivo do protótipo da tecnologia social wetland construído adaptado às condições de moradia dos agricultores familiares do semiárido brasileiro





**PROGRAMA DE DOUTORADO EM
AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO
TERRITORIAL**

O objetivo deste manual técnico descritivo é discutir a temática do saneamento rural, na perspectiva do reúso agrícola das águas residuárias domésticas tratadas pelo Sistema Wetland Construído de Fluxo Horizontal



**JUAZEIRO - BA
2024**



FICHA TÉCNICA

ELABORAÇÃO: Fábio José de Matos Barbosa e Helder Ribeiro Freitas.

COORDENADORES: Denes Dantas Vieira e Míriam Cleide Cavalcante de Amorim

PROJETO GRÁFICO, DIAGRAMAÇÃO E ILUSTRAÇÃO: Yanna Costa de Matos Barbosa

Dados Internacionais de Catalogação - CIP

B238m Barbosa, Fábio José de Matos
Manual técnico descritivo do protótipo da tecnologia social wetland construído adaptado às condições de moradia dos agricultores familiares do semiárido brasileiro / Fábio José de Matos Barbosa, Helder Ribeiro Freitas. – Juazeiro, BA: UNIVASF, 2024.
v, 37 f.: il. 29 cm.

Manual técnico digital (PDF)

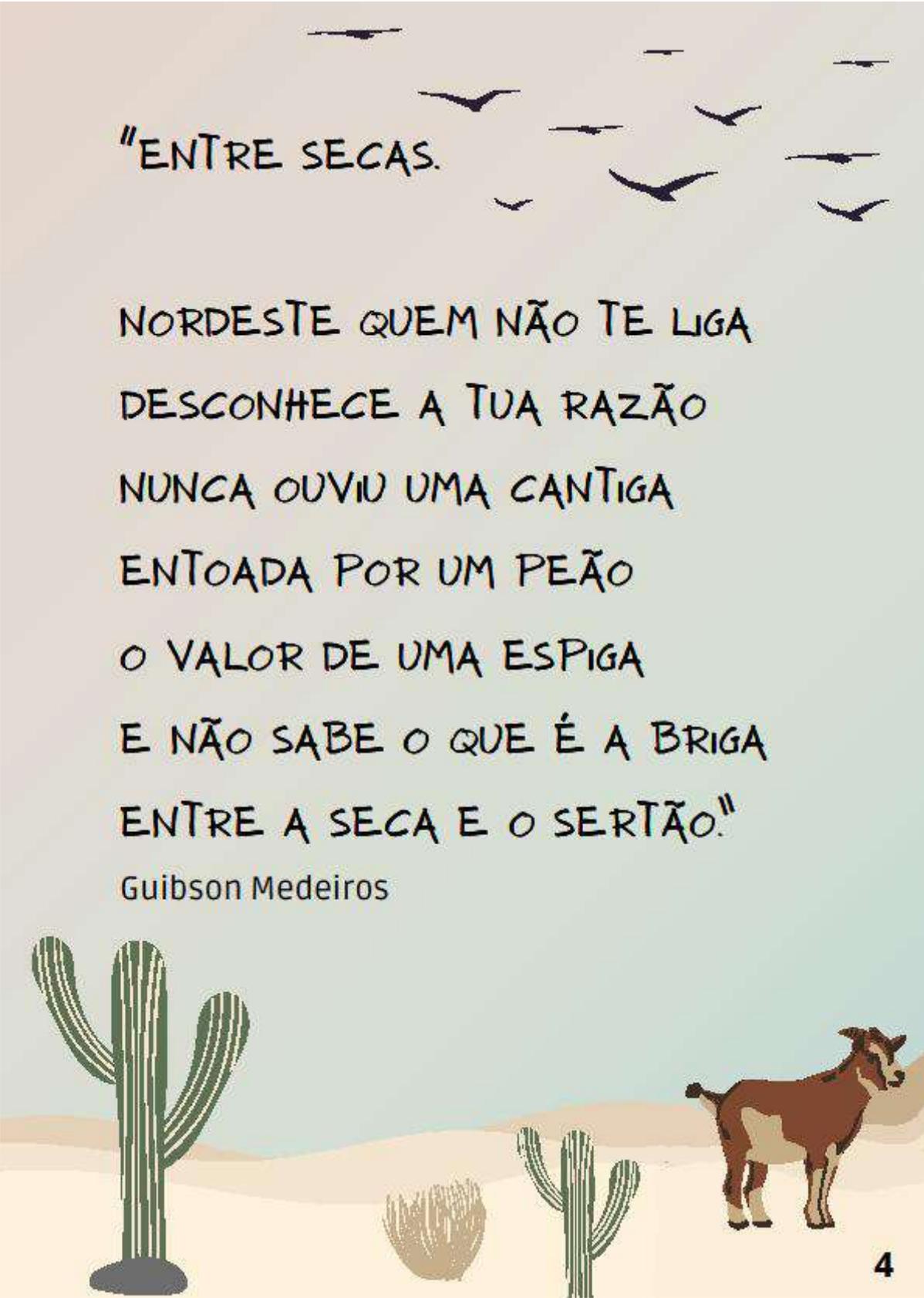
ISBN: 978-85-5322-244-5

1. Efluentes residenciais. 2. Saneamento rural. 3. Parâmetros ambientais. I. Título. II. Freitas, Helder Ribeiro. III. Vieira, Denes Dantas. IV. Amorim, Miriam Cleide Cavalcante de. V. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 628.7

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca SIBI/UNIVASF
Bibliotecário: Márcio Pataro. CRB - 5 / 1369.

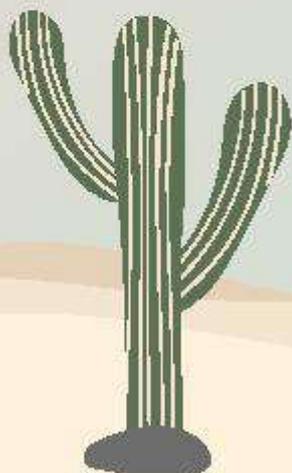




"ENTRE SECAS.

NORDESTE QUEM NÃO TE LIGA
DESCONHECE A TUA RAZÃO
NUNCA OUVIU UMA CANTIGA
ENTOADA POR UM PEÃO
O VALOR DE UMA ESPIGA
E NÃO SABE O QUE É A BRIGA
ENTRE A SECA E O SERTÃO."

Guibson Medeiros





Sumário

Apresentação	06
O que é saneamento	08
O que é reúso de águas	09
Tratamento de águas residuais	11
Wetland construído	14
Como funciona um wetland construído	19
Dimensionamento de um wetland construído ...	21
Elementos do sistema de tratamento	24
Montagem do sistema de tratamento	30
Cuidados durante o funcionamento	34





APRESENTAÇÃO



O presente Manual Técnico Descritivo é um produto do Doutorado em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF).

O objetivo do mesmo é orientar a implantação e operação do Sistema de Tratamento de Esgotos Domésticos denominado Wetlands Construídos ou Jardim Filtrante no Semiárido Brasileiro, visando o reúso agrícola destes efluentes. Este estudo surgiu da necessidade de levar aos agricultores familiares do Território da Cidadania Sertão do São Francisco Baiano o conhecimento técnico necessário para o uso de uma tecnologia social de baixo custo e facilidade de operação para o tratamento individual dos esgotos residenciais.

O saneamento rural desempenha um papel primordial para promoção da saúde e para garantir a sustentabilidade ambiental. O acesso à água potável e ao tratamento de esgotos são um direito humano fundamental e a sua importância nas zonas rurais não pode ser minimizada.



No meio rural, onde na maioria dos casos há um reduzido número de hospitais e/ou postos de saúde, o saneamento é primordial para a não proliferação de doenças. Garantir o acesso à água potável e promover boas práticas de higiene reduz significativamente o risco de adoecimento da população, contribuindo para a melhoria da saúde geral nestas comunidades.

Práticas adequadas de saneamento também são essenciais para proteger o meio ambiente, pois o descarte inadequado de resíduos não só representam riscos para a saúde, mas também conduzem à poluição ambiental. Fontes de água contaminadas e gestão inadequada de resíduos podem prejudicar os ecossistemas, impactando negativamente a agricultura, a pesca e a biodiversidade.

Nesta perspectiva, o saneamento rural é um elemento fundamental para o bem-estar das comunidades, para o progresso econômico e para a sustentabilidade ambiental. Os governos, as organizações não governamentais e as comunidades devem trabalhar em colaboração para implementar e promover práticas de saneamento sustentáveis, garantindo que todos os indivíduos nas zonas rurais tenham acesso a água potável e a instalações sanitárias adequadas.





O QUE É SANEAMENTO?



De acordo com a Lei nº 14.026/2020, serviços como o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos, bem como, a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas, são considerados como sendo princípios fundamentais do saneamento básico (ANA, 2014).

Neste contexto, o Programa Saneamento Brasil Rural (PSBR) tem como objetivo levar saneamento básico a população rural brasileira, contemplando as comunidades tradicionais e os povos originários, com ênfase às populações do campo, da floresta e águas (PNSR, 2019).

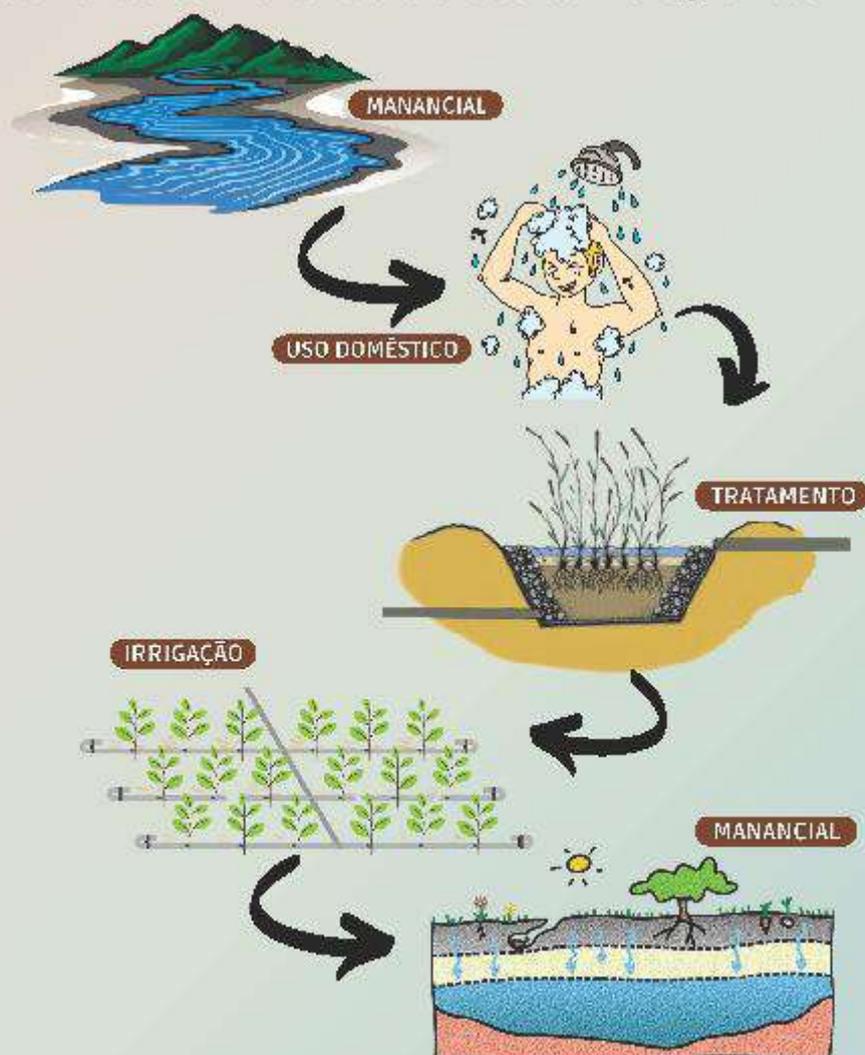
Estes territórios são constituídos por características que necessitam de um tratamento diferenciado do utilizado em áreas urbanas. Sendo assim, necessitam de tecnologias adequadas ao meio, bem como necessitam que a sua população se aproprie das soluções aplicadas.

As ações que estão previstas pelo PSRB estão divididas em três eixos concomitantes: Gestão dos Serviços, Tecnologia, Educação e Participação Social. Nesta perspectiva, este manual busca contribuir junto à população do meio rural do semiárido brasileiro nos dois últimos eixos.



O QUE É O REÚSO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS?

Quando falamos de reúso de águas residuárias, estamos nos referindo a reutilização de águas que já foram empregadas em algum tipo de uso, como por exemplo: doméstico, agrícola, industrial. Esta reutilização tem impactos ambientais expressivos e contribui significativamente para redução do déficit hídrico, preservando os mananciais e bacias hidrográficas.

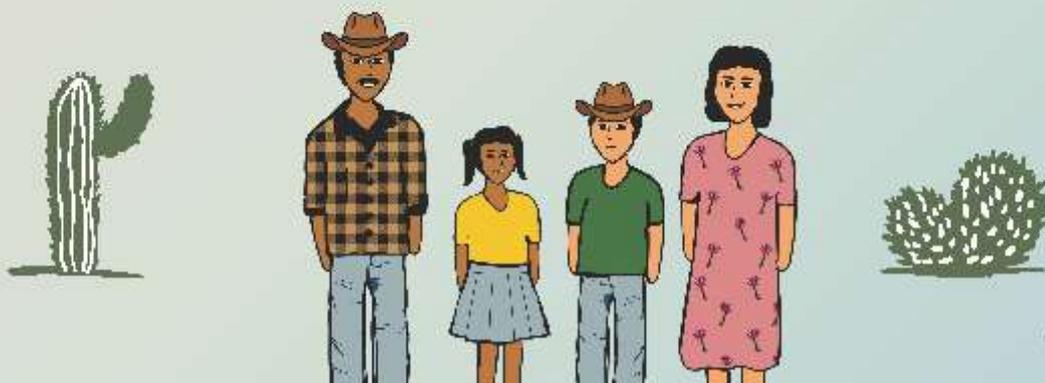


Vários países (incluindo o Brasil) já fazem uso desta prática, para que isto seja realizado de forma segura, existem diferentes tipos de reúsos. Estes diferentes tipos estão diretamente condicionados aos requisitos legais mínimos exigidos pelos órgãos competentes. No Brasil não existe uma legislação federal específica para o reúso de águas residuárias domésticas na agricultura, no entanto, existem legislações estaduais que tratam dos critérios mínimos para este fim.

Na agricultura, as águas residuárias domésticas tratadas são utilizadas com o objetivo de otimizar o uso da água não residual, bem como, com o objetivo de fornecer nutrientes as plantas (nitrogênio, fósforo, potássio, etc.)

É importante salientar que este reúso demanda um tratamento prévio adequado, garantindo assim que os parâmetros mínimos de qualidade sejam atendidos, evitando riscos ao meio ambiente e a saúde pública.

Diante desta premissa, no tratamento das águas residuárias domésticas os principais objetivos são a redução da: Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Quantidade dos sólidos totais suspensos e dissolvidos, bem como da maior redução possível de organismos patogênicos.





TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUAIS

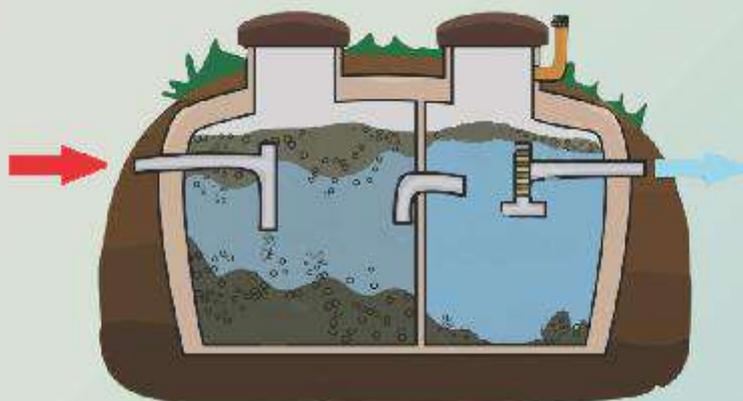
Atualmente existem diferentes metodologias e tecnologias para o tratamento dos esgotos. Os esgotos residenciais podem ser caracterizados de duas formas distintas: Esgoto Total (todas as águas servidas, incluindo os dejetos do vaso sanitário) e Águas Cinzas (todas as águas servidas, sem os dejetos do vaso sanitário).

Uma vez coletado, o esgoto pode passar por diferentes níveis de tratamento:

a) Preliminar – Remoção de restos de alimentos, gorduras, óleos - Exemplo: Caixa de gordura;



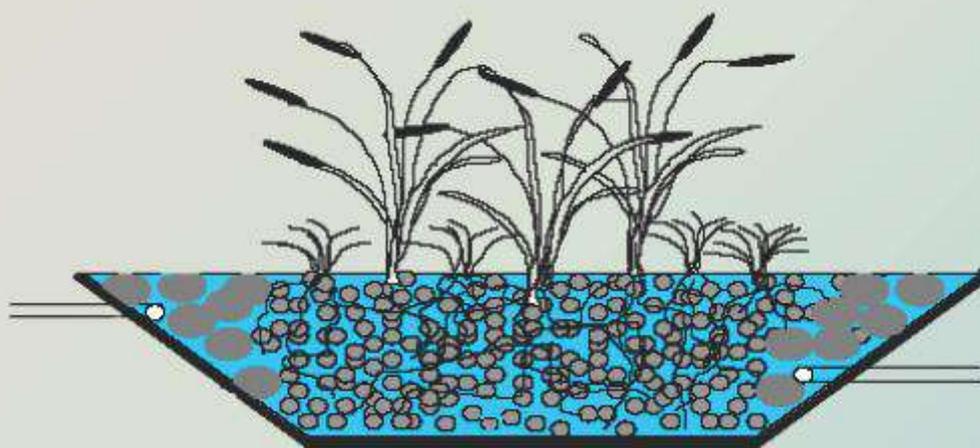
b) Primário – Remoção dos sólidos suspensos sedimentáveis e flutuantes através de processos físicos - Exemplo: Fossa séptica;



c) Secundário - Remoção parcial de nutrientes e da matéria orgânica não sedimentável através de processos biológicos - Exemplo: Filtro anaeróbio;



d) Terciário - Remoção de contaminantes específicos, visando a remoção de organismos patogênicos, substâncias tóxicas e não biodegradáveis - Exemplo: Wetland construído;



Conforme dito anteriormente, existem diferentes metodologias e tecnologias para o tratamento de efluentes em geral, contudo, em se tratando de tratamento dos esgotos residenciais, podemos citar como exemplo algumas tecnologias: Sistema de Fossa Séptica e Filtro Anaeróbio, Esta o de Tratamento de Efluentes (ETE); Bacia de Evapotranspira o – BET, Sistema Bio gua; Reator UASB; Wetlands Construídos, etc. Em fun o da destina o final do efluente, essas tecnologias podem ser utilizadas de forma individual ou de forma combinada, visando o reúso ou não do referido efluente tratado.



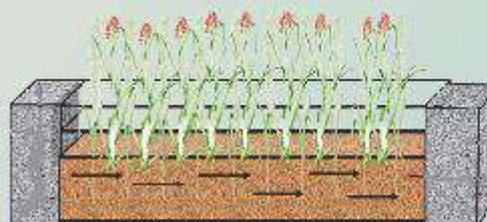
ETE



BET



REATOR UASB



WETLAND



WETLAND CONSTRUÍDO



A denominação Wetland é empregada para nominar qualquer ecossistema alagado, na natureza temos como exemplo de Wetlands Naturais os: Pântanos, Brejos, Mangues, Charcos, etc. Os Wetlands Naturais (WN) melhoram a qualidade da água através da retenção ou transformação do excesso de nutrientes e dos sólidos suspensos.



É neste contexto natural que os Wetlands Construídos (WC) são utilizados, pois utilizam as suas características de depuração para a melhoria da qualidade dos efluentes. Dentre suas características estão o seu baixo custo de montagem e operação (ANEXO A), se comparado a outras técnicas, facilidade de execução e operação, controle de fatores ambientais visando uma melhor gestão dos processos naturais que ali estão ocorrendo, dentre outras.



Os WC podem ser usados isoladamente ou conjuntamente com outros tipos de tratamentos de efluentes. Independentemente do tipo de arranjo escolhido, é fundamental a utilização de sistemas de tratamento preliminar e primário, pois protege a tecnologia do processo de colmatação do substrato (meio suporte) empregado.

A tecnologia de tratamento através do Sistema Wetland Construído (SWC), é uma tecnologia bastante difundida mundialmente. No Brasil, as primeiras tentativas de utilização de sistemas de WC para purificação de águas foram realizadas em 1982 e em 1992.

Os wetlands construídos são reconhecidos enquanto sistema de tratamento de esgoto de pequeno porte pela NBR 17076/2024s.

Assim como ocorre na natureza, nos SWC as plantas aquáticas (Macrófitas) são elementos que se sobressaem pelo aspecto paisagístico e pelo processo de depuração dos efluentes.

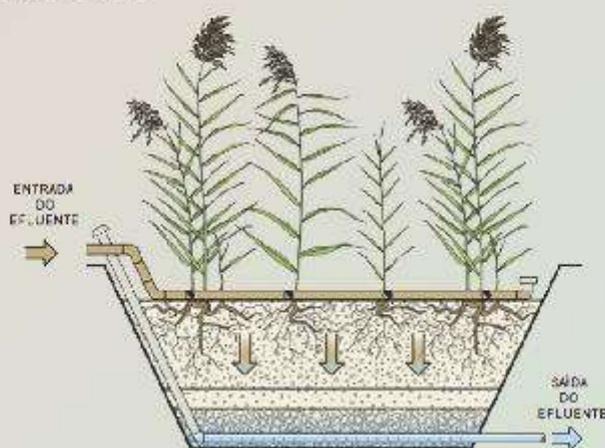


Isto ocorre através da absorção de poluentes pelas suas raízes, a associação entre os microrganismos e as plantas viabiliza a degradação de moléculas orgânicas, desta forma as macrófitas absorvem parte do nitrogênio, fósforo e outros constituintes. Esse processo natural ocorre no biofilme formado entre a zona de raízes e o meio suporte.

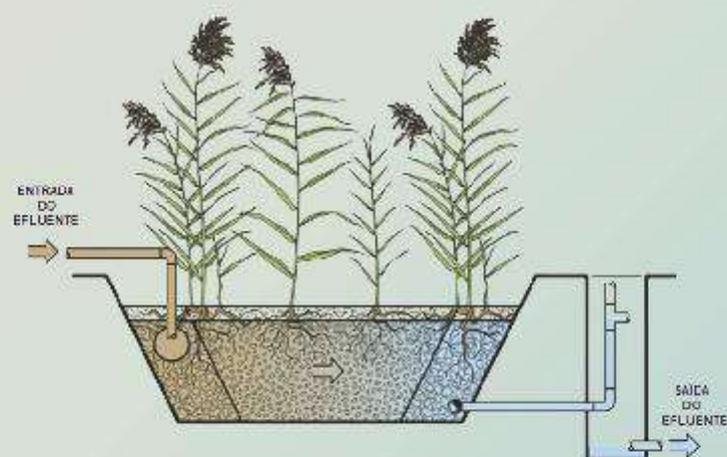


Os SWC podem ser subdivididos em sistemas de fluxo superficial e sistemas de fluxo subsuperficial. Embora existam muitas variantes de wetlands construídos na literatura, neste manual serão apresentados apenas os mais frequentemente utilizados:

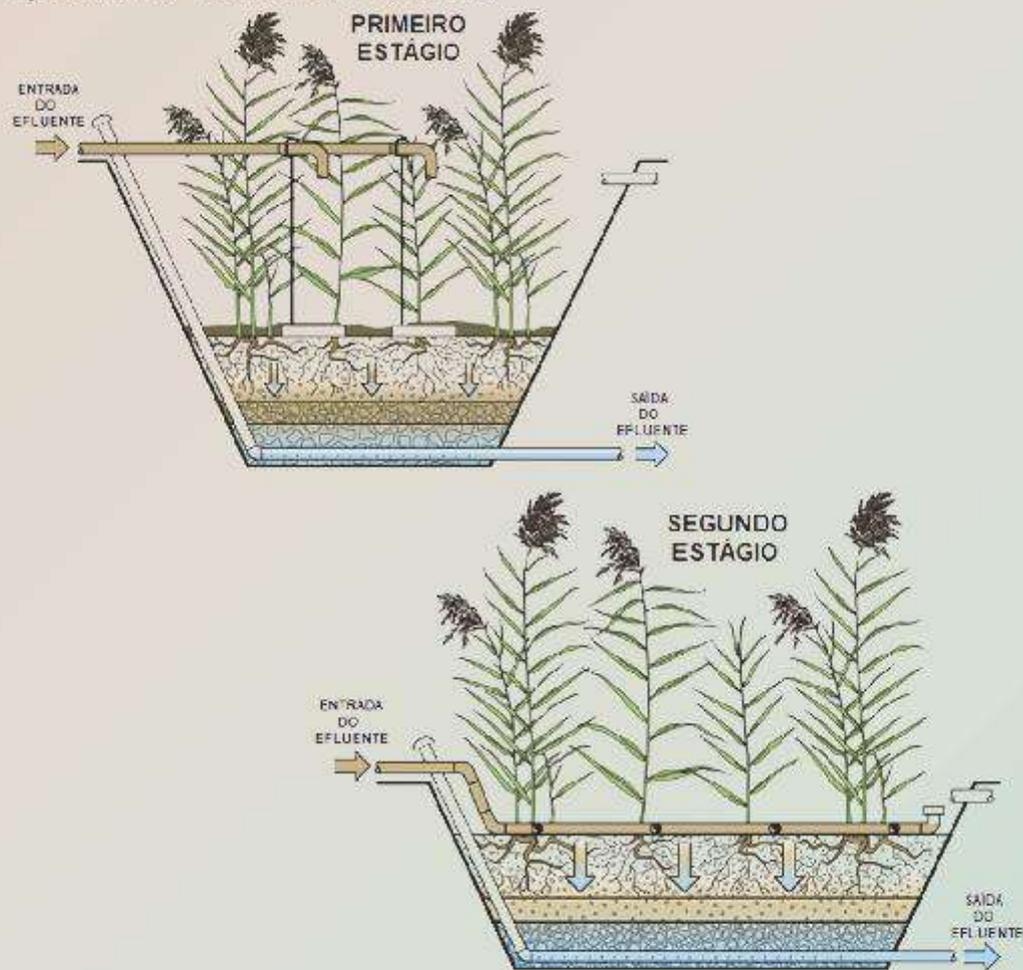
a) Fluxo Subsuperficial do Efluente no Sentido Vertical – O fluxo pode ser descendente, ascendente ou ambos simultaneamente.



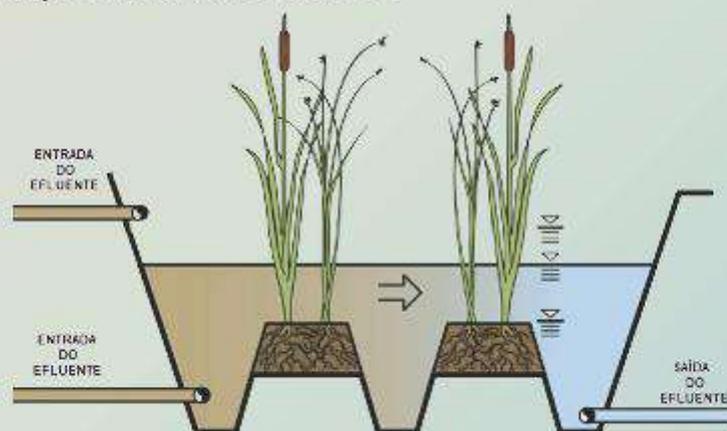
b) Fluxo Subsuperficial do Efluente no Sentido Horizontal.



c) Wetland "Sistema Francês.



d) Fluxo Superficial do Efluente.



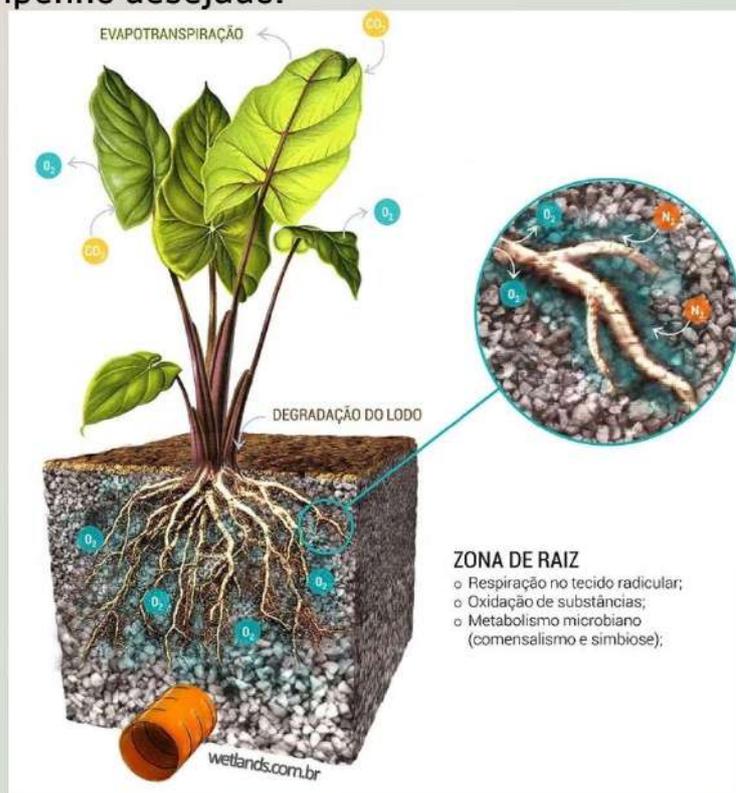


COMO FUNCIONA UM WETLAND CONSTRUÍDO?



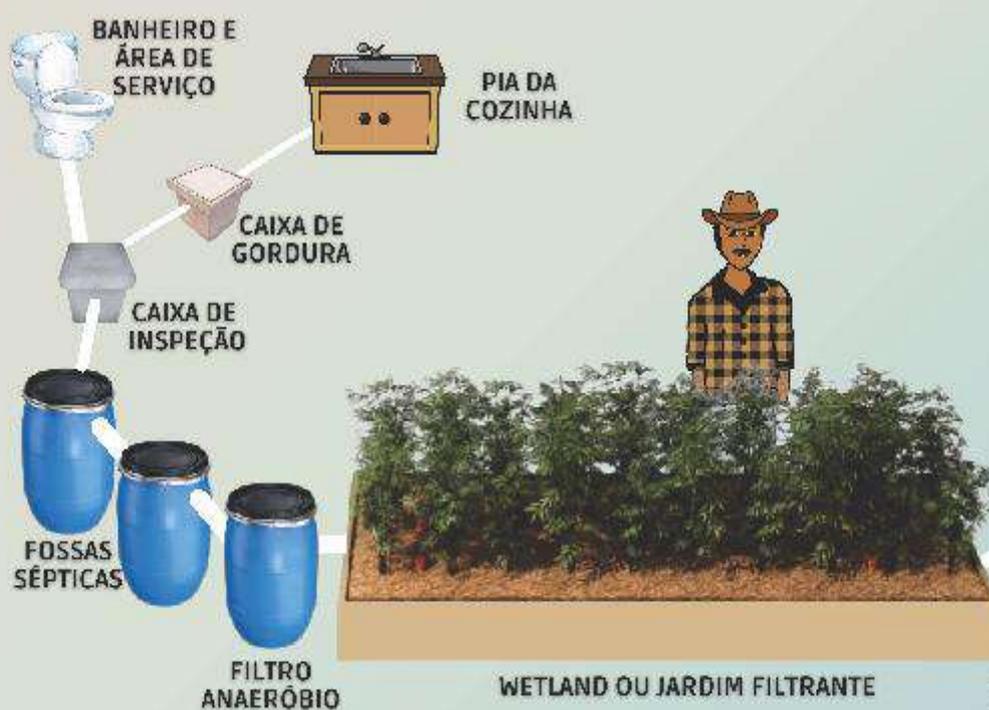
Os wetlands funcionam como um biofiltro através de sistemas físicos, químicos e biológicos. A microbiota que se desenvolve no meio suporte (brita, areia, etc) e na rizosfera atuam na degradação da matéria orgânica.

O conjunto dos elementos do meio suporte faz a filtragem dos sólidos em suspensão (sistemas físico), a superfície de cada um destes elementos realiza a adsorção (sistema químico) e a depuração da matéria orgânica ocorre através da fitoextração proporcionada pelas macrófitas existentes (sistema biológico). As condições ambientais do local de implantação do wetland, bem como a operacionalização de todo o sistema, são condições fundamentais para se alcançar o desempenho desejado.



Este manual trata da utilização do Sistema Wetland Construído de Fluxo Subsuperficial Horizontal (SWC-FH), pois os sistemas horizontais apresentam um processo construtivo mais simples se comparado aos sistemas verticais. Nos wetlands horizontais, os pontos de entrada e saída do efluente são realizados de maneira mais simples, já que o líquido percorre o sistema de maneira horizontal longitudinal.

No SWC-FH todo o meio suporte permanece ininterruptamente alagado e desta forma, na área plantada ocorrem simultaneamente diferentes mecanismos de tratamento. Vale ressaltar que os wetlands horizontais não podem receber esgoto total de forma direta, nestes casos faz-se necessário um prévio tratamento preliminar, primário e secundário. Se o tratamento for somente de águas cinzas, basta a utilização de uma caixa de gordura antes do wetland.





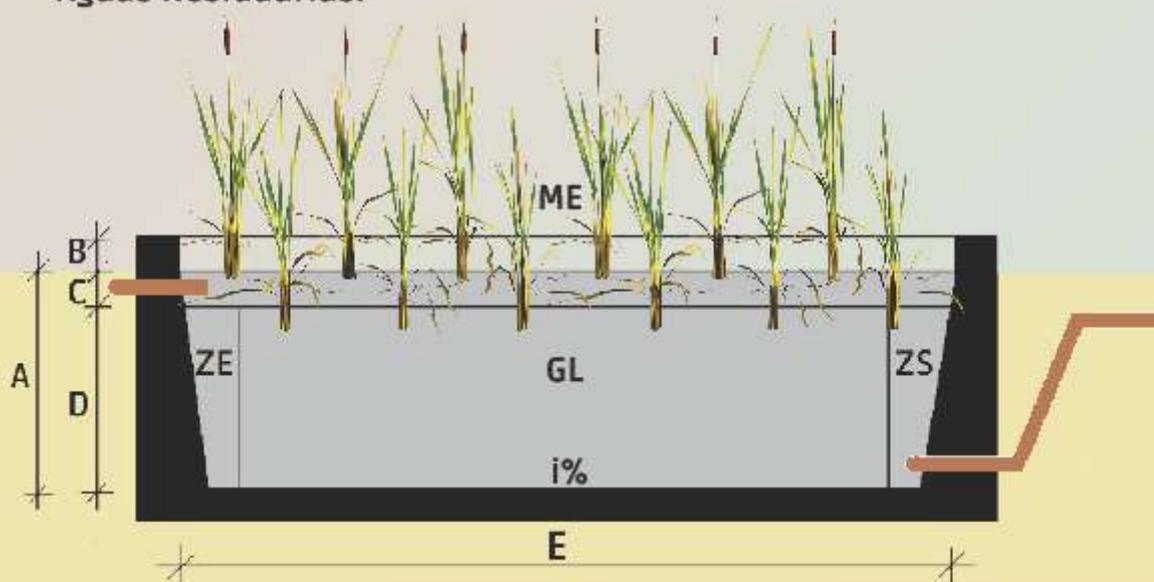
DIMENSIONAMENTO DE UM WCH



Existem inúmeros wetlands construídos a nível mundial, no entanto, não existe um padrão mundial para o seu dimensionamento. Essa falta de padrão ou uniformização pode está diretamente relacionada a falta de uma norma técnica específica, em virtude das particularidades de cada região por conta dos elementos climáticos. Portanto, apesar da diversidade de trabalhos sobre o tema, pode-se considerar que cálculos atuais para o dimensionamento dos wetlands é um misto de empirismo com resultados de pesquisas científicas, além de cálculos desenvolvidos a partir de experimentos práticos.

Apesar de existirem diferentes critérios (cálculos) para se obter a área superficial de um SWC-FH, este manual objetiva facilitar o trabalho de campo dos profissionais e comunidades envolvidas na disseminação e uso deste sistema de tratamento. Ressalta-se ainda, que em muitos casos, o único critério adotado para se obter tal área é a relação m^2 /Pessoa. Neste sentido, utilizou-se a relação de $2m^2$ de área superficial por pessoa para um uso individual em torno de 100 litros de água por dia. Este número está dentro de um intervalo de valores já utilizados em diversos trabalhos realizados e documentados, logo, este foi o valor de referência utilizado para dimensionar a área superficial do protótipo da tecnologia social wetland construído adaptado às condições de moradia dos agricultores familiares do semiárido brasileiro.

Vale evidenciar que todos os demais parâmetros de dimensionamento tomaram como referência os dados disponibilizados no boletim intitulado: DIMENSIONAMENTO DE WETLANDS CONSTRUÍDOS NO BRASIL. DOCUMENTO DE CONSENSO ENTRE PESQUISADORES E PRATICANTES. Este boletim especial foi publicado em dezembro de 2018 pelo Grupo de Estudos em Sistemas Wetlands Construídos Aplicados ao Tratamento de Águas Residuárias.



Legenda:

- A - Altura do meio suporte (substrato);
- B - Borda livre - distância vertical entre o nível superior do meio suporte e a parte superior do wetland;
- C - Distância vertical entre o nível superior do esgoto e o topo do meio suporte;
- D - Profundidade da lâmina de esgoto;
- E - Comprimento longitudinal do wetland;
- GL - Granulometria do leito filtrante;
- i % - Declividade longitudinal de fundo;
- ME - Macrófita emergente;
- ZE - Zona de entrada e distribuição do afluente;
- ZS - Zona de saída e retirada do efluente.



**CARACTERÍSTICAS DE DIMENSIONAMENTO RELACIONADAS AO
WETLAND CONSTRUÍDO DE FLUXO SUBSUPERFICIAL
HORIZONTAL (SWC-FH)**

Legenda	Item	Valor
A	Altura do meio suporte (substrato).	50 a 90 cm
B	Borda livre - distância vertical entre o nível superior do meio suporte e a parte superior do wetland.	10 a 20 cm
C	Distância vertical entre o nível superior do esgoto e o topo do meio suporte.	10 cm
D	Profundidade da lâmina de esgoto.	40 a 80 cm
E	Comprimento longitudinal do wetland. Sugere-se que o comprimento seja igual a 4 vezes o valor da largura.	A ser calculado
GL	Granulometria do leito filtrante.	Brita 0 ou 1
i%	Declividade longitudinal de fundo.	0 a 1%
ME	Macrófita emergente.	A disponível na região
ZE	Zona de entrada e distribuição do afluente.	Brita 4
ZS	Zona de saída e retirada do efluente.	Brita 4



ELEMENTOS DO SISTEMA DE TRATAMENTO

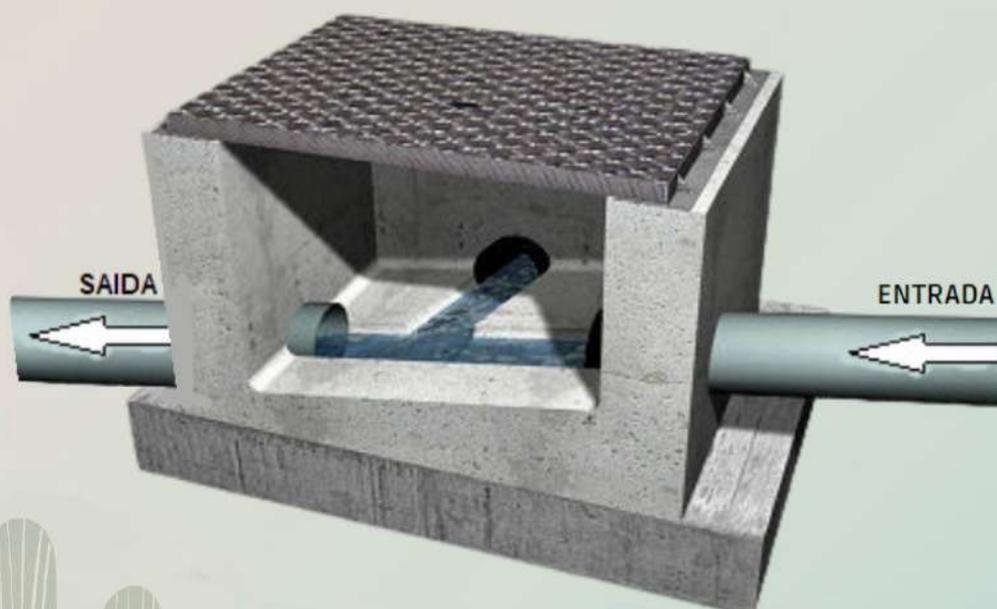


a) CAIXA DE GORDURA - Tem a função de reter os resíduos sólidos e os óleos e gorduras que são jogados na pia da cozinha. Este tratamento preliminar/primário também reduz significativamente o risco de entupimento de todo o sistema de tratamento. As dimensões podem variar em função de diversos fatores, no entanto, para uma residência unifamiliar de até no máximo 6 pessoas, uma caixa de alvenaria ou concreto de 50 x 50 x 50cm atende perfeitamente à esta necessidade. Todas as tubulações e conexões são de 50mm.



ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

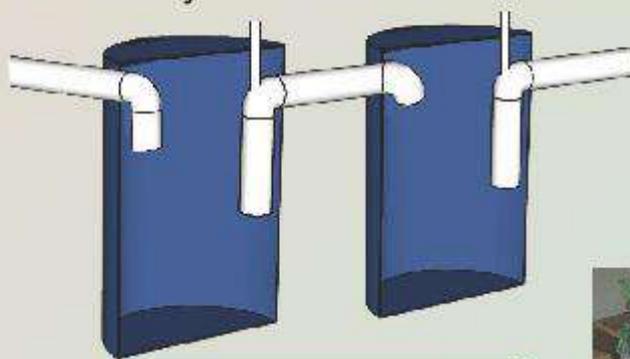
b) CAIXA DE INSPEÇÃO - Da mesma forma que a caixa de gordura, a caixa de inspeção também executa um tratamento preliminar, evitando o entupimento das tubulações através da retenção de determinados materiais sólidos. É a partir das caixas de inspeção que é feita parte manutenção preventiva e corretiva da rede de esgotos em uma residência. A dimensão de 50 x 50 x 50cm supri perfeitamente bem a necessidade de uma residência unifamiliar. A caixa pode ser feita de alvenaria ou concreto e as tubulações de entrada variam de 40 a 100mm, enquanto que a tubulação de saída em direção a fossa séptica deverá ser de 100mm.



ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO

c) **FOSSA SÉPTICA** - Neste componente acontece o tratamento primário, é nele que ocorre um processo físico-químico relacionado à matéria sólida presente no esgoto, sendo assim, é neste momento que ocorre a decantação, que é quando a matéria sólida fica depositada no fundo da fossa, com o objetivo de sofrer a decomposição por bactérias anaeróbicas. A medida que a fossa séptica vai enchendo, a parte líquida do esgoto passa para a etapa seguinte do processo de tratamento.

Utilizando os mesmos parâmetros que foram empregados para dimensionar a caixa de gordura (residência unifamiliar - no máximo 6 pessoas – consumo máximo de 600 litros água/dia), sugere-se a utilização de no mínimo duas bombonas plásticas de 200 litros. Todas as tubulações e conexões são de 100mm.

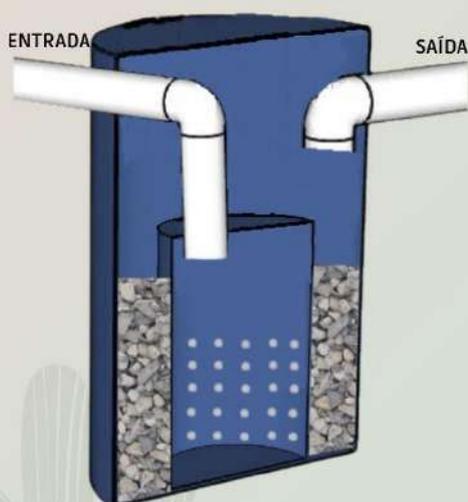


ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO



ADAPTAÇÃO REALIZADA

d) **FILTRO ANAERÓBIO** – O tratamento secundário acontece neste componente, que é um reator, no qual o efluente carregado de matéria orgânica vindo da fossa séptica é estabilizado, através da ação de microrganismos anaeróbios que ficam tanto no vazio do reator, como nos espaços vazios do meio suporte (britas). O efluente que entra no filtro, escoar através do meio suporte de forma ascendente indo em direção ao tratamento terciário no wetland. Vale ressaltar, que processo de tratamento anaeróbio é extremamente eficiente na diminuição de cargas orgânicas elevadas. Seguindo a mesma linha construtiva, sugere-se a utilização de uma bombona plástica de 200 litros e outra de 50 litros (com furos de 10mm na metade inferior da bombona). Todas as tubulações e conexões são de 100mm.



ESQUEMA DE FUNCIONAMENTO



ADAPTAÇÃO REALIZADA

e) **TANQUE DE REÚSO** – Este tanque tem a função de receber e armazenar o efluente tratado por todo o sistema. Sugere-se que o tanque tenha pelo menos o dobro ou o triplo da quantidade de água utilizada diariamente. Uma vez tendo água de reúso armazenada, o sistema de irrigação (motobomba) poderá ser acionado. Dependendo do relevo do terreno, todo o sistema, inclusive a irrigação poderá ocorrer por ação da gravidade.



f) **MACRÓFITAS** – São plantas aquáticas que dependendo da espécie podem ser do tipo submersas, emergentes, com folhas flutuantes ou flutuantes livres. Algumas espécies de macrófitas podem desempenhar o papel de filtradoras, ou seja, podem remover o excesso de nutrientes ou de substâncias tóxicas da água.

As macrófitas emergentes são a espécie empregada nos wetlands construídos de fluxo subsuperficial horizontal (SWC-FH), pois tem as suas raízes fixadas no “meio suporte” e a maior parte do seu caule e folhas estão acima da superfície. Na região semiárida as espécies mais facilmente encontradas são: *Typha dominguensis* e a *Typha angustifolia* L., ambas são conhecidas popularmente como “Taboa” e para o seu plantio basta a colocação de 4 propágulos (mudas) por metro quadrado. Vale ressaltar que a adaptação ao clima da região é fundamental para o desenvolvimento da macrófita. Existem outras macrófitas que podem ser utilizadas na região (ANEXO B).





MONTAGEM DO SISTEMA DE TRATAMENTO



- Deverão ser observadas as cotas de nível de todos os pontos de geração de esgoto, somente assim será possível determinar o local e as cotas de nível de cada um dos elementos do sistema de tratamento;
- Uma vez tendo as cotas de nível verificadas/definidas, a montagem do sistema (fossas sépticas, filtro anaeróbio, wetland e tanque de reúso) deverá ocorrer no mínimo a 10m da residência e preferencialmente no sentido oposto ao da ventilação predominante, pois caso ocorra algum entupimento no sistema (e o nível do efluente aflore na superfície), possíveis odores não serão levados na direção da residência;
- A tubulação da pia da cozinha deverá ser interligada na caixa de gordura (a caixa de gordura deverá estar o mais próximo possível da residência);
- Todas as demais tubulações deverão estar interligadas à caixa de inspeção (inclusive a caixa de gordura), vale ressaltar a necessidade da existência de um tubo de ventilação na tubulação de saída do vaso sanitário;
- A caixa de inspeção deverá ser instalada preferencialmente na metade da distância entre a residência e a fossa séptica;
- A distância entre as bombonas (fossas séptica e filtro anaeróbio) pode ser de aproximadamente 1.0m e a distância entre o filtro anaeróbio e o wetland no máximo 2.0m. A locação do tanque de reúso será em função do relevo do terreno, já que todos os elementos trabalham conjuntamente em função da ação da gravidade.



PASSO A PASSO DA MONTAGEM



CX. GORDURA
PASSO 01



CX. INSPEÇÃO
PASSO 02



FOSSA SÉPTICA
PASSO 03



FILTRO ANAERÓBIO
PASSO 04



ESCAVAÇÃO
PASSO 05



REVESTIMENTO
PASSO 06



**MEIO SUPORTE
PASSO 07**



**MEIO SUPORTE
PASSO 08**



**SUBSTRATO DO FILTRO
PASSO 09**



**MUDAS DAS MACRÓFITAS
PASSO 10**



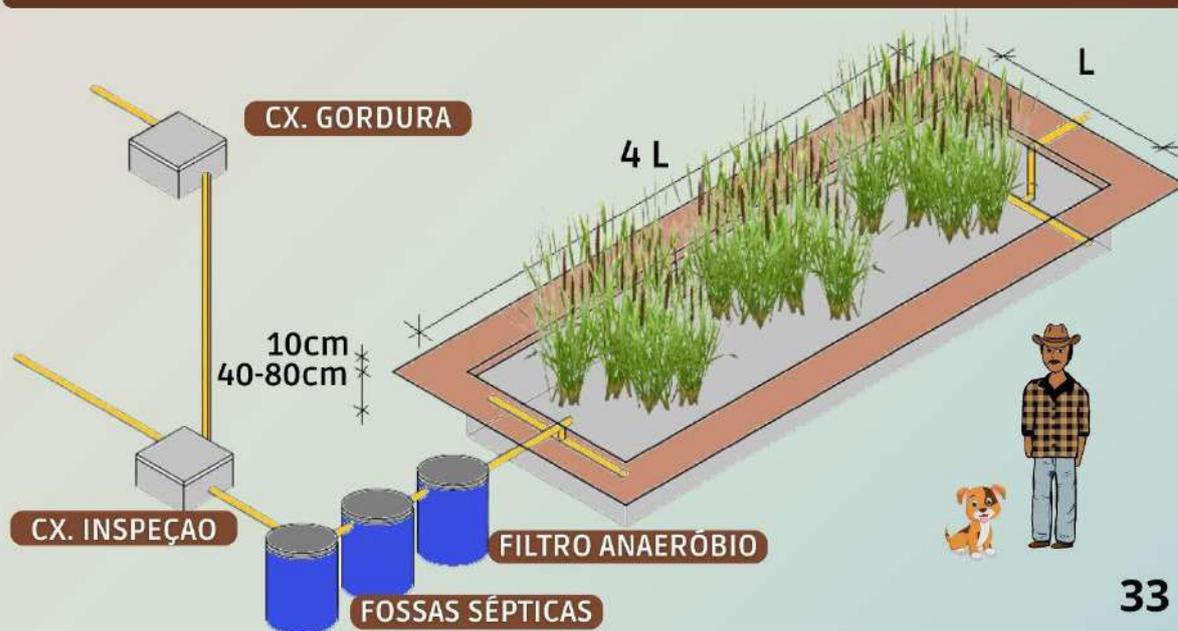
**COLOCAÇÃO DAS MACRÓFITAS
PASSO 11**



**FINALIZADO
PASSO 12**



DISPOSIÇÃO DOS ELEMENTOS DO SISTEMA DE TRATAMENTO





CUIDADOS DURANTE O FUNCIONAMENTO



- Evitar ao máximo jogar restos de comida, óleos e gorduras através do ralo da pia da cozinha, estes deverão ser acondicionados em lixeiras ou outro recipiente adequado;
- A caixa de gordura deverá ser limpa mensalmente com o objetivo de retirar os resíduos nela depositados;
- Não jogar papel higiênico ou outros objetos no vaso sanitário;
- A caixa de inspeção deverá ser observada a cada 3 meses;
- O tanque de reúso deverá estar sempre com o seu nível em condições de receber mais efluentes tratados;
- Verificar com frequência se o fluxo de efluente gerado está chegando proporcionalmente ao tanque de reúso;
- Executar a retirada de plantas invasoras, bem como, realizar eventualmente a poda das macrófitas com o intuito de maximizar a absorção de nutrientes e de outros compostos oriundos do meio suporte.





ANEXO A



OBJETO: PROTÓTIPO WETLAND CONSTRUÍDO DE FLUXO SUBSUPERFICIAL HORIZONTAL PARA TRATAMENTO DE ESGOTO TOTAL DE UMA RESIDÊNCIA UNITFAMILIAR COMPOSTA POR ATÉ 6 PESSOAS					Data: JULHO/2024
LOCAL:					
ITEM	DESCRIÇÃO	UND.	QUANT.	PREÇO UNIT (R\$)	PREÇO TOTAL (R\$)
1.0	Administração da montagem				R\$ -
1.1	Pessoa responsável pelo acompanhamento técnico da montagem	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
1.2					
1.3					
2.0	Serviços Preliminares				R\$ -
2.1	Limpeza do terreno	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.2	Escavação do terreno	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.3	Fabricação da fossa e do filtro aeróbio	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.3	Montagem das tubulações e colocação da luneta	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
2.5					
2.6					
3.0	Materiais diversos				R\$ 3.220,00
3.1	Bombona de 220 litros	und	2,00	R\$ 280,00	R\$ 560,00
3.2	Burrão de 80 litros	und	1,00	R\$ 90,00	R\$ 90,00
3.3	Caixa de gordura em PVC	verba	1,00	R\$ 220,00	R\$ 220,00
3.4	Caixa de inspeção (passagem) em PVC	verba	1,00	R\$ 100,00	R\$ 100,00
3.5	Conexões e tubos de PVC	verba	1,00	R\$ 280,00	R\$ 280,00
3.6	Lona plástica branca de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 300 micras	verba	1,00	R\$ 400,00	R\$ 400,00
3.7	Barras de 19mm	m²	8,00	R\$ 180,00	R\$ 1.440,00
3.8	Módulo da Tabua	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.9	Caixa D'água de 2000 Litros (reservatório)	verba	1,00	R\$ 800,00	R\$ 800,00
3.10	Bomba D'água para retirada de água do reservatório	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.11	Instalações elétricas da Bomba D'água	verba	1,00	R\$ 0,00	R\$ -
3.12	Tela galvanizada de galinheiro para cercamento da área do sistema	verba	1,00	R\$ 300,00	R\$ 300,00
3.13	Estroncas de madeira para cercamento da área do sistema	und	22,00	R\$ 15,00	R\$ 330,00
3.14					
3.15					
3.16					
TOTAL PREVISTO					R\$ 3.220,00



ANEXO B



Macrófitas emergentes utilizadas em wetlands de fluxo subsuperficial horizontal.

Nome científico	Nome popular
<i>Typha domingensis</i> Pers	Taboa, Bucha, Capim-de-esteira, Espadana, Landim, Paina-de-flecha, Pau-de-lagoa
<i>Cyperus papyrus</i>	Papiro
<i>Zizanopsis bonariensis</i>	Espadana
<i>Juncus</i> spp.	Junco
<i>Eleocharis</i> spp.	Junco
<i>Alternanthera</i> spp.	-
<i>Brachiaria</i> spp.	-
<i>Cynodon</i> spp.	Capim Tifton 85
<i>Pennisetum purpureum</i>	Capim Elefante
<i>Chrysopogon zizanioides</i>	Capim-sândalo
<i>Canna generalis</i>	Cana da Índia, Biri, Beri, Cana do brejo

Fonte: Autor – Criado a partir de dados extraídos de Wetlands Brasil (2018).

"CORDEL DO MEIO AMBIENTE

CUIDAR DO MEIO AMBIENTE
É MAIS QUE UMA OBRIGAÇÃO
É DEVER DOS GOVERNANTES
E DE CADA CIDADÃO
É UM GESTO DE AMOR
COM O AUTOR DA CRIAÇÃO..."
Tião Simpatia



Programa de Pós-Graduação
**AGROECOLOGIA E
DESENVOLVIMENTO
TERRITORIAL**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO



UNEB
UNIVERSIDADE DO
ESTADO DA BAHIA



**UNIVERSIDADE
FEDERAL RURAL
DE PERNAMBUCO**

APÊNDICE A – Formulário

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO	
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL (PPGADT), EM NÍVEL DOUTORADO PROFISSIONAL.	
FORMULÁRIO	
Informações Gerais:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Leia atentamente as questões e responda TODAS de acordo com a sua realidade; 2. Este formulário tem por objetivo coletar informações relacionadas ao processo de escolha do layout das moradias (quantidade e tipos de ambientes priorizados), do(s) critério(s) para a Implantação da moradia no terreno; do(s) critério(s) de escolha dos materiais e técnicas construtivas utilizadas nas construções das respectivas moradias. Também serão realizados questionamentos relacionados à existência ou não de conhecimento por parte dos entrevistados relativo ao uso de esgoto residencial tratado na irrigação dos quintais produtivos. 	
DADOS DO (A) ENTREVISTADO (A)	
NOME:	
IDADE:	
GRAU DE ESCOLARIDADE:	
PROFISSÃO:	
ESTADO CIVIL:	
TEM FILHOS(AS)?	QUANTOS? HOMENS () MULHERES ()

DADOS E CARACTERÍSTICAS DO IMÓVEL EXISTENTE	
ENDEREÇO:	
CONDIÇÃO DA MORADIA: PRÓPRIA () ALUGADA () OUTRA ()	
HÁ QUANTO TEMPO O(A) SENHOR(A) MORA NESTE IMÓVEL?	
FOI O(A) SENHOR(A) QUE CONSTRUIU ESTE IMÓVEL?	
DATA DA CONSTRUÇÃO:	
TÉCNICA CONSTRUTIVA PREDOMINANTE:	
ÁREA CONSTRUÍDA:	Nº DE CÔMODOS:
QUARTO(S) () SALA(S) () COZINHA () VARANDA () WC ()	
DEPÓSITO () OUTRO(S) ():	
QUANTAS PESSOAS RESIDEM COM O(A) SENHOR(A)?	

PRINCIPAIS CRITÉRIOS PARA A EXECUÇÃO DE UMA NOVA MORADIA
DEFINIÇÃO DA LOCAÇÃO DO IMÓVEL:
TÉCNICA CONSTRUTIVA:

MATERIAL CONSTRUTIVO:

Nº DE CÔMODOS:

CÔMODOS NECESSÁRIOS:

INTERLIGAÇÃO ENTRE CÔMODOS:

UTILIZAÇÃO DO ESGOTO TRATADO NA IRRIGAÇÃO DOS QUINTAIS

ONDE O(A) SENHOR(A) DESCARTA AS ÁGUAS RESIDUAIS DA SUA CASA?

O(A) SENHOR(A) CONHECE A REUTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUAIS?

O(A) SENHOR(A) CONHECE ALGUÉM QUE REUTILIZA?

O(A) SENHOR(A) REUTILIZARIA AS ÁGUAS RESIDUAIS?

SE SIM, QUAL OU QUAIS INFORMAÇÕES O(A) SENHOR(A) PRECISARIA TER?

SE NÃO, POR QUE O(A) SENHOR(A) NÃO UTILIZARIA?

Caso o senhor ou a senhora tenham alguma dúvida, sugestão ou crítica para fazer relacionado à esta pesquisa, favor escrever abaixo:

APÊNDICE B – Explicação simplificada para o preenchimento

EXPLICAÇÃO SIMPLIFICADA PARA O PREENCHIMENTO	
DADOS E CARACTERÍSTICAS DO IMÓVEL EXISTENTE	
ENDEREÇO:	
CONDIÇÃO DA MORADIA: PRÓPRIA () ALLUGADA () OUTRA ()	
HÁ QUANTO TEMPO O(A) SENHOR(A) MORA NESTE IMÓVEL?	
FOI O(A) SENHOR(A) QUE CONSTRUIU ESTE IMÓVEL? <u>Responder somente SIM ou NÃO</u>	
DATA DA CONSTRUÇÃO: <u>Colocar o ano em que a casa foi construída, se não souber, basta colocar que não sabe</u>	
TÉCNICA CONSTRUTIVA PREDOMINANTE: <u>Informar se a casa é de alvenaria de blocos cerâmico ou se é de tijolo, se é de Talpa, ou ainda, se é de outro modo de construção (dizer qual)</u>	
ÁREA CONSTRUÍDA: <u>Informar as medidas externas da sua casa?</u> N° DE CÔMODOS: <u>Informar o número total de ambientes existentes na sua casa</u>	
QUARTO(S) () SALA(S) () COZINHA () VARANDA () WC ()	
DEPÓSITO () OUTRO(S) () : - <u>Colocar entre os parênteses o número de cada um dos ambientes, por exemplo: Quartos (2) e assim por diante.</u>	
QUANTAS PESSOAS RESIDEM COM O(A) SENHOR(A)? <u>Informar o número total de pessoas que moram na casa.</u>	
PRINCIPAIS CRITÉRIOS PARA A EXECUÇÃO DE UMA MORADIA NOVA	
DEFINIÇÃO DA LOCAÇÃO DO IMÓVEL: <u>Informar de acordo com a sua experiência e com as suas palavras, como deve ser a escolha do local ideal para construir uma casa nova,</u>	
TÉCNICA CONSTRUTIVA: <u>Informar de acordo com a sua experiência e com as suas palavras, qual a melhor técnica para construir uma casa, por exemplo: É melhor fazer de tijolos ou de bloco de concreto? Dê a sua sugestão de acordo com o que for melhor para o senhor ou a senhora, se fosse construir uma nova casa hoje.</u>	
MATERIAL CONSTRUTIVO: <u>Informar de acordo com a sua experiência e com as suas palavras, quais os materiais de construção que o senhor ou a senhora utilizaria se fosse construir uma nova casa, por exemplo: Eu utilizaria tijolo, depois faria o reboco e o no piso eu colocaria cerâmica. Pode escrever a vontade.</u>	

EXPLICACÃO SIMPLIFICADA PARA O PREENCHIMENTO
DE TEXTO E CÂMPULOS DE RESPOSTAS

Nº DE CÔMODOS: <u>Informar de acordo com a sua experiência a quantidade de ambientes que o senhor ou a senhora gostaria de ter em uma nova casa, se fosse começar a construir uma hoje.</u>
CÔMODOS NECESSÁRIOS: <u>Informar de acordo com a sua experiência e com as suas palavras, quais os cômodos que o senhor ou a senhora gostaria de ter em uma nova casa, se fosse começar a construir uma hoje, por exemplo: eu gostaria de ter 3 quartos um sala de visita e uma sala só para refeições.</u>
INTERLIGAÇÃO ENTRE CÔMODOS: <u>Informar de acordo com a sua experiência e com as suas palavras, como todos os cômodos deveriam estar distribuídos e interligados nesta nova casa, por exemplo: eu gostaria que os quartos ficassem ligados com a sala de refeições não com a sala de visitas, já o banheiro eu gostaria que ficasse perto da cozinha...</u>

UTILIZAÇÃO DO ESGOTO TRATADO NA IRRIGAÇÃO DOS QUINTAIS
ONDE O(A) SENHOR(A) DESCARTA AS ÁGUAS RESIDUAIS DA SUA CASA? : <u>Informar com as suas palavras, para onde vão as águas que foram utilizadas no banheiro, para lavar a roupa, para lavar os pratos, etc.</u>
O(A) SENHOR(A) CONHECE A REUTILIZAÇÃO DAS ÁGUAS RESIDUAIS? <u>Informar se o senhor ou a senhora já ouviu falar de pessoas que utilizam novamente as águas do banheiro, ou as águas de lavar roupas ou ainda da pia cozinha, depois de tratadas para irrigar as plantações dos seus quintais.</u>
O(A) SENHOR(A) CONHECE ALGUÉM QUE REUTILIZA? <u>Responder somente SIM ou NÃO</u>
O(A) SENHOR(A) REUTILIZARIA AS ÁGUAS RESIDUAIS? ? <u>Responder somente SIM ou NÃO, se o senhor ou a senhora teriam coragem de usar para irrigar as plantações dos seus quintais, as águas que já foram utilizadas no banheiro, ou para lavar roupas ou ainda na pia cozinha, depois delas terem sido tratadas.</u>
SE SIM, QUAL OU QUAIS INFORMAÇÕES O(A) SENHOR(A) PRECISARIA TER? <u>Se o senhor ou a senhora responderam "SIM" na pergunta acima, vocês teriam mais alguma dúvida que gostariam de esclarecer antes de reutilizar estas águas?</u>
SE NÃO, POR QUE O(A) SENHOR(A) NÃO UTILIZARIA? <u>Se o senhor ou a senhora responderam "NÃO", porque vocês não teriam coragem de reutilizar estas águas?</u>

APÊNDICE C – Termos de Consentimento Livre e Esclarecido



Programa de Pós-Graduação
**AGROECOLOGIA E
 DESENVOLVIMENTO
 TERRITORIAL**

UNIVASF – UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO

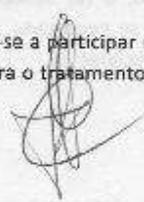
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (A) Senhor (a) está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa “UM OLHAR SOBRE AS MORADIAS E O REÚSO DE ÁGUAS TRATADAS PELO SISTEMA WETLAND NA PERSPECTIVA DA CONVIVÊNCIA COM O SEMIÁRIDO DO SERTÃO DO SÃO FRANCISCO BAIANO”, cujo pesquisador responsável é o Sr. Fábio José de Matos Barbosa. Os objetivos do projeto são:

- Analisar as moradias do Território do Sertão do São Francisco Baiano na perspectiva da convivência com o semiárido e suas implicações no uso de tecnologias sociais de tratamento e reúso de águas residuais domésticas;
- Fazer o levantamento da tipologia construtiva das moradias rurais dos agricultores familiares do Território do Sertão do São Francisco Baiano;
- Identificar os elementos arquitetônicos e/ou construtivos a serem considerados em propostas de habitações na perspectiva da convivência com o semiárido;
- Montar um protótipo do sistema wetland construído para o tratamento do esgoto residencial de uma unidade familiar no Centro de Formação do IRPAA Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA;
- Montar um protótipo do sistema wetland construído para o tratamento do esgoto (excetuando o efluente do(s) vaso(s) sanitário(s)) na Escola Familiar Agrícola de Sobradinho-BA;
- Avaliar em laboratório os parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água tratada pelos dois sistemas wetland construído, com o objetivo de verificar ou não a possibilidade da sua posterior utilização na irrigação dos quintais produtivos dos agricultores familiares do Território do Sertão do São Francisco Baiano;
- Trabalhar a partir de processos formativos e de atividades socioeducativas, os aspectos técnicos e culturais do reúso das águas tratadas junto aos estudantes da EFAS - Escola Familiar Agrícola de Sobradinho-BA e do Centro de Formação do IRPAA Dom José Rodrigues em Juazeiro-BA;
- Produzir e validar uma cartilha com informações claras e simplificadas de como os próprios agricultores familiares podem montar de forma barata e artesanal um Sistema Wetland Construído.

O (A) Senhor (a) está sendo convidado por que na condição de agricultor familiar e morador do Território do Sertão do São Francisco Baiano, pode explicar os critérios que o (a) Senhor (a) utilizou para determinar o posicionamento da sua casa no terreno, quais os compartimentos (ambientes) que ela tem e o porquê, bem como, com quais materiais de construção ela foi construída e o porquê desta escolha.

O (A) Senhor (a) tem de plena liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma para o tratamento que recebe neste serviço de



1

levantamento da tipologia construtiva das moradias rurais dos agricultores familiares do Território do Sertão do São Francisco Baiano.

Caso aceite participar sua participação consiste em responder a um questionário semiestruturado e preencher um formulário com perguntas e opções sobre os critérios que o (a) Senhor (a) utilizou para determinar o posicionamento da sua casa no terreno, quais os compartimentos (ambientes) que ela tem e o porquê, bem como, com quais matérias de construção ela foi construída e o porquê desta escolha.

Toda pesquisa com seres humanos pode envolver riscos aos participantes. Nesta pesquisa, entendemos que existe a possibilidade dos seguintes riscos imediatos e/ou posteriores:

- a) Invasão de privacidade;
- b) Discriminação e estigmatização a partir do conteúdo revelado;
- c) Tomar o tempo do sujeito ao responder a entrevista e preencher o formulário;
- d) Divulgação de imagem (filmagens ou registros fotográficos).

Diante da possibilidade dos riscos acima elencados, serão tomadas as seguintes medidas a fim de evitar e/ou minimizar tais riscos:

- a) Garantir o acesso aos resultados individuais e coletivos;
- b) Minimizar desconfortos, garantindo local reservado e liberdade para não responder questões constrangedoras;
- c) Estar atento aos sinais verbais e não verbais de desconforto;
- d) Assegurar a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico – financeiro;
- e) Garantir que os sujeitos da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano previsto ou não no termo de consentimento e resultante de sua participação, além do direito à assistência integral, têm direito à indenização;
- f) Garantir a divulgação pública dos resultados;
- g) Garantir que sempre serão respeitados os valores culturais, sociais, morais, religiosos e éticos, bem como os hábitos e costumes quando as pesquisas envolverem comunidades.

Em função do estado de pandemia da Covid-19 em que o Brasil e o mundo ainda estão vivendo, o pesquisador/entrevistador está tomando todas as medidas de proteção necessárias visando evitar e ou minimizar o risco de contágio pela covid-19 durante a realização da pesquisa de campo, neste contexto, o pesquisador/entrevistador já se encontra devidamente vacinado e está utilizando os EPI's apropriados visando evitar qualquer tipo de contágio durante a realização desta pesquisa.

Com as informações que serão passadas pelo (a) entrevistado(a), esperamos entender os critérios de como se dá o processo de construção das moradias dos agricultores familiares do Território do Sertão do São Francisco Baiano.

Também são esperados os seguintes benefícios com esta pesquisa: Que futuros programas habitacionais no meio rural deste território, passe a considerar os critérios trazidos por seus futuros ocupantes.

Se julgar necessário, o (a) Senhor (a) dispõe de tempo para que possa refletir sobre sua participação, consultando, se necessário, seus familiares ou outras pessoas que possam ajudá-los na tomada de decisão livre e esclarecida.

Garantimos ao (ã) Senhor (a) a manutenção do sigilo e da privacidade de sua participação e de seus dados durante todas as fases da pesquisa e posteriormente na divulgação científica.

O (A) Senhor (a) pode entrar em contato com o pesquisador responsável o Sr. Fábio José de Matos Barbosa, a qualquer tempo para informação adicional na Avenida Antônio Carlos Magalhães, nº. 510. Bairro Country Club – CEP: 48.902-300 - Juazeiro/BA - Telefone: (74) 2102-7624 (79) 98814-4310 – E-mail: fabioj@infonet.com.br.

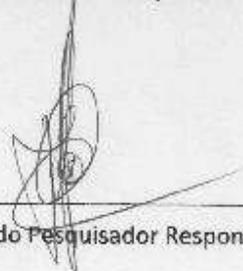
O (A) Senhor (a) também pode entrar em contato com o Comitê de Ética, do Centro Universitário do Rio São Francisco (UNIRIOS), através do endereço: Av. Vereador José Moreira, 1000, Bloco B, 3º andar, Perpétuo Socorro, Bairro Centro – CEP: 48.601-180 - Paulo Afonso/BA - Telefone: (75) 3501-0776 – E-mail: cep@unirios.edu.br

Este documento (TCLE) será elaborado em duas VIAS, que serão rubricadas em todas as suas páginas, exceto a com as assinaturas, e assinadas ao seu término pelo(a) Senhor(a), ou por seu representante legal, e pelo pesquisador responsável, ficando uma via com cada um.

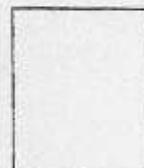
CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Li e concordo em participar da pesquisa.

Assinatura do Participante



Assinatura do Pesquisador Responsável



IMPRESSÃO DACTILOSCÓPICA