



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL

**ESTUDO E PROPOSIÇÃO DE PRÁTICAS ALTERNATIVAS DE
ENGENHARIA PARA A MANUTENÇÃO DO ABASTECIMENTO EM
PROPRIEDADES RURAIS SUSCETÍVEIS A ESCASSEZ HÍDRICA
NO MUNICÍPIO DE WESTFÁLIAS**

Franciel da Costa

Lajeado, dezembro de 2021



Franciel da Costa

**ESTUDO E PROPOSIÇÃO DE PRÁTICAS ALTERNATIVAS DE
ENGENHARIA PARA A MANUTENÇÃO DO ABASTECIMENTO EM
PROPRIEDADES RURAIS SUSCETÍVEIS A ESCASSEZ HÍDRICA NO
MUNICÍPIO DE WESTFÁLIA/RS**

Projeto de Monografia apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, do curso de Engenharia Ambiental, da Universidade do Vale do Taquari - Univates, como parte da exigência para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Ms. Marcelo Luis Kronbauer.

Lajeado, dezembro de 2021

RESUMO

A ocorrência de escassez de água em períodos de baixa precipitação no município de Westfália, causa impactos negativos principalmente na zona rural, onde a captação, potabilização e distribuição de água tratada é mais complexa em razão do acesso mais restritivo aos mananciais hídricos. Nesse sentido, o presente estudo sugere alternativas para captação de água para sanar a escassez, considerando o consumo de água nas atividades de suinocultura, bovinocultura e avicultura. A metodologia deste trabalho, aplica pesquisa bibliográfica e exploratória, com base em dados de consumo de água em meio rural, sugerindo alternativas de aproveitamento de águas da chuva, superficiais e subterrâneas para uso na dessedentação animal. Os resultados indicam diversas alternativas para gestão dos recursos hídricos, sendo a captação da água da chuva com a proposição de projeto piloto com cisternas uma solução economicamente viável. Espera-se que a partir do desenvolvimento deste trabalho, que o mesmo possa auxiliar na minimização dos impactos socioeconômicos e ambientais para as futuras gerações e as que sofrem atualmente, com a escassez de água.

Palavra-chave: Escassez hídrica. Propriedades rurais. Captação de água da chuva. Água de reuso. Demanda hídrica

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ilustra a escassez de água em Westfália.....	15
Figura 2 - Esquema simplificado do Ciclo Hidrológico.....	19
Figura 3 - Bovinocultura leiteira desenvolvida no Estado.....	21
Figura 4 - Unidade de confinamento de bovinos de leite.....	21
Figura 5 - Atividade de suinocultura terminação.....	22
Figura 6 - Atividade de avicultura de corte intensiva.....	23
Figura 7 - Esquema de tratamento com filtro lento.....	32
Figura 8 - Localização de Westfália no Rio Grande do Sul.....	37
Figura 9 - Galpão para alojamento de aves de corte no município de Westfália, com aproximadamente 100 metros de comprimento por 16 metros de largura....	44
Figura 10 - Pocilga de alojamento de suínos de aproximadamente 70 metros de comprimento por 9 metros de largura.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Ilustra a estimativa de consumo de água no município de Westfália.....	43
Gráfico 2 - Dados da estação meteorológica de Bento Gonçalves com os acumulados do ano de 2020.....	47
Gráfico 3 - Mostra o déficit hídrico com o comparativo de consumo e de captação pela água da chuva no ano de 2020.....	49
Gráfico 4 - Mostra o déficit hídrico com o comparativo de consumo e de captação pela água da chuva na média acumulada do ano de 2011 a 2020.....	50
Gráfico 5 - Volume de água captado pelo consumo na atividade de avicultura.....	51
Gráfico 6 - Volume de água captado pelo consumo na atividade de suinocultura.....	51
Gráfico 7 - Volume de água captado pelo consumo na atividade de bovinocultura.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Indicação de alguns parâmetros de potabilidade significativos para identificar possíveis alterações nas características das águas e seus limites para consumo humano, conforme portaria GM/MS nº888/2021.....	27
Tabela 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs), elaborados pela Organização das Nações Unidas (ONU).....	28
Tabela 3 - Usos da água no município de Westfália.....	41
Tabela 4 - Quantidade de Animais e consumo de água na zona rural do município de Westfália/RS.....	42
Tabela 5 - Despesas da Administração Municipal de Westfália/RS.....	46
Tabela 6 - Precipitação média acumulada na Estação Meteorológica entre os anos de 2011 e 2020 (mm).....	48
Tabela 7 - Resultados dos déficits e superávit hídrico nas atividades.....	53
Tabela 8 - Custos relativos a implantação de captação de água pluvial na atividade de avicultura de corte.....	54
Tabela 9 - Custos relativos à implantação de captação de água pluvial na atividade de suinocultura terminação.....	54
Tabela 10 - Custos relativos a implantação de captação de água pluvial na atividade de bovinocultura.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPA: Associação Brasileira de Proteína Animal

ANA: Agência Nacional de Águas

Agenda 21: documento assinado por 179 países durante a "Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento"

Agenda 2030: documento assinado por 193 países membros das Nações Unidas que adotaram uma nova política global.

°C: Graus celsius

cm: centímetro

CNRH: Conselho Nacional de Recursos Hídricos

DBOs: Demanda bioquímica de oxigênio

DEE: Departamento de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul

DMAWE: Departamento Municipal de Meio Ambiente de Westfália

DRH: Departamento de Recursos Hídricos do Estado

DQO: Demanda química de oxigênio

EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ESRI: Instituição em inglês "Environmental Systems Research Institute", traduzido "Instituto de Pesquisa de Sistemas Ambientais"

FEPAM: Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler

GM: Gabinete do Ministro

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET: Instituto Nacional de Meteorologia

L: Litro

Km²: Quilômetro quadrado

MAPA: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
mg: Miligrama
m²: Metros quadrados
m³: Metros cúbicos
mm: Milímetro
m: Metro
MS: Ministério da Saúde
OD: Oxigênio dissolvido
ODS: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU: Organização das Nações Unidas
O₂: Oxigênio
pH: Potencial hidrogeniônico
Rio-92: Reunião das Nações Unidas em 1992, para tratar sobre meio ambiente
RS: Rio Grande do Sul
R\$: Moeda real
Runoff: Tradução em inglês “escoamento”
Schmutzdecke: Tradução em alemão “manta suja”
s: Segundo
SEMA: Secretaria Estadual do Meio Ambiente
SEPLAG: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão do Estado do Rio Grande do Sul
SIOUT/RS: Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul
SINAPI: Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices
SODIS: Desinfecção solar da água
US\$: Moeda dólar
uT: Unidade de turbidez
UV: Radiação Ultravioleta
XX: Número vinte em Romano
%: Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivos	12
1.2 Justificativa	13
1.3 Método de alcançar os objetivos	13
1.4 Estrutura	14
2 REVISÃO TEÓRICA	15
2.1 Escassez hídrica	15
2.2 Meio-ambiente e mudanças climáticas	16
2.3 Demanda hídrica	18
2.4 Ciclo hidrológico e balanço hídrico	18
2.5 Demanda hídrica em propriedades rurais	19
2.6 Produção agrícola e suas cooperativas	20
2.6.1 Bovinocultura	20
2.6.2 Suinocultura	21
2.6.3 Avicultura	23
2.7 Problemas de acesso à água potável	23
2.8 Soluções para acesso a água potável	24
2.9 Qualidade da água para consumo humano e outros fins menos nobres	25
2.10 Alternativas no gerenciamento das águas	27

2.10.1 Filtros lentos	31
2.10.2 Captação de água da chuva	32
2.10.3 Água de reuso	33
2.10.4 Cisterna	34
2.10.5 Perfuração de poços	34
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	36
3.1 Análise dos usos das águas	37
3.2 Estimativa do consumo de água na zona rural do município de Westfália/RS	37
3.3 Estimativas e custos para escassez hídrica na administração pública	38
3.4 Análise dos dados pluviométricos	38
3.5 Estimativa e potencial de captação de águas oriundos das chuvas e reuso	39
3.6 Projeto piloto para captação de água por cisternas	40
4 RESULTADOS	41
4.1 Diagnóstico dos usos de água e consumo de água	41
4.2 Diagnóstico dos custos da escassez na administração pública	45
4.3 Diagnóstico e análises dos dados de precipitação	46
4.4 Análise do potencial de aproveitamento da chuva	48
4.5 Projeto piloto para captação de água por cisternas	53
5 CONCLUSÃO	56
REFERÊNCIAS	58

1 INTRODUÇÃO

No globo terrestre, nos últimos anos vem constatando as diversas mudanças climáticas, causando grandes transformações no cotidiano e no ambiente dos seres que habitam o planeta. As oscilações e eventos adversos nos climas trazem significativa preocupação nas questões ambientais e de perspectiva de futuro próximo.

As ocorrências, cada vez mais frequentes, de situações adversas em várias regiões do globo, tais como as inundações, os temporais, os vendavais, as queimadas e os períodos de extrema escassez de precipitações pluviométricas, trazem inseguranças às famílias que dependem das condições climáticas favoráveis para desenvolvimento de cultivos.

A partir da temática da água, podemos destacar a importância ao direito de cada ser humano a disponibilidade de água para a sobrevivência, discutidas e debatidas amplamente como direito fundamental de desenvolvimento sustentável nas Nações Unidas – ONU (UNITED NATIONS, 2002). As mudanças climáticas contribuirão com a escassez de água, podendo afetar mais de um bilhão de pessoas, nas próximas décadas, no mundo (IPCC, 2014).

No planeta, aproximadamente 97% das águas são salgadas e 2,493% se encontram em geleiras ou locais de difícil acesso, restando apenas 0,007% de águas doces para utilização e consumo humano em rios, lagos, lençóis freáticos, aquíferos e na atmosfera. A partir da importância da água no contexto, não poderia ser tratada como um recurso para o capitalismo, mas sim devidamente controlada para fins sociais efetivos sobre a água e a biodiversidade (PICCOLI; KLIGERMAN; COHEN; ASSUMPÇÃO, 2015).

No ciclo hidrológico, a água pode ser encontrada em três estados físicos, se mantendo sempre nas mesmas proporções, garantindo assim a existência de vida na Terra. O aumento do desenvolvimento econômico trouxe conseqüentemente um maior uso de água, e riscos na extinção da sociedade (GRASSI, 2018).

A ONU estimou em 2017, que anualmente a economia mundial é atingida com prejuízo de 500 bilhões de dólares devido à insegurança dos recursos hídricos. Este fenômeno ocorre devido locais com a escassez hídrica, ocasionando em danos a subsistências e a segurança alimentar, sendo visível o desequilíbrio tanto nas culturas, com o aparecimento de pragas e doenças (CARLÃO, 2018).

O consumo mínimo de água por habitante pode variar de 30 a 200 litros. O desafio é encontrar a qualidade na água consumida que varia conforme as condições ambientais e antrópicas, respeitando cuidados no tratamento pois pode transmitir vários patógenos e substâncias tóxicas (OLIVEIRA, 2021).

A qualidade da água tem como propósito a proteção da saúde pública, e pode ser alcançado com métodos que evitam a sua contaminação. Um dos métodos é evitar a contaminação por lançamento de dejetos animais e humanos os quais possuem grande carga de bactérias, vírus, protozoários, e helmintos. As bactérias patogênicas, vírus e os parasitas são os principais agentes biológicos para águas contaminadas (AGUILA; ROQUE; MIRANDA; FERREIRA, 2000).

No período de dezembro de 2019 a março do ano de 2020, no Rio Grande do Sul foi constatado situações adversas que causaram grandes transtornos às atividades agrosilvopastoris, com a extrema escassez de precipitações pluviométricas (BECK; REBELLATO, 2020). O fenômeno de La Niña, com a redução das médias térmicas das águas do Oceano Pacífico, causa desequilíbrio nas atividades agrícolas (CUNHA; PIRES; DALMAGO; SANTI; PASINATO; SILVA; ASSAD; ROSA, 2011).

A escassez de água atingiu as atividades de pecuária e lavouras de milho, soja e produção de leite, contabilizando muitos prejuízos econômicos e sofrimento animal com a falta de água. Além de causar o desabastecimento de água potável para consumo humano (BECK; REBELLATO, 2020).

A Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) divulgou relatório sobre a situação de estiagem no Rio Grande do Sul, no mês de abril de 2020, que relatou o significativo evento de estiagem, ficando com os volumes de chuva do Estado abaixo

da média, atingindo níveis críticos na baixa disponibilidade hídrica nas bacias gaúchas (ANA, 2020).

No município de Westfália a ocorrência de um período de estiagem que atingiu a todas as localidades da zona rural do município. Sendo que a localidade de Linha Berlim foi a mais atingida com falta de água potável para o abastecimento público, considerando a alta produção de sistemas integrados de aves e suínos de abate, além de intensa produção leiteira (WESTFÁLIA, 2021).

Contudo a administração municipal, preocupado com a situação da escassez realiza altos custos para a normalização no fornecimento de água, um deles é perfurar poços artesianos para minimizar os impactos, sendo que a profundidade atingida de perfuração de poço artesiano a 416 metros, onde 412 metros perfurados consistem em basaltos da Formação Serra Geral e o restante em arenitos da Formação Botucatu (WESTFÁLIA, 2020).

No entanto, para auxiliar na minimização e melhorias na solução da ocorrência de escassez de água no interior do município é proposto no presente estudo, buscar alternativas viáveis e pouco impactantes ao meio ambiente, que sirvam de solução para a referida problemática, focando no desenvolvimento ambiental e social das atividades desenvolvidas na região.

Em boletim da Agência Nacional de Águas (ANA), de abril de 2020, a situação de escassez de água permanece, caracterizando que a curto e médio prazo não haverá uma recuperação do déficit hídrico no Rio Grande do Sul. A partir de modelos matemáticos de previsão mais estendida, a formação do novo La niña debilita ainda mais a situação de déficit hídricos no Estado (ANA, 2020).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivos gerais

Propor alternativas viáveis, para minimizar os impactos da escassez e para suprir as demandas de consumo nas atividades desenvolvidas no meio rural.

1.1.2. Objetivos específicos

- Levantar os usos e consumos de água, como também a incidência pluviométrica para verificar alternativas na ocorrência de estiagem no município de Westfália;
- Propor alternativa de gerenciamento das águas nas propriedades rurais, suprimindo a necessidades das atividades desenvolvidas no meio rural;
- Verificar as viabilidades do aproveitamento da água da chuva;

1.2 Justificativa

A partir da problemática de escassez de água, constatada no município de Westfália, e aos suscetíveis danos sociais e ambientais para desenvolvimento das práticas agrícolas nas localidades, é visto a necessidade de maiores estudos e pesquisas. Com o intuito de propor alternativas viáveis, na garantia de acesso à água, suprimindo o consumo e a devida qualidade para os habitantes do município.

A grande demanda por água no município, reflete diretamente na procura de soluções inadequadas no gerenciamento de águas, com a incidência de perfurações de poços artesianos no aquífero, gerando altos custos para gerações futuras, sendo este mais um motivo pela busca de outras soluções alternativas, que trazem possibilidades diversificadas ao acesso de água, tornando o seu acesso mais seguro e sustentável.

1.3 Método de alcançar os objetivos

A partir de um estudo sobre as situações de desabastecimento de água e o consumo de água pelas atividades desenvolvidas na zona rural do município, este estudo busca revisar na literatura e propor potenciais soluções para o armazenamento de água, tais como a solução de tratamento de água coletada a partir das precipitações pluviométricas em cisternas. Cabe ressaltar que esta consiste em uma alternativa de baixo custo e de pouca manutenção e aplicável enquanto soluções alternativas viáveis e eficazes para garantir uma melhor resiliência em se tratando do enfrentamento à escassez de água. Além de obter informações de custos da

administração pública para sanar a problemática, para propor soluções viáveis ambientalmente e economicamente.

1.4 Estrutura

Após a pesquisa exploratória para revisão de literatura, calcula-se a demanda de consumo de água nas propriedades rurais do município, bem como, o potencial de alternativas de coleta de água da chuva para as instalações e construções existentes nas atividades de avicultura, suinocultura, além de levantar custos da administração pública para solucionar os problemas de escassez, propondo solucionar com captação da água da chuva para avicultura, suinocultura e bovinocultura em projeto piloto.

Em segundo momento realizar a análise de outras alternativas viáveis de suprir com o déficit hídrico nas propriedades com as formas de aproveitamento de água, reuso e tratamento de águas utilizadas nas propriedades.

2 REVISÃO TEÓRICA

2.1 Escassez hídrica

A água já foi considerada como fonte natural inesgotável, contudo, os estudos apontam que a água é um recurso mau gerenciado e que não se encontra uniformemente distribuída geograficamente (Figura 1). Este mau gerenciamento acontece devido um conjunto de problemas de ordem ambiental, de desenvolvimento social e econômico (OLÍVO; ISHIKI, 2014).

Figura 1 - Ilustra a escassez de água em Westfália



Fonte: Do Autor (2021)

Há dois fenômenos naturais que ajudam os seres humanos a se desenvolver nos continentes, sendo um deles de nome ciclo evolutivo da água, que consiste em

depuração e renovação da água com incidência de raios solares e evaporação, 86% dos oceanos e 14% dos continentes, no entanto, com o maior aquecimento terrestre a densidade das gotículas reduz e favorece a ação de centros de baixa pressão no lado dos continentes. O segundo fenômeno é a de reversão parcial da precipitação, que pode ser ativada com as condições especiais de íons nas gotículas, descargas elétricas que alteram a massa e seu volume que ocasionam precipitações (FLORES, 2000).

A água vem sendo utilizada em larga escala, em vários setores da sociedade. Estas utilizações ocasionam a concorrência e a competição pelo uso da água, causando conflitos e disputas no uso, sendo de fundamental importância a sua proclamação e reconhecimento de bem público administrado por um Estado (GRASSI, 2018).

O Brasil é um país abundante em água, no entanto o problema de gerenciamento de água e desperdício da água potável é vexatória, com índices de perdas de água tratada de 40 a 60%, contra 5 a 15% em países desenvolvidos. Contando que 90% do território é suprido de uma densa e vasta rede de drenagem que nunca seca. Porém o que mais preocupa é a situação de abandono em investimentos nas questões relacionadas a saneamento básico, que ajudariam na preservação dos mananciais hídricos presentes no território brasileiro. O descaso ocorre tanto nas esferas administrativas, legislativas e judiciárias, como na consciência da sociedade para a devido cuidado com a qualidade das águas (REBOUÇAS, 2003).

2.2 Meio-ambiente e mudanças climáticas

O clima contribui e influencia na disposição de água no planeta. Um estudo chamado de Relatório Stern tem grande efeito na sociedade Europeia, onde se garante que com a elevação de temperatura de 3°C na faixa da Europa poderá acarretar em grandes secas e a falta de água para até quatro bilhões de pessoas e milhões de novos casos de desnutrição (MARENGO, 2008).

Nas mudanças climáticas, as perguntas que não querem calar, o aumento das temperaturas globais é resultante das ações de processos naturais ou da ação

antrópica. A comprovação de que é uma variação natural foi possível verificar em registros deixados pelas bolhas de ar aprisionados nas geleiras da Antártica, no entanto a velocidade de mudanças, aconteceram em um período de 20 mil anos e atualmente acontecem no decorrer de 150 anos, representando a velocidade de 50 vezes mais rápidos, causando divergências e provas concretas de que as emissões de dióxido de carbono são resultantes das atividades humanas (NOBRE; REID; VEIGA; 2012).

No Brasil a interferências ocorrem consideravelmente com a alteração do ciclo anual das chuvas, variando as vazões das bacias hídricas presentes no território, e de fato essa variabilidade anual, associada aos fenômenos de El Niño e La Niña. As variabilidades nas temperaturas da superfície e do mar no Atlântico Tropical e no Sul podendo gerar anomalias climáticas, que conseqüentemente resultam em grandes secas. Estes efeitos e riscos derivados das mudanças climáticas, tanto naturais como de origem antropogênica, estão levando preocupação em diversos setores da comunidade global (MARENGO, 2008).

Os efeitos das mudanças vão ser percebidos pela população, estando previstas maiores frequências em ondas de calor em núcleos urbanos, com relação a duração e a intensidade. Além disso, prevê-se uma deterioração na qualidade do ar e o aumento de áreas suscetíveis a riscos, em movimentos de massas nas encostas e alagamentos com intensas enxurradas. No momento é necessário organizar o país para minimizar e atenuar os eventuais impactos gerados utilizando o princípio da precaução, para evitar e diminuir os impactos socioambientais preservando as vidas humanas (RIBEIRO, 2008).

Em estudos realizados é possível verificar que o Brasil está vulnerável a eventos climáticos que se prevê para o futuro e especialmente quanto a situações extremas climáticas, sendo que as regiões mais vulneráveis são a da Amazônia e do Nordeste brasileiro. Nos cenários climáticos-hidrológicos futuros é possível estimarmos os impactos e estimular a ação no gerenciamento de políticas para os usos das águas (MARENGO, 2008).

2.3 Demanda hídrica

A sustentabilidade hídrica é essencial para a garantia de água nos seus diversos usos cada dia mais crescentes e intensos. As águas cada vez mais escassas, necessitam de controle, medidas e gestão para limitar o uso sem desperdícios. A escassez de água é característico de vários ambientes, podendo ocorrer de causas antrópicas e/ou naturais (PEREIRA, 2018).

As demandas hídricas mundiais retratam que a agricultura utiliza 69% da água disponível no planeta, a indústria consome 23% e as residências em 8%. Em países em desenvolvimento o consumo agrícola de água alcança 80% (BORSOI; TORRES, 1997).

No Brasil, a demanda por água é de diversos usos, sendo destacados para a irrigação, o abastecimento, fins industriais, a geração de energia, a mineração, a aquicultura, a navegação, o turismo e o lazer (ANA, 2021).

As perdas de água nas atividades desenvolvidas podemos destacar o desperdício de 90% em irrigação sendo bastante alto, e é resultante da evapotranspiração. No abastecimento público temos 10% de perdas, e na indústria dependendo do setor chegará a 20%. Já em hidrelétricas é muito baixo, que acontece com a evaporação (BORSOI; TORRES, 1997).

Na demanda hídrica do Brasil, 83% é destinado ao meio rural, dos quais utiliza 72% para irrigação. As perdas na irrigação alcançam 50% destas águas. Sendo que nos espaços rurais podemos destacar que a incidência de afloramentos, nascem grandes mananciais hídricos para o abastecimento. O uso do solo e o gerenciamento do solo e da água têm influência direta na disponibilidade hídrica. Mesmo que as grandes cidades tenham maior contribuição na poluição dos recursos hídricos, no meio rural, a utilização de fertilizantes, agrotóxicos e perda de solo em carreamento hídrico auxiliam em perdas na biodiversidade, saúde e economia do país (PRADO; JOHNSON; MARQUES, 2017).

2.4 Ciclo hidrológico e balanço hídrico

No ciclo hidrológico (Figura 2), ao qual consiste no fluxo das águas em vários estados físicos, se faz necessário maior atenção ao balanço hídrico de uma

determinada área que pode ser analisada em diversos níveis, resultando em um volume de controle adequado. Onde expressamos e quantificamos as vazões de entrada e de saída da água existentes em uma bacia hidrográfica. Com isso podemos gerenciar e identificar qual é a demanda hídrica máxima da bacia hidrográfica sem causar efeitos danosos ao equilíbrio do ciclo das águas (CONCEIÇÃO; VIANNA; BACIC; KOBIYAMA; FILHO, 2013).

Figura 2 - Esquema simplificado do Ciclo Hidrológico.



Fonte: Jacir J. Albino/Embrapa

2.5 Demanda hídrica em propriedades rurais

No mundo, cerca de 805 milhões de pessoas não possuem alimento para uma vida saudável, causando insegurança alimentar. A partir desta temática podemos destacar que 90% das áreas disponíveis para expansão agrícola se localizam na América Latina e África-Subsaariana. Na América Latina, o Brasil apresenta-se como grande produtor de alimentos e com condições de expansão (SAATH; FACHINELLO, 2018).

A demanda por produção de alimentos é crescente e prioridade mundial, alavancando o setor de agronegócio, conseqüentemente as exigências de aumento da produção refletem no consumo hídrico ocasionando déficit hídrico nas propriedades rurais (CONCEIÇÃO; VIANNA; BACIC; KOBIYAMA; FILHO, 2013). Na atividade de bovinocultura de corte, para obtenção de 1,0 kg de carne produzida, são

utilizados cerca de 16 mil litros de água, em toda sua cadeia (MENOSUMLIXO, 2019). Logo, quanto maior a demanda pela produção de alimentos, maior a demanda pela disponibilidade hídrica.

2.6 Produção agrícola e suas cooperativas

No Brasil, o cooperativismo é observado desde a época de colonização portuguesa, originou em Minas Gerais a primeira cooperativa de consumo registrada em 1889. No Rio Grande do Sul, a partir de 1902 surgiram as cooperativas de crédito iniciadas por um padre suíço (OCB, 2014).

As cooperativas agrícolas impulsionam o setor agropecuário brasileiro, com significativas exportações de carnes tanto bovinas como também aves e suínos. Com a adoção de inovações tecnológicas nos seus processos e na sua gestão, organização e cooperação entre os seus associados (SANTOS, 2020).

No município de Westfália, a atividade agrosilvopastoril é bastante intensiva, a partir de pequenas áreas de terras caracterizadas como minifúndios, é possível alcançar altos rendimentos produtivos, resultantes dos incentivos ao método de integração. O método de integração garante a criação de animais como suínos, aves de corte e bovinocultura leiteira, onde os dejetos devidamente estabilizados são aplicados em forragens que garantem o pastejo dos bovinos de leite que proporcionam um sistema cíclico na produção de alimentos (QUADROS; SILVEIRA, 2009).

2.6.1 Bovinocultura

No Rio Grande do Sul, a atividade de bovinocultura leiteira é desenvolvida com o rebanho de 1,3 milhões de cabeças, produzindo 4,5 bilhões de litros de leite, o que representa 13% da produção brasileira (Figura 3). O número de produtores de leite é de 76.541 que possuem sua atividade econômica leiteira (RIES, 2021).

Figura 3 - Bovinocultura leiteira desenvolvida no Estado.



Fonte: Administrador Campo e Negócios

Figura 4 - Unidade de confinamento de bovinos de leite.



Fonte: do Autor (2021)

Na bovinocultura leiteira podemos destacar que o consumo de água de um animal em lactação consome aproximadamente 62,0 litros de água diariamente, resultando em um consumo mensal de 1.860 litros (Figura 4). (PALHARES, 2005).

2.6.2 Suinocultura

Nas atividades desenvolvidas com suínos, há vários períodos para caracterizar a vida do animal (Figura 5). Inicialmente temos após o período de nascimento, o

estágio creche, onde o suíno chega com 8 quilos, o consumo de água diário é de 8 litros por cabeça, e quando alcança seus 20 quilos, entra em um estágio de terminação até chegar ao seu abate, alcançando o consumo de 20 litros por dia. A resultante mensal de cada estágio é de creche 240 litros e terminação 600 litros (PALHARES, 2005).

Figura 5 - Atividade de suinocultura terminação.



Fonte: do Autor (2021)

Para a produção de suínos, a Associação Brasileira de Proteína Animal divulgou dados de aumento na produção de 3,23 milhões de toneladas em 2010 para 3,98 milhões de toneladas em 2019. Sendo que as exportações de carne suína, por sua vez, foram de US\$1,3 bilhões em 2010, e em 2019 geraram uma receita de US\$1,5 bilhões. (ABPA, 2021)

No abate de suínos, recomendado pela Inspeção Federal do MAPA, o consumo médio de água nos processos relacionados ao abate é de 850 litros de água por cabeça. Este consumo compreende, desde a entrada da ave até a expedição da carne, inclusive com os processos auxiliares de lavanderia, refeitório, caldeiras e a resfriamento (BELLAVÉR; OLIVEIRA, 2009).

2.6.3 Avicultura

Para a atividade de criação de aves de corte podemos verificar o consumo de água de uma ave de aproximadamente 0,17 litros por dia, atingindo o valor de consumo mensal de 5,1 litros (Figura 6) (PALHARES, 2005).

Figura 6 - Atividade de avicultura de corte intensiva.



Fonte: Gustavo Paschoalin/O presente Rural

Os dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) apontam para a produção brasileira de carnes de aves, que passou de 12,23 milhões de toneladas em 2010 para 13,24 milhões em 2019. Enquanto para as exportações destes produtos, no ano de 2010, as exportações de carne de frango geraram uma receita de US\$6,8 bilhões e, em 2019, o valor das exportações foi de US\$6,9 bilhões (ABPA, 2021).

Para as aves, no seu abate, conforme recomendado pela Inspeção Federal do MAPA, o consumo médio de água nos processos relacionados a abate com higienização e manejo é relacionado a 30 litros de água por animal. (BELLAVÉR; OLIVEIRA, 2009)

2.7 Problemas de acesso à água potável

O abastecimento de água em meio rural não é tarefa simples, onde cerca de 30 milhões de pessoas residem em zonas rurais, conforme IBGE, as questões de

abastecimento necessitam de infraestrutura básica e a qualidade da água. No Brasil, menos de 30% das pessoas possuem rede de abastecimento, somente sendo obtidas a partir de poços e nascentes dos rios (BRK, 2020).

No Estado do Rio Grande do Sul, o percentual de abastecimento com água tratada da rede de abastecimento atingiu 89,80%, no ano de 2018, dado divulgado pelo Departamento de Economia e Estatística (DEE), vinculado à Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão (Seplog) do Estado (DEE, 2020).

Os motivos para a falta de água devidamente tratada no meio rural aos brasileiros, é a desigualdade social que assola o meio rural, os desafios da falta de infraestrutura por estarem distantes de centros urbanos, e o alto custo na implantação das redes, a falta de água em alguns rios intermitentes ou temporários, e a inexistência de regularidade fundiária dos imóveis (BRK, 2020).

2.8 Soluções para acesso a água potável

O acesso à água potável exige medidas de redução da poluição e a economia dos recursos hídricos, impactando também na economia de recursos energéticos. A poluição também atinge as reservas subterrâneas, e não somente em rios, lagos e lagoas, mas estão sendo fortemente afetadas por esgotos e fontes de poluição difusas (BORDIGNON; RAFAELLI; LOPES; SIQUEIRA, 1998).

Necessitando uma reflexão sobre hábitos de consumo, e a adoção de novos valores para o modo de vida do ser humano, utilizando medidas de redução do consumo, implantação do reuso e da reciclagem dos efluentes líquidos gerados pelos processos domésticos, industriais e agrícolas (CARVALHO; DOURADO; FERNANDES; BERNARDES; MAGALHÃES, 2015).

O consumo responsável é essencial para o gerenciamento deste recurso, a necessidade de orientação e sensibilização das pessoas quanto à quantidade de água desperdiçada pelo mau uso dos aparelhos e equipamentos hidráulicos, e com vazamentos nas instalações, são alguns dos fatores responsáveis pela perda deste recurso imprescindível para a vida (CARVALHO; DOURADO; FERNANDES; BERNARDES; MAGALHÃES, 2015).

Os vazamentos das torneiras de jardins, tanque, pia de cozinha, boia da caixa d'água, duchas e chuveiros, tubulações enterradas ou embutidas em pisos e paredes, ou também em reservatórios enterrados fazem muita diferença na gestão adequada de recursos hídricos (OLIVEIRA; CHRISTMANN; PIEREZAN, 2015). Nas redes públicas de abastecimento de água as perdas por vazamentos representam 38,3% (EOS, 2019).

No meio rural, a captação de água subterrânea é provida de lençol freático ou de artesiano. O lençol freático é mais superficial, e possui grande variação de nível de água, sendo mais suscetível a poluição, encontra-se na parte superior do subsolo ou rocha impermeável, submetido à pressão atmosférica. O lençol artesiano é submetido a uma pressão atmosférica superior, estando confinado em duas camadas de rocha impermeável (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

No lençol freático, podemos destacar o emprego de poços rasos na captação de águas, sendo comumente conhecidos como cacimba ou cacimbão, que basicamente é escavado e revestido em alvenaria, sendo protegido ou não por pedregulhos e areia grossa na parte exterior da alvenaria para evitar carreamento de areia no poço, a sua adução é por bomba com devidas medidas sanitárias adequadas (GUIMARÃES; CARVALHO; SILVA, 2007).

Outra solução de captação no meio rural muito utilizada é a nascente ou olho de água que é o local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea, formando os fluxos de água e a rede de drenagens, sendo de origem natural e brotando em pontos onde o nível freático atinge a superfície do terreno (PINTO; ROMA; BALIEIRO, 2012).

2.9 Qualidade da água para consumo humano e outros fins menos nobres

A água é um agente para dispersar diversas substâncias presentes no seu meio, transportando a poluição, sendo sujeitas a alterações negativas de qualidade. Não podemos consumir água, caso não haja qualidade e segurança no seu consumo, devendo ser sanadas pelas condições sanitárias básicas (GRASSI, 2018).

A água tratada é conduzida e distribuída nas residências, no entanto, não se sabe ao certo se os reservatórios domiciliares recebem devida manutenção e limpeza

para garantir a água potável para o consumo. Esta manutenção, exige recursos de pessoal especializado para garantia de água potável ao consumidor; no entanto, os leigos que administram diariamente os prédios e as residências, não têm ciência da necessidade de cuidados especiais de manutenção dos reservatórios prediais de água (AGUILA et. al, 2000).

Em um estudo realizado entre 2003 e 2004 por Gérard e Margi Moss, sobre a qualidade da água dos rios no Brasil, analisando as águas na região Norte brasileira é possível obter resultados de boa qualidade na água, e no Centro-oeste é moderada a situação das águas. No entanto, na região Sul e Sudoeste, a incidência de grandes concentrações de Nitrogênio e Fósforo devido à alta atividade agropecuária, refletiram negativamente a qualidade das águas (PRADO et. al, 2017).

A partir da Portaria de Consolidação nº 05, emitida pelo Ministério da Saúde, no dia 03 de outubro de 2017, definiu o controle, a vigilância da água para consumo humano e seus padrões de potabilidade dispostos no Anexo XX e demais disposições em Anexo. Devendo estar em conformidade com padrão microbiológico, de substâncias químicas que representam risco à saúde e cianotoxinas, e com o padrão organoléptico (BRASIL, 2017).

Atualmente, a Portaria de Consolidação nº 05, recebeu as devidas atualizações e alterações no Anexo XX, com a publicação da Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021, que prevê as competências e deveres de cada ente e padrões de potabilidade da água (BRASIL, 2021).

Na captação de águas supridos por manancial superficial devem realizar análise dos parâmetros, conforme Tabela 1, de Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO₅), Oxigênio Dissolvido (OD), Turbidez, Cor Verdadeira, pH, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total e dos parâmetros inorgânicos, orgânicos e agrotóxicos, exigidos no Anexo XX. E para sistemas supridos por manancial subterrâneo devem realizar análise dos parâmetros Turbidez, Cor Verdadeira, pH, Fósforo Total, Nitrogênio Amoniacal Total, condutividade elétrica e dos parâmetros inorgânicos, orgânicos e agrotóxicos (BRASIL, 2021).

Tabela 1 - Indicação de alguns parâmetros de potabilidade significativos para identificar possíveis alterações nas características das águas e seus limites para consumo humano, conforme portaria GM/MS nº888/2021.

Parâmetro	Valor Máximo Permitido
<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100mL
Coliformes Totais	Ausência em 100mL
Turbidez	1,0 uT em 95% das amostras. 5,0 uT no restante das amostras mensais coletadas
Dureza	300 mg/L
pH	6,0 - 9,0
Nitrato	10 mg/L
DBO ₅	1 mg/L O ₂
DQO	5 mg/L O ₂
OD	> 5 mg/L

Fonte: Portaria GM/MS nº 888/2021.

Para a obtenção de água potável a partir da água da chuva podemos analisar e determinar as variáveis como a cor aparente, turbidez, dureza, pH, coliformes totais e termotolerantes (CRUZ; TEIXEIRA; MENEZES, 2017).

O principal objetivo do tratamento de esgoto sanitário é interromper os despejos de dejetos humanos no meio, em contato com os homens, e com os sistemas de abastecimento de água potável e irrigação de atividades alimentícias, proporciona a inibição dos patógenos e redução de custos em saúde, mantendo o ambiente sustentável (TELLES; COSTA, 2010).

2.10 Alternativas no gerenciamento das águas

Toda técnica aplicada estará sempre condicionada ao custo e ao benefício da alternativa proposta. (TELLES; COSTA, 2010).

Com a falta de água, fazem-se incontestáveis a criação de formas e alternativas para aproveitar a água, sendo a utilização da água pluvial a solução mais viável e

utilizada antigamente, no entanto perdeu espaço para sistemas públicos de abastecimento (FERNANDES; NETO; MATTOS, 2007).

Depois do evento da Rio-92, com a conclusão dos especialistas observou-se que as propostas e as diretrizes na preservação da água não avançaram muito e decidiram redigir uma Carta das Águas Doces no Brasil. Nos tópicos abordados, ressalta-se a importância de reverter o quadro da poluição das águas e planejar o uso de forma sustentável com base na Agenda 21, investindo na capacitação técnica em meio ambiente, saneamento e recursos hídricos, além de viabilizar tecnologias apropriadas para cada região brasileira (GOMES, 2009).

Para a Agenda 2030, foram estipuladas 17 metas e objetivos para o desenvolvimento sustentável do Brasil, com as ideias e objetivos bem definidos. A questão da água e saneamento ocupa a posição de sexto objetivo, sendo dividido em subitens que podemos visualizar na Tabela 2.

Tabela 2 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODSs), elaborados pela Organização das Nações Unidas (ONU).

ITEM	DESCRIÇÃO
6.1	Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos;
6.2	alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade;
6.3	melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente;

- 6.4 aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água, e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água;
- 6.5 implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado;
- 6.6 proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos;
- 6.a ampliar a cooperação internacional e o apoio à capacitação para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados à água e saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reuso;
- 6.b Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento”.

Fonte: Adaptado pelo Autor da ONU (2021)

De acordo com a ODS - ONU, 2021, apenas o item 6.3 possui pendências e está em fase de análise e construção, sendo que o restante, apresenta-se como produzido e sem pendências.

No Brasil, em nova lei, o presidente sancionou no dia 15 de julho de 2020, a universalização do saneamento básico, sendo caracterizado como um novo marco para o saneamento, consistindo na meta do Governo Federal de alcançar esta universalização até o ano de 2033, na garantia de que 99% da população brasileira tenha acesso à água potável e 90% tenham o tratamento e a coleta de esgoto adequados. Também trata do objetivo de investimentos na revitalização de bacias hidrográficas, na conservação do meio ambiente e a redução das perdas de água,

além de proporcionar maior qualidade de vida, e saúde à população, aquecendo a economia e gerando diversos empregos (BRASIL, 2020).

Para utilização de água superficiais, o aconselhado é realizar o devido tratamento para manter as condições de potabilidade necessárias. O processo simplificado de tratamento pode ser implantado em meio rural de forma individual ou em pequenas comunidades rurais. O tratamento consiste em algumas etapas, necessitando uma área de declive para garantir o escoamento das águas por gravidade (TEIXEIRA, 2021).

O tratamento simplificado para abastecimento de água é basicamente realizado com a coleta de águas superficiais na caixa de captação. Ele consiste em captar a água necessária para o tratamento, com o represamento das águas, necessitando a instalação de um ladrão na parte superior da caixa para excessos de águas oriundas do corpo receptor. A adição de conexões para a caixa de areia, que realiza a remoção de material orgânico presente na água, após é direcionado para o pré-filtro onde é constituído de uma camada de brita que auxilia no clarear da água entrando pela parte superior e saindo pela parte inferior do tanque de brita. A próxima etapa é a de filtro lento de areia que elimina o restante da matéria orgânica e microorganismos com a ação do cloro aplicado. No sistema de bombeamento podemos bombear a água já tratada a um reservatório central que tem a função de distribuição para a comunidade (TEIXEIRA, 2021).

Na filtração da água pode-se utilizar vários tipos de alternativas como as membranas, os filtros rápidos, os filtros lentos, entre outras, e a desinfecção pode ser tanto química, com a aplicação de cloro, hipoclorito de sódio, ozônio, dentre outros, e como na física com a fervura, o reator UV, e o SODIS (CRUZ et. al, 2017).

O aproveitamento de água da chuva traz inúmeras vantagens tais como a simplicidade e a facilidade de manutenção, o controle, e os baixos custos iniciais. A água é tratada de maneira simples, podendo ser aplicada com vantagens quando comparadas ao sistema de reutilização de águas nas residências, embora possua a significativa desvantagem de que em tempos de estiagem a diminuição dos volumes de água coletados (GOLDENFUM, 2015).

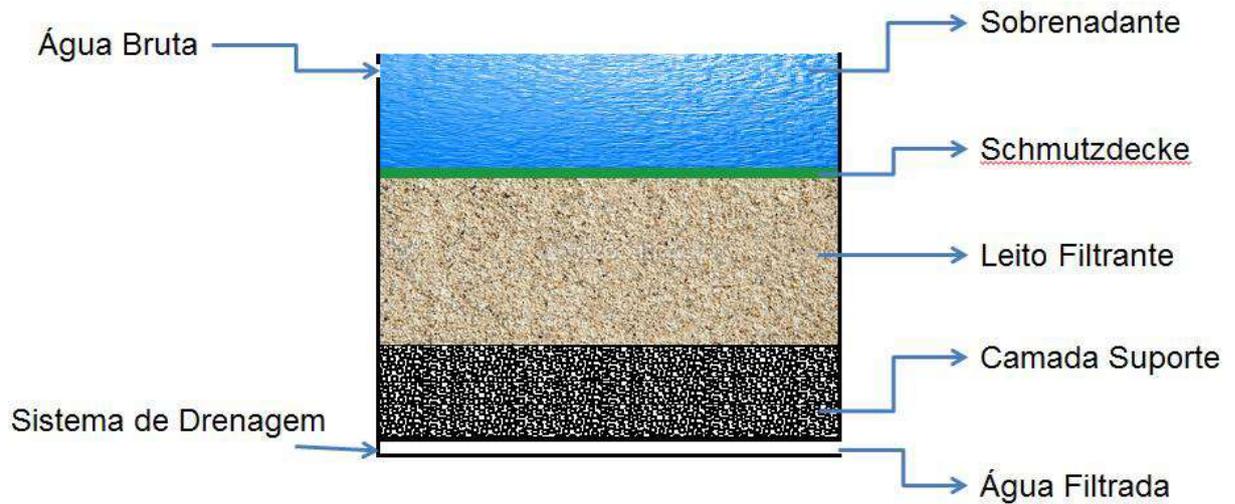
Nos processos para reuso da água sem fins potáveis, com o tratamento de águas cinzas do esgotamento sanitário, há uma variedade de tecnologias que vêm sendo desenvolvidas e adaptadas. As águas são utilizadas para fins de irrigação no ajardinamento, já que possuem alta carga orgânica, e também em reuso de descargas sanitárias, reduzindo significativamente a taxa de consumo de água potável (FILHO;PAULO, 2021).

2.10.1 Filtros lentos

A técnica de filtração lenta possivelmente é a prática mais antiga para o tratamento de água, e utilizada em todo o mundo. As características do processo de filtração lenta são relacionadas a introdução da água a uma baixa taxa de filtração, que permitem a remoção de materiais suspensos na superfície do meio filtrante, ocorrendo processos físicos e a remoção de patógenos por meio das atividades biológicas (SOUZA; SENS, 2019). Atualmente estão sendo reconhecidas as ideias de remoção de fármacos, agrotóxicos e produtos de higiene pessoal (SUMMERS; SHIMABUKU; ZEARLEY, 2014).

No filtro lento (Figura 7), o tempo de detenção é maior, resultando em uma redução no volume de água tratada. As atividades biológicas na parte superior do filtro, também chamados de Schmutzdecke (em tradução do alemão "manta suja") com a produção de substâncias poliméricas extracelulares criando um biofiltro que retém os microorganismos patogênicos na superfície da areia (AMUI; MORUZZI, 2016).

Figura 7 - Esquema de tratamento com filtro lento descendente.



Fonte: RODRIGUES, 2014

Para a manutenção do sistema filtrante, requer limpeza periódica, com a remoção da areia de aproximadamente 1 a 2cm, realizar a lavagem, secagem e reposição da areia no filtro, para eliminação dos patógenos (AMUI; MORUZZI, 2016). A retrolavagem do filtro é uma alternativa bem simples e fácil permitindo a automatização para sistemas de grande escala (SOUZA; SENS, 2019).

A taxa de filtração é definida na razão de vazão aplicada e a área de filtração, podendo ser introduzida no filtro lento com baixas taxas de filtração como 3 a 12 $m^3/m^2.dia$ (SOUZA; SENS, 2019).

2.10.2 Captação de água da chuva

A água da chuva é uma das mais puras fontes, no entanto ao atingir a superfície terrestre, há inúmeras oportunidades para a contaminação em contato com bactérias, substâncias orgânicas, minerais, dentre outros contaminantes. Para garantir que a água seja pura é necessário que os sistemas de coleta sejam construídos e mantidos de forma adequada e tratada conforme seu uso. No uso menos exigente, sem consumo humano é possível realizar uma simples filtração e desinfecção (cloração ou incidência por ultravioleta) para o tratamento em níveis adequados (GOLDENFUM, 2015).

A captação da água de chuva é uma prática bem simples e utiliza os telhados para coleta da água, no entanto a perda de qualidade na água coletada pode ser uma dificuldade. O acúmulo de folhas, fezes de animais, e de demais sujeiras nos condutores horizontais e verticais definidos como calhas, podem comprometer o tratamento (FERNANDES et. al, 2007).

O aproveitamento de água da chuva para fins de dessedentação humana na zona urbana, é inviabilizada devido ao baixo custo do fornecimento público ou privado da água, no entanto para fins não potáveis pode ser uma alternativa viável, como na descarga de vasos sanitários, na lavagem de carros, na lavagem de assoalhos, na irrigação de jardins e sistemas de combate a incêndio. Para fins industriais e comerciais é possível utilizar para o sistema de climatização, o resfriamento de maquinários, a lavagem industrial de roupas, a lavagem de veículos como carros, ônibus e caminhões, e a limpeza industrial (GOLDENFUM, 2015).

2.10.3 Água de reuso

Na Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, do CNRH (Conselho Nacional de Recursos Hídricos), que estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direto não potável de água, e dá outras providências, podemos destacar algumas definições, como a de água residuária, a de reuso de água, água de reuso, e reuso direto de água, como outras definições. A Resolução trata no artigo 2 destas definições, que a água residuária é definida como o esgoto, a água descartada, os efluentes líquidos de edificações, de indústrias, de agroindústrias e de agropecuária, tratados ou não; para o reuso de água está água residuária é utilizada; no caso de água de reuso, a água residuária se encontra dentro de padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas; e como a reuso direto de água é de uso planejado da água de reuso, conduzindo-a ao local de utilização, sem lançamento ou diluição em corpos hídricos (BRASIL, 2005).

Para a atividade de reuso é necessário conhecer as bases legais para manejar o recurso hídrico de forma correta. A saúde e o meio ambiente são a base para o reuso, e os tratamentos adequados para sua utilização. Os índices de qualidade da água são definidos em nove parâmetros básicos, sendo eles oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅), coliformes fecais, temperatura da água,

nitrogênio total, fósforo total, sólidos totais, pH e turbidez (CUNHA; OLIVEIRA; FERREIRA; MILHARDES; SILVA, 2011).

Na agricultura, o reuso de água a partir dos efluentes tratados de esgotos domésticos viraram uma fonte alternativa efetiva para aumentar a disponibilidade hídrica em regiões áridas e semiáridas, e o controle da poluição. A irrigação é imprescindível para algumas culturas, e devidamente administrada e tecnicamente projetada, pode trazer nutrientes essenciais às plantas, como nitrogênio, fósforo e potássio, zinco, boro e enxofre, porém, seu excesso pode provocar um indesejável desenvolvimento vegetal e prejudicando na qualidade da produção (TELLES; COSTA, 2010).

A água potável é possível no reuso de efluentes tratados somente em casos extremos de escassez sendo eminente e a melhor opção o tratamento terciário/avançado, variando seu nível de eficiência de acordo com o grau de pureza necessária e tipo de substâncias a ser removidas no efluente (TELLES, 2010).

2.10.4 Cisterna

O armazenamento de água da chuva é também chamado de cisterna, tem a função de captar, armazenar e conservar a água, sua estrutura pode ser de alvenaria, em caixas de fibra, ou lagos com geomembrana e cobertura, podendo ser soterradas ou superficial (ECYCLE, 2021).

Na coleta de água da chuva é necessária a instalação de condutores horizontais ou calhas, condutores verticais, dispositivos para filtragem, descarte da água de limpeza do telhado, sendo a primeira água poluída da precipitação, e os materiais grosseiros, e o reservatório de armazenamento da água. A captação em telhados possibilita e facilita na elaboração do projeto e redução dos custos de operação, pois normalmente atinge o reservatório por gravidade (OLIVEIRA et. al, 2015).

2.10.5 Perfuração de poços

As captações de águas subterrâneas recebem diversas denominações, que devido à falta de padronização dos termos geram dificuldades nas interpretações e falta de compatibilidade dos dados causando a diferenciação dos conceitos. Os

termos e denominações utilizados são chamados de cacimba, cacimbão, poço amazonas, cisterna, poço profundo, poço raso, poço artesiano entre outros. Nestas definições, temos várias peculiaridades que são sua condição estreita, larga ou profunda (VASCONCELOS, 2015).

Os poços artesanais, são caracterizados como a fluidez da água do aquífero confinado que chega à superfície devido a pressão ser superior a pressão atmosférica, não necessitando de bomba para obtenção da água (FAGUNDES; ANDRADE, 2015).

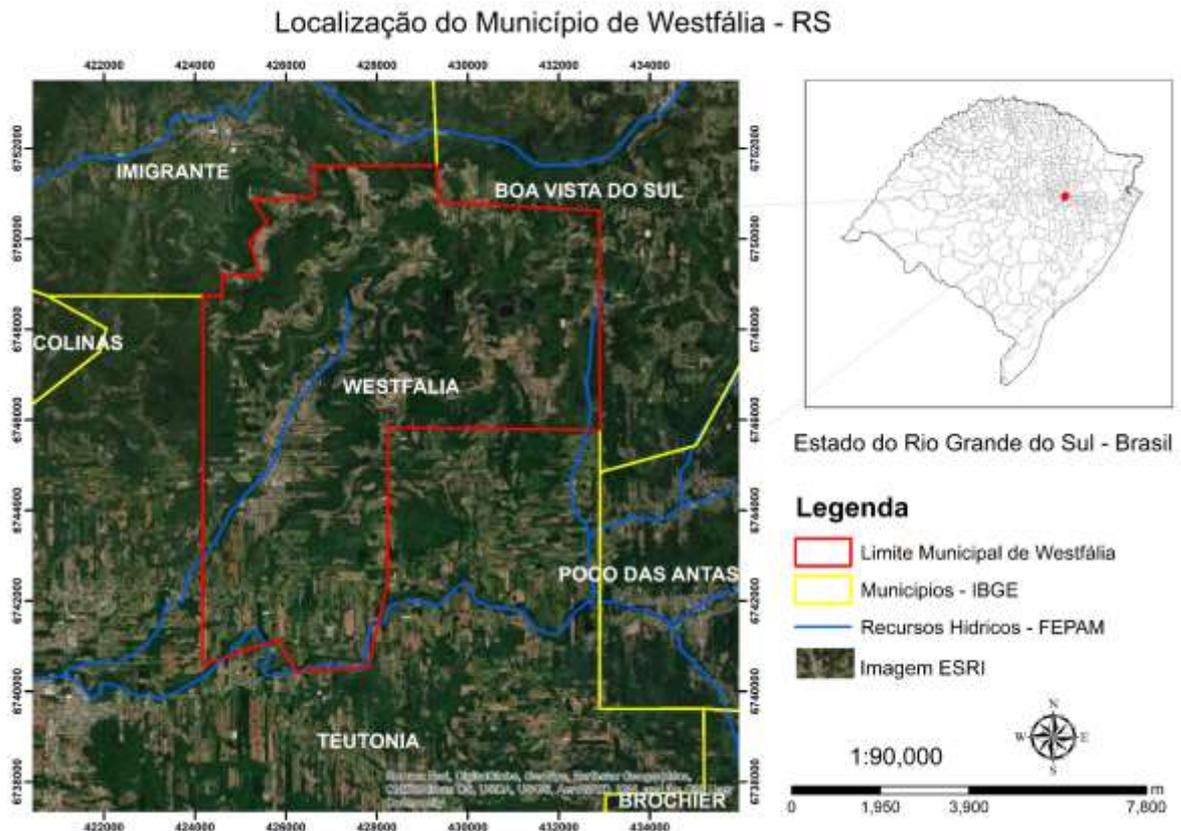
Para aperfeiçoar o gerenciamento, com o controle de extração e utilização de águas superficiais e subterrâneas, o Rio Grande do Sul, representado pelo Departamento Estadual de Recursos Hídricos, mantém uma ferramenta de gerenciamento de outorgas chamado de SIOUT/RS - Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul. A ferramenta tem o intuito de aperfeiçoar o gerenciamento das concessões e administração das outorgas sobre o uso de água, utilizando-se delas para explorar as informações relativas aos recursos hídricos de forma eletrônica (RIO GRANDE DO SUL, 2021).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Diante do contexto, com embasamento de pesquisa teórica, a primeira etapa necessária e imprescindível para realizar o estudo consiste em estimar o consumo de água, para determinar possíveis dimensões de reaproveitamento e o reuso de água em situações de escassez, cada vez mais recorrentes.

A área de estudo está localizada no município de Westfália (Figura 8), que possui uma extensão de 63,665 km², e a população estimada é de 2.793 habitantes, dentre estes, 1.663 habitantes residem na zona rural, conforme dados no site do município. A aplicação do estudo será desenvolvida na zona rural do município, e as atividades desenvolvidas requerem alternativas para o aproveitamento e reuso de água para o consumo das propriedades, com dificuldades hídricas, e de acesso à água potável e de qualidade.

Figura 8 - Localização de Westfália no Rio Grande do Sul.



Fonte: do autor (2021)

3.1 Análise dos usos das águas

Na obtenção de dados do Departamento de Recursos Hídricos (DRH), é possível analisar os usos da água provindos do lençol freático e aquífero, e identificando os proprietários, podemos diferenciar entre uso agrícola, industrial ou residencial, classificando os usos em abastecimento público, consumo humano particular, dessedentação animal, Irrigação, Industrial e Comercial.

3.2 Estimativa do consumo de água na zona rural do município de Westfália/RS

Para determinar o consumo de água, é necessário quantificar as atividades desenvolvidas e consumidas pela atividade de maior importância que no município de Westfália que é a agropecuária, e conta com 827 produtores rurais cadastrados na Secretaria da Agricultura do município.

A partir de informações encontradas nas licenças ambientais de operação emitidas, caracterizadas como de impacto local pelo Departamento do Meio Ambiente do município de Westfália e as que se enquadram com maior potencialidade poluidora e de maior porte na FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, os dados de alojamentos de aves e suínos são obtidos, para auxiliar e estimar nos cálculos de consumo de água nas propriedades rurais do interior do município.

Também com as licenças obtivemos informações importantes no que tange a estimar a superfície de coleta na captação de água da chuva, a partir dos telhados e posterior armazenamento em cisternas devidamente dimensionadas.

O consumo de água nas atividades desenvolvidas na área rural consiste nos índices de consumo de cada cabeça. Inicialmente, nas aves é possível estimar conforme a Embrapa pelo consumo de 0,17 litros/dia por cada ave, para suínos podemos calcular uma média de consumo nos devidos estágio de vida do animal, creche, 8 litros/dia, e para terminação de 20,00 litros/dia por cabeça. Na bovinocultura é de 62,00 litros/dia por cabeça. Para a população residente de 1.663 habitantes no meio rural o consumo aproximado é de 110,00 litros diários de acordo com a Organização das Nações Unidas.

3.3 Estimativas e custos para escassez hídrica na administração pública

A partir dos dados gerados e levantados no portal da transparência do Município de Westfália e diretamente no controle de frotas da administração pública municipal, obtivemos despesas oriundas do evento adverso de escassez hídrica no município, sendo eles de serviços de transporte de água até as associações de abastecimento de água que necessitam de auxílio público para sanar e minimizar os efeitos danosos à economia local pelo desabastecimento.

3.4 Análise dos dados pluviométricos

Na determinação do índice pluviométrico do município de Westfália, pode-se identificar a presença de uma estação meteorológica automática da INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, na cidade de Bento Gonçalves/RS, sendo que há uma em Teutônia/RS, mas com muitos períodos inativos e não podendo ser considerada.

A partir dos dados de acumulados anuais de chuva na estação meteorológica e na área dos telhados em metros quadrados, é possível obter e verificar o volume de água captado durante o ano. Onde o volume resultante é a multiplicação da área quadrada pelo acumulado de chuva mensal ou anual.

Considerando que há necessidade de realizar o devido gerenciamento e tratamento da água, utiliza-se um filtro de sólidos grosseiros e um aparelho para remoção do primeiro milímetro de água. Em seguida, realiza-se o tratamento para desinfecção que consiste na remoção dos patógenos e o restante de impurezas.

Para esmiuçar maior proximidade com dados pluviométricos em um período sem o devido problema hídrico, foram realizados levantamentos dos anos de 2011 a 2020, na estação meteorológica automática da INMET - Instituto Nacional de Meteorologia, na cidade de Bento Gonçalves/RS.

Neste novo levantamento pluviométrico foram realizados cálculos de volume de água captada anualmente e individualmente para cada atividade de avicultura e suinocultura, onde contamos com um aviário de 1.600 metros quadrados, com alojamento de 25.000 cabeças e a pocilga de 630 metros quadrados e alojamento de 550 suínos no ciclo de terminação. O fator de perda na captação é estimado entre 10% e 33% chamado de coeficiente Runoff, perda de água por evaporação, vazamentos, lavagem do telhado e demais perdas (FERNANDES;NETO;MATTOS, 2007). Com a definição de perda de 20% do volume coletado, verificando assim o déficit ou superávit e o potencial de cada atividade.

3.5 Estimativa e potencial de captação de águas oriundas das chuvas e reuso

Para a captação das águas em forma de cisternas, no objetivo de cálculo do potencial de volume da água obtida a partir dos dados de área dos telhados da atividade como bacia de captação, é necessário pesquisar e obter as informações de pluviometria mensal, anual, e de preferência por um período maior de alguns anos, para determinar as variações climáticas e fenômenos não usuais.

No caso de reuso de água, o tratamento se torna mais difícil e oneroso, podendo até realizar o tratamento de águas cinzas para reuso, no entanto a sua utilidade não será para fins potáveis e de consumo humano.

3.6 Projeto piloto para captação de água por cisternas

Também se conta com perspectivas e estimativas de custos para implantação de projetos pilotos na ordem de coleta de água das precipitações nos telhados para as atividades de avicultura, suinocultura e bovinocultura. E os cálculos de reservação para suprir a demanda de abastecimento animal em meio rural, com o intuito de identificar o potencial de implantação de obra civil de captação.

Na utilização de tabela de referências de obras civis, podemos destacar a tabela SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices) do mês de referência de julho do ano de 2021, fornecido pela Caixa Econômica Federal. Nela é possível verificar os custos para o sistema de captação de água da chuva piloto para um aviário de dimensões de 100 metros de comprimento por 16 metros de largura, com 25.000 aves de corte alojadas, para uma pocilga de suínos de 500 animais, Unidade de Terminação, com 70 metros de comprimento por 9 metros de largura e um estábulo de bovinos de 20 animais, com as dimensões de 20 metros de comprimento e 15 metros de largura.

Os levantamentos destes custos trouxeram a problemática do pagamento destes investimentos na propriedade, em que consistem em dividir o investimento do projeto piloto pelo número de animais alojados.

4 RESULTADOS

4.1 Diagnóstico dos usos de água e consumo de água

Ao consultar os dados levantados e declarados no Departamento de Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Sul (DRH), podemos verificar uma estimativa de consumo e principal usos da água no município, sendo eles de abastecimento público, consumo humano particular, dessedentação animal, irrigação, industrial e comercial, conforme demonstra-se na Tabela 3.

Tabela 3 - Usos da água no município de Westfália

USOS DA ÁGUA	Volume utilizado (m³/dia)	Porcentagem do volume utilizado (%)
Dessedentação Animal	233.695,96	94,96
Industrial e Comercial	10.938,15	4,44
Abastecimento Público	880,48	0,36
Consumo Humano Particular	427,10	0,17
Irrigação	168,57	0,07

Fonte: DRH (2021)

Para visualizarmos o perfil do município de Westfália, na determinação dos usos de água, é possível destacar que 94,96% de consumo é destinada a dessedentação animal, 4,44% nas atividades industriais e comerciais, 0,36% é destinado ao abastecimento público, 0,17% é para consumo humano particular e apenas 0,07% à irrigação. Sendo possível visualizar que a atividade de maior impacto no município de Westfália é a pecuária, com a dessedentação animal o uso de água de imensa representação do total extraído dos recursos hídricos.

Outro aspecto importante para perceber a atuação das atividades de pecuária no município, são as análises para cada setor agrícola (aves, suínos e bovinocultura), nos tópicos mencionados no decorrer do trabalho.

Ao diagnosticar as atividades de pecuária desenvolvidas no município é possível verificar o impacto ambiental e de influência na demanda hídrica existente nos mananciais. Podendo realizar a comparação dos resultados obtidos nas licenças ambientais e nos índices médios da Embrapa e da ONU.

A partir das informações encontradas nas licenças ambientais emitidas pelo Departamento do Meio Ambiente do município de Westfália - DMAWE e pela FEPAM - Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler, temos os seguintes dados de alojamento de aves e suínos, 4.740.710,00 animais na atividade de avicultura de corte, 50.000,00 animais na atividade de avicultura matrizes e 776.000,00 animais para a atividade de avicultura postura, totalizando 5.566.710,00 animais alojados. Na atividade de criação de suínos, 2.920,00 animais de matrizes, 19.730,00 animais de creche, 22.442,00 animais de terminação, totalizando 45.092,00 animais. E para a atividade de bovinocultura, obtivemos através do cadastro da inspetoria veterinária, a totalidade de alojamento com 6.330,00 animais, tanto para bovinos de leite, quanto bovinos de corte (Tabela 4).

Tabela 4 - Quantidade de Animais e consumo de água na zona rural do município de Westfália/RS

	quantidade (cabeças)	média de consumo Embrapa/ONU (Litros/cabeça.dia)	consumo de água (m³/ano)
Aves	5.566.710	0,17	340.682,65
Suínos	45.092	8,0 (creche) e 20,0 (terminação/matrizes)	239.428,80
Bovinos	6.330	62,0	141.285,60
Habitantes	1.663	110,0	65.854,80
Total			787.251,85

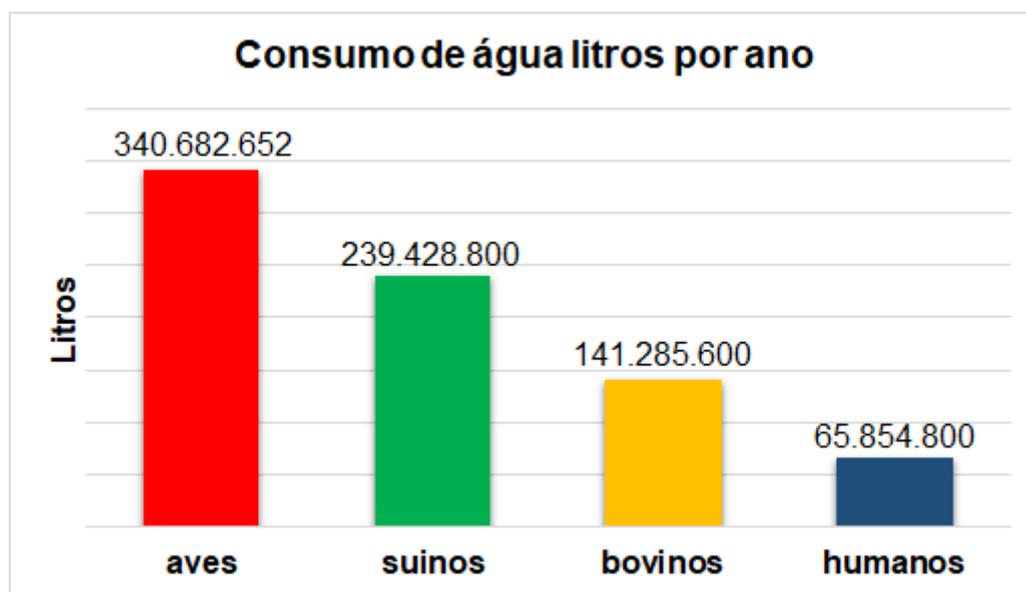
Fonte: Adaptado pelo autor com base em DMAWE, EMBRAPA e ONU.

A partir dos dados e cálculos de consumo de água nas atividades desenvolvidas no interior do município de Westfália, observa-se um total de

28.390.221,00 litros mensais e 340.682.652,00 litros anuais nas aves. Na suinocultura chegamos a média de 19.952.400,00 litros mensais e 239.428.800,00 litros anuais, para a bovinocultura podemos resultar em 11.773.800,00 litros mensais e 141.285.600,00 litros anuais, e para o consumo humano é de 5.487.900,00 mensais e 65.854.800,00 litros de água anuais (Gráfico 1). Somando todas as atividades agrosilvopastoris, o consumo anual é de 721.397.052,00 litros de água para dessedentação animal e 65.854.800,00 litros de água para consumo humano na área rural do município de Westfália, resultando um montante de 787.251.852,00 litros de água anualmente utilizados.

Considerando as informações obtidas acima, é possível pontuar o volume de água consumido por cada atividade desenvolvida, saber o necessário e o imprescindível para garantir a permanência das propriedades rurais no município.

Gráfico 1 - Estimativa de consumo de água no município de Westfália.



Fonte: do Autor (2021)

Nas atividades pecuárias de avicultura (Figura 11) e suinocultura (Figura 12) obteve-se a área aproximada de cobertura dos telhados, para utilização na proporção de água a ser captado dos telhados e possível projeto piloto de cisternas. As áreas das atividades é de 330.255,20m² nas aves e 48.327,26m² nos suínos, totalizando 378.582,46m² de área de construções para o alojamento dos animais. Estas informações são de suma importância na elaboração de projetos que visam a utilização de águas das cisternas e captação de águas das precipitações.

Nas Figuras 9 e 10 podemos observar as dimensões das atividades desenvolvidas com o sistema de integração, de forma intensiva, com infraestruturas de altas tecnologias, de sanidade, de alimentação automática, sistemas de exaustores e conforto térmico.

Figura 9 - Galpão para alojamento de aves de corte no município de Westfália, com aproximadamente 100 metros de comprimento por 16 metros de largura.



Fonte: do Autor (2021)

Figura 10. Pocilga de alojamento de suínos de aproximadamente 70 metros de comprimento por 9 metros de largura.



Fonte: do Autor (2021)

4.2 Diagnóstico dos custos da escassez na administração pública

Diante da estiagem, podemos destacar os custos do município na normalização dos fornecimentos de água nas propriedades atingidas pela escassez hídrica, ao qual consiste o transporte de 1.867 cargas de água, desde meados de dezembro de 2019 até agosto de 2021, resultando em despesas cobradas dos munícipes de R\$ 77.823,02. Além de despesas com equipamentos, como a compra de um tanque de inox usado, que é acoplado ao caminhão truck de 14 mil litros e uma bomba para carregamento e descarregamento da água, no valor de R\$ 30.805,00.

Para mitigar os impactos econômicos e sociais, a administração investiu na perfuração de poços, o qual resultou em diversos custos de perfuração. Sendo eles, na localidade de Linha Berlim Centro, com a perfuração de um poço custando o montante de R\$ 256.192,52, outro na localidade de Linha Berlim Fundos, com o valor de R\$ 314.495,00, e mais um na localidade de Linha Berlim - Picada Horst, no orçamento prévio de R\$ 260.554,23. Além de despesas de tubos e conexões no valor de R\$ 194.127,08, e reservatórios de 20 mil litros para garantia do fornecimento de água em R\$ 30.700,00.

A partir deste levantamento sobre os custos da estiagem, pode-se destacar que o resultado total das despesas alcança o montante de R\$ 1.164.696,85, conforme demonstrado na Tabela 5. Sendo que no levantamento não foram considerados custos indiretos, como é o caso das horas extras disponibilizadas para os servidores que transportavam água, fora do expediente normal da administração pública.

Tabela 5 - Despesas da Administração Municipal de Westfália/RS

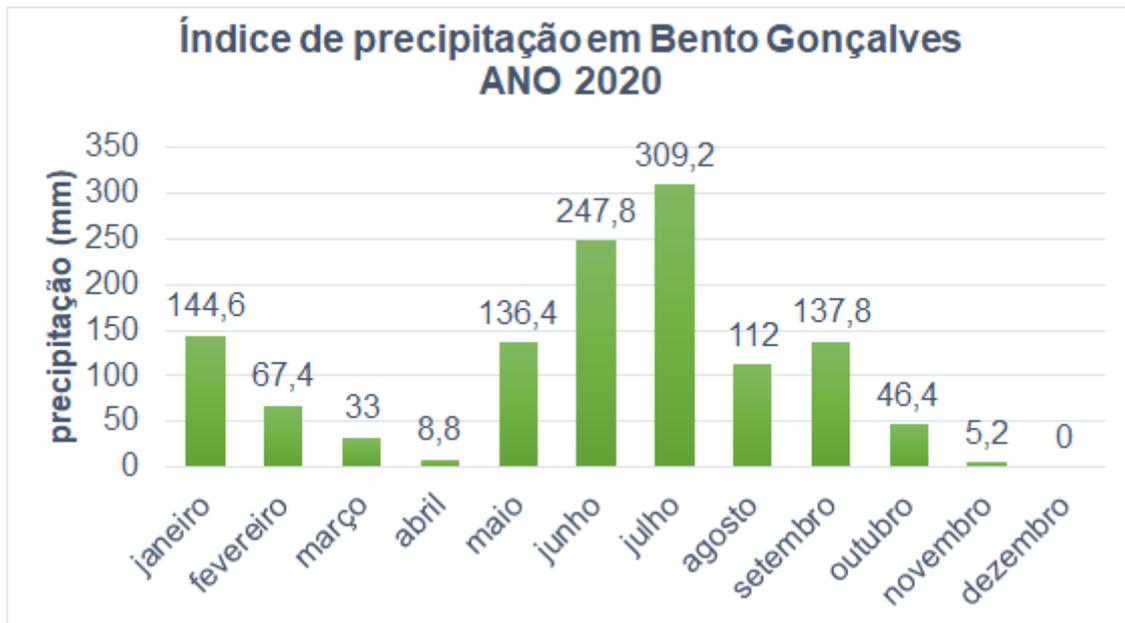
Despesa	Valor(R\$)
Valor do transporte de água	R\$ 77.823,02
Compra de equipamentos (tanque e bomba)	R\$ 30.805,00
Perfuração Linha Berlim Centro	R\$ 256.192,52
Perfuração Linha Berlim Fundos	R\$ 314.495,00
Perfuração Linha Berlim - Picada Horst	R\$ 260.554,23
Tubos, Conexões e Reservatórios	R\$ 224.827,08
TOTAL	R\$ 1.164.696,85

Fonte: Adaptado pelo autor com base em Município de Westfália (2021)

4.3 Diagnóstico e análises dos dados de precipitação

Em Bento Gonçalves/RS, o acumulado de precipitação obtido é de 1.248,60 mm no período de 01 de janeiro a 31 de dezembro do ano de 2020, conforme o Gráfico 2. Na estação de Passo Fundo/RS obtivemos o acumulado de 1.149,20 mm no mesmo período.

Gráfico 2 - Dados da estação meteorológica de Bento Gonçalves com os acumulados do ano de 2020.



Fonte: INMET (2021)

Considerando que os meses de escassez hídrica e menores acumulados de precipitação dos últimos anos, vem sendo o ano de 2020. Em janeiro o acumulado chegou a 144,60 mm, no mês de fevereiro em 67,40mm e dezembro 0,00mm na estação de Bento Gonçalves/RS.

Para aprofundar as informações quanto à captação de água, considera-se as precipitações de acumulados médios na estação meteorológica do período de 2011 a 2020, conforme Tabela 6.

Tabela 6 - Precipitação média acumulada na Estação Meteorológica entre os anos de 2011 e 2020 (mm).

Acumulados de Precipitação Pluviométrica (mm)

Mês	Ano										Média (mm)
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Jan	172,4	58,6	104,4	88,4	135,2	114,8	146,8	146,6	138,0	144,6	124,98
Fev	214,0	207,4	105,8	192,6	130,4	146,4	135,0	85,4	66,2	67,4	135,06
Mar	264,6	51,4	186,4	194,4	55,6	243,4	250,0	124,2	82,6	33,0	148,56
Abr	147,8	74,2	106,8	124,2	136,6	259,6	157,2	40,0	161,0	8,8	121,62
Mai	70,0	25,2	127,6	158,0	115,0	60,0	312,4	118,6	70,4	136,4	119,36
Jun	178,6	53,6	141,6	246,4	213,0	6,8	161,0	182,6	69,2	247,8	150,06
Jul	324,4	192,4	96,4	136,4	163,6	192,4	28,8	163,0	44,0	309,2	165,06
Ago	243,0	55,8	303,8	113,6	0,0	111,0	114,0	215,8	97,2	112,0	136,62
Set	57,8	221,2	182,8	217,6	0,0	84,2	106,6	183,0	72,8	137,8	126,38
Out	100,2	154,2	121,6	162,6	256,0	367,0	184,2	221,0	258,6	46,4	187,18
Nov	23,0	26,0	242,8	114,2	144,8	104,4	162,4	191,0	158,6	5,2	117,24
Dez	69,2	217,2	137,0	294,2	197,8	81,4	102,4	134,4	37,4	0,0	127,10
Total	1.865,0	1.337,2	1.857,0	2.042,6	1.548,0	1.771,4	1.860,8	1.805,6	1.256,0	1248,6	1.659,2

Fonte: INMET (2021)

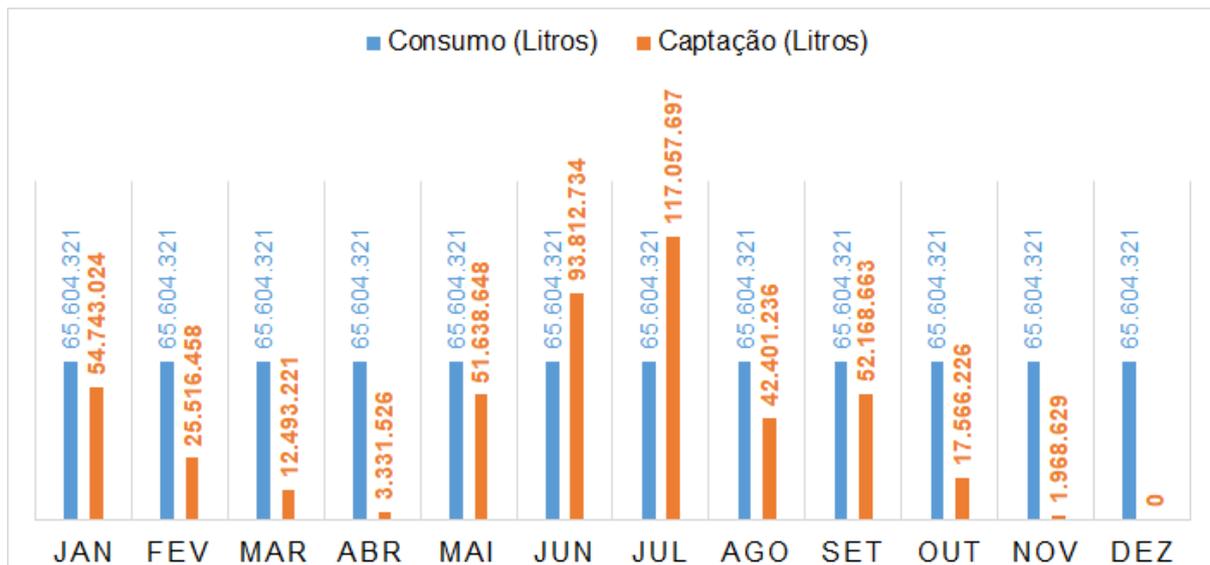
4.4 Análise do potencial de aproveitamento da chuva

No município de Westfália, a água vem sendo escassa e cada vez mais preocupante para a população westfaliana. Para minimizar a preocupação, o presente trabalho levanta a ideia de utilização de águas provindas da chuva, já que são pouco populares e não aplicadas, devido à cultura de perfuração de poços artesianos, como alternativa imediata. No entanto, a atividade de pecuária é cada vez mais intensa e remetem a maiores consumos de água.

Na ideia de reaproveitamento da água da chuva, a partir da soma da metragem dos telhados 378.582,46m², obtida através dos dados disponibilizados pelo DMAWE, e o índice pluviométrico do ano de 2020 (INMET) é possível verificar um potencial de captação de água equivalente a 472.698.059,55 litros anuais. Nos meses mais secos,

o indicativo de déficit hídrico representa 50.949.160,50 litros na dessedentação animal (Gráfico 3). Em termos percentuais, a captação de água da chuva anual representaria 60,04% da demanda hídrica nas propriedades agrícolas estudadas. Nesse sentido, há grande potencial em utilizar e reaproveitar a água da chuva para fins de utilização nas atividades econômicas e abastecimento rural para complementar o problema de escassez hídrica.

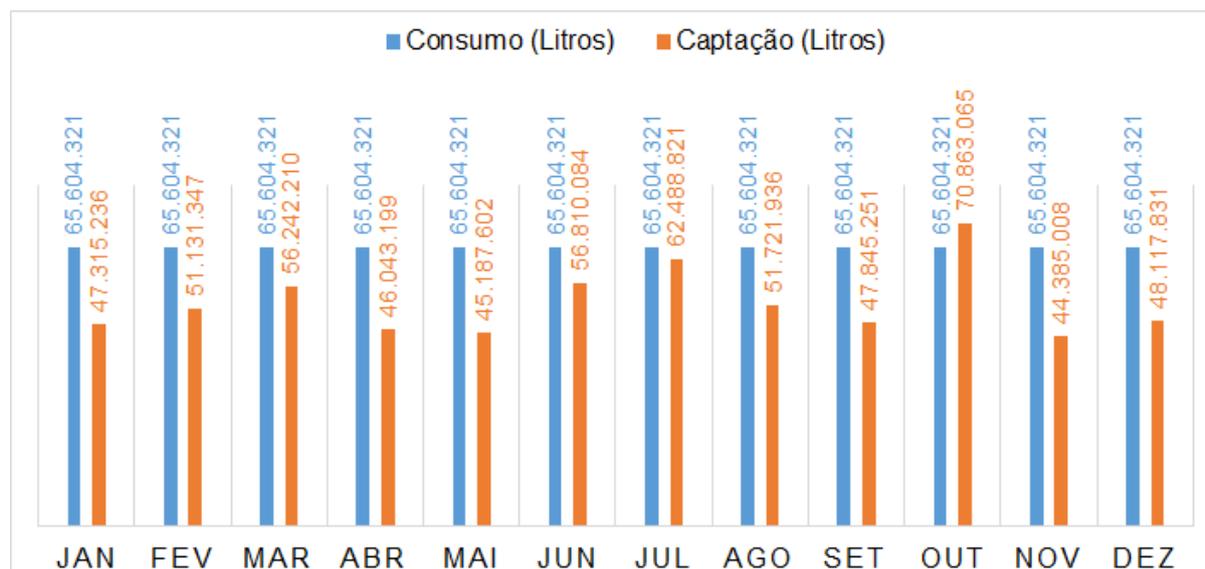
Gráfico 3 - Mostra o déficit hídrico com o comparativo de consumo e do potencial de captação de água da chuva no ano de 2020.



Fonte: do Autor (2021)

No mesmo comparativo com as médias de acumulados nos anos de 2011 a 2020, podemos observar que o déficit hídrico é menor como mostra o Gráfico 4, onde teremos a simulação de um período maior de chuvas.

Gráfico 4 - Mostra o déficit hídrico com o comparativo de consumo e do potencial de captação da água da chuva na média acumulada do ano de 2011 a 2020.



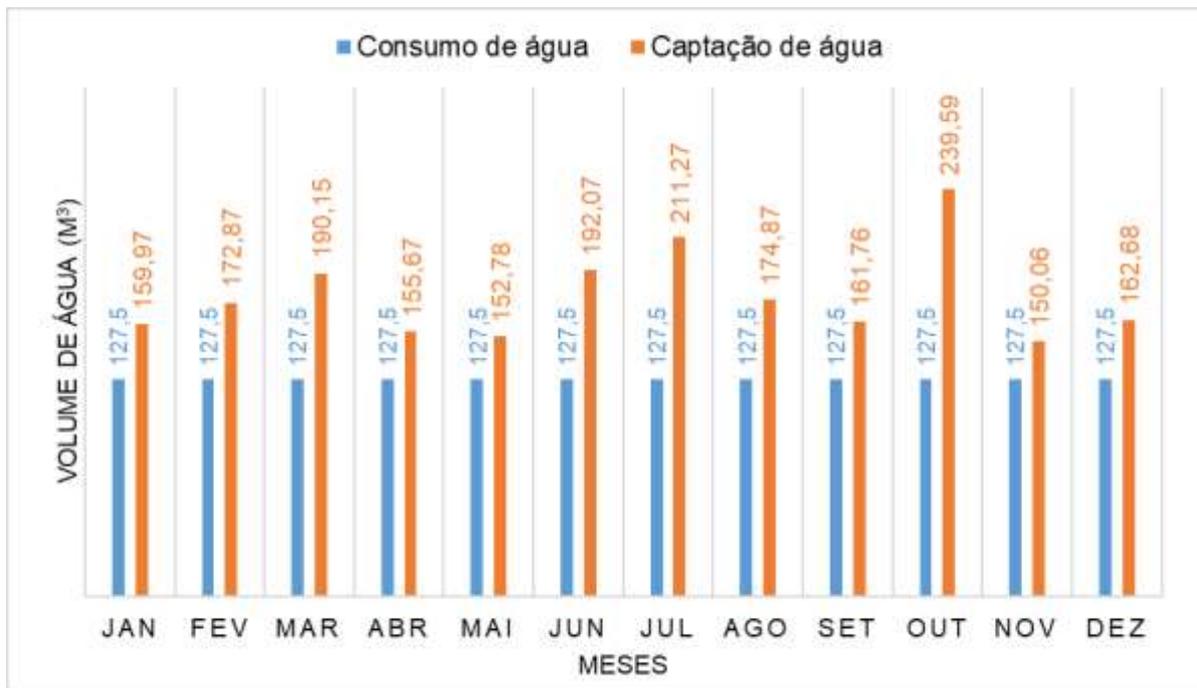
Fonte: do Autor (2021)

No Rio Grande do Sul o gerenciamento de água é realizado pelo Departamento de Recursos Hídricos (DRH), da mesma forma, obteve-se dados de autorização para atividades de uso de água em todo o município de Westfália, em captação subterrânea resultou-se em uma média de 367.640.570,00 Litros por mês e 4.411.686.840 litros de água anuais. Para captação superficial as outorgas resultam 6.298.560.000 litros por mês e 75.582.720.000 litros de água anuais. Os dados levantados no DRH podem auxiliar na determinação e quantificação do déficit hídrico ou superávit hídrico que a bacia atualmente se encontra.

A partir destas informações de atividades desenvolvida de pecuária em cada propriedade, estimou-se o déficit hídrico para cada situação base, que contempla um aviário de avicultura de corte contendo 25.000 animais por lote, área quadrada de 1.600,00 m² e consumo mensal de 127,50 m³; uma pocilga de suínos de terminação contendo 550 animais por lote e área quadrada de 630,00 m² e consumo de água mensal de 330,00 m³; e um estábulo de bovinos de leite contendo 20 animais e área quadrada de 300,00 m² e consumo médio de 37,20 m³. Com as médias pluviométricas dos anos de 2010 a 2020, e o potencial de captação de água pelos telhados de cada atividade de avicultura, suinocultura e bovinocultura, sendo estimado o aproveitamento de 80,00% da água captada, obtivemos os resultados nos Gráficos 5, 6 e 7, com cada atividade respectivamente. Considerando o consumo médio,

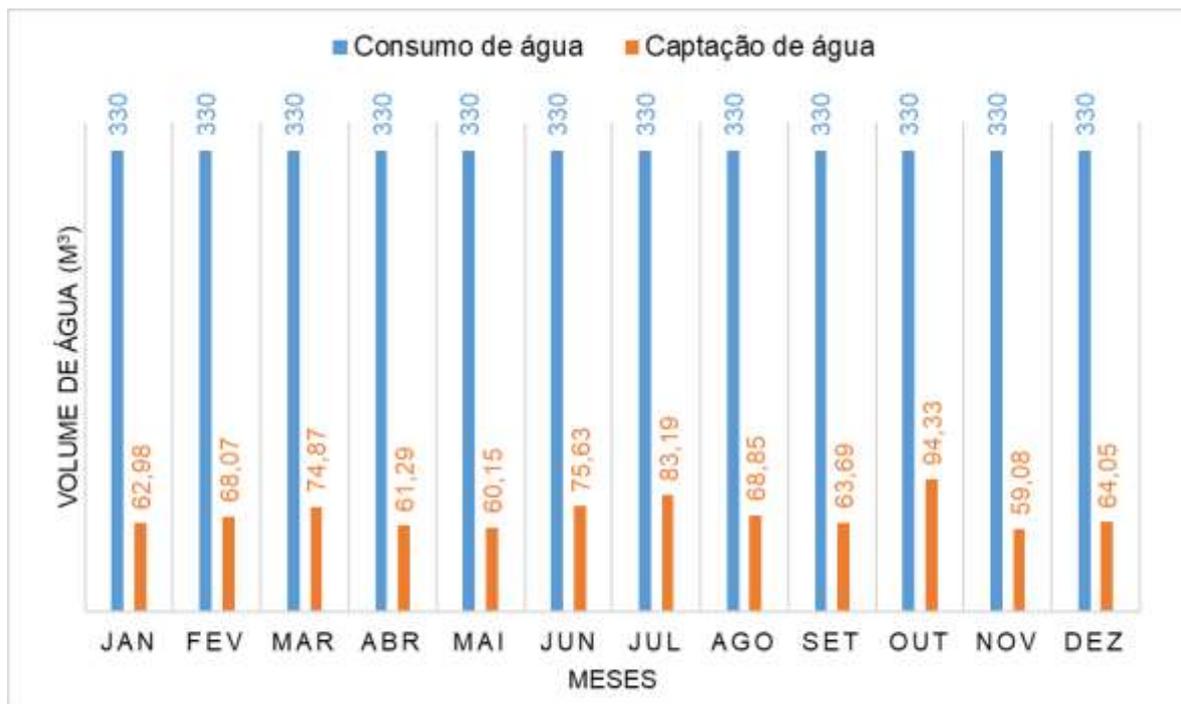
teremos déficit ou superávit de água para contemplar toda a demanda necessária para suprir.

Gráfico 5 - Volume de água captado pelo consumo na atividade de avicultura



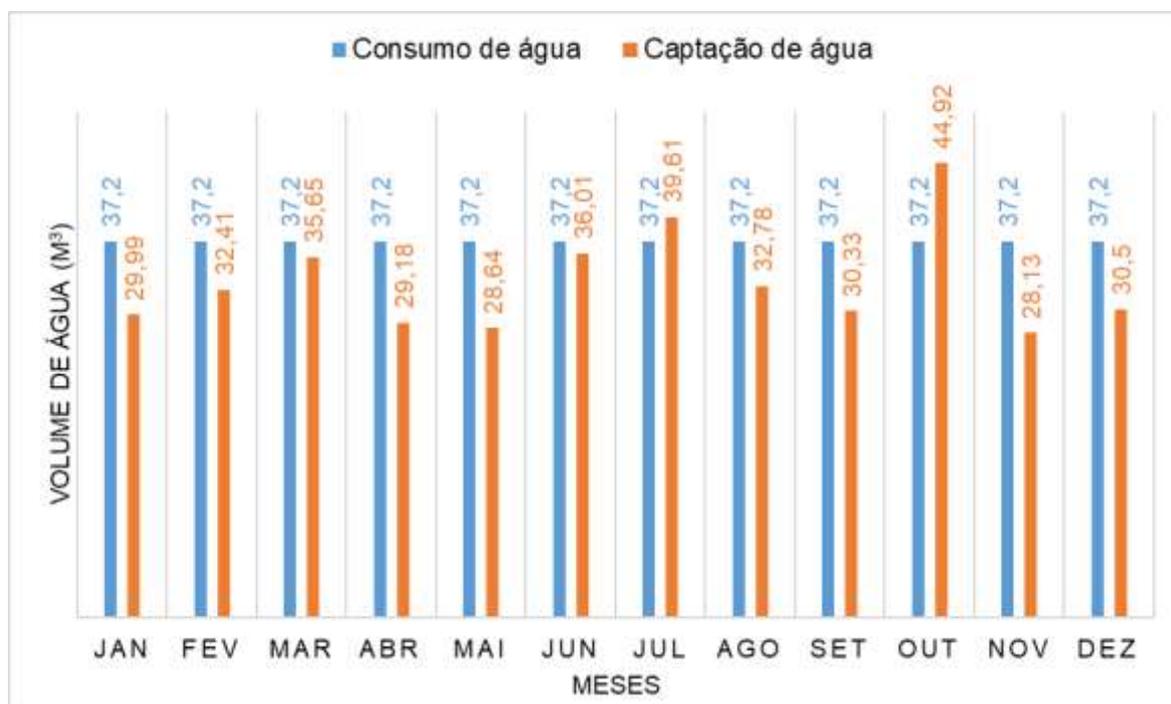
Fonte: do Autor (2021)

Gráfico 6 - Volume de água captado pelo consumo na atividade de suinocultura



Fonte: do Autor (2021)

Gráfico 7 - Volume de água captado pelo consumo na atividade de bovinocultura



Fonte: do Autor (2021)

Nos Gráficos 5, 6 e 7, pode-se verificar os volumes de água captados e consumidos e na Tabela 7 a porcentagem de superávit e de déficits, a partir das informações pluviométricos dos anos de 2010 a 2020. Sendo possível destacar que a captação de água das chuvas não parece ser uma alternativa que irá conseguir sozinha solucionar o problema. Tem se mostrado uma alternativa extra para a redução da problemática e a pressão sobre outros recursos, como a utilização de poços artesianos e nascentes.

Tabela 7 - Resultados dos déficits e superávit hídrico nas atividades.

Mês	Déficit ou superávit (%)		
	Avicultura	Suinocultura	Bovinocultura
Janeiro	25,47	-80,91	-19,37
Fevereiro	35,59	-79,37	-12,86
Março	49,14	-77,31	-4,15
Abril	22,10	-81,43	-21,54
Maiο	19,83	-81,77	-22,99
Junho	50,65	-77,08	-3,19
Julho	65,71	-74,79	6,49
Agosto	37,16	-79,13	-11,86
Setembro	26,88	-80,70	-18,46
Outubro	87,91	-71,41	20,76
Novembro	17,70	-82,09	-24,36
Dezembro	27,60	-80,59	-18,00

Fonte: do Autor (2021)

4.5 Projeto piloto para captação de água por cisternas

Os projetos pilotos no aviário, na pocilga e no estábulo padrão utilizando a captação de água pluviométricas oriundas dos telhados estão especificados e demonstrados os resultados nas Tabelas 8, 9 e 10, onde se calculou a partir da atividade os valores aproximados de implantação de calhas, reservatórios, materiais e serviços.

Tabela 8 - Custos relativos a implantação de captação de água pluvial na atividade de avicultura de corte.

Quant.	Descrição	Valor Unitário	Valor Total
3	caixa de água 10.000 litros (unidade)	R\$4.310,59	R\$12.931,77
200	calha quadrada de aço galvanizado, Num 24, corte 100cm (metro)	R\$132,00	R\$26.400,00
262	tubo de PVC 110mm (metro)	R\$106,08	R\$27.792,96
16	joelho PVC 110mm (unidade)	R\$307,44	R\$4.919,04
14	tê PVC 100x100mm (unidade)	R\$67,30	R\$942,00
200	mão de obra (metro)	R\$18,56	R\$3.712,00
Total			R\$76.697,97

Fonte: Adaptado pelo autor com base na CAIXA ECONÔMICA FEDERAL e IBGE (2021)

Tabela 9 - Custos relativos à implantação de captação de água pluvial na atividade de suinocultura terminação.

Quant.	Descrição	Valor Unitário	Valor Total
8	caixa de água 10.000 litros (unidade)	R\$4.310,59	R\$34.484,72
140	calha quadrada de aço galvanizado, Num 24, corte 100cm (metro)	R\$132,00	R\$18.480,00
170	tubo de PVC 110mm (metro)	R\$106,08	R\$18.033,60
12	joelho PVC 110mm (unidade)	R\$307,44	R\$3.689,28
10	tê PVC 100x100mm (unidade)	R\$67,30	R\$678,00
140	mão de obra(metro)	R\$18,56	R\$2.598,40
Total			R\$77.959,00

Fonte: Adaptado pelo autor com base na CAIXA ECONÔMICA FEDERAL e IBGE (2021)

Tabela 10 - Custos relativos a implantação de captação de água pluvial na atividade de bovinocultura.

Quant.	Descrição	Valor Unitário	Valor Total
1	caixa de água 10.000 litros (unidade)	R\$4.310,59	R\$4.310,59
40	calha quadrada de aço galvanizado, Num 24, corte 100cm (metro)	R\$132,00	R\$5.280,00
93	tubo de PVC 110mm (metro)	R\$106,08	R\$9.865,44
12	joelho PVC 110mm (unidade)	R\$307,44	R\$3.689,28
10	tê PVC 100x100mm (unidade)	R\$67,30	R\$673,00
40	mão de obra(metro)	R\$18,56	R\$742,40
Total			R\$24.560,71

Fonte: Adaptado pelo autor com base na CAIXA ECONÔMICA FEDERAL e IBGE (2021)

Nos projetos piloto levantados e descritos nas Tabelas 8, 9 e 10, as atividades desenvolvidas o período de consumo e autonomia de água na proposta é de uma semana, ou 7 dias. E cada atividade possui seu dimensionamento quanto ao número de caixas necessárias para armazenamento das águas oriundas das precipitações.

5 CONCLUSÃO

O estudo desenvolvido teve como objetivo de trabalho a proposição de alternativas para o gerenciamento das águas, a partir de uma demanda intensa de água, e com o intuito de resolver a problemática da ocorrência de situações adversas de escassez de água no município de Westfália, essa situação vem causando um desequilíbrio gerencial de água que afeta o sistema em períodos de escassez hídrica e desenvolve altos custos de produção e da administração pública para sanar a problemática.

Na análise das informações levantadas sobre a perspectiva de produção e usos é possível destacar a importância da água para a dessedentação animal, onde é representado 94,96% do uso de água no município, com o consumo significativo dos recursos para a economia do município de Westfália/RS. Destacando as atividades de avicultura, suinocultura e bovinocultura que são intensamente impactantes no cotidiano da problemática de escassez hídrica.

Por fim, espera-se ampliar o escopo das demais atividades indicadas como alternativas para a geração de água, como a perfuração de poços e distribuição, águas de reuso, águas superficiais e águas de chuva.

Com a análise de custos da administração pública é possível destacar o grande investimento introduzido na problemática, com o valor de R\$ 1.164.696,85 e reforçar a importância de alternativas mais econômicas e viáveis para implantação. No caso das alternativas, pode-se pontuar os projetos pilotos de captação da água das chuvas para suprir o déficit hídrico, que após analisados no presente estudo, vem sendo eles de suma importância no que diz respeito à captação e reservação de água na principal atividade de avicultura que se destacou alcançando resultados significativos e promissores, com o investimento de R\$206.015,67, e de superávit de 87,91% no

consumo do mês de outubro. Nas demais atividades de suinocultura, com investimento de R\$99.511,95 e bovinocultura com R\$46.113,66, o déficit hídrico prevaleceu sobre a capacidade de captação com maior déficit no mês de novembro 82,09% de água do consumo mensal, somente na bovinocultura os valores de déficit foram menores, de 24,36% no mesmo mês de novembro sobre o consumo do mensal, do que a da suinocultura.

Mesmo que o projeto piloto seja mais custoso, a demanda de água captada é a mais expressiva e causadora dos déficits hídricos. A captação das águas do aquífero com a perfuração de poços artesianos está atualmente comprometendo as águas necessárias para as futuras gerações, com seus níveis cada vez mais baixos, sendo importante também considerar alternativas de utilização das águas superficiais, que seria de suma importância para o equilíbrio ambiental, não exaurindo os lençóis freáticos e o aquífero.

Com isso, chega-se à conclusão de que as práticas atuais não favorecem a problemática, e que as alternativas propostas devem minimizar os impactos socioeconômicos gerados. A conscientização e a racionalização das águas pode ser um fator essencial para a minimização, além de manutenção e preservação dos mananciais hídricos, como nascentes, lagos, córregos e rios, com as medidas de recomposição da mata ciliar.

Mesmo distante, o desenvolvimento de medidas alternativas para captação de água em propriedades rurais de Westfália pode ser uma das medidas mais eficazes na resiliência da crise hídrica observada, este trabalho poderá despertar e embasar novos estudos, até mesmo com cooperativas agrícolas que venham a fomentar a implementação dessas práticas de conservação da água e gestão hídrica.

REFERÊNCIAS

ABPA, Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2021**, Disponível em: <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf> Acesso em: 17 de maio de 2021.

AGUILA, Paulo Soares d'; ROQUE, Odir Clécio da Cruz; MIRANDA, Carlos Alberto Silva; FERREIRA, Aldo Pacheco. **Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu**. Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental, Escola Nacional de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2000.

AMUI, Camila Rebello; MORUZZI, Raíssa Maria Cometa Mota. **Desenvolvimento e avaliação de protótipos de filtro lento para tratamento de água em domicílios rurais**. Monografia de Projeto Final, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Usos da água**. Ministério do Desenvolvimento Regional, Brasil. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/usos-da-agua>> Acesso em: 25 de abril de 2021.

ANA, Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Estiagem 2019/2020**. Abril, 2020. Disponível em <https://s3.amazonaws.com/sta.somarmeteorologia.com.br/BoletimEspecialEstiagem_Abril2020.pdf> Acessado em: 02 de agosto de 2021.

BECK, Matheus; REBELLATO, Maurício. **Cidades da Região Central do RS sofrem com o desabastecimento de água**. RBS TV, 2020. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2020/03/04/cidades-da-regiao-central-do-rs-sofrem-com-o-desabastecimento-de-agua.ghtml>> Acesso em: 06 de abril de 2021.

BELLAVER, C.; OLIVEIRA, P. A. Balanço da água nas cadeias de aves e suínos. Concórdia, Santa Catarina, 2009. Disponível em: <<http://www.qualityfoco.com.br/conteudo/3-publicacoes/ver/56-balanco-da-agua-nas-cadeias-de-aves-e-suinos>> Acesso em: 11 de junho de 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº05, de 03 de outubro de 2017. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/portaria-de-consolidacao-no-5-de-3-de-outubro-de-2017.pdf/view>> Acesso em: 10 de maio de 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>> Acesso em: 21 de maio de 2021.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Resolução nº54 de 28 de novembro de 2005. Conselho Nacional dos Recursos Hídricos, Brasília, DF, 2005. Disponível em: <<https://cnrh.mdr.gov.br/resolucoes/37-resolucao-n-54-de-28-de-novembro-de-2005/file>> Acesso em: 12 de maio de 2021.

BRASIL, Ministério do Desenvolvimento Regional. **Novo Marco de Saneamento é sancionado e garante avanços para o País**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/transito-e-transportes/2020/07/novo-marco-de-saneamento-e-sancionado-e-garante-avancos-para-o-pais>> Acesso em: 11 de junho de 2021.

BRK Ambiental. **Os principais desafios do abastecimento de água na zona rural**, 2020. Disponível em: <<https://blog.brkambiental.com.br/abastecimento-de-agua-na-zona-rural/>> Acesso em: 03 de maio de 2021.

BORDIGNON, Clara V. M.; RAFAELLI, Débora R.; LOPES, Eliana M.; SIQUEIRA, Jair A.C. Poluição dos lençóis de água subterrâneos, 1998. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ArqMudi/article/view/15979/pdf>> Acesso em: 13 de setembro de 2021.

BORSOI, Zilda Maria Ferrão; TORRES, Solange Domingo Alencar. **A política de recursos hídricos no Brasil**, Revista do BNDES, 1997, Rio de Janeiro.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL; IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SINAPI, Referência de preços e custos. julho, 2021. Disponível em: <https://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_660> Acesso em: 12 de agosto de 2021.

CARLÃO, Luiz Fernando Barros. **A escassez de água no mundo não é mais uma hipótese ou teoria: é o alerta para a mudança do modelo de desenvolvimento humano**. 2018, São Paulo.

CARVALHO, Wallace Silva; DOURADO, José Diamantino de Almeida; FERNANDES, Paulo Sérgio Rosa; BERNARDES, Bauer de Oliveira; MAGALHÃES, Cristiane Rosa.

Consumo e perda de água potável na região metropolitana do Rio de Janeiro. Revista produção e desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2015.

CRUZ, Josias da Silva; TEIXEIRA, Luiza Carla Girard Mendes; MENEZES, Helenice Quadros de. **Verificação da potabilidade de água de chuva através de filtro lento e desinfecção ultravioleta.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental, Pombal, Paraíba, 2017.

CONCEIÇÃO, Gerson; VIANNA, Luiz Fernando de Novaes; BACIC, Ivan Luiz Zilli; KOBAYAMA, Masato; FILHO, Paulo Belli. **Análise Espacial do Balanço Hídrico no Meio Rural de Santa Catarina.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 18 n.4, Santa Catarina, 2013.

CUNHA, Ananda Helena Nunes; OLIVEIRA, Thiago Henrique de; FERREIRA, Rafael Batista; MILHARDES, André Luiz Mendes; SILVA, Sandra Máscimo da Costa e. **O reúso de água no Brasil: a importância da reutilização de água no país.** Universidade Estadual de Goiás, Goiânia, Goiás, 2011.

CUNHA, Gilberto Rocca da.; PIRES, João Leonardo Fernandes; DALMAGO, Genei Antonio; SANTI, Anderson; PASINATO, Aldemir; SILVA, Ana Alexandrina Gama da.; ASSAD, Eduardo Delgado; ROSA, Cristiane Maria da. **El Niño/La Niña - Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações.** Revista Plantio Direto. Embrapa. 2011. Passo Fundo, RS.

DANIELI, Beatriz. Compost Barns: Dinâmica de utilização de cama e bem-estar animal. Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC, Chapecó, 2019. Disponível em: <https://sistemabu.udesc.br/pergamumweb/vinculos/000075/0000756b.pdf>> Acesso em: 02 de novembro de 2021.

DEE, Departamento de Economia e Estatística. Quase 90% da população do Estado tem acesso à água tratada. Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2020. Disponível em: <https://estado.rs.gov.br/quase-90-da-populacao-do-estado-tem-acesso-a-agua-tratada#:~:text=Com%20uma%20popula%C3%A7%C3%A3o%20de%2011,dispon%C3%ADveis%20para%2086%2C1%25>> Acesso em: 06 de agosto de 2021.

ECYCLE, Equipe. **Cisterna: entenda como funciona e quais seus benefícios.** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/4200-cisterna.html#:~:text=Uma%20cisterna%20%C3%A9%20um%20dep%C3%B3sito,e%20exige%20obras%20de%20engenharia.>> Acesso em: 23 de maio de 2021.

EOS, Consultores. Perdas de água: desafios para expansão do saneamento. Mato Grosso, 2019. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/perdas-de-agua-estudo-2019/#:~:text=As%20perdas%20de%20%C3%A1gua%20em,3%25%20de%20perdas%20no%20pa%C3%ADs>> Acesso em: 06 de junho de 2021.

FAGUNDES, João Paulo Rocha; ANDRADE, Alcilene Lopes de Amorim. Poços artesianos: uma reflexão na perspectiva da sustentabilidade. 2015. Disponível em: <https://revistas.unipacto.com.br/storage/publicacoes/2015/pocos_artesianos_uma_reflexao_na_perspectiva_da_sustentabilidade_35.pdf> Acesso em: 07 de junho de 2021.

FARIAS, Maria Mariah Monteiro Wanderley Estanislau Costa de. **Aproveitamento de águas de chuva por telhados: aspectos quantitativos e qualitativos**. Caruaru, PE, 2012. 115 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Engenharia Civil e Ambiental, 2012.

FERNANDES, Diogo Robson Monte; NETO, Vicente Batista de Medeiros; MATTOS, Karen Maria da Costa. **Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN / RN**, Foz do Iguaçu, Paraná, 2007.

FLORES, Jorge Oscar de Mello. **A crescente escassez de água no mundo**. Fundação Getúlio Vargas, 2000, Rio de Janeiro.

FILHO, Fernando Jorge Correa Magalhães; PAULO, Paula Loureiro. **Tratamento de água cinza empregando wetlands construídos**. Brazil Publishing Autores e Editores Associados, Curitiba, 2021.

GRASSI, Luiz Antonio Timm. **Direito à água**. Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56217180/DIREITO_A_AGUA.pdf?1522676380=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DDIREITO_A_AGUA.pdf&Expires=1618682262&Signature=bpS5uO6fhtqXMlor51Cnor5R~clXwU6weGams-U7u3pt2rJADOR3VAh0XIKz3saMQFppKWbrp-go2E8UG6AYndB7jR9oLeUnB5r0iu12IR3Cuamtou0Bjl2eeCsobXJoQsAUiTcxg3nlWsOmgeC~KK8fyW5Ap~qFNGL8M2IRJHlrK-z2ujwARxd3vMAnb~ujtTKixYqXCCdtR21wljvRY3H4X0UhtQATHsdkTMwbbZ9DYsxiWHKe9rMUFgcacepOMdJIK4TAZdK09UBsv2Z8i1kQzPEQBG5k33aQs5EdhbYPBbEkhXjxGDM8EsyErmV6JAxlsN7leJAZIVJdyhFANA_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA> Acesso em: 17 de abril de 2021.

GOLDENFUM, Joel Avruch. **Reaproveitamento de águas pluviais**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267196924_REAPROVEITAMENTO_DE_AGUAS_PLUVIAIS> Acesso em: 19 de maio de 2021.

GOMES, Marco Antonio Ferreira. **A água nossa de cada dia**. Embrapa Meio Ambiente. Jaguariúna, São Paulo, 2009.

GUIMARÃES, Alexandre José Athayde; CARVALHO, Daniel Fonseca De.; SILVA, Leonardo Duarte Batista Da. **Saneamento Básico**. 2007. Disponível em:

<<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Capit%204%20parte%202.pdf>> Acesso em: 05 de setembro de 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Cambio climático 2014. Impactos **Impactos, adaptación y vulnerabilidad**. [2014]. Disponível em: <https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf>. Acesso em: 05 de abril de 2021.

IPOEMA, Instituto de Permacultura. **Tecnologia Social, água sustentável, gestão doméstica dos recursos hídricos**. Brasília, DF, 2011.

MARENGO, José Antônio. **Água e mudanças climáticas**. av. vol.22 no.63, São Paulo, 2008.

MENOSUMLIXO, Blog do. **A indústria que mais consome água no mundo!** 2019. Disponível em: <<https://www.menos1lixo.com.br/posts/a-industria-que-mais-consome-agua-no-mundo#:~:text=Ele%20consome%201300%20kg%20de,demanda%20quase%204%20mil%20litros>> Acesso em: 21 de maio de 2021.

MUNICÍPIO DE WESTFÁLIA. **Iniciada a perfuração de poço artesiano em Linha Berlim**, 2020. Disponível <<https://www.westfalia.rs.gov.br/noticia/view/3857/iniciada-a-perfuracao-de-poco-artesiano-em-linha-berlim>> Acesso em: 06 de abril de 2021.

MUNICÍPIO DE WESTFÁLIA. **Governo Federal homologa situação de emergência em razão da estiagem**, 2020 Disponível em: <<https://www.westfalia.rs.gov.br/noticia/view/3860/governo-federal-homologa-situacao-de-emergencia-em-razao-da-estiagem>> Acesso em: 06 de abril de 2021.

NOBRE, Carlos A.; REID, Julia; VEIGA, Ana Paula Soares. **Fundamentos científicos das mudanças climáticas**. Rede Clima/INPE, 44 p., São José dos Campos, SP, 2012.

OCB, Organização das Cooperativas Brasileiras. **O cooperativismo no Brasil**. João Monlevade, Minas Gerais, 2014. Disponível em: <<http://www.copremon.coop.br/cooperativismo.php?id=10>> Acesso em: 03 de maio de 2021.

ODS, Objetivos de desenvolvimento sustentável. **Indicadores Brasileiros para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e Secretaria Especial de Articulação Social, Brasília, 2021. Disponível em: <<https://odsbrasil.gov.br/>> Acesso em: 07 de junho de 2021.

OLIVEIRA, Andréa. Qualidade da água no meio rural. Cursos CP, 2021, Minas Gerais. Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-meioambiente/artigos/qualidade-da-agua-no-meio-rural#:~:text=Para%20ser%20considerada%20pot%C3%A1vel%2C%20a,de%20doe>>

[n%C3%A7as%20infecciosas%20e%20parasit%C3%A1rias](#)> Acesso em: 04 de maio de 2021.

OLIVEIRA, Tarcísio Dorn de; CHRISTMANN, Samara Simon; PIEREZAN, Juliene Biazzi. **Aproveitamento, captação e (re)uso das águas pluviais na arquitetura.** Revista Gestão e Desenvolvimento, Rio de Janeiro, 2015.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de Oliveira; MATTHIENSEN, Alexandre; ALBINO, Jacir José; BASSI, Levino José. GRINGS, Vitor Hugo; BALDI, Paulo César. **Aproveitamento da água da chuva na produção de suínos e aves.** Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, 2012.

OLIVO, Andréia de Menezes; ISHIKI, Hamilton Mitsugu. **Brasil Frente à escassez de água.** Universidade do Oeste Paulista, São Paulo, 2014. Disponível em: <<https://revistas.unoeste.br/index.php/ch/article/view/1206/1279>> Acesso em: 23 de abril de 2021.

PALHARES, Júlio César P. **Estimando o consumo de água se suínos, aves e bovinos em uma propriedade.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Suínos e Aves, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2005, Concórdia, Santa Catarina. Disponível em: <<http://atividaderural.com.br/artigos/50527abe5e31a.pdf>> Acesso em: 26 de abril de 2021.

PASCHOALIN, Gustavo. Ácidos orgânicos via água de bebida são alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento na produção de frangos. O presente Rural, 2020. Disponível em: <<https://opresenterural.com.br/acidos-organicos-via-agua-de-bebida-sao-alternativa-ao-uso-de-antibioticos-promotores-de-crescimento-na-producao-de-frangos/>> Acesso em: 18 de agosto de 2021.

PEREIRA, Luis Santos. **Escassez e uso eficiente de água.** Centro de Estudos de Engenharia Rural, Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, 2018, Portugal.

PICCOLI, Andrezza de Souza; KLIGERMAN, Débora Cynamon; COHEN, Simone Cynamon; ASSUMPÇÃO, Rafaela Facchetti. **A Educação Ambiental como estratégia de mobilização social para o enfrentamento da escassez de água.** Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Departamento de Saneamento e Saúde Ambiental, Fiocruz, Rio de Janeiro, 2015.

PINTO, Lilian Vilela Andrade; ROMA, Talita Nazareth de; BALIEIRO, Kátia Regina de Carvalho. **Avaliação qualitativa da água de nascentes com diferentes usos do solo em seu entorno.** UFLA - Universidade Federal de Lavras, 2012, Minas Gerais.

PRADO, Rachel Bardy; JOHNSON, Rosa Maria Formiga; MARQUES, Guilherme **Uso e gestão da água. Desafios para a sustentabilidade no meio rural.** Boletim informativo da SBCS, Embrapa, Viçosa, MG, 2017.

QUADROS, Fernando Luiz Ferreira de; SILVEIRA, Vicente Celestino Pires. **Sistemas de integração agropecuária**. Universidade Federal de Santa Maria, 2009, Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/16177/Curso_Agric-Famil-Sustent_Sistemas-Integracao-Agropecuaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 26 de abril de 2021.

REBOUÇAS, Aldo da C. **Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez**. Bahia Análise & Dados. Salvador, 2003.

RIBEIRO, Wagner Costa. **Impactos das mudanças climáticas em cidades no Brasil**. Parcerias Estratégicas, Brasília, DF, 2008.

RIES, Jaime Eduardo. **Bovinocultura de Leite**. Emater/RS, 2021. Disponível em: <<http://www.emater.tche.br/site/area-tecnica/sistema-de-producao-anim/bovinos-de-leite.php#.YKL-06hKjIU>> Acesso em: 17 de maio de 2021.

RIO GRANDE DO SUL, Departamento de Recursos Hídricos. **Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul**, 2021. Disponível em: <<http://www.siout.rs.gov.br/#/>> Acesso em: 12 de junho de 2021.

RODRIGUES, André da Silva. **Desempenho de um sistema de filtração lenta de água em argila expandida e geotêxtil**. Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2014. <<https://docplayer.com.br/41184941-Andre-da-silva-rodriques-desempenho-de-um-sistema-de-filtracao-lenta-de-agua-em-argila-expandida-e-geotextil.html>> Acesso em: 12 de junho de 2021.

RODRIGUES, Eduardo Bello; KAICK, Tamara Simone van. **Wetlands construídos como alternativa para tratamento de esgoto para regiões rurais, periurbanas e comunidades isoladas**. Brazil Publishing Autores e Editores Associados, Curitiba, 2021.

SAATH, Kleverton Clovis de Oliveira. FACHINELLO, Arlei Luiz. **Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil**. Revista de Economia e Sociologia Rural, Brasília, 2018.

SANTOS, Bruno. **Cooperativas agropecuárias se tornaram a base do agro moderno**. 2020. Disponível em: <<https://coonecta.me/cooperativas-agropecuarias/>> Acesso em: 03 de maio de 2021.

SOUZA, Fernando Hymnô de.;SENS, Maurício Luiz. **Projeto e operação de filtros lentos retrolaváveis para tratamento de água para abastecimento**. Fundação Nacional de Saúde. Tubarão, Santa Catarina, 2019.

SUMMERS, R. S.; SHIMABUKU, K.; ZEARLEY, T. L. **A Review of Biologically-Based Drinking Water Treatment Processes for Organic Micropollutant Removal**. London: IWA Publishing, 2014. Disponível em <<https://books.google.com.br/books?hl=pt->

[BR&lr=&id=mbgDBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA17&dq=Progress+in+Slow+Sand+and+Alternative+Processes:+Further+Developments+and+Applications.+Summers&ots=V0zSU8Qm4g&sig=DI Ma Tr24O-VQcAwSP8CwvurOqME#v=onepage&q&f=false](https://www.researchgate.net/publication/350111111/figure/fig/1/figure-pdf/350111111/Progress-in-Slow-Sand-and-Alternative-Processes-Further-Developments-and-Applications-Summers-V0zSU8Qm4g&sig=DI Ma Tr24O-VQcAwSP8CwvurOqME#v=onepage&q&f=false)

Acessado em: 01/06/2021.

TEIXEIRA, Silvana. **Tratamento de água no meio rural - tratamento simplificado de águas superficiais.** Disponível em: <<https://www.cpt.com.br/cursos-meioambiente/artigos/tratamento-de-agua-no-meio-rural-tratamento-simplificado-de-aguas->

[superficiais#:~:text=O%20sistema%20simplificado%20de%20tratamento,%C3%A1gua%20seja%20feita%20por%20gravidade&text=%2D%20Reservat%C3%B3rio%20central.&text=Ela%20tem%20a%20finalidade%20de,o%20sistema%20simplificado%20de%20tratamento](https://www.cpt.com.br/cursos-meioambiente/artigos/tratamento-de-agua-no-meio-rural-tratamento-simplificado-de-aguas-#:~:text=O%20sistema%20simplificado%20de%20tratamento,%C3%A1gua%20seja%20feita%20por%20gravidade&text=%2D%20Reservat%C3%B3rio%20central.&text=Ela%20tem%20a%20finalidade%20de,o%20sistema%20simplificado%20de%20tratamento)> Acessado em: 03 de maio de 2021.

TELLES, Dirceu D'Alkmin; COSTA, Regina Helena Pacca Guimarães. **Reuso da água: conceitos, teorias e práticas.** Editora Blucher, São Paulo, 2010.

UNITED NATIONS HUMAN RIGHTS. OFFICE OF THE HIGH COMMISSIONER. General Comment n. 15 (2002). **The right to water (arts. 11 and 12 of the International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights).** 2002. Disponível em:

<http://tbinternet.ohchr.org/_layouts/treatybodyexternal/Download.aspx?symbolno=E%2fC.12%2f2002%2f11&Lang=en>. Acesso em: 05 de abril de 2021.

VASCONCELOS, Mickaelon Belchior. **Poços para captação de águas subterrâneas: revisão de conceitos e proposta de nomenclatura.** XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Ceará, 2015. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28288/18401>> Acesso em: 07 de junho de 2021.

VON SPERLING, Marcos; SEZERINO, Pablo H. **Dimensionamento de wetlands construídos no Brasil.** Boletim Wetlands Brasil, 2018. Disponível em: <<http://gesad.ufsc.br/boletins/>>, Acesso em: 13 de setembro de 2021.