



**FERNANDO HENRIQUE DE SOUZA**

**PROJETO HIDRÁULICO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA  
PARA BOVINOS EM SISTEMA DE PASTEJO  
ROTACIONADO INTENSIVO**

**LAVRAS – MG  
2022**

**FERNANDO HENRIQUE DE SOUZA**

**PROJETO HIDRÁULICO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA BOVINOS  
EM SISTEMA DE PASTEJO ROTACIONADO INTENSIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Engenharia  
da Universidade Federal de Lavras, como  
parte das exigências do Curso de Engenharia  
Agrícola, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Victor Buono da Silva Baptista  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2022**

**FERNANDO HENRIQUE DE SOUZA**

**PROJETO HIDRÁULICO PARA ABASTECIMENTO DE ÁGUA PARA BOVINOS  
EM SISTEMA DE PASTEJO ROTACIONADO INTENSIVO**

**WATER SUPPLY HYDRAULIC DESIGN FOR CATTLE IN INTENSIVE  
ROTATIONAL GRAZING SYSTEM**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Departamento de Engenharia  
da Universidade Federal de Lavras, como  
parte das exigências do Curso de Engenharia  
Agrícola, para obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 25/04/2022  
Dr. Felipe Schwerz - DEAUFLA  
M. Sc. Thiago Henrique Burgarelli Teixeira - PPGRHUFLA



---

Prof. Dr. Victor Buono da Silva Baptista  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2022**

*Ao meu amigo e companheiro Lucas Saleze (in memoriam), que me ajudou no desenvolvimento e execução deste projeto.*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

### Agradeço

Em primeiro lugar a Deus, por me ajudar a ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo do curso e que fez com que meus objetivos fossem alcançados;

À Universidade Federal de Lavras, essencial no meu processo de formação profissional, pelo aprendizado adquirido e experiências vivenciadas;

Ao orientador Victor Buono da Silva Baptista, pelas correções, paciência, ajuda e por todo o conhecimento compartilhado;

Ao Terra Júnior, pela oportunidade de trabalhar com pessoas incríveis, com grandes experiências e, principalmente, por ser a responsável do encaminhamento para a elaboração deste projeto;

Ao proprietário da Fazenda Novo Horizonte, Altair Antônio de Souza, pela confiança, tanto para a elaboração como pelo desenvolvimento deste projeto;

À minha família, por todo o apoio, amor e carinho doado, por todo o incentivo nas pequenas vitórias, pela paciência nos momentos difíceis e pela compreensão das minhas ausências;

À minha namorada Sarah, por estar sempre ao meu lado e sempre me apoiando em todas minhas tomadas de decisões, por doar amor, carinho, paciência e por ser minha grande incentivadora;

Aos amigos e companheiros de curso, pela convivência ao longo desses anos, pelo companheirismo, descobertas e todas as trocas de experiência;

Muito obrigado.

## RESUMO

Devido ao aumento da população mundial e conseqüentemente o crescimento da demanda por alimentos, é necessário a adoção de práticas para o aumento da produtividade na produção de alimentos. Na pecuária de corte, uma dessas práticas é a utilização de sistemas intensivos de criação, no qual aumenta-se a quantidade de animais para uma mesma área. Na atividade de criação de gado, há a necessidade de utilização de uma alta quantidade de água para a dessedentação dos animais, além da irrigação da pastagem. Dessa forma, surge-se a necessidade de suprir o crescimento da demanda por alimentos e utilizar os recursos hídricos de forma sustentável. Para atender essa demanda, deve-se lançar mão de tecnologias aplicadas na pecuária de corte para obter altas produtividades e, conseqüentemente, ter mais animais por área. Com isso, o desenvolvimento deste trabalho propôs realizar dimensionamento hidráulico para o abastecimento de água para dessedentação de bovinos de corte em sistema de pastejo rotacionado, de maneira a maximizar a produtividade pecuária na Fazenda Novo Horizonte, no município de Monsenhor Paulo – MG. Ademais, devido à complexidade e grande quantidade de cálculos, se fez o uso de softwares e hardwares como Excel e GPS para o aprimoramento do projeto de maneira a alcançar sistemas mais eficientes e econômicos.

**Palavras-chaves:** Dessedentação animal. Projeto hidráulico. Abastecimento. Pastejo rotacionado. Pecuária de corte sustentável.

## ABSTRACT

Due to the increase in the world population and consequently the growth in demand for food, it is necessary to adopt practices to increase productivity in food production. In beef cattle, one of these practices is the use of intensive breeding systems, in which the number of animals for the same area is increased. In the activity of raising cattle, there is a need to use a high amount of water for watering the animals, in addition to irrigating the pasture. In this way, there is a need to meet the growing demand for food and use water resources in a sustainable way. To meet this demand, technologies applied in beef cattle must be used to obtain high productivity and, consequently, to have more animals per area. With this, the development of this work proposed to carry out hydraulic sizing for the water supply for watering beef cattle in a rotational grazing system, in order to maximize livestock productivity at Fazenda Novo Horizonte, in the municipality of Monsenhor Paulo - MG. Furthermore, due to the complexity and large amount of calculations, software and hardware such as Excel and GPS were used to improve the project in order to achieve more efficient and economical systems.

**Keywords:** Animal watering. Hydraulic design. Water Supply. Rotated grazing. Sustainable livestock.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Volume de carne produzida. ....	16
Figura 2 - Consumo total de água para diversas atividades. ....	19
Figura 3 - Desempenho de novilhas com acesso a água de açudes e bebedouros. ....	20
Figura 4 - Arroio (açude) ou bebedouro, o que o gado escolhe? ....	20
Figura 5 - Esquema para suprir suposto déficit hídrico. ....	28
Figura 6 - Perfil de elevação entre Reservatórios 1 e 2. ....	30
Figura 7 - Possíveis localizações dos Reservatórios 1 e 2 ....	32
Figura 8 - Ilustração dos piquetes dos módulos Alto e Clareira. ....	33
Figura 9 - Ilustração dos piquetes dos módulos do Açude e Curral ....	34
Figura 10 - Diâmetros comerciais de bebedouros. ....	35
Figura 11 - Localizações definitivas de todos os bebedouros. ....	39
Figura 12 - Distribuição dos tubos para aterramento. ....	42
Figura 13 - Retirada dos bebedouros para instalação. ....	42
Figura 14 - Aterramento dos tubos. ....	43
Figura 15 - Concretagem da base dos reservatórios. ....	44
Figura 16 - Instalação dos reservatórios ....	44
Figura 17 - Instalação do bebedouro do piquete Curral 2 ....	45
Figura 18 - Bebedouro do Curral 1 instalado ....	45
Figura 19 - Bebedouro do Curral 2 instalado ....	46
Figura 20 - Finalização do projeto ....	46



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perda de carga do trecho entre os reservatórios 1 e 2. ....	29
Tabela 2 - Aplicação da Equação 9.....	32
Tabela 3 - Cálculos da perda de carga de cada percurso dos bebedouros. ....	36
Tabela 4 - Verificação do ponto de instalação dos bebedouros. ....	37
Tabela 5 - Lista de materiais utilizados. ....	40

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>14</b>
2.1	PECUÁRIA E BOVINOCULTURA: DEFINIÇÃO.....	14
2.2	CONTEXTO DA PECUÁRIA DE CORTE NO BRASIL.....	14
2.3	TIPOS DE PASTEJO .....	16
2.3.1	<b>Pastejo contínuo.....</b>	<b>16</b>
2.3.2	<b>Pastejo diferido ou alternado .....</b>	<b>16</b>
2.3.3	<b>Pastejo rotacionado .....</b>	<b>16</b>
2.3.3.1	Módulos.....	17
2.3.3.2	Piquetes.....	17
2.4	CONSUMO DE ÁGUA NA PECUÁRIA .....	18
2.5	ABASTECIMENTO DE ÁGUA.....	20
2.5.1	<b>Constituição de Componentes de Instalações para o Abastecimento</b>	<b>21</b>
2.6	PERDA DE CARGA .....	22
2.6.1	<b>Conceito .....</b>	<b>22</b>
2.6.2	<b>Classificação.....</b>	<b>22</b>
2.6.3	<b>Equações para cálculo de perda de carga .....</b>	<b>23</b>
2.6.3.1	Fórmula racional ou universal.....	24
<b>3</b>	<b>DESENVOLVIMENTO DO PROJETO .....</b>	<b>26</b>
3.1	DESCRIÇÃO DO LOCAL DO PROJETO.....	26
3.2	VISITA NA PROPRIEDADE .....	26
3.2.1	<b>Vazão de captação .....</b>	<b>26</b>
3.2.2	<b>Ponto de captação.....</b>	<b>27</b>
3.2.3	<b>Cálculo da perda de carga, dimensionamento e determinação estratégica do ponto de instalação dos reservatórios .....</b>	<b>28</b>
3.2.3.1	Cálculo da Perda de Carga entre Reservatório 1 e Reservatório 2.....	28

3.2.3.2	Dimensionamento e localização dos reservatórios.....	31
3.2.4	<b>Cálculo da perda de carga, dimensionamento e determinação estratégica do ponto de instalação dos bebedouros.....</b>	<b>34</b>
3.2.4.1	Dimensionamento dos bebedouros .....	34
3.2.4.2	Cálculo da Perda de Carga entre reservatórios e bebedouros e suas respectivas localizações.....	36
4	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>40</b>
5	<b>ANEXOS .....</b>	<b>42</b>
6	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O projeto hidráulico para dessedentação de bovinos está comprometido na entrega da mais moderna solução, visando sustentabilidade econômica, social e ambiental do agronegócio. Os consumidores demandam por alimentos de qualidade, com disponibilidade e custo acessível a todos, além de respeito e responsabilidade social e ambiental durante todo processo de produção, transporte e comercialização. Visando apoiar os agricultores da região frente a estes desafios, o projeto irá aprofundar no entendimento dos desafios de cada etapa do sistema de produção, através de um atendimento consultivo altamente capacitado na aplicação das tecnologias, uso inteligente e responsivo dos dados e na integração aos parceiros-chave, visando contribuir para longevidade e competitividade dos pecuaristas.

Dessa maneira, como citado acima o agronegócio é caracterizado pela adoção de um conjunto de técnicas aplicadas na agricultura, que reúne práticas modernas de uso e manejo do solo e água. Além disso, o agronegócio pode ser entendido como um componente do capital produtivo moderno aplicado ao meio rural (Bahia, 2004). Desse modo, pode-se perceber como esse meio é amplo e de grandes importâncias para a sociedade em geral, salientando a importância da reservação de água para o consumo próprio dos seres humanos como, também, dos animais. Outrossim, sabendo que as águas apresentam importância sanitária e econômica, é interessante distinguir a diferença entre estes. Assim, do ponto de vista sanitário, o abastecimento de água visa controlar e prevenir doenças, implantar hábitos higiênicos na população, facilitar a limpeza pública e propiciar conforto e bem-estar. Já do ponto de vista econômico, este abastecimento visa aumentar a vida média (caracterizada pela diminuição da mortalidade), aumentar a vida produtiva do indivíduo (tempo perdido com doenças), no uso comercial, na agricultura e entre outros (Ministério da saúde, 1981).

Assim, devido ao aumento da população mundial e conseqüentemente o crescimento da demanda por alimentos, é necessário a adoção de práticas para o aumento da produtividade na produção de alimentos. Na pecuária de corte, uma dessas práticas é a utilização de sistemas intensivos de criação, no qual aumenta-se a quantidade de animais para uma mesma área. Na atividade de criação de gado, há a necessidade de utilização de uma alta quantidade de água para a dessedentação dos animais, além da irrigação do pasto. Dessa forma, surge-se a necessidade de

suprir o crescimento da demanda por alimentos e utilizar os recursos hídricos de forma sustentável. Para atender essa demanda, deve-se lançar mão de tecnologias aplicadas na pecuária de corte para obter altas produtividades e, conseqüentemente, ter mais animais por área.

Normalmente, as populações que residem na área rural não são contempladas com serviços de saneamento e, conseqüentemente, podem sofrer constantes problemas devido às condições precárias de abastecimento de água, esgotamento sanitário e disposição de resíduos sólidos. Desta maneira, este trabalho visa compreender essa importância citada anteriormente e estabelecer meios mais viáveis e adequados para a elaboração de todo o projeto de captação, reservação e distribuição de água em uma fazenda situada no município de Monsenhor Paulo-MG.

Portanto, o objetivo principal deste trabalho foi projetar a estrutura hidráulica para uma propriedade rural, dividida em 16 piquetes, fornecendo água com qualidade e abundância para todos os piquetes. Para isso, foi realizado visitas na propriedade e em toda sua extensão, foi idealizado localizações estratégicas para a construção de bebedouros eficientes em cada módulo, houve, também, a preocupação com a praticidade e utilização de materiais adequados e, por fim, o desenvolvimento de todas as etapas de um projeto hidráulico efetivo e preciso.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Sendo considerada uma das mais antigas atividades humanas, a pecuária é uma prática econômica desenvolvida nas propriedades rurais e fundamental para o abastecimento do consumo humano, tornando-se indispensável para a criação de animais para fins de consumo, economia e comercial. O entendimento histórico do desenvolvimento econômico da atividade produtiva revela os caminhos e as escolhas feitas desde sua formação, condicionadas pelo acúmulo de conhecimento que levou à sua evolução (NELSON & WINTER, 1982).

Há relatos pertinentes que a origem da pecuária se deu a partir da evolução da atitude praticada pelos caçadores-coletores há cerca de 100.000 anos, no período conhecido como Neolítico. Estes, caçadores-coletores, começaram a desenvolver a técnica de prender, para que se pudesse ter alimentos e matérias primas de maneira mais fácil e por mais tempo (GUIA ENEM, 2019).

### 2.1 PECUÁRIA E BOVINOCULTURA: DEFINIÇÃO

Conforme Marion (2007) a pecuária é compreendida na arte de criar e tratar gado, de todas as atividades ligadas à pecuária, a bovinocultura, ou seja, a criação de 'gado vacuum' tem sido de grande relevância ao agronegócio brasileiro, podendo ser ligada ao desenvolvimento da bovinocultura de corte ou bovinocultura leiteira.

De acordo com Lazzarini,

Nenhuma outra atividade no campo, apresenta hoje potencial de crescimento e geração de renda e divisas como a produção de carne bovina. a produção de gado de corte abrange um conjunto de tecnologias e práticas de manejo, tipo de animal, propósito da criação, raça ou grupamento racial e ecorregião onde a atividade é desenvolvida (LAZZARINI NETO, 2000, p. 25)

Nos dias atuais a pecuária de corte consiste em uma estrutura de produção de animais, na qual engloba as etapas de criação, que são: cria, recria e engorda (Cesar, 2005).

### 2.2 CONTEXTO DA PECUÁRIA DE CORTE NO BRASIL

As primeiras raças de bovinos foram implementadas no sul do continente americano pelas grandes navegações. Segundo Anualpec (2009), os *Bovinos Vacuum*

chegaram junto com os portugueses e holandeses trazidos da península ibérica, grande parte desses bovinos era gado europeu (*Bostearaus*), apesar de já possuir mestiços de gado zebu (*Bos indicus*).

O desenvolvimento da comunidade brasileira, assim como da pecuária e da produção de grãos, cresceu significativamente e tem sido uma das maiores preocupações dos últimos governos. Nesta perspectiva, podemos concluir a importância dessa base sólida que criamos com essas atividades econômicas: a produção de grãos, carne bovina, suína e aviária. Segundo Telles,

Apesar de o Brasil ter se tornado, a partir de 2004, o principal exportador de carne bovina, a pecuária brasileira vem enfrentando severas oscilações nos preços de seus produtos, em função de fatores que variam desde condições econômicas naturais de mercado até questões de origem sanitária. (TELLES, 2009, p. 122)

Desse modo, a produtividade é, portanto, resultado de características do próprio negócio e de condições externas. Ambientes econômico e financeiro favoráveis tendem a impulsionar os resultados da produtividade e, em decorrência, a maior disponibilidade de capital (público e privado) e o acesso facilitado a esse configuram-se como aspectos fundamentais a serem explorados.

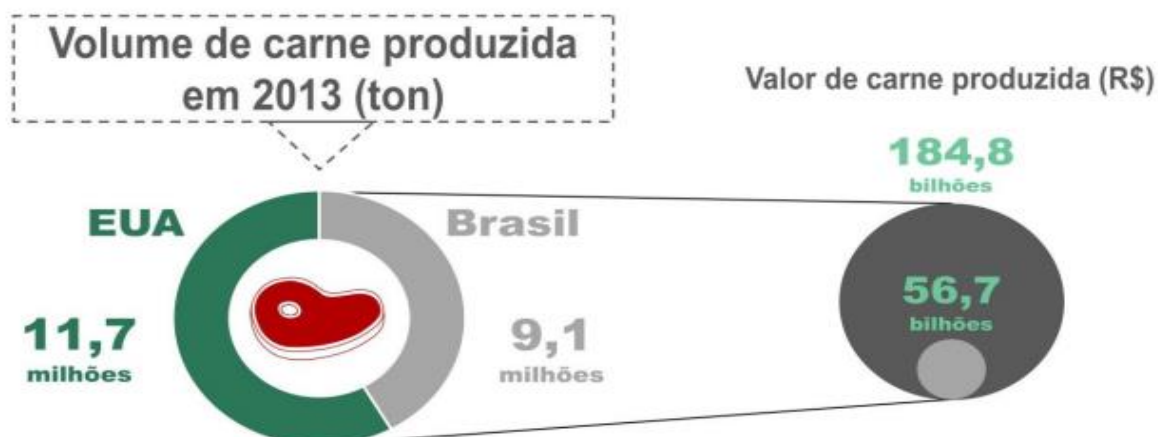
Dessa maneira, a partir do ano de 2000 o governo começou a desenvolver projetos que visavam motivar atividades relacionadas ao agronegócio. Segundo Telles,

Estratégias envolvendo ações, se propõem a estimular a participação mais efetiva de agentes privados no processo de financiamento do produto rural. Os PAP's estão disponíveis para conhecimento público no site do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, do ano 2000 em diante. O exame dos projetos de 2000/2001 a 2005/2006 evidencia um histórico de modificações e ajustes, envolvendo alguns aspectos de relevância na compreensão do desenvolvimento do setor. O presente estudo investigou, em função de sua focalização de escopo, os domínios referentes a práticas e incentivos dos PAP's que pudessem estimular, de maneira expressiva, a produtividade da pecuária brasileira. (TELLES, 2009, p. 125)

Como fruto destes projetos e a implementação de novas tecnologias aplicado a pecuária, o Brasil possui o maior segundo rebanho e o primeiro maior rebanho comercial do mundo, ficando atrás somente da Índia que possui o primeiro maior rebanho não comercializado.

Além disso, como citado na Figura 1, quase 20% do volume de carne produzida em 2013 foi apenas entre Brasil e EUA, evidenciando o alto nível de produção e, também, de demanda de carne nestes países.

Figura 1 - Volume de carne produzida.



Fonte: IBGE (2013)

## 2.3 TIPOS DE PASTEJO

Atualmente, no Brasil, se faz o uso de três tipos diferentes de pastejo, sendo eles: pastejo contínuo, pastejo diferido ou alternado e pastejo rotacionado. Abaixo, será descrito cada um deles, porém evidenciando o pastejo rotacionado por ser o escolhido para se trabalhar na fazenda em que este projeto foi desenvolvido.

### 2.3.1 Pastejo contínuo

O pastejo contínuo consiste em deixar os animais pastejando ininterruptamente o mesmo pasto o ano todo, ou seja, os animais ficam na mesma área os 365 dias do ano.

### 2.3.2 Pastejo diferido ou alternado

O pastejo diferido consiste na interrupção do pastejo numa área ou conjunto de pastos antes do final da estação chuvosa visando ao acúmulo de forragem para pastejo direto no período mais crítico de produção de forragem.

### 2.3.3 Pastejo rotacionado

O método de pastejo rotacionado tem o intuito de otimizar o rendimento da forrageira, tanto para homogeneizar a pastagem quanto em relação ao seu crescimento pós pastejo. Tendo em vista a intensificação do uso das pastagens no setor pecuário, o pastejo rotacionado vem para suprir tal demanda. O sistema consiste



na divisão da área de pastejo em 3 ou mais piquetes, podendo ou não ser complementado com módulos diferentes, no qual, serão submetidos a períodos alternados de pastejo e descanso.

Como em qualquer sistema, para um ótimo funcionamento é fundamental fazer correto dimensionamento dos módulos, piquetes, cochos e bebedouros.

### 2.3.3.1 Módulos

O módulo é a estrutura na qual vai definir qual a quantidade de lotes a propriedade irá possuir. Os módulos vão ter contido três ou mais piquetes, dependendo da estrutura da propriedade.

### 2.3.3.2 Piquetes

O tamanho de cada piquete pode variar de acordo com o planejamento da propriedade, visto que, piquetes com menores áreas resultam em maior eficiência de pastagem, porém aumenta o custo com mão de obra. Além disso, sabendo que o tempo médio de rebrota da forrageira *brachiária* é em média sete dias, o maior número de piquetes implicará em uma maior eficiência do uso da pastagem, pois os animais não irão consumir o mesmo broto do capim nesse intervalo de sete dias, porém aumenta o custo com mão de obra e de manejo.

Desse modo, 4 piquetes por módulos é o número ideal para que se tenha uma boa eficiência de pastagem, mão de obra e manejo. Já o tempo média de descanso da pastagem é de trinta dias (Professor Marcelo Costa, 2021).

Assim, para que haja uma rotação dos piquetes, respeitando o descanso de 30 dias, é necessário calcular o tempo de permanência em cada piquete ( $T_{per}$ ) de acordo com as Equações (1) e (2).

$$T_{tp} = K_{tp} - 1 \quad (1)$$

Onde:

$T_{tp}$  = Quantidade de piquetes restante;

$K_{tp}$  = Quantidade total de piquetes que se deseja no módulo.

$$T_{per} = \frac{30}{T_{tp}} \quad (2)$$

Onde:

$T_{per}$  = Tempo de permanência em cada piquete e dias;

$T_{tp}$  = Quantidade de piquetes restante.

Exemplo, deseja-se dividir um módulo em quatro piquetes de maneira que se respeite o tempo de descanso da pastagem de trinta dias. Para tal fato:

1) Calcula-se a quantidade de piquetes restantes:

$$T_{tp} = K_{tp} - 1$$

$$T_{tp} = 4 - 1$$

$$T_{tp} = 3 \text{ piquetes}$$

2) Calcula-se o tempo de permanência em cada piquete:

$$T_{per} = \frac{30}{T_{tp}}$$

$$T_{per} = \frac{30}{3 \text{ piquetes}}$$

$$T_{per} = 10 \text{ dias}$$

Logo, o tempo de permanência será de 10 dias em cada piquete.

## 2.4 CONSUMO DE ÁGUA NA PECUÁRIA

A água é insumo essencial para diversos fins como industrial, agrícola, humano, animal, transporte, lazer e geração de energia. Os maiores consumos de água no Brasil, acontece no setor agropecuário. Segundo Palhares,

Há um aumento crescente na demanda associada a esses usos nas últimas décadas. No Brasil, apenas entre 2000 e 2018, houve aumento de 55% no volume captado em mananciais superficiais e subterrâneos para esses usos. A Agência Nacional de Águas (ANA) prevê que ocorrerá aumento adicional de 29% na demanda agropecuária até 2030 (Agência Nacional de Águas, 2019a). (PALHARES, 2021, p.15)

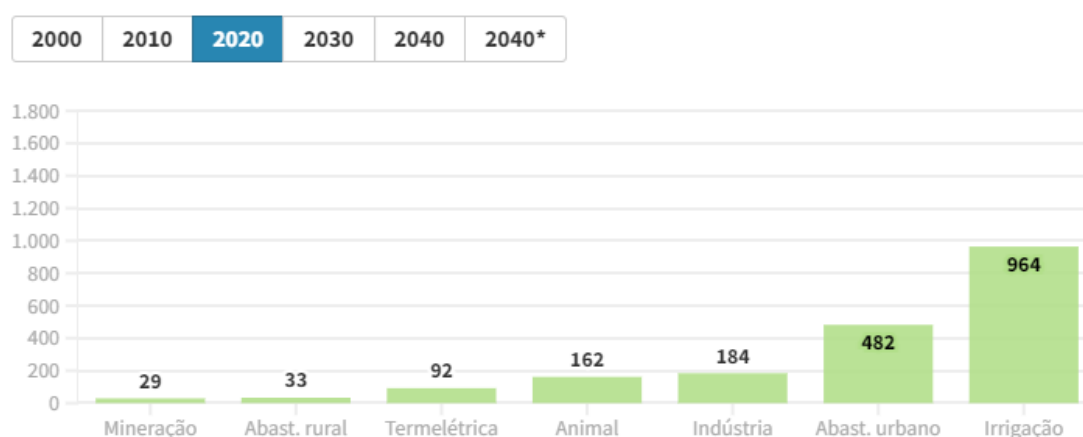
O total de água destinada para a dessedentação de animais atualmente representa um valor de 8,32%, totalizando uma retirada de 162 m<sup>3</sup>/s (Figura 2).

Segundo a ANA (2020), o uso animal destaca-se a demanda para criação de bovinos, os quais representam 87% da demanda para abastecimento animal em 2020, 161,8 m<sup>3</sup>/s (o consumo de água para pecuária varia em função da espécie animal). Com isso, o tamanho e estágio de desenvolvimento fisiológico são fatores

determinantes na demanda hídrica, sendo ainda influenciados pelas condições ambientais e de manejo.

Figura 2 - Consumo total de água para diversas atividades.  
Retirada em m<sup>3</sup>/s

\* Considera impactos de mudanças climáticas na irrigação



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (2020)

Quando a água fornecida aos animais é de qualidade, observa-se o melhor crescimento e saúde. Assim, a água potável para animais contribui não só para a saúde geral deles, mas também para a capacidade de produção de uma fazenda. Animais a pasto podem obter a água de diferentes formas: tanques de captação hídrica, poços artesianos, lagos, rios ou riachos. A qualidade da água ingerida é determinada pela origem da mesma e forma de disponibilização para o gado. A contaminação por fezes geralmente ocorre em tanques de captação hídrica e açudes, que apresentam pouca renovação da água, com elevado acúmulo de matéria orgânica, contaminação por parasitas, crescimento de algas que em determinadas situações podem produzir toxinas ou conferir sabor desagradável, sem mencionar os riscos de botulismo.

Em muitas situações em que a água é limitante, o gado deve consumir o que tiver, porém segundo Veira et al (2003) a questão é: “Quanto de produtividade se perde em fornecer água de baixa qualidade ao gado?” (Figura 3), apresenta o desempenho de novilhas a pasto consumindo água em açude/arroio ou água limpa em bebedouro. Nos dois anos de avaliação, os animais que tiveram acesso a água fresca em bebedouro apresentaram melhor desempenho.

Ainda, o bombeamento da água de tanques para bebedouros propiciou pequenas melhoras nos desempenhos de maneira geral, o que serve como indicativo

que os animais evitam entrar ou ingerir água diretamente em tanques ou arroios (açudes).

Figura 3 - Desempenho de novilhas com acesso a água de açudes e bebedouros.

	1998		1999	
	Açude	Bebedouro	Açude	Bebedouro
PVI (kg)	278	277	274	275
PVF (kg)	264	326	332	350
Ganho (kg/dia)	-0,095	0,700	0,453	0,907
<b>Sulfatos na água (ppm)</b>				
Início	6.730	57	1.830	6,2
Final	17.600	68	3.810	5,3

Fonte: Veira (2002)

Fato este também observado por Veira (2003), quando em um mesmo piquete os animais tinham livre escolha de consumir água diretamente no arroio(açude) ou a água bombeada para um bebedouro, os animais tinham a preferência aos bebedouros (Figura 4). Segundo o mesmo autor, as observações de comportamento foram feitas por 14 dias consecutivos, do amanhecer ao entardecer, por dois anos em duas localidades diferentes. Em média, os animais preferiram em 80% das vezes consumir água nos bebedouros.

Figura 4 - Arroio (açude) ou bebedouro, o que o gado escolhe?

Ano	localidade	Fonte de água-% de uso	
		Arroio	Bebedouro
1999	A	19	81
2000	A	16	84
1999	B	29	71
2000	B	19	81
<b>Média</b>		21	79

Fonte: Veira (2003)

Segundo o autor, o menor valor observado na localidade B em 1999 para consumo de água de bebedouro foi devido unicamente a 1 vaca de 11 anos de idade que se recusava consumir água nos bebedouros. Talvez, um dos maiores responsáveis por afetar o consumo de água seja as alterações na palatabilidade em função da contaminação por fezes da mesma.

## 2.5 ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Um sistema de abastecimento de água, tanto na área urbano como rural consiste no conjunto de obras, equipamentos e serviços com o objetivo de levar água

potável para uso no consumo doméstico, indústria, agropecuário e entre outros. Segundo Shammas & Wang (2016), os sistemas urbanos de abastecimento em geral são compostos por uma estrutura de coleta, de tratamento, de transporte e uma estrutura de distribuição. Talvez uma única diferença que se possa notar na maioria das vezes de um sistema abastecimento urbano para um sistema de abastecimento para dessedentação de animais é a ausência do sistema de tratamento.

Segundo Heller (2016), os sistemas de instalações para abastecimento de água devem ser capazes de fornecer água com qualidade, com regularidade e de forma acessível para as populações, além de respeitar os interesses dos outros usuários dos mananciais utilizados, pensando no presente e nas futuras gerações.

### **2.5.1 Constituição de Componentes de Instalações para o Abastecimento**

De acordo com Heller (2016), um sistema de abastecimento de água é composto pelas seguintes unidades:

- Manancial: local da fonte de água, a partir de onde é abastecido o sistema.

De maneira geral, os mananciais podem ser do tipo:

- Subterrâneo freático ou não confinado;
- Subterrâneo confinado;
- Superficial sem acumulação;
- Superficial com acumulação;
- Água de chuva.

- Captação: é a estrutura responsável pela extração de água do manancial.

• Adução: responsável a transportar água, interligando as unidades de captação e distribuição.

• Estações elevatórias: se tornam necessários quando a água precisa vencer grandes desníveis geométricos.

• Tratamento: adequar a qualidade da água bruta com os padrões de potabilidade.

• Reservatórios: além de realizar a compensação entre a vazão de produção e a vazão de consumo. Serve para que se tenha a água armazenada na eventualidade de possíveis manutenção do sistema.

• Redes de distribuição: composta por tubulações e acessórios, tem função de distribuir a água aos locais de utilização.

Em algumas situações, na qual a topografia e o relevo do terreno impedem a distribuição da água apenas com o aproveitamento de energia potencial de posição, necessita-se o uso de sistemas elevatórios ou adutoras com o uso de bombeamento Porto (2006).

## 2.6 PERDA DE CARGA

Abaixo será descrito e exemplificado o conceito de perda de carga, pois é um parâmetro de suma importância para um projeto hidráulico e todo o projeto realizado.

### 2.6.1 Conceito

De acordo com FONSECAA (2019), a perda de carga é um termo genérico designativo do consumo de energia desprendido por um fluido para vencer as resistências do escoamento. Essa energia se perde sob a forma de calor. Para exemplificar, seriam necessários 100 m de tubulação para a água ter um aumento de temperatura de 0,234 °C.

### 2.6.2 Classificação

Na prática, as tubulações não são constituídas apenas por tubos retilíneos e de mesmo diâmetro. Há também as peças especiais como: curvas, joelhos ou cotovelos, registros, válvulas, reduções, ampliações e que são responsáveis por novas perdas. As perdas se classificam em:

- a) Perda de carga contínua ou distribuída ou perda por atrito ( $h_f$ ): ocasionada pela resistência oferecida ao escoamento do fluido ao longo da tubulação. Ela é diretamente proporcional ao comprimento da tubulação de diâmetro constante. Além disso,
  - É diretamente proporcional ao comprimento da canalização;
  - É inversamente proporcional a uma potência do diâmetro;
  - É proporcional a uma potência da velocidade;
  - É variável com a natureza das paredes (material e estado de conservação), no caso de regime turbulento. No caso de regime laminar depende apenas do número de Reynolds;
  - Independe da posição do tubo; e

- Independe da pressão interna sob a qual o líquido escoá.

b) Perda de carga acidental ou localizada ou singular ( $h_a$ ): ocorre todas as vezes que houver mudança no valor da velocidade e/ou direção da velocidade (módulo e direção da velocidade).

Estas perdas, ocorrem sempre que há mudança no módulo e, ou na direção da velocidade. Uma mudança no diâmetro (ou na seção do escoamento) implica uma mudança na grandeza da velocidade. Estas perdas ocorrem, também, na presença das chamadas peças especiais, ou seja, curvas, válvulas, registros, bocais, ampliações, reduções etc.

Em um projeto hidráulico sempre deve se considerar as perdas de carga localizadas. Dependendo da qualidade de água, projetos com velocidade muito baixas tendem a acumular resíduos na tubulação, e ocasionar aumento da rugosidade, principalmente em projetos de longo prazo. Tudo isso deve ser levado em consideração, e estar atento mesmo na prática.

c) Perda de carga total ( $h_t$ ) calculada pela equação (3) abaixo:

$$h_t = h_f + h_a \quad (3)$$

Onde:

$h_f$  – perda de carga contínua (m)

$h_a$  – perda de carga localizada (m)

$h_t$  – perda de carga total (m)

m – metros.

A perda de carga localizada é importante em tubulações curtas; em tubulações longas seu valor é frequentemente desprezado na prática.

### 2.6.3 Equações para cálculo de perda de carga

Existem várias equações para o cálculo da perda de carga contínua. Neste trabalho foi usada a fórmula de Darcy – Weisbach, por se tratar de tubulações com diâmetros inferiores a 50mm, porém também há outras fórmulas, como:

- Fórmula universal (Darcy – Weisbach);
- Fórmula de Hazan – Willians;

- c) Fórmula de Flamant;
- d) Fórmula de Fair – Whipple – Hisiao;
- e) Fórmula para tubos de PVC.

As equações citadas acima, com exceção da fórmula universal, são as chamadas fórmulas práticas ou empíricas.

#### 2.6.3.1 Fórmula racional ou universal

A equação utilizada no desenvolvimento do projeto foi fórmula universal (Equação (4)), que é de uso geral, serve para os escoamentos em regime laminar, de transição e turbulento, e pode ser utilizado para todos os tipos de diâmetros (CARVALHO e SILVA, 2011).

$$hf = f \frac{L V^2}{D 2g} \quad (4)$$

Onde:

hf = perda de carga contínua (m);

f = fator de atrito;

L = comprimento retilíneo de tubulação (m);

D = diâmetro interno da tubulação (m);

V = velocidade de escoamento (m/s); e

g = aceleração da gravidade (m/s<sup>2</sup>).

Para o cálculo do fator de atrito foi utilizado a equação de Swamee e Jain (Equação (5)):

$$f = \frac{1,325}{\left[ \ln \left( \frac{K}{3,7D} + \frac{5,74}{Re^{0,9}} \right) \right]^2} \quad (5)$$

Válida para:

$$5 \times 10^3 \leq Re \leq 10^8$$

$$10^{-6} \leq K/D \leq 10^{-2}$$

Onde:

K = Rugosidade absoluta;

Re = Número de Reynolds.



Por fim, para calcular o número de Reynolds (Re), utiliza-se a equação (6) abaixo:

$$\text{Re} = \frac{DV\rho}{\mu} \quad (6)$$

Onde:

$\mu$  = viscosidade dinâmica;

$\rho$  = massa específica da água.

### **3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

Abaixo, será discorrido toda a metodologia adotada para a elaboração do projeto de abastecimento de água para dessedentação de gado de corte, sempre adotando técnicas e conhecimento científico ao longo de todo projeto.

#### **3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DO PROJETO**

A Fazenda Novo Horizonte está localizada cerca de sete quilômetros da cidade de Monsenhor Paulo, sul de Minas Gerais. O proprietário adquiriu esta propriedade com o intuito de desenvolver uma pecuária de corte moderna, lucrativa e ecologicamente correta, o local constitui uma área útil de 350 ha voltada para atividades relacionadas à pecuária de corte. Para tal objetivo, estes 350 ha foram divididos em 4 módulos e, cada módulo, possui um total de 4 piquetes, ou seja, a fazenda dispõe de 16 piquetes. Além disso, neste trabalho, será apresentado, além das características e possibilidades desta fazenda, todos os cálculos e escolhas realizadas para tal projeto.

#### **3.2 VISITA NA PROPRIEDADE**

Para a realização de um projeto hidráulico desse modo proposto, primeiramente deve ser feito todo o reconhecimento e mapeamento da fazenda a fim de determinar a fundo todas as suas características, tais como: vazão de captação, ponto de captação, possíveis pontos de instalações dos bebedouros em cada piquete, relevo e trajeto das tubulações.

##### **3.2.1 Vazão de captação**

A priori, tendo uma estimativa da quantidade de animais que a fazenda teria, foi possível calcular uma vazão que fosse suficiente para o abastecimento de toda a fazenda. Importante ressaltar que, a vazão não deve ser medida no período de chuvas, pois pode ser que, em pico do tempo de seca, a vazão não seja suficiente para atender a demanda da propriedade.

Para se obter a vazão de captação foi considerado que, um animal de 450 kg que iria consumir 50 litros de água por dia. Sabendo que, a fazenda teria um total de 400 animais, tem-se um consumo de 20.000 litros de água por dia, ou seja, de acordo

com a Equação (7), a fonte de captação deveria fornecer no mínimo 0,24 litros por segundo.

$$Q_{\text{cap}} = \frac{\text{Consumo diário} \left(\frac{\text{l}}{\text{dia}}\right)}{\text{Dia (s)}} \quad (7)$$

$$Q_{\text{cap}} = \frac{20000 \left(\frac{\text{l}}{\text{dia}}\right)}{86400 \left(\frac{\text{s}}{\text{dia}}\right)}$$

$$Q_{\text{cap}} = 0,24 \left(\frac{\text{l}}{\text{s}}\right)$$

Onde:

$Q_{\text{cap}}$  = Vazão de captação;

l = litros;

s = segundos;

$86400 \left(\frac{\text{s}}{\text{dia}}\right)$  = quantidade de segundos em 24 horas;

$20000 \left(\frac{\text{l}}{\text{dia}}\right)$  = quantidade de água consumida em 24 horas pelos bovinos.

### 3.2.2 Ponto de captação

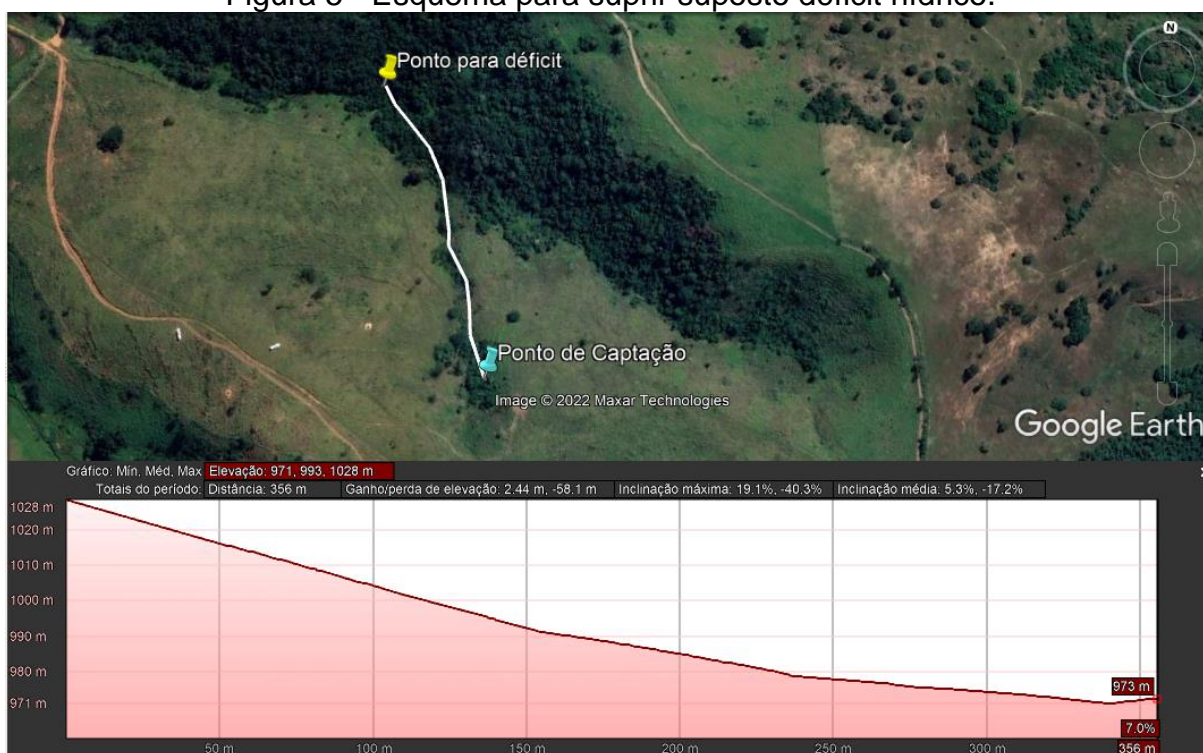
Tendo conhecimento da demanda de vazão, deve-se partir para a determinação do ponto de captação. Esse ponto é importante, pois é sempre melhor dar preferência de pontos no qual seja possível fazer toda a distribuição por gravidade. Isso impacta diretamente no custo do projeto, pois não há necessidade do uso de bombas e, conseqüentemente, de energia elétrica.

A partir do valor calculado acima, e sabendo-se que existe disponibilidade de água na propriedade, optamos por um ponto de captação que forneceria 0,7 litros por segundo no pico do tempo de seca e que estava situada em um dos pontos mais elevados da propriedade, em torno de 1030 metros de altitude. A escolha desse ponto de captação em específico se deu, primeiramente, pela vazão fornecida e em seguida pela sua altitude, pois assim, é possível fazer toda distribuição por gravidade, conseqüentemente gerando um projeto de menor custo.

Caso haja expansão e a propriedade precise de uma demanda maior de vazão, ou em caso de escassez rígida, pode ser fazer o uso de um outro local de captação,

que está situado a 355 metros de distância e 55 metros de desnível, pois, este córrego possui uma vazão bem superior, porém não oferece as condições de se trabalhar por gravidade. Mas, caso seja necessário, pode ser usado algum tipo de bombeamento para recalcar e suprir esse déficit. A Figura 5 exemplifica a possível necessidade, onde, a linha branca representa o possível trajeto da tubulação, o marcador em azul representa a fonte de captação atual e o marcador em amarelo representa o possível ponto de captação de emergência.

Figura 5 - Esquema para suprir suposto déficit hídrico.



Fonte: Do autor (2022)

### 3.2.3 Cálculo da perda de carga, dimensionamento e determinação estratégica do ponto de instalação dos reservatórios

Abaixo serão calculadas as perdas de cargas de todas as tubulações e apresentadas na forma de tabelas.

#### 3.2.3.1 Cálculo da Perda de Carga entre Reservatório 1 e Reservatório 2

Para a escolha da localização do reservatório 2, de maneira a abastecer o módulo do Curral e Açude (Figura 9), foi preciso calcular a perda de carga do trajeto

entre os reservatórios 1 e 2. Para isso, foi coletado as cotas dos Reservatório 1 e 2, que são respectivamente 1026 e 933 metros de altitude.

A fórmula universal (Equação (4)) foi utilizada para calcular a perda de carga entre os reservatórios 1 e 2, como pode ser observado na Figura 6. Os cálculos estão apresentados na forma de tabela, e alguns parâmetros foram adotados de acordo com a literatura AZEVEDO (1998), portanto a Tabela 1 traz a perda de carga do trecho entre o reservatório 1 e 2.

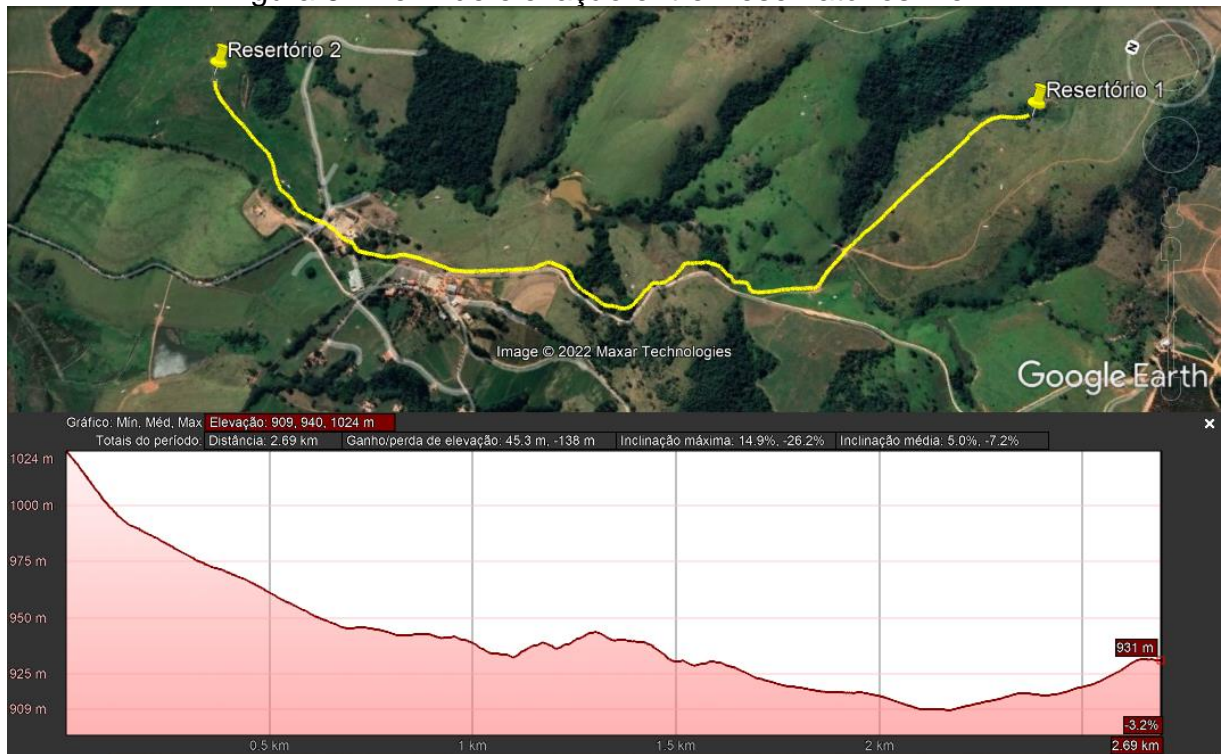
Tabela 1 - Perda de carga do trecho entre os reservatórios 1 e 2.

Dados	Diâmetro 1(D1)	Diâmetro 2(D2)
Comp. Tubulação (m)	2100	560
Vazão(l/s)	0,7	0,7
Diâmetro (pol)	1,5	1
Diâmetro (m)	0,0381	0,0254
$\mu$ (Pa*s)	0,001003	0,001003
K (m)	0,0000015	0,0000015
$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	1000	1000
V (m/s)	0,6140	1,3815
Número de Reynolds	23322,88	34984,33
f	0,0248	0,0225
Perda de carga contínua (m)	26,295	48,300
Perda de carga localizada (m)	0,250	0,603
Perda de carga total (m)	26,544	48,903
Perda de carga (D1+D2) (m)		75,447

Fonte: Do autor (2022)

Para exemplificar, a Figura 6 evidencia o perfil de elevação entre os reservatórios 1 e 2 (linha amarela) durante a elaboração do projeto.

Figura 6 - Perfil de elevação entre Reservatórios 1 e 2.



Fonte: Do autor (2022)

A partir da Equação (8), a validação dos locais definidos para instalação dos reservatórios foi possível pois atenderam a condição de diferença de cota maior que perda de carga total ( $\Delta H > H_f$ ), ou seja:

$$\Delta H = H1 - H2 \quad (8)$$

Onde:

$\Delta H$  = Diferença de cota;

$H1$  = Cota do reservatório 1;

$H2$  = Cota do reservatório 2.

Aplicando os valores na Equação (8), temos:

$H1 = 1026$  m;

$H2 = 933$  m.

$$\Delta H = H1 - H2$$

$$\Delta H = 1026 - 933$$

$$\Delta H = 93\text{m}$$

Portanto é possível instalar os reservatórios nos lugares predefinidos, pois  $\Delta H >$  Perda de carga, cujo valores respectivos são: 93,0 e 75,447 metros.

### 3.2.3.2 Dimensionamento e localização dos reservatórios

O consumo de água pelos animais ao longo do dia tem alta correlação com a temperatura ambiente, quanto maior a temperatura maior o consumo de água. Durante o dia ocorrem picos de consumo, em casos extremos os animais chegam a consumir cerca de 50% do volume diário de água em apenas duas horas (BeefPoint, 2004). Neste caso, se os bebedouros fossem abastecidos diretamente pela vazão do ponto de captação, em horários de picos de consumo, a vazão do ponto de captação não atenderia a demanda da fazenda, para isso, foi preciso fazer uso de reservatórios.

Para exemplificar esta afirmação, verifique os cálculos abaixo.

Em que:

$Q_{con,p}$  = Vazão de consumo em horário de pico;

$l$  = litros;

$s$  = segundos;

$3600 \left( \frac{s}{1h} \right)$  = quantidade de segundos em uma hora;

$5000 \left( \frac{l}{h} \right)$  = quantidade de água consumida em uma hora no momento de pico pelos bovinos.

$$Q_{con,p} = \frac{5000 \left( \frac{l}{h} \right)}{3600 \left( \frac{s}{h} \right)}$$

$$Q_{con,p} = 1,38 \left( \frac{l}{s} \right)$$

Portanto, verifica-se que a vazão de consumo no horário de pico é maior do que a vazão de captação ( $Q_{con,p} > Q_{cap}$ ), o que comprova a necessidade de usar reservatórios. No caso da Fazenda Novo Horizonte, no pico de consumo esses animais irão consumir 10.000 L (50% em duas horas), isso significa que a soma da vazão de duas horas mais o reservatório deve ser de 10.000 L (Equação (9)).

$$\frac{\text{Consumo diário}}{2} = \text{reservatório} + (\text{vazão do ponto de captação} * 2) \quad (9)$$

Onde:

Consumo diário = Consumo total diário dos animais (litros);

reservatório = Capacidade do reservatório (litros);



vazão do ponto de captação = Vazão para dimensionamento dos reservatórios (l/h);  
l/h= litros por hora.

A Tabela 2 abaixo, traz a aplicação da equação (9) para o dimensionamento do reservatório.

Tabela 2 - Aplicação da Equação 9.

Vazão do ponto de captação (l/h)	Consumo Diário (l)	Reservatório (l)
2520	20000	4960

Fonte: Do autor (2022)

A partir da Tabela 2, pode-se definir que será preciso utilizar um reservatório de no mínimo 5000 litros somente para a dessedentação dos animais, porém, a Fazenda Novo Horizonte possui consumo de água em outras infraestruturas e devem ser computadas para o dimensionamento dos reservatórios. Em caso de reparos na rede, o reservatório oferece um dia de autonomia, por isso, foi adotado dois reservatórios de 10000 litros cada (Figura 7), e localizados em lugares distintos e estratégicos para o melhor desempenho do projeto.

Figura 7 - Possíveis localizações dos Reservatórios 1 e 2

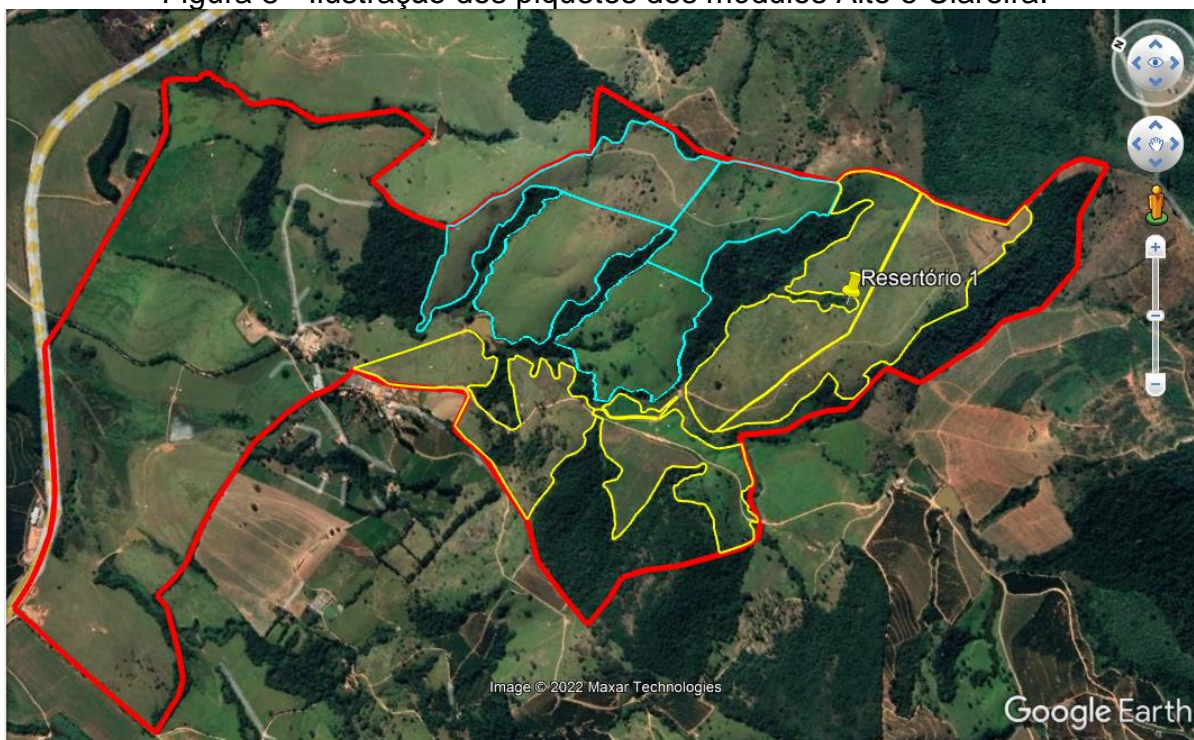


Fonte: Do autor (2022)



O reservatório 1 está situado na cota 1026 metros de altitude e está próximo ao ponto de captação e será abastecido diretamente pelo ponto de captação. O reservatório 1 ficará responsável por abastecer os piquetes do módulo Clareira (linhas de delimitações amarelas) e os piquetes do módulo Alto (linhas de delimitações azuis clara) (Figura 8).

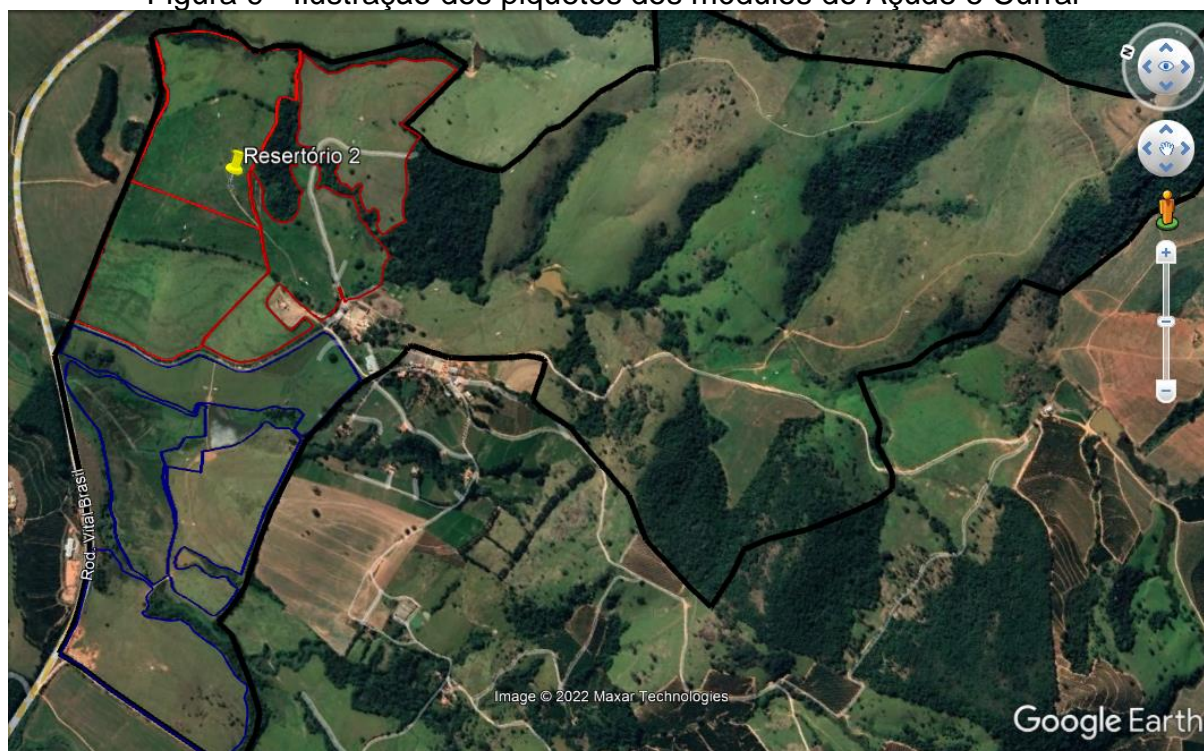
Figura 8 - Ilustração dos piquetes dos módulos Alto e Clareira.



Fonte: Do autor (2022)

Já o reservatório 2, está situado na cota 933 metros de altitude e a uma distância de 2820 metros do ponto de captação e será abastecido pelo reservatório 1. O reservatório 2 ficará responsável por abastecer os piquetes do módulo Curral (linhas de delimitações vermelhas), piquetes do módulo Açude (linhas de delimitações azuis escuro), casa sede e a casa dos colaboradores (Figura 9).

Figura 9 - Ilustração dos piquetes dos módulos do Açude e Curral



Fonte: Do autor (2022)

### 3.2.4 Cálculo da perda de carga, dimensionamento e determinação estratégica do ponto de instalação dos bebedouros

Abaixo serão calculadas as perdas de cargas de todas as tubulações e apresentadas na forma de tabelas.

#### 3.2.4.1 Dimensionamento dos bebedouros

Preferencialmente, a localização dos bebedouros tende a ser mais centralizado possível em cada piquete, mas em algumas circunstâncias ele pode ficar um pouco descentralizado para que atenda requisitos de segurança de diferenças de cotas.

Para o correto dimensionamento dos bebedouros, deve-se garantir um mínimo de 5cm linear/UA (UA=Unidade Animal). Considerando que cada piquete terá em torno de 100 animais, temos um bebedouro com um perímetro total de 5 metros (Equações (10) e (11)).

$$P = N_{\text{animais}} \times 0,05 \quad (10)$$

$$P = 100 \times 0,05$$

$$P = 5\text{m}$$

Sabendo o perímetro necessário do bebedouro, calcula-se o diâmetro do mesmo pela Equação (11), temos:

$$P = 2\pi \frac{Db}{2} \quad (11)$$

$$5 = 2\pi \frac{Db}{2}$$

$$Db = 1,6 \text{ m}$$

Onde:

P = Perímetro do bebedouro;

Db = Diâmetro do bebedouro.

A Figura 10 apresenta alguns modelos comerciais de bebedouro. Para o projeto, optou-se por bebedouros com capacidade de 1000 litros em razão do diâmetro necessário para a manutenção proposta pelo projeto. O diâmetro selecionado apresenta um valor imediatamente superior ao calculado, de acordo com o fabricante escolhido.

Figura 10 - Diâmetros comerciais de bebedouros.

Volume (L)	Diâmetro (m)	Altura (m)	Altura Total c/ Pés
500	1,25	0,37	0,57
750	1,25	0,50	0,70
1.000	1,90	0,37	0,57
1.500	1,90	0,50	0,70
2.600	2,53	0,50	0,70
3.500	2,88	0,50	0,80
4.300	3,20	0,50	0,80

Fonte: FIAGRO

É preciso, ainda, considerar o volume armazenado no bebedouro e verificar se a vazão da água não está pouca. Isto é preciso, pois, quando os animais consomem água o seu nível pode diminuir demasiadamente e, assim, gerar competição entre os bovinos e, conseqüentemente, perda de ganho de peso. Para isso, precisa-se fazer o uso da Equação (9) novamente, porém dessa vez, tendo o volume do bebedouro, deve-se calcular a vazão de reabastecimento.

$$\text{Consumo diário} = \text{reservatório} + (\text{vazão} \times 2)$$

Sabendo que, cada módulo terá 100 animais consumindo 50 litros de água, e consumindo 50 % desse volume diário em duas horas, tem-se que:

$$\frac{5000}{2} = 1000 + (\text{vazão} \times 2)$$

$$\frac{2500 - 1000}{2} = \text{vazão}$$

$$\text{vazão} = 750 \frac{\text{l}}{\text{h}} \times \frac{1\text{h}}{3600\text{s}}$$

$$\text{vazão} = 0,21 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

A partir dos cálculos é possível perceber que, a vazão de 0,21 l/s seria suficiente, mas foi adotado o valor de 0,3 l/s a critério de aumento de quantidade de animais por módulo.

### 3.2.4.2 Cálculo da Perda de Carga entre reservatórios e bebedouros e suas respectivas localizações.

O procedimento de desenvolvimento para o cálculo de perda de carga, segue o mesmo raciocínio do tópico 3.2.3.1. A Tabela 3 apresenta os cálculos de perda de carga realizados para o projeto.

Tabela 3 - Cálculos da perda de carga de cada percurso dos bebedouros.

Dados	hfT Piq. Açude 1,2,3 e 4		hfT Casa Sede*	hfT Piq. Curral 2	hfT Piq. Curral 3	hfT Piq. Curral 4	hfT Piq. Alto 1,2,3 e 4	hfT Piq. Clareira 3 e 4
	Diâmetro 1(D1)	Diâmetro 2(D2)	Diâmetro único	Diâmetro único	Diâmetro único	Diâmetro único	Diâmetro único	Diâmetro único
Comp. Tubulação (m)	850,0	750,0	570,0	220,0	300,0	490,0	1036,0	310,0
Vazão (l/s)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Diâmetro (pol)	1,5	1	1,5	1	1	1	1	1
Diâmetro (m)	0,0381	0,0254	0,0381	0,0254	0,0254	0,0254	0,0254	0,0254
$\mu$ (Pa*s)	0,001003	0,001003	0,001003	0,001003	0,001003	0,001003	0,001003	0,001003
$\epsilon$ (m)	0,0000015	0,0000015	1,5E-06	1,5E-06	1,5E-06	1,5E-06	0,0000015	0,0000015
$\rho$ (kg/m <sup>3</sup> )	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
V (m/s)	0,26	0,59	0,26	0,59	0,59	0,59	0,59	0,59
Re	9995,5	14993,3	9995,5	14993,3	14993,3	14993,3	14993,3	14993,3

Cf	0,031	0,028	0,031	0,028	0,028	0,028	0,028	0,028
hfd1 (m)	2,437	14,650	1,634	4,297	5,860	9,571	20,236	6,055
Perda de carga localizada	0,035	0,089	0,018	0,061	0,061	0,104	0,189	0,050
Perda de carga total	2,472	14,739	1,653	4,358	5,921	9,675	20,426	6,105
Perda de carga total (D1+D2)	17,21	-	-	-	-	-	-	-
Cota inicial	933,0	933,0	933,0	933,0	933,0	933,0	1026,0	1026,0
Cota final	903,0	911,0	923,0	900,0	895,0	970,0	1006,0	1006,0

Fonte: Do autor (2022)

A partir da Tabela 3 , tem-se os valores de cotas e os valores calculados de perda de carga. Com isso a Tabela 4 os valores de pressão disponível em cada ponto, se os valores de pressões disponíveis forem superiores a 10 mca (metros de coluna d'água), o projeto está de acordo com a regulamentação NBR 5626. Assim, fazendo os cálculos e aplicando a Equação (8), pode ser observado na Tabela 4 todos os valores de pressão disponível são superiores a 10 mca.

Tabela 4 - Verificação do ponto de instalação dos bebedouros.

Dados	hft Piq Açude1, 2, 3 e 4		hft Casa Sede*	hft Piq. Curral 2	hft Piq. Curral 3	hft Piq. Curral 4	hft Piq. Alto 1, 2, 3 e 4	hft Piq. Clareira 3 e 4
	Diâmetro 1(D1)	Diâmetro 2(D2)	Diâmetro único	Diâmetro único	Diâmetro único	Diâmetro único	Diâmetro único	Diâmetro único
	$\Delta H$	30	22	15	33	38	56	20
Pressão disponível (mca)	12,8	20,3	10,6	27,1	28,3	35,6	13,9	

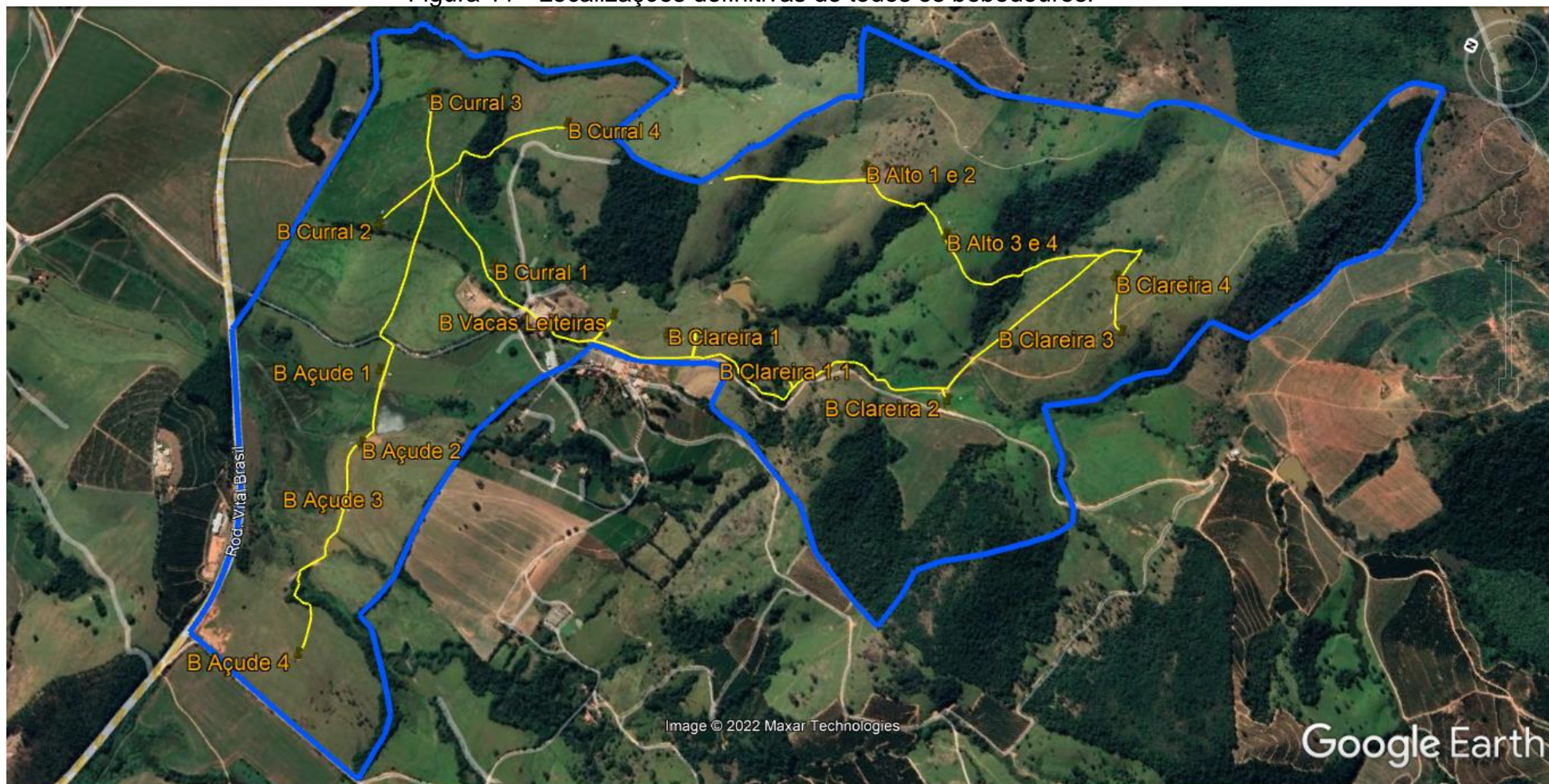
Fonte: Do autor (2022)

A Figura 11 traz os locais definidos onde foi instalado cada bebedouro, tendo em vista que os bebedouros ficaram o mais centralizado possível, caso o proprietário queira dividir a área em mais piquetes, pois quanto maior o número de piquetes maior a eficiência da pastagem. Nesta mesma figura, a linha azul define a delimitação da propriedade Novo Horizonte, linha em amarelo o trajeto das tubulações enterradas e os marcadores com nome e localização de cada bebedouro.

Ademais, no anexo estão as figuras de 12 a 20 para o entendimento e compreensão de algumas etapas desenvolvidas. Elas ilustram desde a distribuição e aterramento dos tubos ao longo da propriedade, até a concretagem das bases dos reservatórios e bebedouros, além, também, da instalação de todos os itens citados ao longo do trabalho.



Figura 11 - Localizações definitivas de todos os bebedouros.



Fonte: Do autor (2022)

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abaixo está a Tabela 5 com todos os materiais utilizados ao longo do projeto. Esta tabela foi sendo modificada ao decorrer dos dias de realização e, também, pode variar devido ao manuseio de determinadas peças. Esta, também, apresenta a quantidade de materiais utilizados, os valores e o investimento total para o desenvolvimento de todo o projeto hidráulico da fazenda, com os custos do projeto e da execução.

Tabela 5 - Lista de materiais utilizados.

<b>LISTA DE MATERIAIS</b>			
<b>DESCRIÇÃO</b>	<b>QNTDE.</b>	<b>VALOR UNIT.</b>	<b>VALOR TOTAL</b>
Abraçadeira 1"	114	R\$ 1,50	R\$ 171,00
Abraçadeira 1.1/2"	53	R\$ 15,00	R\$ 795,00
Adaptador 32 x 1"	10	R\$ 1,50	R\$ 15,00
Adaptador 50 x 1.1/2"	4	R\$ 3,00	R\$ 12,00
Adaptador de Cx D'água 1"	5	R\$ 8,00	R\$ 40,00
Adaptador de Cx D'água 1.1/2"	2	R\$ 19,00	R\$ 38,00
Adaptador Polietileno 1"	31	R\$ 1,00	R\$ 31,00
Adaptador Polietileno 1.1/2"	4	R\$ 2,50	R\$ 10,00
Bebedouro 1000lt	16	R\$ 1.185,00	R\$18.960,00
Boia Alta Vazão 1"	13	R\$ 90,00	R\$ 1.170,00
Boia Alta Vazão 1.1/2"	1	R\$ 150,00	R\$ 150,00
Joelho 32mm	10	R\$ 2,50	R\$ 25,00
Joelho 50mm	4	R\$ 3,00	R\$ 12,00
Joelho Duplo Polietileno 1"	14	R\$ 2,00	R\$ 28,00
Joelho Duplo Polietileno 1.1/2"	1	R\$ 4,00	R\$ 4,00
Joelho Polietileno 1"	13	R\$ 2,00	R\$ 26,00
Joelho Polietileno 1.1/2"	1	R\$ 4,00	R\$ 4,00
Luva Rosca de 1"	10	R\$ 5,00	R\$ 50,00
Luva Rosca de 1.1/2"	4	R\$ 5,00	R\$ 20,00
Mangueira Polietileno 1"	4389	R\$ 2,00	R\$ 8.778,00
Mangueira Polietileno 1.1/2"	3670	R\$ 2,15	R\$ 7.890,50
Mangueira Polietileno 2"	600	R\$ 2,25	R\$ 1.350,00
Registro 1"	13	R\$ 10,00	R\$ 130,00
Registro 1.1/2"	1	R\$ 20,00	R\$ 20,00



Registro 32mm	5	R\$ 10,00	R\$ 50,00
Registro 50mm	2	R\$ 20,00	R\$ 40,00
Tê Triplo 1"	3	R\$ 3,00	R\$ 9,00
Tê Triplo Polietileno 1"	1	R\$ 3,00	R\$ 3,00
Tê Triplo Polietileno 1.1/2" x 1"	5	R\$ 3,00	R\$ 15,00
Tubo PVC Agropecuário 32mm	2	R\$ 15,00	R\$ 30,00
Tubo PVC Agropecuário 50mm	2	R\$ 30,00	R\$ 60,00
União Polietileno 1"	31	R\$ 1,00	R\$ 31,00
União Polietileno 1.1/2"	23	R\$ 3,00	R\$ 69,00
União Polietileno LR 1.1/2" x 1"	1	R\$ 3,00	R\$ 3,00
Preço do projeto	1	R\$ 3.000,00	R\$ 3.000,00
Preço da execução do projeto	1	R\$ 10.000,00	R\$ 10.000,00
<b>Total</b>			<b>R\$ 53.039,50</b>

Fonte: Do autor (2022)

Tendo um investimento de R\$ 151,54 reais por hectare, custo relativamente barato a pequeno, médio e longo prazo, pois não se fez o uso de bombas e conseqüente não teve gastos com energia elétrica e rede elétrica.

Quando há derivações ao longo da tubulação, pode se fazer o uso de tubulações com diâmetro menor, pois, a vazão irá diminuir, porém mesmo assim a vazão foi mantida constante para o cálculo da perda de carga, devido que em determinado tempo a vazão não se altera, esses momentos podem acontecer quando não há nenhum animal consumindo água. Isso acontece pelo motivo que no final destas derivações estão os bebedouros e neles possuem boias.

No reservatório 2, possui um extravasor, cuja função é permitir que a água excedente do reservatório escape, sem causar transbordamento. Ela é instalada na cota máxima do nível e é usada também para identificar possíveis problemas que venham acontecer no fornecimento de água. Este extravasor é ligado por uma tubulação até próximo à casa do colaborador, se a água parar de sair por um período superior a quatro horas, implica em problemas na rede hidráulica.

Em suma, o presente trabalho se mostrou satisfatório no quesito de fornecimento e abastecimento de água para a dessedentação dos animais da Fazenda Novo Horizonte.

## 5 ANEXOS

As Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16, Figura 17, Figura 18, Figura 19 e Figura 20, ilustrando todo o processo, desde a distribuição e aterramento dos tubos, até a concretagem das bases para os bebedouros e reservatórios, além, também, da instalação de todos estes itens citados anteriormente.

Figura 12 - Distribuição dos tubos para aterramento.



Fonte: Do autor (2022)

Figura 13 - Retirada dos bebedouros para instalação.



Fonte: Do autor (2022)



Figura 14 - Aterramento dos tubos.



Fonte: Do autor (2022)



Figura 15 - Concretagem da base dos reservatórios.



Fonte: Do autor (2022)

Figura 16 - Instalação dos reservatórios



Fonte: Do autor (2022)



Figura 17 - Instalação do bebedouro do piquete Curral 2



Fonte: Do autor (2022)

Figura 18 - Bebedouro do Curral 1 instalado



Fonte: Do autor (2022)



Figura 19 - Bebedouro do Curral 2 instalado



Fonte: Do autor (2022)

Figura 20 - Finalização do projeto



Fonte: Do autor (2022)

## 6 BIBLIOGRAFIA

- ANUALPEC. Anuário da Pecuária Brasileira. São Paulo: Instituto FNP, 2006. 369p.
- AZEVEDO NETTO, A. et al. Manual de hidráulica. 8 ed. São Paulo: Editoria Edgard Blucher, 1998.
- BAHIA. SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS. Análise territorial da Bahia rural. (Série Estudos e Pesquisas, 66). Salvador: SEI, 2004.
- BEBEDOURO Fundo Cônico. FIAGRO, Implementos Agrícolas e Reservatórios Metálicos. Disponível em: <<https://www.fiagro.ind.br/bebedouro-fundo-conico>>. Acesso em 26 de mar. de 2022.
- CEZAR, I. M; QUEIROZ, H. P.; THIAGO, L. R.L. S.; CASSALES, F. L. G.; COSTA, F. P. Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate. Campo Grande: EMBRAPA, 2005 (Documentos, nº 151). Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/326307>>. Acesso em 01 de fev. de 2022.
- CONJUNTURAS dos recursos hídricos no brasil. **Agência Nacional de Águas**, 2021. Disponível em: <<https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/capitulos/usos-da-agua>>. Acesso em: 26 de mar. de 2022.
- FONSECAA, Mateus Maschio et al. ESTUDO DA PERDA DE CARGA EM TUBULAÇÕES NAS REDES DE INSTALAÇÕES HIDRÁULICAS. CEP, v. 95020, p. 371. Acesso em 20 de mar. de 2022.
- LAZZARINI NETO, S. Cria e cria. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000.
- LEMOS, Fernanda Kesrouani. A evolução da bovinocultura de corte brasileira: elementos para a caracterização do papel da ciência e da tecnologia na sua trajetória de desenvolvimento. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3136/tde-01082013-153539/en.php>>. Acesso 05 de fev. de 2022.
- MANUAL do saneamento básico. Projeto Gráfico e Editoração: Agenilson Santana - MTb 32.070. Ministério da Saúde. Disponível em: <<https://www.tratabrasil.org.br/datafiles/uploads/estudos/pesquisa16/manual-imprensa.pdf>>. Acesso em 25 de mar. de 2022
- MARION, J. C. Contabilidade Rural: Contabilidade Agrícola, contabilidade da Pecuária, Imposto de Renda – Pessoa Jurídica. São Paulo, 2007, 278p
- OAIGEN, Ricardo Pedroso et al. Competitividade inter-regional de sistemas de produção de bovinocultura de corte. Ciência Rural, v. 43, p. 1489-1495, 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/Sjsq6w3CVhgyBsLDfspDdHH/?format=html&lang=pt>>. Acesso em 14 de fev. de 2022.
- PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Editora UFMG, 2006.



PALHARES, JCP et al. Produção animal e recursos hídricos: uso da água nas dimensões quantitativa e qualitativa e cenários regulatórios e de consumo. **Embrapa Pecuária Sudeste-Livro científico (ALICE)**, 2021. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1137256>>. Acesso em: 26 de mar. de 2022.

PASTEJO rotacionado. 3. Dimensionamento de cochos e bebedouros. **BeefPoint**, 2004. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/pastejo-rotacionado-3-dimensionamento-de-cochos-e-bebedouros-18931/#:~:text=Para%20o%20dimensionamento%20dos%20bebedouros,maior%20o%20consumo%20de%20%C3%A1gua>>. Acesso em 29 de mar. de 2022.

PECUÁRIA. Márcia Macedo. Educa+Brasil, (**Guia ENEM**) 2019. Disponível em: <<https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/geografia/pecuaria>>. Acesso em 15 de fev. de 2022.

PORTO, Rodrigo de Melo et al. Hidráulica básica. **São Carlos: Eesc-USP**, v. 4, 2006.

SANTOS, G. J., MARION, J.C; SEGATTI, S. Administração de Custos na Agropecuária. 3 ed. São Paulo; Atlas, 2008.

SE você não entender isso... você está fora do jogo na pecuária a pasto. Professor Marcelo Costa. **YouTube**, 2021. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=YAM3WGnoNK0>>. Acesso em 09 de fev. de 2022.

SHAMMAS, Nazih K.; WANG, Lawrence K. **Engenharia da água: hidráulica, distribuição e tratamento**. John Wiley & Filhos, 2015.

TELLES, Ana Carolina Veronico Coquemala; TELLES, Renato. Planos agrícolas e pecuários e suas implicações na bovinocultura de corte brasileira. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, v. 11, n. 1, p. 121-139, 2009. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/878/87812762008.pdf>>. Acesso em 15 de mar. de 2022.

VEIRA, D. M. Livestock water: impacts on production and behavior. In: **Western Range Seminar**. 2003. Acesso em 26 de mar. de 2022.