

**INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS
CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

CLEITON SILVA DE SÁ

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E DO NÍVEL DE ACEITAÇÃO DE UM
PROTÓTIPO DE FECHADURA PARA COLCHETES**

São João Evangelista

2022

CLEITON SILVA DE SÁ

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO E DO NÍVEL DE ACEITAÇÃO DE UM PROTÓTIPO
DE FECHADURA PARA COLCHETES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Cleonir Coelho Simões

FICHA CATALOGRÁFICA

S111a Sá, Cleiton Silva de
Avaliação do desempenho e do nível de aceitação de um protótipo de
fechadura para colchetes / Cleiton Silva de Sá. – 2023.
34 f. : il.
Bibliografia: p. 32-33.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Câmpus
São João Evangelista, 2023.

Orientação: Prof. Dr. Dr. Cleonir Coelho Simões

1. Portões de arame. 2. Fechaduras para colchetes. 3. Princípio das
alavancas. 4. Alavanca inter-resistente. I. Cleiton Silva de Sá. II. Título.

CDD: 631

CLEITON SILVA DE SÁ

MÉTODOS ALTERNATIVOS DE FECHADURA DE COLCHETES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Instituto Federal de Minas Gerais - Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

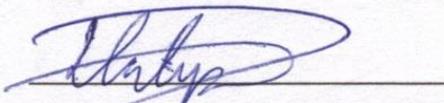
Aprovada em 19 / 12 / 2022

BANCA EXAMINADORA



Cleonir Coelho Simões

Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista



Philippe Guilherme Corcino Souza

Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista



Douglas de Carvalho Carellos

Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, meu amparo e proteção, porque sem Ele nada seria na vida.

A todas as pessoas que me apoiaram e acreditaram no meu trabalho

A todos que participaram, testaram e me ajudaram de alguma forma, e em especial, ao meu orientador Professor Dr. Cleonir Coelho Simões.

Aos participantes da banca: Douglas de Carvalho Carellos, Mateus Marques Bueno, Philipe Guilherme Corcino Souza e meus colaboradores Alecir Washington dos Santos, Ana Luiza Assis Gomes, Bruno Oliveira Lafetá, Cleber Pereira de Sá, Conceição Aparecida da Silva Sá, David Gomes Ferreira, Edson de Souza Silva, Handolfe Miranda, Keliuany Edelin da Silva Azevedo, Marcos Paulo Barbosa Pinto Ferreira, José Maria Pereira de Sá e Wálter Evangelista dos Santos Filho.

RESUMO

Os colchetes, também conhecidos como tronqueiras ou portões de arame, têm a função de fechar passagens, sobretudo em zonas rurais. Tradicionalmente o fechamento de um colchete é feito através de uma alça de arame liso ou farpado, presa no mourão da cerca por meio de grampos e que requer do usuário um grande esforço. Este trabalho tem como objetivo apresentar um protótipo de fechadura para colchetes, construída com materiais reaproveitados e de baixo custo e analisar o seu desempenho em testes de campo e avaliar a sua aceitação pelos usuários. A fechadura foi desenvolvida pelo autor e passou por testes de campo, realizados em fazendas do município de São João Evangelista e no Campus do Instituto Federal de Minas Gerais. Como principais resultados, verificou-se o bom desempenho do protótipo nos testes de campo e a sua boa aceitação pelos usuários, além da redução do tempo e do risco de acidentes associados ao manejo dos colchetes. Pretende-se, assim, oferecer ao homem do campo uma alternativa viável e de baixo custo que otimize o trabalho com colchetes, reduzindo o esforço, o tempo de manejo e aumentando a segurança durante o seu manuseio.

Palavras-chave: Colchete, Fechadura para colchete, Princípio das Alavancas, Alavanca Inter-resistente.

ABSTRACT

Brackets, also known as tronqueiras or wire gates, have the function of closing passages, especially in rural areas. Traditionally, the closure of a bracket is done using a loop of smooth or barbed wire, attached to the fence post by means of staples and which requires a great deal of effort from the user. This work aims to present a prototype lock for brackets, built with reused and low cost materials and analyze its performance in field tests and evaluate its acceptance by users. The lock was developed by the author and underwent field tests, carried out on farms in the municipality of São João Evangelista and on the Campus of the Federal Institute of Minas Gerais. With main results, it was verified the good performance of the prototype in the field tests and its good acceptance by the users, besides the reduction of time and the risk of accidents associated with the handling of the brackets. It is intended, therefore, to offer the field man a viable and low-cost alternative that optimizes the work with brackets, reducing effort, handling time and increasing safety during handling.

Keywords: Bracket, Bracket Lock, Principle of Levers, Inter-Resistant Lever

Lista de Siglas

F_p – Força potente

F_r – Força resistente

IFMG SJE – Instituto Federal de Minas Gerais – Campus de São João Evangelista - MG

KG – Quilograma

N - Newton

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural

Lista de figuras

Figura 1 – Aspecto de um colchete

Figura 2 – Detalhes da fixação do colchete aos mourões de uma cerca

Figura 3 - Alavanca inter-resistente

Figura 4 – Medidas e aspecto de fulcro

Figura 5 – Detalhe da fixação do mosquetão

Figura 6 – Protótipo de fechadura de colchete com medidas

Figura 7 – Montagem A de fechadura de colchete

Figura 8 - Montagem B de fechadura de colchete

Figura 9 - Montagem C de protótipo de fechadura de colchetes

Figura 10 – Determinação da força tensionadora máxima de fechamento de colchete

Figura 11 – Nível de aceitação das montagens A e B em relação

Lista de Tabelas

Tabela 1 –Dados relacionados ao tempo de manuseio de fechaduras

Tabela 2 – Módulos das forças (em Newton) aplicados no fechamento dos colchetes.

Lista de Quadros

Quadro 1 – Questionário simples unificado 1

Quadro 2 - Questionário simples unificado 2

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 O Colchete	14
2.2 O Princípio das Alavancas	15
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 O desenvolvimento do protótipo	18
3.1.1 Montagem A	20
3.1.2 Montagem B	21
3.1.3 Montagem C	22
3.2 Caracterização dos locais do estudo	23
3.3 Coleta de dados	23
3.3.1 Coleta de dados: primeira etapa	24
3.3.2 Coleta de dados: segunda etapa	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	Erro! Indicador não definido.
5. CONCLUSÃO	31
6. REFERÊNCIAS	Erro! Indicador não definido.
Anexo A: ORÇAMENTO	34

1. INTRODUÇÃO

A criação de animais e cultivo da terra passaram a ser praticados pela espécie humana desde que o homem deixou de ser nômade, passando a prática da pecuária a ser praticada em todos os povos, mas, somente a partir do século XIX, teve uma técnica de orientação (SILVA, 1989). Define-se como pecuária a atividade que envolve a criação e comercialização de animais para produção de alimentos ou de matérias primas (PECUÁRIA, 2022).

A prática da pecuária exige a delimitação de áreas para a criação e monitoramento dos animais e, para esta finalidade, empregam-se as cercas, que são estruturas que separam e dividem as áreas e promovendo a contenção dos animais e tornando a sua utilização mais eficiente (CARVALHO *et al.*, 1979; OLIVEIRA FILHO, 2015). As cercas utilizadas para confinar os animais podem ser de arame farpado, arame liso ou combinação de ambos (SILVA, 1989). Mais recentemente, a divisão das áreas de pastagens passou a ser feita por meio de cercas elétricas, que utilizam o respeito para conter os animais (MEIRELLES, 2001).

O acesso dos animais às áreas delimitadas por cercas é feito por meio de porteiros, que são sistemas que permitem, convenientemente, o acesso a determinadas áreas e, quando fechadas, impedem a passagem de animais (DER/PR, 2018). Em pequenas propriedades é comum o uso de um tipo de porteira mais econômico, denominado de colchete, feito com o mesmo arame empregado na construção das cercas e mourões ou estacas mais finas (SENAR, 2017).

Segundo a Agência Peixe Vivo (2022) colchete é uma pequena porteira rústica, construída com estacas cilíndricas de madeira, arame farpado ou liso e grampos. Por estar presente em grande parte das grandes e pequenas propriedades, é comum que o colchete seja manuseado por pessoas de todas as idades e sexos, seja para o manejo de gado ou simplesmente pela necessidade passar pelo caminho onde se encontra instalado.

O manejo de um colchete, ainda que feito com cuidado e atenção, pode ocasionar acidentes, uma vez que o arame utilizado em sua construção, seja ele farpado ou liso, possui pontas que podem provocar ferimentos quando entram em contato com partes do corpo humano. Além disso, a tarefa de abrir ou de fechar o colchete exige, não raramente, a aplicação de um esforço físico considerável, dependendo da tensão necessária para que o arame fique bem esticado. Em função deste esforço, o manuseio de colchetes pode se tornar inviável para crianças e para pessoas com limitações físicas.

Buscando oferecer uma alternativa funcional e de baixo custo para a abertura e o fechamento de colchetes, este trabalho tem como objetivo desenvolver e avaliar o desempenho

e o nível de aceitação de um protótipo de fechadura, que busca agilizar o trabalho com colchetes. Além disso, o protótipo proposto pode reduzir significativamente os riscos de acidentes com o manuseio de arames e o esforço empregado no fechamento e na abertura desse tipo de sistema.

O presente trabalho tem a sua estrutura iniciada pela presente introdução, seguida de uma breve fundamentação teórica na qual se discorre sobre colchetes e sobre o princípio das alavancas. Em materiais e métodos, descrevem-se as características do protótipo analisado e todas as etapas de sua construção. Na seção seguinte, intitulada resultados e discussão, apresentam-se os principais resultados dos testes realizados com o protótipo, as análises estatísticas dos dados obtidos durante as etapas de coleta de dados e uma breve discussão sobre os mesmos. Por fim, são apresentadas as conclusões, seção que encerra este trabalho de conclusão de curso.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 O Colchete

O colchete, tronqueira ou portão de arame, é uma pequena porteira rústica, construída com estacas cilíndricas de madeira, arame farpado ou liso e grampos (AGÊNCIA PEIXE VIVO, 2022), tratando-se de um sistema antigo, de baixo custo, que desempenha a mesma função das porteiras, fechando as passagens em estradas e locais delimitados.

Um colchete é constituído por fios de arame presos a postes ou ripas (ORMOND, 2006) ou por telas (BELGO BEKAERT ARAMES, 2016). Em uma configuração econômica, muito encontrada em pequenas propriedades da região, o colchete é feito com duas ou três estacas de madeira roliça, espaçadas conforme a necessidade e presas entre si por pedaços de arame farpado. Este tipo de arame é produzido a partir de dois fios galvanizados torcidos entre si, sobre os quais são inseridas farpas, espaçadas de 12,5 cm (BELGO ARAMES, 2022). O aspecto de um colchete real feito com arame farpado pode ser visto na Figura 1 a seguir.

Figura 1. Aspecto de um colchete.

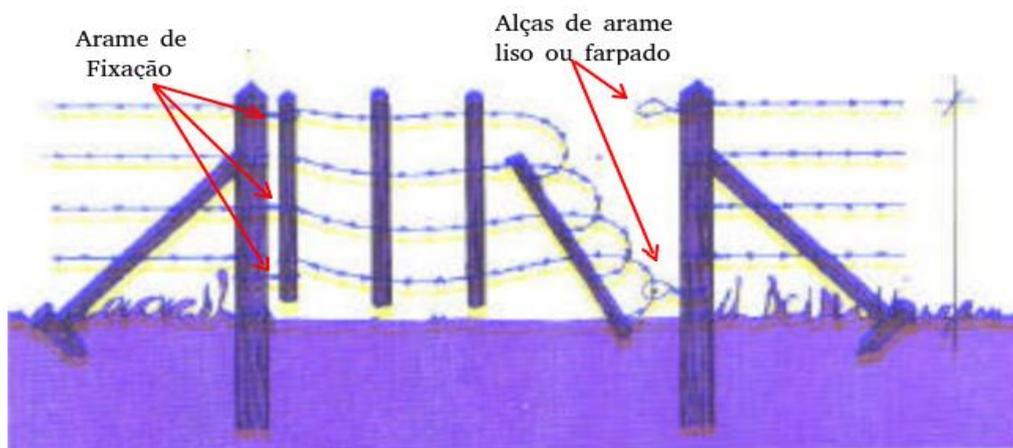


Fonte: Mineto & Filhas, 2020

A Figura 2, adaptada de Bertoli (2008), apresenta algumas características de um colchete. Como se pode observar na Figura 2, cada uma das extremidades do colchete está presa

a um mourão da cerca, uma delas permanecendo fixa por arame e a outra livre, podendo ser presa no mourão por meio de alças de arame farpado ou liso.

Figura 2. Detalhes da fixação do colchete aos mourões de uma cerca.



Fonte: Adaptado de Bertoli (2008)

Outra configuração empregada na construção de um colchete é aquela na qual o arame farpado é substituído por arame liso. Este tipo de arame é aquele constituído por uma peça única, lisa, sem torção e nem farpas, como é o caso do arame farpado (BELGO ARAMES, 2022). É importante destacar que nesta configuração as demais características do colchete continuam inalteradas.

2.2 O Princípio das Alavancas

Segundo Torres *et. al.* (2016), uma alavanca é um sistema constituído por uma barra rígida apoiada em um suporte fixo, denominado fulcro. De acordo com Hewitt (2002), o princípio de funcionamento das alavancas foi inicialmente compreendido por Arquimedes, cientista grego e grande inventor que viveu no terceiro século III antes de Cristo. Para Arquimedes seria possível mover qualquer coisa com o emprego de uma alavanca, inclusive o mundo, dispondo-se de um ponto de apoio (HEWITT, 2002).

O princípio compreendido por Arquimedes fundamenta-se no conceito de equilíbrio de rotação, que consiste no fato de uma alavanca permanecer em repouso mesmo quando há forças externas atuando sobre ela (SÁ; PEDRÍLIO; BUSNARDO, 2013). Essas forças, aplicadas em pontos distintos da alavanca e em sentidos opostos tendem a promover o seu giro, efeito que é denominado de momento de força ou torque (τ). Na situação de equilíbrio, a soma dos

momentos ou torques gerados pelas forças, isto é, o momento ou o torque resultante é nulo ($\tau = 0$).

Define-se como torque o produto vetorial entre o vetor força \mathbf{F} e o vetor \mathbf{r} , que indica a posição de aplicação da força, isto é:

$$\tau = \vec{r} \times \vec{F}$$

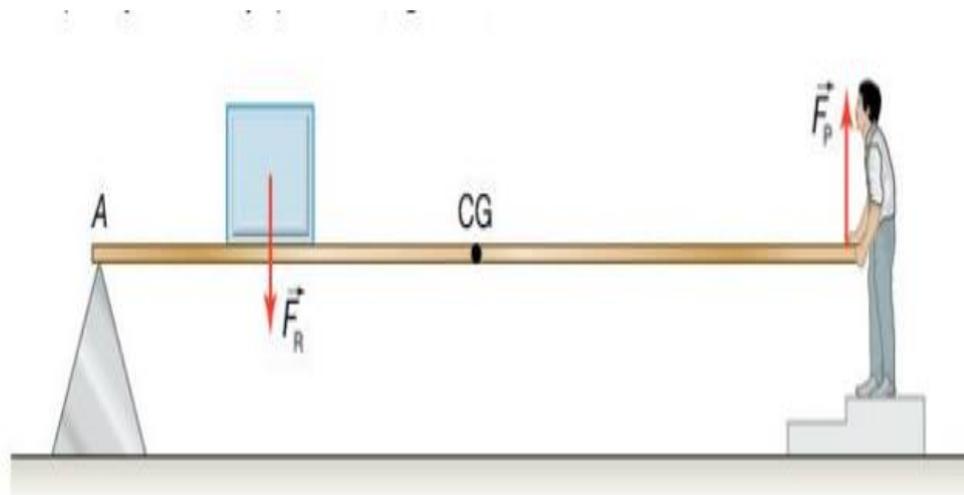
Segundo a definição de produto vetorial, o módulo do momento de uma força pode ser obtido pelo produto dos módulos dos vetores r e F e do seno do ângulo (θ) existente entre eles, ou seja:

$$\tau = r.F.\text{sen}\theta$$

É importante destacar que o módulo do vetor \mathbf{r} , denominado de braço da força, representa a distância linear entre o fulcro e o ponto de aplicação da força e que o produto $F.\text{sen}\theta$ representa o módulo da componente da força que é perpendicular ao vetor \mathbf{r} . Dependendo da posição relativa entre o fulcro e os pontos de aplicação das forças, uma alavanca pode ser classificada como interfixa, interpotente ou inter-resistente. Este trabalho aborda apenas o princípio de funcionamento da alavanca do tipo inter-resistente, pois trata-se do tipo de alavanca que corresponde às especificações do protótipo de fechadura de colchete que foi desenvolvido.

A alavanca inter-resistente é aquela na qual o fulcro (A) encontra-se em uma das extremidades da haste e a força potente (F_P) é aplicada em sua extremidade oposta. A força resistente (F_R), aquela que deverá ser superada pela força potente, é aplicada em um ponto qualquer, localizado entre o fulcro e o ponto de aplicação da força potente. A Figura 3 ilustra uma alavanca do tipo inter-resistente.

Figura 3. Alavanca inter-resistente



Fonte: Torres et. al. (2016, p. 260)

No caso do protótipo de fechadura, a força potente corresponde àquela aplicada pelo usuário com a finalidade de fechar o colchete, e a força resistente é representada pela tensão aplicada à alavanca pela corrente que traciona o colchete durante o seu fechamento.

O protótipo de fechadura, suas especificações, os testes realizados com ele e os resultados obtidos serão apresentados ao longo das demais seções que constituem o presente trabalho.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

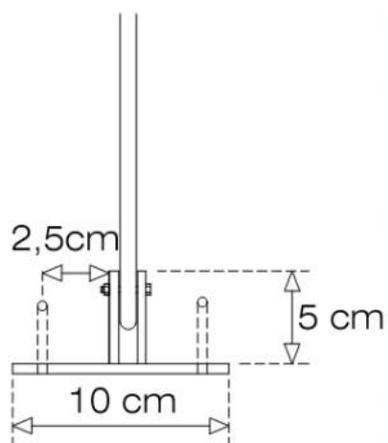
Nesta seção descrevem-se os materiais e os métodos aplicados na realização desta pesquisa que envolve a descrição de um protótipo de fechadura de colchetes, das distintas maneiras em que foi instalado para realização de testes e a caracterização dos locais onde ocorreram os testes e onde se deram as etapas de coleta de dados.

3.1 O desenvolvimento do protótipo

Inicialmente foi confeccionado um protótipo de fechadura em madeira, baseada em um modelo similar que foi encontrado em vídeos na internet. Esta primeira versão foi aprimorada e deu origem a outro protótipo confeccionado em alumínio, um material resistente e leve, reaproveitado de um pedaço de tubo de eixo *cardan*, usado em roçadeiras. Esse tubo se danifica durante o uso normal do equipamento e, quase sempre, é descartado após ser substituído por um novo.

Para construção do protótipo foi utilizado um pedaço de 60 cm do tubo de alumínio, dentro do qual foi inserida uma chapa de ferro de 3 mm de espessura, com o objetivo de reforçá-lo. O tubo teve uma de suas extremidades colocada em uma prensa hidráulica que amassou 20 cm de seu comprimento. Este procedimento foi repetido na extremidade oposta do tubo, que foi amassado em 8 cm de seu comprimento. Na parte amassada de maior comprimento foram feitos dois furos, separados em 12 cm. O furo mais próximo da extremidade é destinado à montagem do fulcro, o ponto fixo em torno do qual a fechadura irá girar. O fulcro consiste em um parafuso, preso à haste e a uma chapa de ferro que possui furos para fixação no mourão da cerca através de parafusos. A Figura 4 a seguir mostra detalhes das medidas da chapa de fixação da fechadura com as respectivas medidas e o aspecto real da montagem do fulcro.

Figura 4. Medidas e aspecto do fulcro.



Fonte: Autor, 2022

No segundo furo, localizado na mesma parte amassada da haste, foi fixada uma corrente de aproximadamente 80 cm de comprimento. Essa corrente tem a função de envolver ou abraçar o mourão do colchete, a fim de tracioná-lo para que fique bem esticado durante o seu fechamento.

Um terceiro furo é feito na outra extremidade do tubo de alumínio, que foi amassada em 8 cm, no qual é fixado um mosquetão. O detalhe de fixação do mosquetão pode ser visto na Figura 5 a seguir.

Figura 5. Detalhe da fixação do mosquetão



Fonte: Autor, 2022

A função desse mosquetão é prender a fechadura no arame da cerca, evitando que ela gire após ser solta pelo usuário, de forma a manter o colchete fechado.

A Figura 6 apresenta uma composição de imagens sendo a da esquerda uma representação do protótipo de fechadura com as medidas citadas e a da direita, o seu aspecto real.

Figura 6. Protótipo de fechadura de colchete com medidas.



Fonte: Autor, 2022

O Anexo A deste trabalho apresenta o orçamento em forma de tabela contendo os valores de todos os itens necessários para a construção do protótipo apresentado.

Esse protótipo de fechadura foi montado de três maneiras diferentes, denominadas de Montagem A, Montagem B e Montagem C, que serão apresentadas nas subseções que seguem.

3.1.1 Montagem A

A montagem A consiste em prender o protótipo de fechadura na lateral do mourão da cerca, mantendo-a na horizontal, conforme mostra a Figura 7.

Figura 7. Montagem A de fechadura de colchete.



Fonte: Autor, 2022.

Na outra lateral do mourão, paralelo à fechadura, é instalado um parafuso no qual é encaixada a extremidade livre da corrente que envolve o mourão do colchete. Em seguida, a fechadura é acionada, aplicando o torque necessário para puxar o mourão do colchete, provocando o tensionamento dos arames até que eles atinjam a tensão adequada. Atingida esta tensão, a fechadura é presa ao próprio arame da cerca por meio do mosquetão.

3.1.2 Montagem B

Na montagem B a fechadura fixada no topo do mourão da cerca e a extremidade livre da corrente é fixada ao mourão do colchete, por meio de um prego resistente ou de um parafuso. Feito isso, a fechadura é acionada, aplicando o torque necessário para fechamento do colchete. Atingida a tensão adequada dos arames, a haste de alumínio é presa ao arame da cerca através do mosquetão. A figura 8 a seguir apresenta o aspecto da montagem B de fechadura de colchete.

Figura 8. Montagem B de fechadura de colchete.



Fonte: Autor, 2022.

3.1.3 Montagem C

Na montagem C a fechadura foi fixada no mourão do colchete e não no mourão da cerca, como nas montagens anteriores. Assim sendo, nesta montagem a corrente é fixada no mourão da cerca por meio de um prego ou de um parafuso. Uma vez presa a corrente, é feito o acionamento da fechadura que provoca o tensionamento do colchete. Atendida a tensão adequada dos arames, a fechadura é presa ao arame do colchete através do mosquetão. O aspecto da montagem C pode ser visto na Figura 9 a seguir.

Figura 9. Montagem C do protótipo de fechadura de colchetes.



Fonte: Autor, 2022.

A montagem C apresentada nesta seção foi descartada após os testes iniciais realizados na primeira etapa de coleta de dados, que será abordada mais adiante neste trabalho. O referido teste evidenciou uma maior complexidade de manuseio desta montagem e alguns inconvenientes, dentre eles, a necessidade de um mourão mais robusto para a sua instalação, que pode contribuir para deixar o colchete mais pesado e a grande possibilidade da fechadura se sujar, uma vez que o mourão do colchete é colocado no chão quando aberto. Esta montagem não foi submetida às demais etapas de testes e coletas de dados e, portanto, não será abordada no restante do presente trabalho.

3.2 Caracterização dos locais do estudo

O teste do protótipo de fechadura de colchetes foi realizado, em sua maior parte, nas dependências do Instituto Federal de Minas Gerais, Campus São João Evangelista (IFMG-SJE), localizado no município de São João Evangelista, Vale do Rio Doce, estado de Minas Gerais.

Além do IFMG-SJE, foram realizados testes do protótipo de fechadura de colchete em três fazendas do município de São João Evangelista. Essas fazendas são: Fazenda Australiana do proprietário Handolfe Miranda localizada em São Nicolau Pequeno, a 9 km da sede do município, coordenadas geográficas 18°28'37.0"S 42°46'49.6"W; Fazenda Mundo Novo do Proprietário Walter Evangelista dos Santos Filho, localizada a 2 km da sede do município, coordenadas geográficas 18°33'19.4"S 42°47'08.2"W e Fazenda Barreiras do proprietário David Gomes Ferreira localizada na Comunidade dos Pereiras a 27 km da sede do município coordenadas geográficas 18°22'13.6"S 42°44'50.1"W.

3.3 Coleta de dados

Segundo Marconi e Lakatos (2003), a coleta de dados é a etapa da pesquisa na qual se inicia a aplicação dos instrumentos elaborados e das técnicas selecionadas pelo pesquisador para a obtenção dos dados que serão analisados. Trata-se de uma tarefa cansativa e que se estende, na maioria das vezes, por um período de tempo maior do que o previsto (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Neste estudo a coleta de dados se deu através de testes realizados em duas etapas. A primeira etapa ocorreu em fazendas do município de São João Evangelista e a segunda etapa ocorreu nas dependências do campus do IFMG-SJE.

3.3.1 Coleta de dados: primeira etapa

Conforme já mencionado, a primeira etapa da coleta de dados ocorreu em fazendas do município de São João Evangelista, a saber: Fazenda Australiana, Fazenda Mundo Novo e na Fazenda Barreiras. Essas propriedades foram visitadas e vistoriadas pelo pesquisador para verificar a possibilidade da realização dos testes do protótipo. Todas elas são propriedades que se destinam à prática da pecuária de leite e de corte, e necessitam realizar diariamente o manejo de gado, além de utilizarem colchetes para o acesso às áreas de pastagem.

Inicialmente essas propriedades foram inspecionadas e consideradas adequadas para a instalação e realização dos testes do protótipo de fechadura de colchete nas montagens propostas. Ressalta-se que uma fechadura foi instalada em um mesmo colchete, configurado de acordo com as montagens propostas, cada uma delas utilizadas em intervalos de tempo iguais e distintos.

Após o período de testes, foi aplicado o questionário simplificado, que pode ser visto no Quadro 1, às pessoas que manusearam o protótipo.

Quadro 1. Questionário simplificado

QUESTIONÁRIO 1	
Idade ____	Sexo M() F ()
Pergunta	Resposta
1) Qual destes modelos você teve mais facilidade para manejar? Por que escolheu este modelo?	() Tradicional () Modelo A () Modelo B () Modelo C () Tradicional () Modelo A

- | | |
|---|--|
| 2) Qual destes modelos você teve mais dificuldade para manejar? | (<input type="checkbox"/>) Modelo B (<input type="checkbox"/>) Modelo C |
| 3) O que você acha que pode ser melhorado? | (<input type="checkbox"/>) Tradicional (<input type="checkbox"/>) Modelo A
(<input type="checkbox"/>) Modelo B (<input type="checkbox"/>) Modelo C |

Fonte: Autor, 2022

Neste questionário os termos Modelo A, Modelo B e Modelo C se referem às montagens A, B e C, respectivamente. Após a análise dos questionários respondidos pelos usuários e das sugestões e comentários feitos por eles durante as conversas que aconteceram no decorrer dos testes, foram escolhidas as montagens que seriam utilizadas na segunda etapa de testes do protótipo, que foi realizada no campus do IFMG-SJE.

3.3.2 Coleta de dados: segunda etapa

A segunda etapa de coleta de dados ocorreu no IFMG-SJE no período compreendido entre os dias 31 de outubro a 04 de novembro de 2022, totalizando cinco dias. Estudantes e servidores participaram do experimento que foi montado em um dos colchetes localizados nas dependências do campus, onde também foi aplicado o questionário simplificado de coleta de dados, que pode ser visto no Quadro 2.

Quadro 2. Questionário simplificado.

QUESTIONÁRIO 2	
Idade ____	Sexo M(<input type="checkbox"/>) F (<input type="checkbox"/>)

Pergunta	Resposta
1) Qual destes modelos você teve mais facilidade para manejar? Por que escolheu este modelo?	() Tradicional () Posição A () Posição B
2) Qual destes modelos você teve mais dificuldade para manejar?	() Tradicional () Posição A () Posição B
3) O que você acha que pode ser melhorado?	() Tradicional () Posição A () Posição B

Fonte: Autor, 2022

O questionário simplificado foi respondido por 64 pessoas com faixa etária entre 15 e 56 anos e de ambos os sexos. Cada uma dessas pessoas testou o protótipo de fechadura de colchetes nas duas montagens, A e B, além de realizarem o fechamento do colchete por meio do método tradicional. Os termos Posição A e Posição B, empregados no questionário do Quadro 2 se referem, respectivamente, à Montagem A e à Montagem B do protótipo. Foram avaliados a aceitação e tempo gasto para o fechamento do colchete em cada uma das montagens e pelo método tradicional. Neste mesmo período avaliou-se também o módulo da força potente máxima necessária para o fechamento do colchete nessas três situações, isto é, empregando o método tradicional e com o uso do protótipo de fechadura, através das montagens A e B.

A avaliação da força potente se deu através do uso de um pequeno dinamômetro eletrônico, mais conhecido como balança de mão, cujas especificações foram consideradas adequadas para o objetivo proposto. Esse dinamômetro foi posicionado entre a mão do usuário e o colchete, registrando a força necessária aplicada ao seu fechamento. A Figura 10 destaca o uso do referido dinamômetro na determinação da força potente máxima empregada no fechamento do colchete.

Figura 10. – Determinação da força tensionadora máxima de fechamento do colchete.



Fonte: Autor, 2021

Vale ressaltar que o módulo dessa força varia com a posição da fechadura, sendo diretamente proporcional ao tensionamento do arame que constitui o colchete e que está relacionado com a Lei de *Hooke* (FONSECA, 2019). Assim sendo, houve apenas o registro da força máxima aplicada para o fechamento do colchete para cada método empregado.

É importante destacar que esse tipo de dinamômetro não exibe em seu mostrador, o módulo da força nele aplicado, mas o equivalente desta força em massa. Isto ocorre porque esse dispositivo é empregado no cotidiano para determinar a massa dos corpos sustentados por ele, ação que comumente é denominada de pesagem.

Para a obtenção do módulo da força máxima foi necessário converter a leitura de massa, cuja unidade é o quilograma (kg), para a força, cuja unidade é o Newton (N). Para tanto, bastou aplicar a equação que relaciona essas duas grandezas e a aceleração, muito conhecida como segunda lei de Newton: $F = ma$ (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016). Nessa equação, F representa o módulo da força, m corresponde à massa do corpo e a , a aceleração adquirida por ele em função da força aplicada (HALLIDAY; RESNICK; WALKER, 2016).

Considerou-se neste trabalho, o valor da aceleração da gravidade local para a conversão do valor da massa em módulo de força. Desta forma, a força potente máxima necessária para o fechamento do colchete foi considerada como o análogo da força aplicada ao dinamômetro na situação em que ele é empregado para sustentar uma determinada massa. Feito isso, os dados foram analisados conforme descrito na seção seguinte.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados relacionados ao tempo de manuseio das fechaduras foram submetidos aos testes *Shapiro Wilk*, e, em seguida, ao teste de *Kruskal-Wallis* e de *Mann-Whitney* com correção de *Bonferroni*, todos ao nível de confiança de 0,95, sendo realizados no *software* estatístico R (RITTER; THEY; KONZEN, 2011; R CORE TEAM, 2018), justificando-se o uso destes para verificar a normalidade das fechaduras e dados quantitativos coletados.

O teste de *Shapiro Wilk* confirmou a normalidade dos diversos dados quantitativos coletados nos experimentos. A Tabela 1 a seguir apresenta o resultado do teste de *Kruskal-Wallis* para os dados caracterizados pelos tempos necessários para o fechamento do colchete por meio do método tradicional e com o emprego do protótipo de fechadura de colchete, nas montagens A e B, respectivamente.

Tabela 1. Dados relacionados ao tempo de manuseio das fechaduras

Fechaduras	Todos os dados		Masculino		Feminino	
	----- Tempo (segundos) -----					
Tradicional	103,69	a	51,75	a	68,90	a
Montagem A	103,38	a	49,20	ab	51,74	b
Montagem B	82,44	a	35,55	b	33,87	c

Fonte: Autor, 2022

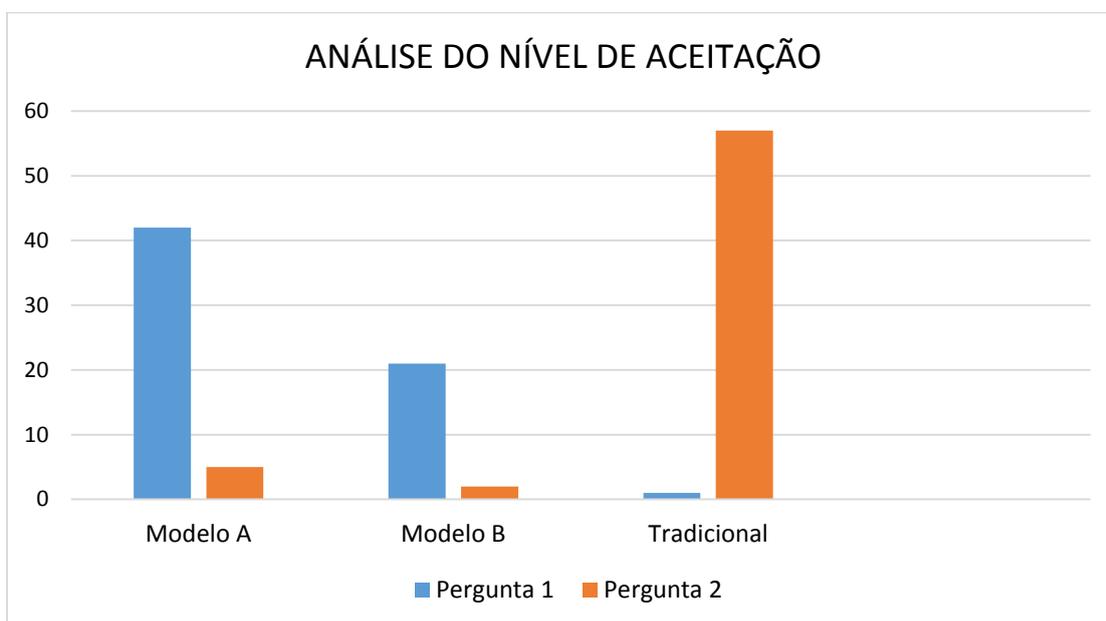
Os valores na mesma coluna com letras diferentes, quando comparados indivíduos do sexo feminino, no manejo do colchete pode-se observar que houve menor tempo no Modelo B de 33,87 segundos, 51,74 segundos no Modelo A e 68,90 segundos no Método Tradicional.

Os valores na mesma coluna com as mesmas letras correspondentes aos dados relacionados a indivíduos do sexo masculino mostram que os tempos gastos para o fechamento dos colchetes nos três casos não apresentam uma diferença significativa.

Não houve efeito estatístico significativo pelo teste de independência qui-quadrado entre a idade e os graus de facilidade e dificuldade, relatado pelos entrevistados.

O Gráfico 1 exibe o resultado do agrupamento dos dados relacionados às perguntas 1 e 2 do questionário simplificado apresentado no Quadro 2. Este gráfico permitiu a análise dos dados relativos ao nível de aceitação de cada um dos métodos empregados no fechamento do colchete, que se deu durante a segunda fase de coleta de dados.

Gráfico 1. Nível de aceitação das montagens A e B em relação ao método Tradicional



Fonte: Autor, 2022.

O gráfico acima, mostra que, em relação à pergunta de número 1, que procurou evidenciar o nível de facilidade dos métodos empregados no fechamento do colchete, 42 pessoas escolheram o Modelo A, 21 pessoas o Modelo B e apenas 1 pessoa o Método Tradicional. Quanto à pergunta de número 2, que procurou evidenciar o nível de dificuldade dos métodos empregados no fechamento do colchete, 5 pessoas escolheram o Modelo A, 2 pessoas o Modelo B e 57 pessoas o Método Tradicional.

Em relação à força potente máxima empregada no fechamento dos colchetes, foram obtidos os dados que estão agrupados na Tabela 2. Conforme mencionado anteriormente, a coleta desses dados se deu durante a primeira etapa, realizada nos colchetes onde o protótipo foi instalado.

Tabela 2. Módulos das forças (em Newton) aplicados no fechamento dos colchetes.

	TRADICIONAL	PROTÓTIPO
Local 1	150 N	15 N
Local 2	150 N	15 N
Local 3	200 N	20 N
Local 4	300 N	30 N
Local 5	300 N	30 N
Local 6	300 N	30 N

Fonte: Autor, 2022.

Os valores das forças apresentados na Tabela 2 estão relacionados a apenas duas amostras. A primeira delas empregou o método tradicional de fechamento dos colchetes e os valores obtidos estão apresentados na coluna intitulada TRADICIONAL. A segunda amostra refere-se ao emprego do protótipo de fechadura de colchetes, e os valores das forças que foram coletadas estão apresentados na coluna PROTÓTIPO.

Embora a observação dos valores de força relacionados aos dois métodos empregados já evidencie que o protótipo reduz significativamente o esforço empregado no fechamento do colchete, aplicou-se o teste t não pareado aos dados. Como era esperado, o teste corroborou o resultado evidenciado pela análise da Tabela 2 e reforçou que as amostras foram significativamente diferentes.

5. CONCLUSÃO

Os diversos testes realizados com o protótipo de fechadura proposto neste trabalho evidenciaram que o seu emprego simplifica consideravelmente o processo de fechamento de um colchete. Além de reduzir significativamente a força necessária para o bom tensionamento dos arames dos colchetes, constatou-se um ganho significativo no tempo gasto para esta tarefa, sobretudo para usuários do sexo feminino.

Dentre as montagens realizadas, destacaram-se a A e a B, com maior redução de tempo para a montagem B. Isto pode ser relacionado com o fato de que esta montagem não exige que a corrente abrace o mourão do colchete, tendo sua extremidade livre presa a ele em um ponto, seja através de um prego ou um parafuso.

6. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA PEIXE VIVO. **Ato Convocatório 034/2022: Contratação de pessoa jurídica para execução das obras e serviços de requalificação ambiental nos municípios de Paramirim, Érico Cardoso e Caturama**, Bahia. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://cdn.agenciapeixe vivo.org.br/media/2022/09/ANEXO_I_TDR_Paramirim.pdf>. Acesso em: 20 dez. 2022.

BELGO ARAMES. **Arame farpado ou liso: quando escolher cada um**. 2022 disponível em: <https://blog.belgo.com.br/agro/arame-farpado-ou-liso/>. Acesso em: 15 dez. 2022.

BELGO BEKAERT ARAMES. **Manual de aplicações de arames na Pecuária**. 2016. Disponível em: <<https://www.bibliotecaagptea.org.br/administracao/construcoes/livros/MANUAL%20DE%20APLICACOES%20DE%20ARAMES%20NA%20PECUARIA.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2022.

BERTOLI, Claudia Damo. **Instalações em bovinos de corte**. 2008.

CARVALHO, Luiz Octávio Danin de Moura; JUNIOR, José de Brito Lourenço; NASCIMENTO, Cristo Nazaré Barbosa; COSTA, Norton Amador da. **Cerca de Contenção para bubalinos e bovinos**. Belém, CPATU, 1979.

DER/PR, Departamento de Estradas e Rodagem do Estado do Paraná. **Obras complementares: Porteiras e mata-burros**. 2018. Disponível em: https://www.der.pr.gov.br/sites/der/arquivos_restritos/files/documento/2019-10/esoc1218porteirasemataburros.pdf. Acesso em: 16 dez. 2022.

FONSECA, Laryssa Alves Feitosa. **Comparativo de custos totais de galpões em estrutura metálica com vigas de alma cheia e treliçada**. Goiânia: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFGO, 2019.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de Física. Vol. 1**. Grupo Gen-LTC, 2016.

HEWITT, Paul. **Física Conceitual**, Bookman Editora, 2002.

MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. Atlas, 2003.

MEIRELLES, Paulo Roberto de Lima. Cerca Elétrica para a contenção animal. **Embrapa Amapá-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2001.

ORMOND, José Geraldo Pacheco. **Glossário de termos usados em atividades agropecuárias, florestais e ciências ambientais**. Rio de Janeiro: BNDES, 2006

PECUÁRIA. In: **WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre**. Flórida: Wikimedia Foundation, 2022. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Pecu%C3%A1ria&oldid=63890762>>. Acesso em: 16 dez. 2022.

R CORE TEAM. **A language and Environmente for Statistical Computing**. R Foudation for Sataistical Computing, Vienna, 2018

RITTER, Matias do Nascimento; THEY, Ng Haig; KONZEN, Enéas Ricardo. **Introdução ao software estatístico R**. 2019. Disponível em: <https://professor.ufrgs.br/sites/default/files/matiasritter/files/apostila_introducao_ao_r_-_ritter_they_and_konzen.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2022.

SÁ, Alessandra Botignon de; PEDRÍLIO, Ana Vitória; BUSNARDO, Paola Martinelli, **Projeto de Física II – Alavancas**. Sorocaba-SP: Universidade Estadual Paulista-UNESP, 2013.

SENAR-Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, **Construções Rurais: cerca elétrica**. 1ed. Brasília: SENAR, 2017.

SILVA, Arnaldo. **A Tronqueira, o mata-burro e o passador**. Disponível em: <<https://www.conhecaminas.com/2018/04/a-tronqueira-o-mata-burro-e-o-passador.html>>. Acesso em 20 nov. 2022.

TORRES, Carlos Magno A.; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio de Toledo; PENTEADO, Paulo Cesar Martins. **Física: Ciência e Tecnologia**. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2016. 288 p.

Anexo A: ORÇAMENTO

Materiais em suas respectivas quantidades e valores estão detalhados na Tabela 3.

Tabela 3. Orçamento dos materiais utilizados na produção dos protótipos experimentais

MATERIAIS	QUANTIDADES	VALORES
Corrente	80 centímetros	R\$ 22,00
Haste de alumínio	1	R\$ 30,00
Parafusos	3	R\$ 0,90
Fulcro	1	R\$ 10,00
Mosquetão	1	R\$ 3,00
Total	-	R\$ 65,90

Fonte: Autor, 2022.