

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA

MATEUS LIMA

CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA A DESSEDENTAÇÃO ANIMAL

CERRO LARGO

2023

MATEUS LIMA

CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA A DESSEDENTAÇÃO ANIMAL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientador: Prof. Dra. Juliana Marques Schontag

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Lima, Mateus
CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA A DESSEDENTAÇÃO
ANIMAL / Mateus Lima. -- 2023.
63 f.

Orientadora: Doutora Juliana Marques Shontag

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária, Cerro
Largo,RS, 2023.

1. Uso de águas pluviais, cisternas, captação.. I.
Shontag, Juliana Marques, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

MATEUS LIMA

CAPTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL


Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 06/07/2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof.^a Dr.^a Juliana Marques Schontag – UFFS
Orientadora



Prof. Mario Sérgio Wolski – UFFS
Avaliador



Prof. Márcio Antonio Vendruscolo – UFFS
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, que não
pouparam esforços para que eu pudesse
concluir meus estudos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me dar forças, não apenas na vida acadêmica, mas em todos os momentos, para continuar e seguir sempre em frente.

Agradeço aos meus pais, Angela Beatriz Lima e Dilmar Oliveira Lima, por sempre estarem me incentivando, investindo e auxiliando no que precisei. Foram minha base, para realização desse sonho.

A meu irmão que sempre acreditou que teríamos dois engenheiros na família, por sempre incentivar, auxiliar e dar forças para continuar.

A UFFS, por proporcionar um estudo de qualidade, que com toda essa estrutura de bons professores, tiveram uma participação nesse sonho.

A professora e orientadora Juliana Marques Schontag, pelas dicas, auxílio e disposição de estar sempre atendendo. Obrigado.

Aos professores que também foram a base de conhecimento, experiências e amor pelo curso, que também, dessa forma me fizeram acreditar na profissão e continuar firme e forte.

Aos colegas e amigos da Universidade que contribuíram de uma forma ou outra na realização desse sonho.

RESUMO

As crescentes demandas de água para a agricultura e abastecimento urbano (pelo alto crescimento populacional) e dessedentação animal, tendem aumentar a pressão sobre os recursos hídricos, acarretando mudanças no percentual de água doce existentes no mundo. Apesar de o Brasil possuir uma das maiores reservas de água doce do mundo, aproximadamente 12 % dessas reservas estão distribuídas de forma irregular dentro do território nacional. Dessa forma, o aproveitamento de águas pluviais, para fins não potáveis devem crescer nos próximos anos. Algumas regiões do Brasil vêm passando por estresse hídrico, pois longos períodos de estiagem vem acontecendo. O Rio Grande Do Sul também vem enfrentando nesses últimos anos, de estresse hídrico, proveniente da falta de chuva, de demandas cada vez maiores, tanto para abastecimento humano, quanto para a dessedentação de animais. Essa demanda deve crescer 24 % para 2030, segundo a ANA, (2017). Nesse sentido o objetivo desse trabalho consiste na construção de um sistema de captação de água da pluvial como uma alternativa para a dessedentação de animais (bovinos), no intuito de diminuição de água potável e uma outra alternativa de acesso a água para os animais. As águas preferíveis para a dessedentação animal são as águas de classe especial, mas podem ser usadas às da classe três ou quatro, dependendo do grau de contaminação, respeitando os parâmetros da Resolução Conama nº 357 de 2005, para as águas de classe três e os parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis da NBR 15527 de 2019. Assim, foi construído um sistema de captação e reservação de água aproveitando uma estrutura existente na propriedade rural do Município de Joia – RS.

Palavras-chave: Estresse hídrico; Secas; Abastecimento animal; Captação de água da chuva;

ABSTRACT

The growing demands for water for agriculture and urban supply (due to high population growth) and animal watering tend to increase pressure on water resources, leading to changes in the percentage of fresh water existing in the world. Although Brazil has one of the largest freshwater reserves in the world, approximately 12% of these reserves are irregularly distributed within the national territory. Thus, the use of rainwater for non-potable purposes should grow in the coming years. Some regions of Brazil have been experiencing water stress, as long periods of drought have been happening. Rio Grande do Sul has also been facing, in recent years, water stress, resulting from the lack of rain, and increasing demands, both for human supply and for the watering of animals. This demand should grow 24% for 2030, according to ANA, (2017). In this sense, the objective of this work is to build a system for capturing rainwater as an alternative for watering animals (cattle), in order to reduce drinking water and another alternative for access to water for animals. The preferable waters for animal watering are special class waters, but those of class three or four can be used, depending on the degree of contamination, respecting the parameters of Conama Resolution No. 357 of 2005, for class three and the minimum quality parameters for non-potable uses of NBR 15527 of 2019. Thus, a water collection and reservation system was built, taking advantage of an existing structure on the rural property in the Municipality of Joia - RS.

Keywords: Hydric stress; droughts; Animal supply; Rainwater harvesting;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produtores Atingidos por Atividade no RS	18
Figura 2 - Aprofundamento de baías	21
Figura 3 - Exemplos de açudes.....	22
Figura 4 - (A) Bebedor de cimento, (B) Bebedor australiano	23
Figura 5 - Sistema de aproveitamento de água pluvial.....	25
Figura 6 - Demanda para abastecimento animal	26
Figura 7 - Coeficientes Adotados do Consumo de Água	27
Figura 8 - Índice de segurança hídrica no Brasil	31
Figura 9 - Projeção da demanda de água para 2030	31
Figura 10 - Município de Joia – RS.....	34
Figura 11 - Cálculo área de contribuição.....	36
Figura 12 – Sistemas de aproveitamento de água da chuva	41
Figura 13 - Calha de PVC de 150 mm	45
Figura 14 - Suporte e fitas nas calhas	46
Figura 15 - Reservatório para os dois primeiros mm de chuva.....	47
Figura 16 - Local onde o filtro foi inserido na tubulação	47
Figura 17 - Estrutura pré-existente, posteriormente utilizada para o reservatório	49
Figura 18 - Colocação das lonas na estrutura	50
Figura 19 - Reservatório teste.....	51
Figura 20 - Reservatório com a capacidade de 26m ³ com a tela	52
Figura 21 - Sistema completo.....	53

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis	20
Quadro 2 - Manutenção do Sistemas de captação da Água da chuva	20
Quadro 3 - Fatores que influenciam no consumo de água	32
Quadro 4 - Precipitações mensais de 2013 a 2023, estação meteorológica de Cruz Alta -RS.	35
Quadro 5 - Coeficiente de Rugosidade.....	39
Quadro 6 – Capacidade de calhas semicirculares para 0,011 de Rugosidade (vazões L/min).	40
Quadro 7 – Amostra bruta 1º lote.....	44
Quadro 8 - Amostra coletada de água bruta	54
Quadro 9 - Qualidade da água da chuva obtidas por Carneiro (2021) para a área rural do Município de Joia- RS	54
Quadro 10 - Dosagem de hipoclorito de sódio para desinfecção da água.	55
Quadro 11 - Valores gastos com materiais no projeto.....	56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Área de cobertura e vazão em condutores circulares.....	40
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASA	Articulação Semiárido Brasileiro
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
RS	Rio grande do Sul
IRCSA	Associação Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva
DF	Distrito Federal
NBR	Norma Brasileira
RWH	Rainwater harvesting (captação de água de chuva)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
PIB	Produto Interno Bruto
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
VPL	Valor Presente Líquido
ANA	Agência Nacional das Águas
ONU	Organização das Nações Unidas
PNA	Plano Nacional de Adaptação à Mudanças Climáticas
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISH	Índice de Segurança hídrica
EMPRAPA	Empresa Brasileira de pesquisa e Agropecuária

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	OBJETIVO.....	15
1.1.1	Objetivo geral	15
1.1.2	Objetivos específicos	16
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1	DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO BRASIL.....	17
2.1.1	Estiagem/seca no Rio Grande do Sul.....	17
2.1.2	Bovinocultura de leite e de corte e suas perdas provocadas pela estiagem.....	19
2.2	MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA.....	20
2.3	RESERVATÓRIOS DE ARMAZENAMENTO	21
2.3.1	Tanques escavados ou açudes	22
2.3.2	Armazenamento em bebedouros	23
2.4	CAPTAÇÃO, FILTRAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS	24
2.5	USO DA ÁGUA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL NO BRASIL.....	25
2.5.1	Qualidade da água para dessedentação animal.....	27
2.6	ABASTECIMENTO ANIMAL E SEGURANÇA HÍDRICA	30
2.7	VIABILIDADE ECONÔMICA.....	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS	34
3.1	CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO	34
3.1.1	Local de implantação do sistema	34
3.1.2	Dados hidrológicos referente a região de implantação do sistema	35
3.1.3	Área de Captação	35
3.1.4	Demanda do Reservatório	37
3.1.5	Calhas e Condutores	38
4	MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA	41
4.1	DEMANDA A SER ATENDIDA.....	41
4.2	VOLUME DO RESERVATÓRIO	42
4.2.1	Qualidade da água armazenada na cisterna.....	43
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	45
5.1	CALHAS E CONDUTORES.....	45
5.2	PROCESSOS DE MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA	46
5.3	DEMANDA A SER ATENDIDA.....	48
5.4	VOLUME DO RESERVATÓRIO	48

5.5	SISTEMA COMPLETO EM FUNCIONAMENTO	52
5.6	RESULTADO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA CAPTADA	54
5.7	VIABILIDADE ECONÔMICA.....	56
6	CONCLUSÃO	59

1 INTRODUÇÃO

Nesses últimos anos o valor da água tem aumentado, principalmente em cidades onde a matriz centrada na agricultura. A falta da água traz consigo uma enormidade de problemas. Sem água, não há produção. Com a falta de água, as regiões periféricas do Brasil serão as mais atingidas, pois é da agricultura que a grande maioria dos pequenos produtores obtém seu sustento, seja na produção de soja, milho, trigo, ou criação de animais, principalmente na pecuária bovina leiteira ou de corte.

Nas áreas áridas e semiáridas do mundo, a seca e a distribuição irregular das chuvas são frequentemente associadas a altos níveis de pobreza (ONU, 2020). Segundo a Organização das Nações unidas (ONU), 40 % das terras habitadas do mundo são áridas ou semiáridas. Nos países em desenvolvimento e menos desenvolvidos, aliviar a pobreza e melhorar os níveis de desenvolvimento humano relacionado a escassez hídrica será um dos principais desafios para as próximas décadas.

O Brasil, apesar de possuir 12% de toda reserva hídrica superficial do planeta, vem passando nesses últimos anos por um problema grande de estresse hídrico (Silva *et al.*, 2018). Este recurso vem se tornando escasso devido ao alto consumo, secas prolongadas, distribuição precária, sistemas de tratamentos inadequados, impulsionado pelo crescimento econômico e populacional (Val *et al.*, 2019).

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento - ANA (2019), a Amazônia contém a maior parte desse percentual, porém a população brasileira, está concentrada em uma área desfavorável. A escassez é cada vez mais grave em áreas onde a sobrevivência e permanência da população são ditadas pela disponibilidade de água. Essa situação se tornará cada vez mais crítica pois, o consumo de água no Brasil deve aumentar em 24% nos próximos 30 anos (Val *et al.*, 2019).

O Plano Nacional de Adaptação à Mudanças Climáticas (PNA) considera que aumentará o estresse hídrico no semiárido, substituindo a vegetação semiárida por vegetação árida (Brasil, 2015).

O Rio Grande do Sul também vem enfrentando problemas de estresse hídrico nesses últimos anos, com a diminuição das precipitações em algumas regiões. Com isso há a diminuição das águas nos rios, fazendo com que as populações precisem ser abastecidas com caminhões pipa, com água tanto para abastecimento humano, como animal. A falta de chuva promove perdas consideráveis, principalmente para agricultores, com perdas nas lavouras

soja, milho, trigo, quanto para produtores de leite e gados de corte. Os produtores buscam sempre trabalhar com o cultivo de alimento para os animais, onde esse custo-benefício seja mais vantajoso. Assim, a plantação de milho para a fabricação de silagem são alternativas viáveis, mas sem chuvas esses produtores precisam buscar alimentos em cooperativas, o que encarece sua produção (EMPRAPA, 2016).

Uma vez havendo escassez de água para a produção há também a preocupação de falta de água para a dessedentação de animais, pois as águas superficiais também diminuem com a menor índice de precipitação. Segundo Palhares *et. al.* 2018, ainda é preciso melhorar a produtividade hídrica da pecuária.

Um aumento na produtividade hídrica pode ser alcançado através da mesma produção com menos entrada de água, ou seja, “menos água por cultura”. Segundo Carra *et. al.* (2020) a produtividade da água no setor agropecuário deve ser levada em consideração para apoiar as melhores práticas hídricas. Carra *et. al.* (2022) enfatiza que os pecuaristas são cada vez mais responsabilizados pela produtividade hídrica de suas operações, e nesse sentido, estudos são necessários para ajudar a identificar oportunidades de melhorias nessa gestão da água.

Assim, na busca por uma alternativa diferente, em termos econômicos e principalmente referente a escassez de água para o abastecimento de animais bovinos, esse estudo propôs a implementação de um sistema de armazenamento de água da chuva em cisternas, no interior do município de Joia/RS, onde a água armazenada foi destinada a dessedentação de gado. Contudo, mesmo sendo oferecida para animais é preciso seguir alguns requisitos de qualidade, que deverão ser observados nesse estudo.

1.1 OBJETIVO

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo desse trabalho é construir um sistema de captação e armazenamento de água da chuva, sendo ela destinada para abastecimento animal, no interior do município de Jóia – RS.

1.1.2 Objetivos específicos

- Dimensionar um sistema de captação e armazenamento de água pluvial para abastecimento animal (bovinos);
- Adaptar estrutura existente na propriedade rural visando a captação e armazenamento de água pluvial;
- Analisar o custo-benefício, as vantagens e as desvantagens do projeto de sistema de captação de água pluvial para abastecimento animal;

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 DISPONIBILIDADE HÍDRICA NO BRASIL

Segundo o MapBiomias a superfície coberta por água no Brasil no início dos anos 90, representava 15,7%, mas teve uma queda de quase 20 milhões de hectares para 16,6 milhões de hectares em 2020, em 30 anos essa perda correspondeu a 3,1 milhões de hectares. A tendência de redução de água no Brasil, em análise de dados de satélite, deixa claro que as evidências vindas do campo, indicam que as pessoas começaram a sentir o impacto negativo com o aumento de queimadas, impacto na produção de alimentos, na produção de energia, e com o racionamento de água em grandes centros urbanos (MAPBIOMAS, 2022).

Ainda segundo o MapBiomias, vários fatores podem explicar a redução de superfície de água no Brasil. Nos últimos 36 anos, a conversão de florestas em área de pecuária e agricultura, interfere no aumento da temperatura local e muitas vezes altera as cabeceiras de rios e de nascentes, podendo também levar ao assoreamento dos mesmos. A maior perda de superfície de água na série histórica ocorreu no estado do Mato Grosso do Sul, com uma redução de 57%. Em 1985 o estado tinha mais de 1,3 milhão de hectares cobertos por água, em 2020 eram 589 mil hectares aproximadamente. O estado do Mato Grosso fica em segundo lugar com uma perda de água de 530 mil hectares, seguido de Minas Gerais, que entre a água que entrou e a água que saiu, fica com saldo negativo de mais de 118 mil hectares.

A agricultura é o setor que mais consome água doce no mundo, chegando a 69% das retiradas globais, por isso a produtividade hídrica dos sistemas agrícolas deve ser melhorada, tornando a agricultura sustentável (FAO, 2019). Segundo Kummu (2021), o cenário mais extremo de mudança climática pode comprometer 34% da área hoje usada para produção pecuária. As mudanças climáticas podem acabar exigindo que o setor pecuário estabeleça manejos que exijam menos água.

2.1.1 Estiagem/seca no Rio Grande do Sul

A seca é um período em que a disponibilidade de água está abaixo do que seria normalmente esperado e não atende as necessidades humanas ou ambientais (WILHITE, 2018).

Segundo Van Loon (2016), os grandes responsáveis por alterar os ciclos hidrológicos (evaporação e infiltração) e conseqüentemente a propagação da seca, são atividades humanas como mudança da cobertura do solo, barragens, irrigação e a urbanização.

O Brasil é particularmente vulnerável às secas, pois sua hidroeletricidade corresponde a 70 % de sua geração de energia e a irrigação para a agricultura corresponde a 32% do uso da água do país (GETIRANA, 2016). Enfatizando que a agricultura corresponde a 25,5% do PIB brasileiro (CEPEA, 2022).

A estiagem vem afetando a América do sul nesses últimos anos, e o Rio Grande do Sul é bastante atingido. Segundo a Defesa Civil do estado, na segunda quinzena de janeiro de 2023 contabilizou 188 municípios em situação de emergência.

O governo do Estado confirmou que durante a primeira reunião do fórum Permanente de Combate à Estiagem de 2023, que realizará um plano atualizado de enfrentamento à estiagem. O projeto deverá ser apresentado ao Governador Eduardo Leite, pelos secretários estaduais que tratam do assunto (SECRETARIA DA AGRICULTURA, 2023).

A falta de recursos hídricos para o desenvolvimento das atividades agrícolas compromete a contribuição do setor primário ao PIB no RS. Passou de 8 mil localidades e mais de 207 mil propriedades atingidas pelos efeitos da estiagem no Estado, além de cerca de 10,5 mil famílias com dificuldades ao acesso à água (Emater/RS, 2022).

Segundo a Emater-RS a cultura mais prejudicada foi a do milho, assim a produção de leite também obteve seus impactos. A Figura 1, mostra o número de produtores atingidos pela estiagem, por atividades.

Figura 1 - Produtores Atingidos por Atividade no RS



Fonte: Emater, 2022.

2.1.2 Bovinocultura de leite e de corte e suas perdas provocadas pela estiagem

A estiagem afeta a produção de leite pela baixa disponibilidade forrageira ofertada aos animais, incluindo deficiente implantação de pastagens anuais de verão, com o encurtamento do ciclo, assim antecipando e ampliando o vazio forrageiro normalmente enfrentado no período de outono, provocando perda de condição corporal e queda acentuada de produção de leite (SECRETARIA DA AGRICULTURA, 2020).

A bovinocultura de corte segue sentindo os efeitos da estiagem. Os produtores que dispõem de áreas maiores manejam os animais entre piquetes para obtenção de pasto e água. Os produtores que podem, fornecem suplementação aos animais para minimizar as perdas de condição corporal, mas em propriedades menores ou com lotações mais elevadas, os impactos sobre a perda de peso são significativamente maiores (SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUARIA E DESENVOLVIMENTO RURAL, 2022).

A estiagem reduz a disponibilidade de alimentação para os bovinos de corte e de leite, ovinos e equinos mantidos predominantemente sobre os campos nativos e principalmente a produção de pastagens cultivadas destinadas ao rebanho leiteiro. A perda na produção de pastagens cultivadas, chegaram à 58,5% e em pastagens nativas, a 52,8% (Emater/RS, 2022).

Segundo levantamento da EMATER/RS, na região de Porto Alegre a estimativa de redução de peso dos animais foi de 15 %, na região de Santa Rosa, a perda é de cerca de 20 %.

De dezembro de 2019 a março de 2020, houve uma diminuição na produção de leite de 114,3 milhões de litros, representando uma queda de 8,9% do esperado para o período e cerca de 3% da produção anual, tendo uma perda de movimentação de 137 milhões de reais na economia gaúcha (Emater/RS, 2019).

Na bovinocultura de corte a estiagem teve seus efeitos em curto prazo, com baixa disponibilidade e qualidade de forrageira do campo nativo e de pastagens de verão durante o período, levando a perda de condição corporal das fêmeas, trazendo como consequências redução nas taxas de prenhez, também acarretando a queda de produção de leite das matrizes levando a menores pesos de desmame da progênie nos rebanhos de cria. Terneiros mais leves ao desmame, prolongam o período de recria e de terminação, aumentando os custos de produção e elevando a idade ao abate (SECRETARIA DA AGRICULTURA, 2020).

2.2 MANEJO DE ÁGUA DA CHUVA

Segundo Varisco (2019), a coleta de água é uma tecnologia antiga praticada em todo o mundo e os sistemas de captação de água da chuva (RWH), costumavam ser a principal fonte de água, principalmente em países áridos e semiáridos.

Os RWH em áreas áridas são mais que ecossistemas, eles sustentaram gerações de comunidades indígenas (RIEGUER *et. al.* 2019). Essas estratégias foram adaptadas a padrões específicos de chuvas, sendo que nas terras altas, a agricultura era historicamente alimentada pela chuva, e os contrafortes e áreas costeiras eram tradicionalmente irrigados por inundações sazonais (MUHARRAM E ALSHARJABI *et. al.* 2019).

Sobre a qualidade da água da chuva a ser captada, segundo a NBR 15.527/2019 (conforme Quadro 1) deve passar por um pré-tratamento, assim é recomendada a instalação de um desvio, que serve para a remoção de sólidos indesejáveis (folhas, detritos, etc). É recomendado o desvio dos 2 primeiros mm de precipitação inicial, para limpeza da área de captação (telhado), de preferência esse dispositivo deve ser automático (ABNT, 2019).

Quadro 1 - Parâmetros mínimos de qualidade para usos não potáveis

Parâmetro	Valor
Escherichia coli	< 200 / 100 mL
Turbidez	< 5,0 uT
pH	6,0 a 9,0

Fonte: Adaptado de NBR 15527, 2019

A manutenção de cada parte do sistema de captação de água da chuva deve ser realizada de forma mensal e trimestral, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Manutenção do Sistemas de captação da Água da chuva

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal. Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir
Calhas	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Área de captação, condutores verticais e horizontais	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatório	Inspeção anual, limpeza quando necessário

Fonte: Adaptado de NBR 15527, 2019

Além da limpeza, deve ser realizada verificação da existência de formação de áreas de acúmulo de água e eliminação quando necessários, para evitar a proliferação de mosquitos (ABNT, 2019).

2.3 RESERVATÓRIOS DE ARMAZENAMENTO

Para garantir água aos animais em períodos secos, produtores têm realizado o aprofundamento de baías ou a criação de mini açudes. A diferença entre essas duas opções é o local onde são instalados e o armazenamento.

Caso necessário, recomenda-se a mínima interferência, dando preferência para um trabalho manual, evitando inferir na vegetação da borda do corpo de água. A importância de manter essa vegetação, é evitar os processos erosivos, manter a umidade do solo, dessa forma haverá uma melhor qualidade da água.

A figura 2 mostra o aprofundamento de baías em ambientes naturais, como exemplos de reservatórios de armazenamento de água para dessedentação animal. Na (Figura 1A), baías que foram aprofundadas na área de inundação (Figura 1B), e o processo de aprofundamento de uma baía (Figura 1C) onde aflora a água do lençol freático (Figura 1D).

Figura 2 - Aprofundamento de baías



Fonte: EMBRAPA, 2020.

Caso seja necessário o aprofundamento de baías recomenda-se a menor interferência possível, de preferência um trabalho manual, para evitar a danificação da vegetação próxima ao corpo de água.

2.3.1 Tanques escavados ou açudes

Esses são para áreas mais distantes dos rios, onde há menor chance de inundação e secam mais rápido. Nesses locais os tanques têm sido usados para reter a água por mais tempo por serem ambientes mais profundos, eles devem ser feitos no final do período seco para acumular água no período chuvoso e reter para a próxima fase seca (conforme Figura 3).

Figura 3 - Exemplos de açudes



Fonte: EMBRAPA, 2020.

Os tanques geralmente são construídos usando máquinas que escavam o solo e o depositam nas laterais, como nas baías aprofundadas (Figura 2). O sedimento retirado e depositado na borda do tanque é de uma camada mais profunda do solo, assim a vegetação demora para colonizar e o sedimento vai retornando ao corpo d'água (Figura 3). Os tanques mostrados nas Figuras 2, devem ter sido construídos há mais tempo ou ter menos uso por animais, o que possibilitou o crescimento da vegetação na borda. Assim como nas baías

aprofundadas, manter a vegetação na borda do corpo d'água é imprescindível para a conservação e a manutenção da qualidade da água.

2.3.2 Armazenamento em bebedouros

Em bebedouros a água captada normalmente é proveniente de poços, com entrada controlada por boias que mantêm o nível da água e evitam o desperdício. A tubulação deve ser enterrada no solo a uma profundidade de 80 cm para a proteção da tubulação.

É recomendado colocar o bebedouro em um local sombreado ou coberto por telhas de forma a evitar o aquecimento excessivo da água, o que pode influenciar o consumo pelos animais. É importante evitar a formação de lama ao redor do bebedouro, pois a lama pode ser um fator de estresse para os animais, fazendo com que eles evitem essa área, e diminuindo o consumo de água. Uma correta instalação do bebedouro e da boia contribuem para que não ocorra o desperdício de água e o empoçamento ao redor do bebedouro (EMBRAPA, 2020).

A Figura 4, mostra dois diferentes tipos de bebedor, realizador com materiais diferentes, também se enfatiza a importância do uso de boias e como fica a área ao redor de um bebedor com vazamentos.

Figura 4 - (A) Bebedor de cimento, (B) Bebedor australiano



Fonte: EMBRAPA, 2020.

O armazenamento em cisterna é uma tecnologia que pode ter como uma de suas finalidades armazenar água de chuva. Na propriedade rural, as cisternas promovem a

segurança hídrica e contribuem para a viabilidade econômica da atividade. A utilização da água armazenada em cisterna para as rotinas da produção animal é uma prática desejável, observando os manejos corretos nas estruturas de captação, condução e armazenamento e a legislação relacionada à qualidade da água para os diversos usos (EMBRAPA, 2016).

O aproveitamento de águas das chuvas em reservatórios possui muitas vantagens e algumas delas são listadas a seguir:

- É uma fonte de água em que a cobrança pelo seu uso não é realizada;
- É uma fonte de água que pode substituir parcial ou integralmente, as fontes superficiais e subterrâneas;
- A utilização da água dá-se no local de uso, reduzindo a necessidade de sistemas de captação e distribuição;
- O armazenamento contribui para a segurança hídrica da propriedade;
- Contribui com a conservação de água, a autossuficiência e a uma postura ambientalmente correta perante os problemas ambientais existentes no meio rural;
- Reduz o consumo de água potável na propriedade, e o custo de fornecimento da mesma;

Contudo, o uso de reservatório para captação e armazenamento de águas provenientes da chuva também apresenta desvantagens, dentre eles estão o suprimento limitado, ou seja, está em função da quantidade de precipitação na região, e da área de captação (por exemplo, área total de telhados).

Os bebedouros de qualquer forma devem ter água com renovação constante, e se não é possível a limpeza diária, o produtor deve estipular uma frequência de limpeza adequada a sua realidade produtiva (PALHARES, 2016).

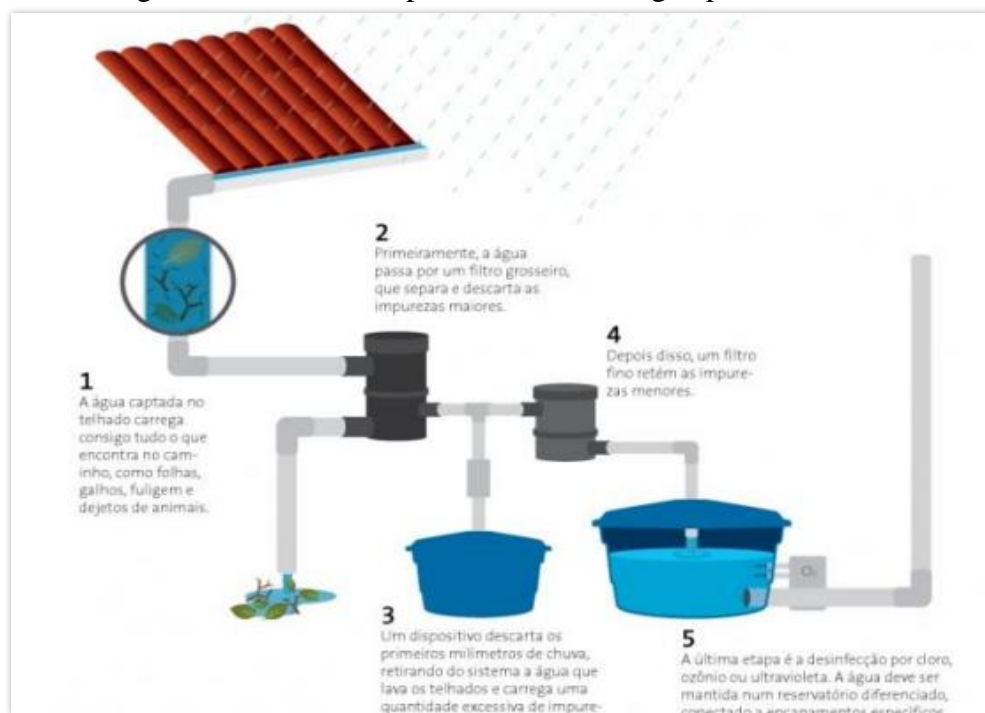
2.4 CAPTAÇÃO, FILTRAÇÃO E ARMAZENAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Na elaboração do projeto é preciso primeiramente identificar o objetivo da coleta de água. Mais especificamente, para dessedentação animal, a água precisa passar por um sistema de filtração eficiente e um bom armazenamento. Neste caso, o projeto será constituído por três processos básicos: Sistemas de coleta, filtração e armazenamento de água pluvial.

O aproveitamento de águas pluviais pode ser guiado pela norma NBR N° 15527 de 2007 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que trata acerca das características a serem adotadas em reservatórios, sobre o dimensionamento e ainda a respeito de todo sistema de captação de água das chuvas (REZENDE *et al.*, 2017).

O Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), demonstrou em um manual de usos de água da pluviais, como deve ser realizado esse processo, conforme a Figura 5.

Figura 5 - Sistema de aproveitamento de água pluvial



Fonte: Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), (2015)

2.5 USO DA ÁGUA PARA DESSEDENTAÇÃO ANIMAL NO BRASIL

Em escala global os maiores usos consuntivos são agropecuários. O Brasil possui um dos maiores rebanhos do mundo, ou seja, a demanda de água para a dessedentação animal é elevada (ANA, 2019).

Em comparação de 2000 a 2018, os números de bovinos confinados no Brasil, teve um aumento de 64,6%, representando um crescimento médio anual de 7%. Pelo número de animais abatidos em 2020, cerca de 6,0 milhões de bovinos, representando um aumento de 14% ao ano anterior (ABIEC, 2020). As mudanças estruturais na pecuária de corte

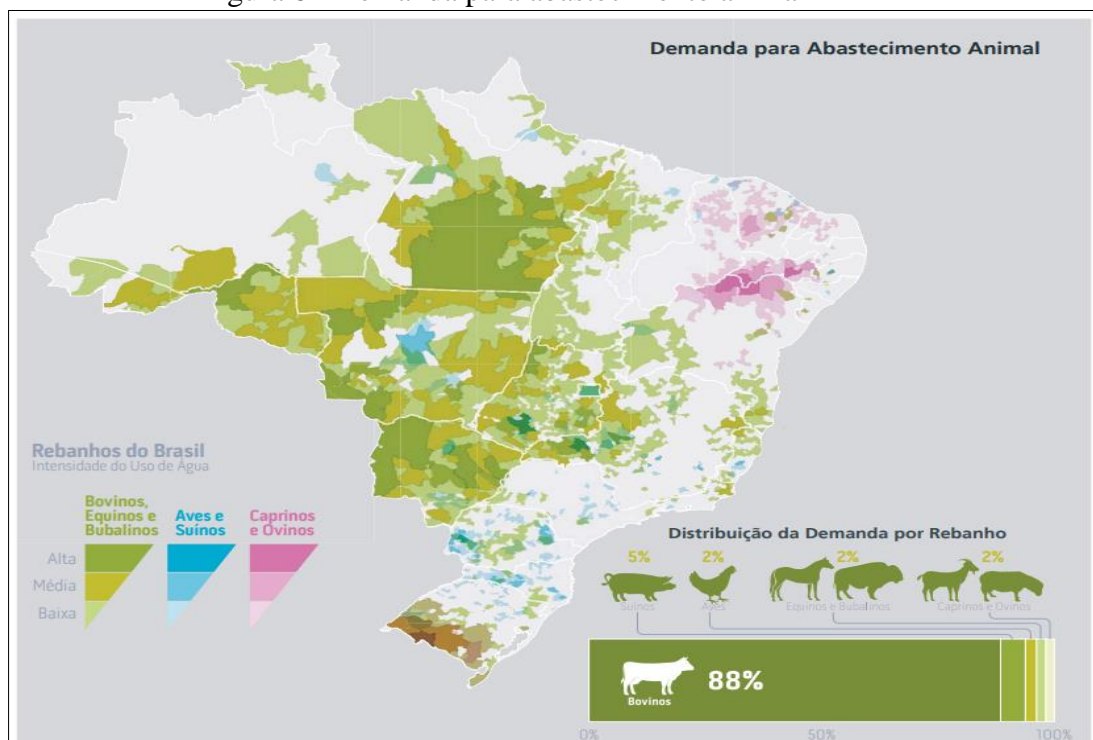
brasileira, indicam melhor desempenho animal, aumento da produtividade por área e expansão do sistema de confinamento. Mas é importante salientar que o impacto quantitativo desses aspectos no uso da água não foi avaliado (PALHARES *et. al.*, 2021).

O aumento de demanda de água, devido à intensificação dos sistemas de produção animal, é inegável (NGXUMESHE, 2020). Assim, é necessário gerir a água, e perceber que ela é um alimento, um insumo e um recurso natural. Esse aumento nesses sistemas de produção animal, vai representar um aumento nas necessidades totais de água, para sustentar este processo econômico. A quantificação da água na produção de carne bovina é importante, por ser uma mercadoria que é sempre criticada pelo uso ineficiente da água (BAXTER, 2017).

Para a bovinocultura da Amazônia a pastagem representa o recurso nutricional básico, no qual podem ser verificadas variações qualitativas e quantitativas com o decorrer das estações do ano. Enquanto no período das águas há abundância de recursos forrageiros, no período da seca há a necessidade de fornecimento de nutrientes na forma de suplementos proteico energético, para que não ocorra comprometimento no desempenho dos bovinos (GOES 2005; BARROS, 2012).

A demanda para abastecimento animal no Brasil é grande, o maior percentual é para bovinos, totalizando 88 % do total de água para os animais. Também é perceptível quais animais predominam, nas diversas regiões do Brasil. Conforme a Figura 6.

Figura 6 - Demanda para abastecimento animal

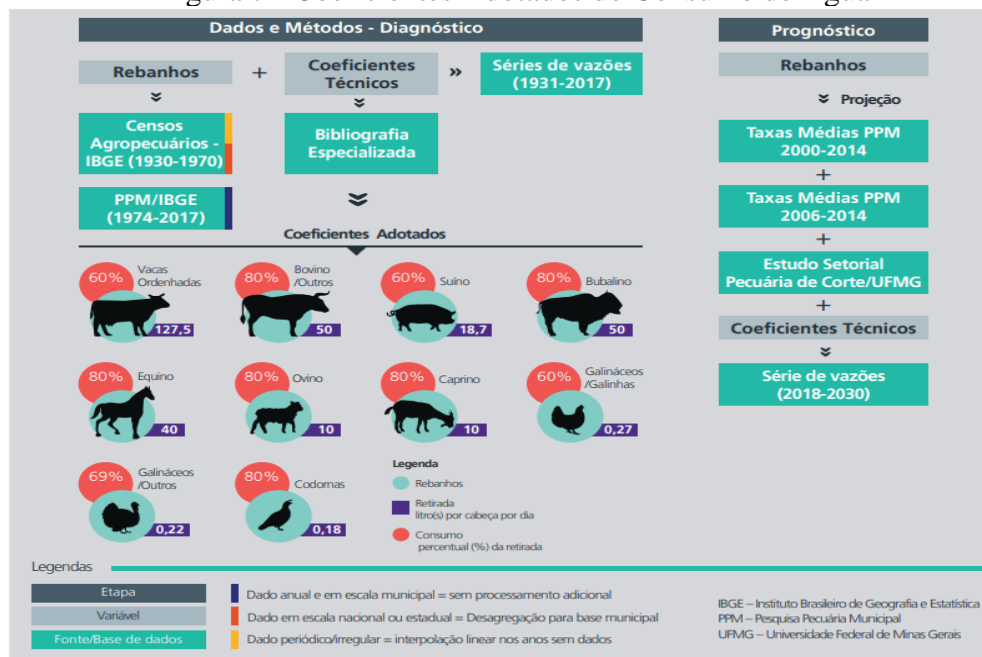


Fonte: ANA, 2017.

A água é um bem vitável para os animais, ela possui várias funções: regular a temperatura do corpo, auxiliar na digestão dos alimentos, nos processos de metabolismo da excreção, da reprodução e do crescimento. Basicamente a água faz parte de 50% a 80% de sua constituição orgânica, 80 % (animais jovens), 50% (animais em terminação) (EMBRAPA, 2013).

A principal forma que os animais têm acesso a água é através da dessedentação, possuindo outras duas, sendo elas pelos alimentos e o metabolismo. Cada animal possui um coeficiente de consumo de água, os bovinos possuem uma divisão no coeficiente, para vacas ordenhadas o coeficiente é de 127,5 L por cabeça ao dia, para outros bovinos o coeficiente é de 50 L/dia, conforme a Figura 7. Esse coeficiente é uma média, pois depende muito do tipo de animal, raça, condições de sombreamento e principalmente temperatura (ANA, 2017).

Figura 7 - Coeficientes Adotados do Consumo de Água



Fonte: ANA, 2017.

2.5.1 Qualidade da água para dessedentação animal

A água de qualidade é um fator crítico de sucesso para o bom desempenho da criação animal, interferindo em vários processos de produção, bem como na nutrição, sanidade e na qualidade dos subprodutos (PINTO *et. al.*, 2010).

O Brasil tem duas Resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente que determinam os padrões de qualidade das águas naturais: resolução Conama nº 357 de 2005

(Brasil, 2005) que classifica as águas superficiais e resolução Conama n° 396 de 2008 (Brasil, 2008) que classifica as águas subterrâneas. De acordo com as características naturais e aquelas resultantes do uso das águas (odor, sabor, aparência, propriedades físicas e químicas, teor de macro e microminerais, presença de substâncias tóxicas e de micro-organismos) estas são classificadas em classes, de especial, que são as nascentes por exemplo, até a classe 4, para usos menos exigentes como a navegação.

Para a dessedentação animal, segundo a resolução CONAMA 357, são preferíveis as águas da classe especial, mas podem ser usadas águas da classe 3 ou no máximo 4, dependendo do grau de contaminação dessas águas.

Ainda de acordo com a resolução Conama n° 357, para as águas de classe 3 os limites máximos para os parâmetros mais comumente medidos são: sólidos dissolvidos (500 mg/L), ferro dissolvido (5,0 mg/l), nitrato (10 mg/L), cloreto (250 mg/L), sulfato (250mg/L), e o pH entre 6 e 9. Os valores máximos para a clorofila (estimativa da concentração das algas) é de 60 µg/L e os valores de densidade de cianobactérias (podem produzir toxinas) para dessedentação de animais não devem exceder 50.000 cel./ml, a densidade de coliformes termotolerantes em sistemas de criação intensiva (animais confinados) deve ser menor que 1000 ind./100mL, já para sistemas extensivos não há limites estabelecidos (EMBRAPA, 2020).

Parâmetros químicos como pH, sólidos dissolvidos, sulfato, cloretos, nitrato, dureza e ferro são considerados importantes na água fornecida aos animais, e dentre os biológicos estão os coliformes e as algas cianofíceas (wright, 2007; mahdy *et. al.*, 2016). Mas a própria resolução Conama n° 396 no seu artigo 35 (Brasil, 2008) diz que deverão ser fomentados estudos para definição de valores máximos permitidos que reflitam as condições nacionais, especialmente para dessedentação de animais e irrigação.

A qualidade da água de dessedentação é um dos fatores que pode elevar a produtividade animal. Por exemplo, em estudo desenvolvido no oeste do Canadá com novilhos e o par vaca-bezerro da raça Angus foi observado que o tratamento de água por aeração ou a coagulação tendeu a melhorar os ganhos de peso ($P < 0,05$) em relação a água não tratada. Para o caso, a qualidade química e microbiológica da água não deferiu entre os tratamentos (acesso direto; bombeada; bombeada e tratada com coagulantes e cloro e bombeada e aerada), mas parece ter influenciado na palatabilidade dos animais acarretando aumento no consumo de água e ração. Os autores comentam que a melhoria observada com as avaliações pode representar um aumento no ganho de peso de 9 a 10% para um período de 90 dias de pastejo (LARDNER *et. al.*, 2005).

A água de má qualidade pode afetar a vida e a saúde dos animais, causando redução de consumo de água, diarreia, redução de ganho de peso e até a morte dos animais. A quantidade de água exigida para cada bovino é influenciada por fatores tais como temperatura ambiente, peso, idade, fase de vida do animal (prenhez, lactação, engorda e crescimento) e consumo de matéria seca (Alvarez – Vasquez *et. al.*, 2011).

Para o caso de poços escavados no pasto e destinados a dessedentação a baixa qualidade dessa água pode impactar de diferentes formas o desempenho dos animais, podendo afetar tanto na quantidade de alimento ingerido, quanto em sua saúde (LANDEFELD & BETTINGER, 2003). A água possui várias funções para os animais.

Principais funções da água para os bovinos de corte:

Regulação da temperatura corporal;

Transporte de nutrientes e metabólitos;

Digestão e metabolismo de nutrientes;

Manutenção da pressão osmótica intracelular;

Equilíbrio acidobásico: homeostase orgânica;

Papel essencial na umidificação, lubrificação;

Meio de diluente e solvente para as reações químicas.

Digestão dos alimentos;

Absorção dos nutrientes no trato digestório;

Translocação dos compostos químicos no organismo;

Excreção dos resíduos do metabolismo orgânico;

Termorregulação corporal;

Manutenção da pressão osmótica dentro e fora da célula, através de ingestão ou eliminação de água e eletrólitos;

Além de todos esses fatores e suas funções para os animais, é importante que ela seja de boa qualidade para que todas essas funções no corpo do animal retratam uma boa saúde para o mesmo. O padrão esperado para a qualidade de água para o consumo animal deve ser, primariamente, aquele que não cause nenhum prejuízo na produção e ao bem-estar animal. Águas contaminadas micro logicamente causam problemas na saúde animal e contaminações nos alimentos provindos dos animais, acarretando problemas a saúde humana (SANTOS, 2016).

2.6 ABASTECIMENTO ANIMAL E SEGURANÇA HÍDRICA

Segundo a ANA (2019), a segurança hídrica refere-se à disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, com um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, devendo ser consideradas as suas quatro dimensões como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país.

A garantia da oferta de água para o abastecimento de todas as cidades do País. Em 2017, foram identificadas 60,9 milhões de pessoas que vivem em cidades com menor garantia de abastecimento de água. No horizonte de 2035, a população total em risco sobe para 73,7 milhões de pessoas (ANA, 2019).

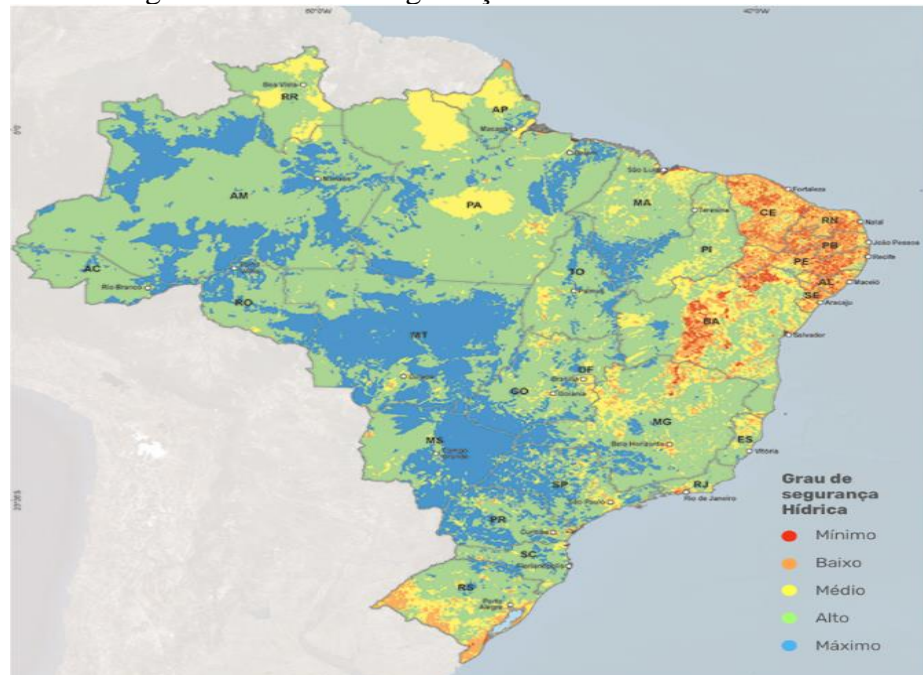
A segurança hídrica depende, além das variáveis citadas, também da variabilidade temporal da disponibilidade hídrica, extremamente dependente das condições climáticas. Em anos recentes, diversas regiões brasileiras sofreram os efeitos de estiagens prolongadas, ou de maior intensidade, e, conseqüentemente, a disponibilidade hídrica diminuiu no período. Independente da variabilidade temporal, a disponibilidade hídrica é desigualmente distribuída nas bacias hidrográficas do Brasil (ANA, 2017).

Ainda segundo a ANA, a precipitação média anual do Brasil é de 1760 mm, mas com significativas variabilidade regional.

O Plano Nacional de segurança hídrica (ANA, 2019) criou um índice de Segurança hídrica (ISH) considerando quatro dimensões de segurança hídrica (humana, econômica, ecossistêmica e de resiliência) para compor um índice global para o Brasil. O Nordeste apresenta níveis mínimos ou baixos, especialmente no semiárido e no nordeste setentrional (Pernambuco, Rio Grande do Norte, Paraíba e Ceará). O Centro-Oeste apesar da intensa expansão da ocupação do solo com pecuária e atividades agrícolas, apresenta bons níveis de segurança hídrica, com exceção das regiões metropolitanas de Goiânia e Brasília que apresentam um nível médio, o Norte apresenta níveis de segurança hídrica variando de alto a máximo. O sul apresenta áreas com níveis baixos e médio, no sul do Rio Grande do Sul também (pela grande demanda da agricultura irrigada).

Na Figura 8, apresenta os graus mínimos, baixos, médio, alto e máximo de segurança hídrica. O ISH foi calculado para os anos de 2017 e 2035. Ambos consideram apenas a infraestrutura hídrica existente e se diferenciam pela incorporação das demandas setoriais de uso da água no cenário futuro.

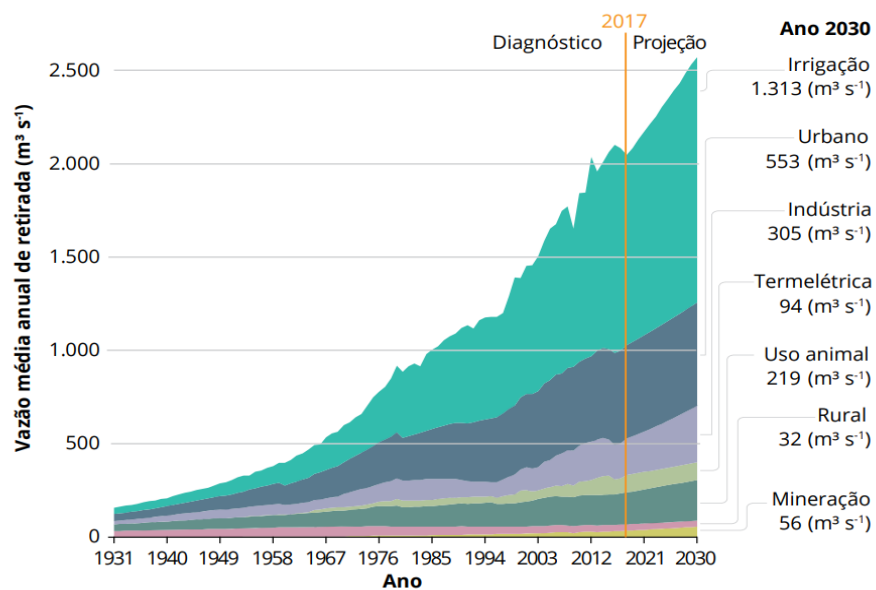
Figura 8 - Índice de segurança hídrica no Brasil



Fonte: Adaptado de ANA, 2023.

Na Figura 9, o gráfico apresenta que o setor agropecuário está entre os maiores responsáveis pelos usos da água no Brasil e no mundo. No Brasil, entre os anos 2000 e 2018, houve um aumento de 55% no volume captado em mananciais superficiais e subterrâneos para esse fim. A ANA prevê que ocorrerá um aumento adicional de 29% na demanda agropecuária até 2030 (ANA, 2019).

Figura 9 - Projeção da demanda de água para 2030



Fonte: ANA, 2019.

Segundo Heinke *et. al.* 2020 as diferentes formas de manejo determinam a produtividade hídrica da pecuária, como manejo alimentar, serviços veterinários, bem-estar, entre outros fatores.

A ingestão de água pelo gado pode ser afetada por muitos fatores incluindo a qualidade da água e a temperatura ambiente. O gado tende a evitar ou diminuir o consumo de água e ganho de peso após beber de uma fonte de água contaminada com fezes (Collins *et. al.* 2007). No quadro 3, estão alguns fatores que influenciam no consumo de água dos animais.

Quadro 3 - Fatores que influenciam no consumo de água

Animal	Zootécnicos	Ambientais
Tipo e tamanho	Tipo de dieta	Umidade
Peso	Ingestão de matéria seca	Temperatura
Idade	Ingestão de sal	Velocidade do vento
Genética	Taxa de ganho de peso	
	Produção de leite	

Fonte: Adptado de Palhares, 2014.

2.7 VIABILIDADE ECONÔMICA

Segundo Fernandes *et. al.* 2007, a viabilidade econômica é importante nas instalações de sistemas de aproveitamento de água da chuva, pois a relação custo/benefício está diretamente relacionada a possibilidade de instalação desse sistema.

Para esse estudo sobre a viabilidade econômica utilizou-se o método de cálculo valor presente líquido (VPL), onde é analisado o valor em metros cúbicos da água vinda da rede em comparação aos gastos do projeto da água pluvial em um determinado período. Segundo Fernandes *et. al.* 2007, esse método traz valores de gastos futuros, para valores no presente. O cálculo mais favorável se dá pelo projeto que for mais positivo, ou menos negativo. Esse método é calculado dessa maneira:

$$\sum_{t=0}^n \left(\frac{Ft}{(1+k)^t} \right)$$

Onde:

Ft = Fluxos previstos de receitas (entradas) ou despesas (saídas) no período “ t ”.

Custos com implantação comparados aos custos do metro cúbico de água provinda da rede pública.

t = período de análise; 20 anos.

k = Taxa Mínima Aceitável (TMA) 10% ao ano. (conforme recomendado por Fernandes *et al*, 2007).

n = vida útil do projeto (anos). A vida útil de sistemas de aproveitamento de águas pluviais é de aproximadamente 20 anos (GUILHERME, 2006 apud FERNANDES *et. al*, 2007).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

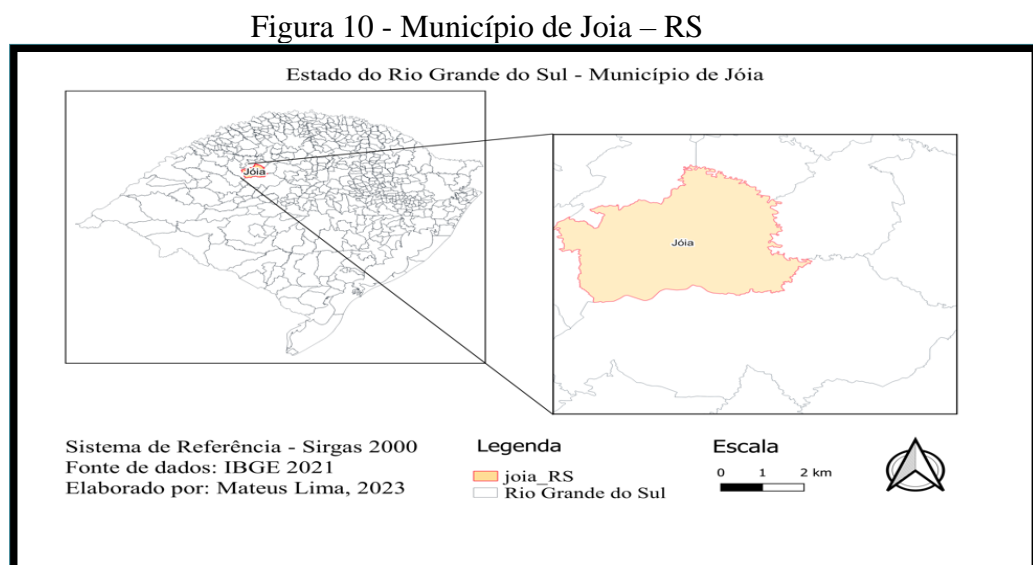
Este trabalho teve por objetivo o dimensionamento e a construção de um sistema de captação e armazenamento de água pluvial, para abastecimento animal (bovinos), no interior do município de Jóia – RS, com o intuito de minimizar o uso de água potável vinda de rede pública. No momento que se utiliza água pluvial, como nesse caso em uma propriedade rural, vai existir uma redução de água proveniente da rede e a tendência é de que o produtor tenha uma economia por não ter utilizado esse montante de água da rede, além de poder ser uma fonte de água para momentos de estresse hídrico.

3.1 CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE CAPTAÇÃO

3.1.1 Local de implantação do sistema

O projeto foi dimensionado no interior do município de Joia – RS, sob as coordenadas geográficas latitude 28°39'49" sul, e 54°04'41" a oeste.

O abastecimento da rede de água no interior, onde vai ser inserido o sistema de captação, é administrado pelo município de Joia, com a captação de águas de poços artesianos. (SEMA, 2021; IBGE, 2021). A Figura 10, demonstra onde está localizado o município de implementação do sistema.



Fonte: Autor, 2023.

3.1.2 Dados hidrológicos referente a região de implantação do sistema

Na construção de projetos para o aproveitamento da água de chuva foram analisadas as séries históricas de dados de precipitação. Essas informações foram obtidas no banco de dados, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O município de Joia, está localizado na região Noroeste do Rio grande do Sul, a estação mais próxima está localizada na Cidade de Cruz Alta – RS, a distância do local de instalação do sistema (Joia), em linha reta até a estação meteorológica (Cruz Alta) é de 46,44 km, a estação meteorológica é convencional. A seguir, no Quadro 4 são apresentados os dados de precipitações mensais de 2013 a 2023, na estação meteorológica de Cruz Alta -RS, que deverá ser utilizada no dimensionamento do sistema.

Quadro 4 - Precipitações mensais de 2013 a 2023, estação meteorológica de Cruz Alta -RS

Ano	Precipitação mensal (mm)												Prec. Acum. do ano (mm)	Prec.méd ano (mm)
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez		
2013	-	-	-	-	174	72,6	73,7	186,6	138,6	146,8	124,2	115,9	1032,4	129,05
2014	202	120,1	151,9	167,9	255,8	396	205	81	360,1	277,8	88,9	179,5	2485,9	207,15
2015	305	152	115	227,4	227	284,6	272,9	94,6	169,8	213,5	208,5	490,9	2761,2	230,1
2016	212,9	91	267,6	165,3	7,3	5,3	123,9	55	55,8	50,7	137,1	60,9	1239,8	103,32
2017	185,6	122,6	120,9	223,2	226,7	150,4	0,5	29,4	90,7	207,6	189,9	25,5	1573,3	131,08
2018	173,8	104,3	141,3	22,1	100,1	49,2	101,8	55,3	132,4	199	206,6	123,9	1409,8	117,48
2019	189	177	166	93,5	272,1	26,4	163,5	71,3	0	253,8	170,7	11,5	1594,8	132,9
2020	162,5	24,2	17,3	42,4	204,8	315,1	280	125,5	32,6	16,4	21,6	118,3	1360,7	113,4
2021	65,5	30,5	131,4	31,2	257,3	73	15,8	187,2	150,2	186,6	34,7	45,9	1209,3	100,77
2022	49,3	42,4	283,8	302,1	290	235,5	0	107,6	53,9	126,2	59,8	60,3	1610,9	134,24
2023	50,3	64,9	203,1	30,6	280,1	-	-	-	-	-	-	-	629	52,41
Média total (meses cheio de 2014 até 2022)													1693,9	141,16

Fonte: adaptado de IMET, 2023.

3.1.3 Área de Captação

O volume captado da água de chuva vai ser armazenado em um reservatório e a determinação da capacidade deste baseou-se na área de coleta, da precipitação atmosférica da localidade e no coeficiente de Runoff. Geralmente se emprega o uso de telhado ou laje da edificação para coleta de água (MAY, 2004).

As estruturas habitualmente usadas para captação de águas de chuva, são compostas, por uma área de captação da água precipitada, que é conduzida por meio de calhas e tubos condutores até um reservatório, sendo que, antes de chegar até esse reservatório, a água passa por um processo de filtração simples para eliminação de impurezas. Esses telhados e coberturas podem ser de diferentes tipos de materiais, como fibrocimento; zinco; galvanizadas; plástico; concreto armado, etc (OLIVEIRA, 2008).

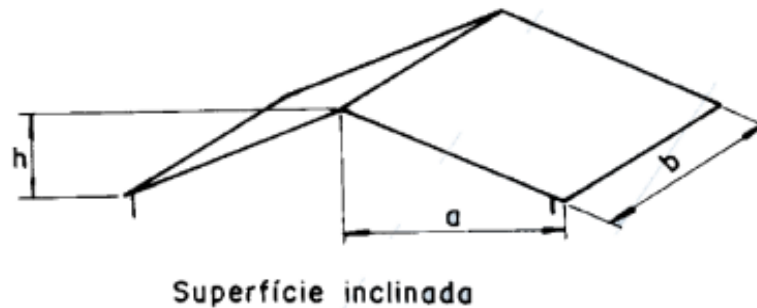
Para a definição da área correspondente a cada tipo de telhado ou cobertura, calcula-se a área conforme recomendação feita pela NBR 10844 de 1989, que dispõe acerca desses arranjos, na equação 01 e figura 12 é demonstrado como é realizado o cálculo para o galpão em questão.

$$A = \left(a + \frac{h}{2} \right) * b$$

Em que: A: Área de contribuição (m²);

a: Largura (m); h: A altura (m); Comprimento Calha (m).

Figura 11 - Cálculo área de contribuição



Fonte: Adaptado, NBR 10844, 1989

O galpão que vai ser implantado o sistema possui as seguintes medidas conforme a Figura 7:

a= 3 m;

h= 0,75 m;

b= 22 m;

Como vai ser utilizado os dois lados da área de contribuição, a área calculada é multiplicada por 2.

$$At = \left(\left(3 + \frac{0,75}{2} \right) * 22 \right) * 2$$

$$At = 148,5 \text{ m}^2$$

Ou seja, cada lado do telhado tem uma área correspondente a 74,25 m².

Com o cálculo de área total, pode-se calcular o cálculo da vazão a ser escoada.

Vazão Escoada

É preciso saber também a vazão a ser escoada pela área contribuinte. O cálculo da vazão será obtido pela equação 2 recomendada pela NBR 10844/1989.

$$Q = \frac{I * A * C}{60}$$

Onde:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

I = intensidade pluviométrica, em mm/h;

A = área de contribuição, em m²;

C = Coeficiente de *Runoff*

Onde: Q = Vazão de projeto, em L/min; I = intensidade pluviométrica, em mm/h, que segundo a NBR 10844, (1989), para a estação meteorológica de Cruz Alta – RS (mais próxima ao local de estudo com esse tipo de dado), é de 246 mm/h para 5 minutos de chuvas intensas em um período de 5 anos (IMET, 2023).

$$At = 148,5 \text{ m}^2$$

$$Q = \frac{I * A * C}{60} = Q = \frac{246 * 148,5 * 0,8}{60} = 487,08 \text{ l/min}$$

Obtendo assim uma vazão de 487,08 l/min. Onde cada lado do telhado recolhe uma vazão equivalente a 243,54 l/min.

3.1.4 Demanda do Reservatório

O reservatório foi dimensionado de acordo com a área de captação, dados hidrológicos da região e a quantidade de animais da propriedade relativo a suas demandas diárias. Segundo a ANA, animais bovinos de corte bebem em média 50 litros de água por dia, podendo ter variações, para mais ou menos, dependendo do bem-estar animal, se tem acesso a sombra ou

não, temperatura ambiente, etc. A propriedade atualmente conta com 15 cabeças de gado para corte. Dessa forma, realizando os cálculos, onde cada animal consome em média 50 l/dia.

$$50 \text{ litros/dia} * 15 \text{ bovinos de corte} * 30 \text{ dias (mês)} = 22.500 \text{ litros}$$

Assim, a ideia é de que o reservatório tenha água suficiente para o abastecimento animal em um período médio de 30 dias, ou seja, o reservatório precisa conter 22.500 litros para esses animais no mês.

3.1.5 Calhas e Condutores

O dimensionamento das calhas segue o preconizado na NBR 10844/99.

O dimensionamento dos condutores foi realizado através da fórmula de Manning-Strickler, demonstrada na sequência. (NBR 10844, 1989).

$$Q = k \frac{S}{n} RH^{2/3} i^{1/2}$$

Em que:

Q = Vazão de projeto, em L/min;

S = área da seção molhada da calha, em m²;

n = coeficiente de rugosidade de Manning;

RH = raio hidráulico, em m;

P = perímetro molhado, em m;

i = declividade da calha, em m/m;

K = 60.000, constante adimensional;

No Quadro 5 estão apresentados os coeficientes de rugosidade, para cada tipo de material que poderia ser utilizado. Como as calhas utilizadas foram de PVC, o coeficiente de rugosidade utilizado foi o 0,011.

Quadro 5 - Coeficiente de Rugosidade

Classificação do material	Coef. Rug. Manning(n)
Alvenaria de tijolos se revestimento	0,015
Cerâmica, concreto bruto	0,013
Plástico, Fibrocimento, metais não ferrosos, aço	0,011
Concreto alisado, Ferro fundido, alvenaria com revestimento	0,012

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 10844, (1989).

Para o sistema foi utilizado calha semicircular de 150 mm, de PVC, considerando à lâmina de água da calha na sua altura máxima (75 mm).

Cálculos para a vazão:

$$S = \frac{\pi * 0,075^2}{2} = 0,008835 \text{ m}^2$$

$$P = \pi * 0,075 = 0,2356 \text{ m}$$

$$RH = \frac{0,008835}{0,2356} = 0,0375 \text{ m}$$

$$Q = 60000 * \frac{0,008835}{0,2356} * 0,0375^{\frac{2}{3}} * 0,005^{1/2} =$$

$$Q = 381,8 \text{ L/min}$$

A capacidade máxima da calha é 381,8 L/min. Como foram instalados dois sistemas de calhas, um de cada lado do telhado do galpão, e cada água promove uma vazão de 243,54 l/min, a calha de 150 mm escolhida comporta as vazões de projeto para uma declividade de 0,5%, conforme quadro 6.

No Quadro 6, está demonstrada a capacidade em l/min da calha pelas dimensões do condutor de 150mm utilizadas no projeto.

Quadro 6 – Capacidade de calhas semicirculares para 0,011 de Rugosidade (vazões L/min)

Diâmetro interno (mm)	Declividades		
	0,50%	1,00%	2,00%
100	130	183	256
150	384	541	757
200	829	1167	1634

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 10844, (1989).

As calhas foram implantadas com uma inclinação mínima de 0,5%, conforme recomendação da NBR 10844/1989.

Para o dimensionamento dos condutores verticais e de condução da água até o reservatório se utilizou aproximadamente 22 metros de tubo PVC de diâmetro de 100 mm, conforme indicação do Quadro 11. A Tabela 1, as áreas de cobertura para condutores verticais de seção circular e as vazões correspondentes.

Tabela 1 – Área de cobertura e vazão em condutores circulares

Área de cobertura para condutores verticais de seção circular. Diâmetro (mm)	Vazão (L/s)	Área de cobertura (m²)
50	0,57	17
75	1,76	53
100	3,78	114
125	7,00	212

Fonte: Adaptado de BOTELHO & RIBEIRO JR. (1998).

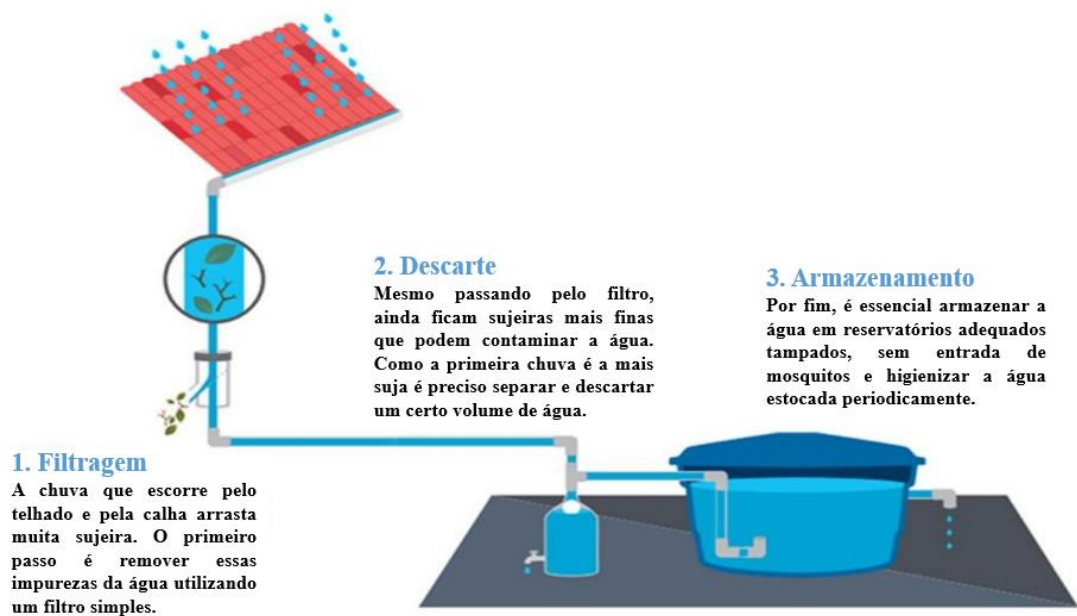
4 MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA

De acordo com a ABNT NBR 15527 DE 2019 deve-se desviar no mínimo 2 mm da precipitação inicial, também são recomendadas estruturas do tipo grades e telas, que atuem na separação de sólidos, como folhas, insetos, resíduos etc.

Portanto é preciso construir ao longo do sistema dispositivos que preconizam a NBR supracitada. Dessa forma um reservatório para a demanda dos primeiros mm de chuva e filtro serão acoplados a esse sistema.

O IPT lançou em 2015 um manual de orientações para a execução de sistemas emergenciais da água da chuva. O sistema desse estudo obedeceu às etapas da Figura 12.

Figura 12 – Sistemas de aproveitamento de água da chuva



Fonte: Adaptado de IPT, 2015.

4.1 DEMANDA A SER ATENDIDA

Esse sistema de captação de águas pluviais tem como principal objetivo a utilização dessa água para o abastecimento de animais bovinos de uma propriedade rural, visando a redução de uso de água fornecida pela rede pública.

A propriedade forma lotes de animais bovinos para a venda, ou seja, a maioria desses animais é gado de corte, e essa quantidade de animais varia entre lotes de 10 a 15 animais. Quando esses bovinos estão quase prontos para a venda, outro lote de animais pequenos é comprado, os bovinos pequenos não bebem muita água, e antes que esses bovinos cresçam, o outro lote de bovinos é vendido, realizando assim um ciclo.

4.2 VOLUME DO RESERVATÓRIO

Para determinar o volume do reservatório, segundo a NBR 15527, (2019) foram considerados os materiais utilizados no sistema de captação e na disponibilidade teórica de água a partir da equação a seguir.

$$V_{\text{disp}} = P * A * C * \eta$$

O cálculo do volume do reservatório, é apresentado na sequência, onde:

P= Precipitação média anual 1693,9 de mm, para um período de 9 anos, conforme o Quadro 4.

A= Área de cobertura total de aproveitamento de 148,5 m²;

C= Coeficiente Runof do telhado, materiais de cimento 0,80;

η = Fator de captação de 0,85. (NBR 15527, 2019);

$$V_{\text{disp}} = P * A * C * \eta = L.\text{ano}^{-1}$$

$$V_{\text{disp}} = 1693,9 * 148,5 * 0,8 * 0,85 = 171056,8 L.\text{ano}^{-1}$$

Desta forma foi identificado um volume teórico de 142254,73 litros de água médio por mês, tendo por base um período de retorno de 9 anos de dados pluviométricos.

Na NBR 15527, (2019) é descrito que fica a cargo do projetista a utilização de um método para cálculo de capacidade de um reservatório de águas pluviais. Assim, adotou-se um reservatório com capacidade superior a 14,2 m³ de água, além do que, esse reservatório terá uma capacidade de reserva suficiente para abastecer todas as 15 cabeças de gado, pois adaptou-se uma estrutura já existente para esse propósito.

Foram adicionadas as lonas de forma a revestir todo o cocho. Além disso, foi verificada a estanqueidade após a primeira chuva. Somente após verificação da ausência de vazamentos, as lonas foram parafusadas à estrutura e adicionada a tela de proteção contra a entrada de insetos, principalmente mosquitos. Para a retirada de água do reservatório foi utilizada uma bomba para passar para outro reservatório elevado de 500 litros, e posteriormente alocada por gravidade através de tubulação pvc de 50 mm, para um cocho de água, como reservatório final, onde os animais têm acesso a mesma. Esse sistema contém uma boia que deve controlar a entrada de água no reservatório final, de forma a manter o sistema sempre abastecido e evitando desperdícios.

4.2.1 Qualidade da água armazenada na cisterna

De acordo com a Resolução CONAMA 2005 nº 357/2005 “a qualidade da água de dessedentação dos animais de produção devem ser tratadas de forma específica, com o estabelecimento de concentrações para este tipo de água”. E ainda, “as águas destinadas à dessedentação animal devem estar dentro dos padrões exigidos para Classe 3 que tem as mesmas características da água destinada ao consumo dos humanos que após receberem um tratamento convencional adequado, é utilizada na irrigação das culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora e à recreação de contato secundário.

A Qualidade da água é um fator de impacto para o desempenho dos animais, pois os mesmos com acesso a água de menor qualidade como contaminada por fezes, algas, sujeiras etc., tendem a tomar menos água no dia, com efeito negativo no pastejar, pois irá consumir menos.

Para verificar a qualidade do sistema alguns parâmetros de qualidade foram realizados com uma amostra bruta, como turbidez, pH e sólidos totais.

Não foi possível realizar mais análises da qualidade da água da chuva obtida no sistema em virtude do grande período de estiagem vivido na região entre janeiro e maio de 2023, não sendo possível preencher completamente o sistema com água. Assim, estabeleceu-se um paralelo com outros trabalhos que retratam a qualidade da água da chuva na mesma região de estudo, voltando-se para parâmetros como *Escherichia Coli* e coliformes totais, de um estudo realizado por (Carneiro, 2021), conforme Quadro 7.

Quadro 7 – Amostra bruta 1º lote

Parâmetro	Valor máximo permitido	Referências	Resultados obtidos	Conformidade
Coliformes totais	1000 em 100 mL	Conama N° 357	5,10 NMP/100 mL	Dentro do padrão
Escherichia Coli	Ausente em 100 mL	NBR 15527, (2019)	Presente em 100 mL	Fora do padrão

Fonte: Adaptado de Carneiro, 2021.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir será mostrado como foi realizada toda a construção do sistema de captação, materiais utilizados, equipamento utilizados e adaptações.

5.1 CALHAS E CONDUTORES

Para as calhas foram calculados a área de captação, chegando que precisaria se colocar no sistema calhas de PVC de 150 mm.

Foram comprados canos de pvc de 150 mm, que posteriormente foram cortados ao meio, com auxílio de uma serra circular, dessa forma se obtêm duas calhas do mesmo cano, ou seja, a barra de cano é de 6 metros, então se obtêm duas calhas de 6 m.

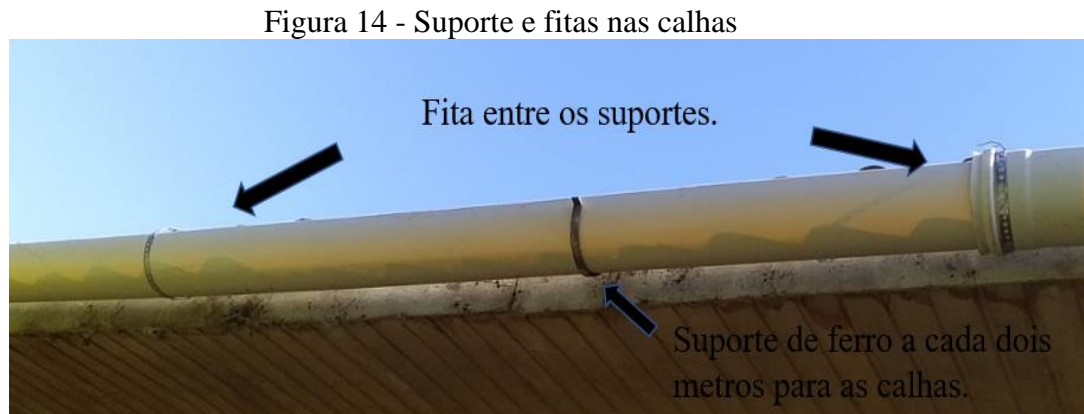
As calhas foram colocadas com uma inclinação de 0,5 %, como mostra na Figura 13, obedecendo essa inclinação não precisa uso de colas nas extremidades de encontro de uma barra da tubulação com a outra. Observando um dia de chuva, não se teve perdas de água pelas calhas.

Figura 13 - Calha de PVC de 150 mm



Fonte: Autor, 2023.

Na instalação das calhas foi necessário a instalação de suportes para garantir o peso da calha mais o peso da água. Dessa forma foram colocados suportes de ferro a cada dois metros e entre esses suportes foi colocada uma fita adicionada no próprio parafuso da telha. Conforme mostra a Figura 14. Essa estrutura ficou bem acondicionada, suportando bem o peso da água.



Fonte: Autor, 2023.

5.2 PROCESSOS DE MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA

Visto que a qualidade da água para a dessedentação animal precisa obedecer a alguns parâmetros de qualidade, foi adicionado como parte do sistema um reservatório de 500 l para os 2 primeiros mm das chuvas, e um filtro na tubulação, para retirada de pequenos resíduos, como folhas e outros resíduos.

Na Figura 15, demonstra-se o reservatório para esse fim, ou seja, nesse reservatório vai ficar os dois primeiros mm de chuva, que contêm uma água *mais suja*, e que será utilizada para lavar os pisos do galpão, também economizando água potável que antes era utilizada para esta finalidade.

Figura 15 - Reservatório para os dois primeiros mm de chuva



Fonte: Autor, 2023.

Também foi colocado um filtro na tubulação, composto por uma tela onde o material grosseiro, como folhas e galhos não passa. Nesse caso não foi adicionado um filtro aberto para que as folhas saíssem automaticamente do sistema, pois foi verificado que com esse tipo de filtro havia muita perda de água. Dessa forma foi adicionado uma tela na tubulação, próxima a um Tê, onde após cada chuva é retirado um cap e realizada a limpeza de folhas e outros resíduos que ficam aprisionados no filtro. Conforme a Figura 16.

Figura 16 - Local onde o filtro foi inserido na tubulação



Fonte: Autor, 2023.

5.3 DEMANDA A SER ATENDIDA

Para atender a demanda de água para os animais, a água armazenada precisa suprir as necessidades dos 15 animais de corte, existentes na propriedade, para um período de um mês. Dessa forma, calculando 15 bovinos na fase adulta, bebendo 50 litros de água por dia (média de 50 l/dia, segundo a ANA, 2017), se tem um consumo de 750 L/dia, multiplicando esse valor por 30 dias, se obtêm um consumo no mês de 22.500 L/mês.

Pensando na instalação pra suprir essa demanda de água, sem gastos muitos altos, o reservatório foi adaptado a uma estrutura pré-existente, (dentro de uma parte do mesmo galpão de instalação das calhas), calculando as medidas dessa estrutura chegou-se a um volume de 26 m³ de água, suprimdo então a demanda desses animais.

Como a capacidade do reservatório é maior, essa demanda de água também pode ser utilizada para os bovinos menores existentes na propriedade.

5.4 VOLUME DO RESERVATÓRIO

Na Figura 17, demonstra-se o lugar adaptado para o reservatório. Foi aproveitada a estrutura existente na propriedade de forma a reduzir custo de implementação desse sistema. Antigamente esse compartimento era utilizado como cocho para ordenha de vacas leiteiras. Como atualmente esse espaço não é utilizado, ele foi reaproveitado como reservatório de água para os gados de corte. O reservatório adaptado em uma estrutura já existente, conta com as seguintes dimensões: 12 metros de comprimento, 2,32 metros de base e 0,96 metros de altura. Totalizando um volume de 26,73 m³, ou seja, 26.730 litros.

Figura 17 - Estrutura pré-existente, posteriormente utilizada para o reservatório



Fonte: Autor, 2023.

Para comportar água nesse sistema e evitar vazamentos, foi pensado em colocação de lonas dentro da estrutura pois a estrutura pré-existente é antiga. Dessa forma, foram adicionadas lonas velhas dobradas (já existentes na propriedade) por baixo e uma lona nova acima, visando diminuir os riscos de perfuração e vazamentos, quando houver a necessidade de realização de alguma manutenção no sistema, como limpeza, por exemplo.

Na Figura 18, demonstra-se como ficou o reservatório ajustado com as lonas velhas por baixo e lona nova por cima.

Figura 18 - Colocação das lonas na estrutura



Fonte: Autor, 2023.

Para fazer um teste com a aplicação da lona na estrutura, foi esperado uma chuva para ver como se comportava a água no sistema, e se precisaria fazer alguns ajustes. Dessa forma as lonas não foram parafusadas, nem ajustadas definitivamente na estrutura. Na Figura 19, mostra-se como ficou o reservatório teste com uma chuva de aproximadamente 30 mm, que aconteceu no dia 8 de maio de 2023.

Figura 19 - Reservatório teste



Fonte: Autor, 2023.

Na Figura 20, demonstra-se o reservatório fechado com a tela, onde é possível verificar as mesmas fixadas e parafusada juntamente com a lona em um dos lados. Do outro lado, foram acopladas barras de ferro circulares possibilitando o acesso ao reservatório para manutenção e limpeza.

Figura 20 - Reservatório com a capacidade de 26m³ com a tela



Fonte: Autor, 2023.

O reservatório foi fechado com telas, para não ter contato com animais, principalmente insetos, e desta forma evitar doenças. Destaca-se que as tabuas para a vedação das telas sobre o reservatório foram reutilizadas de outro sistema, ou seja, não houve custo envolvido.

5.5 SISTEMA COMPLETO EM FUNCIONAMENTO

A Figura 21, demonstra o sistema completo em funcionamento desde a captação da água da chuva pelas calhas até o reservatório final, o cocho de água para os animais. Essa

figura foi dividida em outras pequenas Figuras numeradas com letras, no próximo parágrafo têm a explicação de cada uma delas.

Na (A), **está** demonstrando a entrada de água da chuva pelas calhas, na (B), **está** demonstrando onde **está** inserido o filtro de água e onde o cap existente pode ser removido para a limpeza do mesmo, (C), demonstra-se o reservatório de 500 litros, para os dois primeiros mm de chuva que é retirado do sistema, (D), o reservatório pronto, onde a água vai ser armazenada após encher a caixa de água dos 2mm, (E) a bomba que vai ser usada para retirar a água do reservatório passando para outra caixa de 500 litros, (F) a caixa de 500 litros, (G), o tanque como reservatório final, onde os animais (bovinos) vão beber a água. Do reservatório F até o G, a água desce por gravidade.

Figura 21 - Sistema completo



Fonte: Autor, 2023.

5.6 RESULTADO DOS PARÂMETROS DE QUALIDADE DA ÁGUA CAPTADA

Alguns parâmetros foram analisados em amostra de água bruta, sendo eles turbidez, pH e sólidos totais. Mostrando estar dentro do padrão da Resolução Conama 357, classe 3, para a dessedentação de animais. Devido à estiagem janeiro de 2023 a junho de 2023 não foi possível realizar outros testes da qualidade da água do reservatório, dessa forma outros parâmetros serão analisados em comparação com um estudo de Carneiro, 2021, realizado no mesmo município.

Quadro 8 - Amostra coletada de água bruta

Parâmetro	Valor máximo permitido	Referências	Resultado obtido	Conformidade de padrão
Turbidez	5 ut	NBR15527 (2019)	2,7 ut	Dentro do padrão
PH	9	NBR 15527 (2019)	6,76	Dentro do padrão
Sólidos Totais	500 mg/l	Conama N° 357	53 mg/l	Dentro do padrão

Fonte: Autor, 2023.

Para as amostras de água bruta analisadas, apenas a Escherichia Coli, mostra-se fora do padrão das resoluções supracitadas, mas com um tratamento simples realizado no estudo de Carneiro (2021), com a adição de hipoclorito de sódio a 2,5% no reservatório, que eliminaram a presença de coliformes da amostra.

Os resultados apresentados por Carneiro (2021) para índices de qualidade da água da chuva também para o Município de Joia foram os seguintes (Quadro 9).

Quadro 9 - Qualidade da água da chuva obtidas por Carneiro (2021) para a área rural do Município de Joia- RS

Parâmetro	Valor Máximo Permitido (CONAMA-Classe 3)	Referência para Análise	Resultado obtido	Conformidade de padrão
Turbidez	5ut	NBR 15527, (2019)	2,7 uT	Dentro do padrão
Cor Aparente	75 uH	Conama N° 357	8 uH	Dentro do padrão
PH	9	NBR 15527, (2019)	8,9	Dentro do padrão
Sólidos totais	500 mg/L	Conama N° 357	45,25 mg/L	Dentro do padrão
Coliformes totais	1000 em 100 mL	Conama N° 357	12 NMP/100 mL	Dentro do padrão
Escherichia Coli	Ausente em	NBR 15527, (2019)	Presente em 100	Fora do padrão

	100 mL		mL	
Alcalinidade	-	-	26,05mg/L	-
L.Q (Limite de Quantificação) =1,80 NMP= Número Mais provável				

Fonte: Carneiro, 2021.

Os resultados demonstram que com exceção do parâmetro *Escherichia Coli*, todos os demais estão de acordo com a classe 3, quanto a classificação CONAMA 357. Assim, para ser oferecida para dessedentação animal essa água necessitaria passar por um processo de desinfecção simples.

De forma a manter e conservar a água dentro do reservatório é recomendável que se adicione uma pequena dosagem de cloro no mesmo. Essa simples ação de desinfecção previne o aparecimento de larvas do *Aedes aegypti*, o mosquito transmissor de doenças como a dengue, zika e chikungunya. Além do que, auxiliará para bons índices de qualidade dessa água (FUNASA, 2014).

Ainda segundo a FUNASA, (2014), são encontrados no mercado produtos da família do cloro para realização dessa desinfecção, sendo, Cloro gasoso, Cal clorada, Hipoclorito de sódio, Hipoclorito de cálcio.

Deste modo, para o tratamento da água do reservatório deve ser utilizado o hipoclorito de sódio a 2,5%, com inserção direta no reservatório, conforme mostrado no Quadro 10, conforme sugere o Manual de Orientações Técnicas para Elaboração de Propostas para o Programa de Melhorias Sanitárias Domiciliares – Funasa do ano de 2014.

Quadro 10 - Dosagem de hipoclorito de sódio para desinfecção da água.

Volume de água	Dosagem de hipoclorito de sódio a 2,5%	Tempo de contato
1000 litros	100 ml	30 minutos
26000 litros	2600 ml ou 2,6 litros	

Fonte: Adaptado de FUNASA, 2014

Desta forma perante o volume total do reservatório deverá ser adicionado a dosagem aproximada de 2,6 litros de hipoclorito de sódio.

5.7 VIABILIDADE ECONÔMICA

Segundo Gomez *et al*, 2017 dentro das vantagens da captação de águas pluviais está relacionada com a economia de água potável e a melhoria dos sistemas de drenagem, mas que tem como uma desvantagem os pequenos preços cobrados das tarifas de água potável, dificultando a viabilidade de instalação desses sistemas.

No quadro 11, estão os materiais utilizados na construção do projeto com seus respectivos custos.

Quadro 11 - Valores gastos com materiais no projeto

Materiais	Unidade	Valor	Valor total	Valor em %
Red. 150 x100	1	R\$ 25,50	R\$ 25,50	1,11
Joelho 90° 100 mm	8	R\$ 5,50	R\$ 44,00	1,92
Te esg 100 mm	2	R\$ 15,25	R\$ 30,50	1,33
Junção 100x150	3	17,50	R\$ 52,50	2,29
Broca aço r 5 mm	1	7,75	R\$ 7,75	0,34
Broca aço r 4 mm	1	R\$ 6,41	R\$ 6,41	0,28
Broca aço r 6 mm	1	R\$ 9,50	R\$ 9,50	0,41
Cap esg 150 mm	2	R\$ 27,50	R\$ 55,00	2,40
Lixa papel 120 mm	1	R\$ 7,25	R\$ 7,25	0,32
Parafuso 1x4x40 mm	10	0,98	R\$ 9,80	0,43
Bucha nylon sx	10	R\$ 1,60	R\$16,00	0,70
Parafuso p mad 4.5x40	10	R\$ 0,18	R\$ 1,80	0,08
Bucha nylon n 10	16	R\$ 0,49	R\$7,86	0,34
Parafuso soberbo 1/4x70	16	R\$0,88	R\$14,14	0,62
Cano pvc 150 mm	4 barras	R\$ 265,00	R\$ 1060,00	46,29
Cano pvc 100 mm	4 barras	R\$ 90,00	R\$ 360,00	15,72
Lona 14 x 6	-	R\$ 252,00	R\$ 252,00	11
Braçadeira 100 mm	4	R\$ 3,00	R\$ 12,00	0,52
Tela 13 x 4	-	R\$290,00	R\$290,00	12,66
Bucha nylon 8 mm	20	R\$0,50	R\$10,00	0,44
Parafuso	20	R\$0,90	R\$18,00	0,79
Custo Total			R\$ 2.290,00	

Fonte: Autor, 2023.

O valor total gasto na instalação do sistema de captação da água da chuva para um reservatório de 26 m³ de água foi de R\$ 2.290,00. O local de estudo é no interior do município de Jóia, e na comparação do custo de água para os animais fica difícil esses cálculos, pois o custo do m³ é calculado em função do valor que é gasto com energia elétrica da bomba do poço artesiano, cujo valor é dividido por alguns moradores. Nesse último ano a propriedade teve um consumo médio mensal de água de 45 m³, totalizando assim um valor de R\$ 141,75 por mês, correspondendo a um custo médio de R\$ 3,15 por m³. Salienta-se que este valor corresponde ao consumo de água de toda propriedade. A propriedade gasta com água em higiene pessoal, limpeza doméstica, limpeza do galpão e para a dessedentação dos animais.

Com o valor total gasto é possível calcular o VPL, para um tempo de 20 anos, como sendo a vida útil de um sistema de aproveitamento de água da chuva conforme Fernandes *et al.* (2007). Esse método se caracteriza por demonstrar um comparativo indicando o melhor projeto, pois realiza a transformação futura de gastos ou receitas em “dinheiro equivalente hoje”, sendo uma melhor forma para tomada de decisão, onde o cálculo de projeto que for “mais” positivo, ou “menos” negativo indica a melhor opção de projeto.

Cálculo do VPL para um sistema de 26 m³ de água.

Onde:

T = período em anos;

n = vida útil do sistema em 20 anos, para sistemas de captação e armazenamento de águas da chuva, segundo Fernandes *et. al.*, 2007.

Ft = Fluxos previstos de despesas totais mais custo total do sistema (R\$21.946,00).

Realizando o somatório do custo total do sistema (R\$ 2.290,00), e o custo da despesa mensal de 26m³ de água por 20 anos (R\$19.656,00).

K = Taxa mínima aceitável de 10% ao ano.

$$\sum_{t=0}^n \left(\frac{Ft}{(1+k)^t} \right) = 3.261,64$$

Cálculo do VPL, para o custo da água da rede em relação ao 1m³:

Ft = Fluxos previstos de despesas de 26m³ por 20 anos R\$19.656,00

T = período em anos;

n = vida útil do sistema em 20 anos;

$$\sum_{t=0}^n \left(\frac{Ft}{(1+k)^t} \right) = 2921,74$$

Pelo cálculo do VPL (Valor presente líquido) a implementação do sistema se demonstra inviável financeiramente, pois o VPL do custo de 26 m³ mensal ao longo de 20 anos é menor do que o custo do VPL da implementação do sistema. Isso se deve ao fato de que o custo do m³ de água para a localidade onde foi instalado o sistema é muito baixo, não demonstrando lucratividade pelo fato de o sistema ter um custo elevado de instalação na comparação aos 20 anos de uso, perante ao valor cobrado pelo uso de água potável nessa localidade.

Tempo para o sistema se pagar:

O custo mensal será relativo ao volume da cisterna em relação com a média do valor cobrado por m³. Como supracitado a propriedade gasta uma média de 45 m³/mês e tem uma média de R\$ 3,15 por m³. Pegando o volume do reservatório de 26 m³ e multiplicando por R\$3,15, chega-se no valor de R\$ 81,90. O valor de R\$ 2.290,00 é o valor total gasto na construção do sistema.

Custo mensal de utilização de água: R\$ 81,90

Custo de instalação do sistema: R\$ 2.290,00

$$Tempo = \frac{2.290}{81,90} = 28 \text{ meses} = 2,4 \text{ anos.}$$

O sistema se pagará em 2 anos e 4 meses. Segundo Fernandes *et al*, 2007, o sistema possui uma vida útil de 20 anos, comparando esse tempo com o tempo calculado, o sistema é viável economicamente. Ressaltando que o reservatório de 26 m³ não foi comprado, nem construído, então esse valor não está incluso. Em comparação de um outro sistema desses com essa capacidade é preciso levar em conta o valor de compra ou o valor de mão de obra a ser alocada para essa demanda, as duas caixas de água de 500 l utilizadas no sistema também não foram compradas, pois já existiam na propriedade. Uma das caixas foi utilizada para a demanda dos 2 mm iniciais, que caracteriza uma água mais suja, e a outra caixa foi utilizada para quando retirar a água do reservatório, seja mandada para ela antes de ir para o cocho de água dos animais.

6 CONCLUSÃO

Importante salientar que a água é um requisito para a sobrevivência dos seres vivos e que ela vem com uma crescente demanda de consumo não somente pelos animais, mas pela população que vem aumentando significativamente. Ressalta-se também que a propriedade utilizada nesse estudo, nos períodos de secas, necessitou recorrer à prefeitura para manter o abastecimento de água para os animais, pois não havia outra forma de acesso à água. Dessa forma essa problemática deverá ser diminuída com a construção desse sistema.

Esse estudo propiciou verificar a importância de tecnologias mitigadoras, tanto como o fornecimento de sobras para os animais, auxiliando assim a conservação da disponibilidade hídrica. Assim, essas tecnologias devem ser incentivadas por apresentarem benefícios produtivos, ambientais e econômicos. A retirada de água para a dessedentação animal é alta e considerando 6 milhões de bovinos de corte abatidos em confinamento no Brasil em 2020, percebe-se a importância de se obter melhorias na conservação de mananciais, e consequentemente a redução dos conflitos sociais relacionados a esse recurso.

Deve-se considerar o aumento de gados em confinamento e gado leiteiro no Brasil, dessa forma é preciso combinar aspectos como bem-estar animal (sobra), menor consumo de água potável ou fluvial, onde os animais ganham por serem produzidos com bem-estar, o meio ambiente ganha pela menor retirada de água e o pecuarista ganha por não gastar com água potável.

Esse estudo pode servir como base para outros projetos que utilizem as águas pluviais, para as mais variadas formas de uso, principalmente no que tange a economia de água potável. Recomenda-se a instalação de saídas automáticas de água da cisterna, sem a utilização de bombas, o que diminuiria os gastos com energia elétrica.

Conclui-se que o sistema construído deve diminuir a utilização de água potável advinda da rede, diminuição do valor a ser pago por mês por m³. Essa constatação pode ser observada através do estudo de viabilidade, onde o sistema é auto pagável em 2,4 anos. Fica claro com esse estudo que é preciso criar alternativas para contornar o estresse hídrico, viabilizando a propriedade rural com um sistema de água sem gastos excessivos e proporcionando aos animais uma água de boa qualidade, sendo uma ação sustentável nas possibilidades de falta de água, seja por longos períodos de estiagem sazonais ou agravamento dessa situação causado pelas mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis– Procedimentos: NBR 15527. Rio de Janeiro, 2007.

ABNT - Associação Brasileira De Normas Técnicas. Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis– Procedimentos: NBR 15527. Rio de Janeiro, 2019.

ABNT - Associação brasileira de normas técnicas. ABNT NBR 10520: informação e documentação: citações em documentos: apresentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2002.

ANA. Brasil. Plano nacional de segurança hídrica. Brasília, DF: ANA, 2019c. Disponível em: <http://pnsh.ana.gov.br>. Acesso em: 14 dez. 2022.

ALVAREZ, *et al.* a numerical simulation toolbox for decision support related to wastewater discharges and environmental impact. *Environmental Modelling & Software*, v.26, p.543-545, 2011. Acesso em: 14 mai. 2023

ANA. Brasil. Manual de usos consultivos de água no Brasil. Disponível em: https://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/central-de-publicacoes/ana_manual_de_usos_consuntivos_da_agua_no_brasil.pdf. Acesso em: 8 jan. 2023.

BARBOSA, Lindomar Ribeiro. USO DE ÁGUAS PLUVIAIS PARA IRRIGAÇÃO DE UMA HORTA POR MEIO DE ASPERSORES. 2022. Monografia – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2021. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/6118BARBOSA.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2023

CARNEIRO, Elessandro de Oliveira. COLETA E ARMAZENAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA EM CISTERNA, SEU TRATAMENTO E APLICAÇÃO EM HORTAS URBANAS. 2021. Monografia – Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária – Universidade Federal da Fronteira Sul, Cerro Largo, 2021. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/5343/1/CARNEIRO.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023.

DANELON, André *et al.* Water resource quality effects on water treatment costs: Na analysis for the Brazilian case. *Environment International*, dez. 2022. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107134>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800921001920>. Acesso em: 3 jan. 2023.

EMPRAPA. **Aproveitamento de água da chuva na produção de suínos e aves.** Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_v7r28u3f.pdf. Acesso em: 22 jan. 2023.

EMPRAPA. **Consumo de água na produção animal**. Rio de Janeiro, 2013 . Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/92401/1/PROCIJCPP2013.00165.pdf>. Acesso em: 06 nov. 2022.

EMPRAPA. **Captação e armazenamento de água para consumo animal durante a estação de seca na Planície Pantneira**. Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/220330/1/DOC167Captacao-e-armazenamento-de-agua2020.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

EMPRAPA. **Captação da água de chuva e armazenamento em cisterna para uso na produção animal**. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/146199/1/documentos122.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2023.

GOES, *et al.* **Recria de Novilhos Mestiços em Pastagens de Brachiaria brizantha, com Diferentes Níveis de Suplementação, na Região Amazônica**. Revista Brasileira de Zootecnia, Alta Floresta – MT, v.34, n.5, p.1740-1750, 2005. Acesso em: 20 abr. 2023

IBGE. **Rebanhos bovinos**. Rio de Janeiro, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/bovinos/rs> . Acesso em: 14 jan. 2023.

KUSTER, Angela *et al.* **Tecnologias Apropriadas para Terras Secas: Manejo sustentável de recursos naturais em regiões semi-áridas no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: [s. n.], 2006. 212 p. Disponível em: https://www.kas.de/c/document_library/get_file?uuid=b1b2bb29-646a-04be-58f3-44d78610ac6f&groupId=252038. Acesso em: 26 jan. 2023.

LANDEFELD, M. and J. Bettinger. 2002. **Water effects on livestock performance**. Ohio State University Agriculture and Natural Resources: ANR-13-02. Columbus, Ohio. Disponível em: <http://ohioline.osu.edu/anr-fact/0013.html>. Acesso em: 23 mai. 2023.

LARDNER, H.A., KREYCHUK, B.D., BRAUL, L., WILLMS, D. W., YAROSKI, J. The effect of water quality on cattle performance on pasture. Australian Journal of Agriculture Research, v. 56, p.97-104, 2005. Acesso em: 20 abr. 2023.

MAPBIOMAS. **Superfície de água no Brasil reduz 15 % desde o início dos anos 90**. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/superficie-de-agua-no-brasil-reduz-15-desde-o-inicio-dos-anos-90>. Acesso em: 21 jan. 2023.

MATTOS, Caroline *et al.* **QUALIDADE DE CONSUMO ANIMAL EM PROPRIEDADES LEITEIRAS SO SUL DO RIO GRANDE DO SUL**. Pelotas, 2018. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2018/CA_03193.pdf. Acesso em: 12 Jun. 2023.

PINTO, F.R.; SAMPAIO, C.F.; MALTA, A.S.; LOPES, L.G.; PEREIRA, G.T.; AMARAL, L.A. Características da água de consumo animal na área rural da microbacia do córrego rico. ARS VETERINARIA, Jaboticabal - SP, v.26, n.3, p. 153-159, 2010. Acesso em: 22 mai. 2023.

SALEHI, Maryam *et al.* Global water shortage and potable water safety; Today's concern and tomorrow's crisis. *Environment International*, [S.L.], v. 158, p. 106936, jan. 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.envint.2021.106936>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412021005614?via%3Dihub>. Acesso em: 10 jan. 2023.

SECRETARIA DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DESENVOLVIMENTO RURAL. **Análise da estiagem na safra 2019/2020 e impactos na agropecuária do Rio Grande do Sul.** Rio Grande do Sul. Disponível em: agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202106/11095110-n-6-2020-analise-da-estiagem-na-safra-20192020-e-impactos-na-agropecuaria-do-rio-grande-do-sul.pdf. Acesso em: 6 jan. 2023.

SEMA-RS – **Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura** – RS. Bacias hidrográficas Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, 2021. Acesso em: 22 nov. 2022.

SANTOS, J.L. Legislação e qualidade da água na produção animal. In: PALHARES, J.C.P. *Produção animal e recursos hídricos*. Local de Edição: São Carlos : Editora Cubo, 2016. Vol 1. Capítulo 5, p 83-96. Acesso em: 22 Mai. 2023.

WOLDE, Mekuria *et al.* Water harvesting. *Environment International*, jan. 2022. Elsevier BV. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-822974-3.00042-2>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128229743000422>. Acesso em: 28 jan. 2023.