

# ANÁLISE E PROCESSAMENTO DE IMAGEM SOBRE O CASCO DE SOLÍPEDES

Gustavo Henrique Araujo Santos <sup>1</sup>, Rodrigo de Oliveira Plotze <sup>1</sup>, Anna Patrícia Zakem China <sup>1</sup>

Faculdade de Tecnologia de Ribeirão Preto (FATEC)

Ribeirão Preto, SP – Brasil

gustavo\_has@icloud.com, rodrigoplotze@gmail.com,  
anna.china@fatec.sp.gov.br

**Resumo.** *O conforto e bem-estar animal é a preocupação que incentivou a elaboração deste trabalho, que tem a finalidade de prototipar uma ferramenta computacional para analisar e processar imagens do casco de equinos e de adequar ao uso de ferraduras moldadas por uma ferramenta sistêmica de automação mecanizada, para auxiliar o trabalho do ferrador de solípedes. Essa ferramenta tem como objetivo moldar com precisão uma ferradura para qualquer tipo de solípede sadio. A partir de uma simples imagem, o algoritmo irá tratar essa figura, a fim de retornar ao usuário o raio para a máquina de moldar e, também, o ângulo do podofalangeano ideal. O trabalho encontra-se disponível em: <https://github.com/gustavohas/APICS>.*

**Abstract.** *This work was motivated to provide horses comfort and well-being. Through a prototype that is summarized in a computational tool used to analyze and process equine hoof images and suitability for the use of horseshoes molded by an automated machine, the content of this work shows a tool of support to the farrier of solipeds. The objective of this tool is to present an accurate shape of horseshoes for any type of healthy soliped. Based on a simple image, the algorithm will process this figure in order to show to the user the radius for the molding machine, and the ideal podophalangeal angle. The work is available at GitHub: <https://github.com/gustavohas/APICS>.*

## 1. Introdução

A ferradura foi inventada por volta do século X, quando os homens viram a necessidade de proteger os equinos (cavalo, pônei, asno ou burro e animais selvagens como as zebras). A ferradura surgiu no formato de sandálias feitas de grama trançada. Em seguida, o líder mongol, Genghis Khan, passou a utilizar a ferradura de couro, que durava mais tempo e tinha mais poder de fixação ao casco. Mais tarde, os gregos evoluíram a invenção e criaram a hipo-sandália, feita de chapas de ferro presas com tiras de couro, este era o primeiro modelo de um artefato em cascos de equinos com o objetivo de proteger e diminuir os impactos.

Atualmente, as ferraduras apresentam design e material ortopédicos e corretivos. As ferraduras modernas podem ser feitas de alumínio, aço, plástico, ferro, entre outros.

Essas placas de ferro ajudam a preservar os cascos e evitar problemas para o animal. A ferradura corrige defeitos de formação do casco e reduz irregularidades da marcha.

O cavalo apoia sobre a extremidade de um arcabouço composto por um casco e dentro deste existem ossos como a terceira falange, o osso navicular, tendões, ligamentos e uma imensa rede de microcapilares ou vasos laminares. É formado quimicamente de cálcio, aproximadamente 60% de água, cobre, biotina e epitélio de queratina que tem o intuito de sustentar o corpo dos animais, essa composição é variável de acordo com cada raça equina.

O objetivo deste trabalho é a prototipação de uma ferramenta computacional para analisar e processar imagens do casco do solípede, além de adequar ao uso de ferraduras moldadas por uma máquina automatizada.

Encontra-se em desenvolvimento uma ferramenta sistêmica de automação mecanizada chamada (calandra “*roller bender*”) capaz de entregar a ferradura na medida exata do casco do equino, moldando-a a partir de um escaneamento na parte solar da extremidade do membro.

A equipe de ferrageamento do Grupamento Montado de Ribeirão Preto, atualmente conta com 3 profissionais de ferrador de solípedes, os quais realizam a cada 30 dias a execução da manutenção nos cascos dos animais, entre eles o casqueamento e a confecção do molde de ferraduras (ferrageamento) propriamente dito. O curso de especialização policial “Ferrador de Solípedes” é oferecido aos integrantes (praças da PMESP) do Regimento de Polícia Montada “9 de julho” situado na cidade de São Paulo, essa especialização busca empregar nas fileiras da tropa profissionais habilitados e capazes a manipulação deste trabalho de suma importância, tendo em vista primordialmente a saúde e o bem-estar dos animais.

Esta equipe trabalha em conjunto, sendo que cada um possui uma função específica do trabalho, estas divisões procuram estabelecer determinadas tarefas, para que o serviço transcorra organizadamente e de maneira rápida, pois a rapidez se justifica na inquietude do animal e deste modo evita momentos de estresse e indocilidade, tendo em vista que o solípede precisa ficar o máximo de tempo possível parado e imperturbável para que o profissional consiga executar seus serviços, conforme descrito abaixo.

- a) O primeiro passo é a contenção do animal seguido da limpeza completa dos membros do equino;
- b) O segundo passo é feito uma avaliação preliminar, onde é analisado a andadura do animal. O ferrador faz o cavalo andar ao passo e em seguida trotar para identificar o “*break over*” (momento da retirada do casco do solo ou o alçar do voo do casco), alinhamento do casco, boleto e quartela (eixo podo falangeano), os quais são indispensáveis no caminho do equilíbrio entre balanceamento e alinhamento do casqueamento nos Equinos;
- c) O terceiro passo é retirar as ferraduras velhas;
- d) O quarto passo é realizada uma nova avaliação, agora com o cavalo sem as ferraduras. É possível verificar o ângulo falangeano, assim o ferrador conseguirá identificar os locais que deverão ser retirados/aparados. Caso identifique um caso de achinelamento: deverá preservar os talões e aparar a região da pinça e ombros, ou caso seja encastelado: deverá aparar os talões e preservar o máximo possível a pinça e ombros;

- e) O quinto passo é posto o casqueamento em prática, depois das análises realizadas acima, o profissional executa a retirada do material que está em excesso, quais sejam: sola, ranilha e parede/muralha, utiliza-se para isso as seguintes ferramentas: a torquês para aparar a parede/muralha, rinete para o desbaste da sola como também da ranilha e a grossa para raspar e alisar toda superfície do casco. Posto isto, é feita uma avaliação ocular para verificar o balanceamento e o alinhamento do casco;
- f) O sexto passo, com uma grossa de acabamento, o ferrador coloca o casco do animal sob um pedestal e realiza ajustes na muralha dorsal afim de corrigir toda extensão do material em excesso crescido e cobrir os velhos furos deixados pelos cravos que seguravam a antiga ferradura;
- g) O sétimo passo é o molde da ferradura, o profissional experimenta no casco do Equino o número adequado da ferradura pré-moldada a qual é adquirida pelo Estado, nesse passo é estudado os locais que irão receber os ajustes necessários para que o material fique perfeitamente ajustado no casco, como se fosse um calçado humano. Após os ajustes realizados, com a ferradura ainda quente, o ferrador irá queimar a parte debaixo do casco com o propósito de cauterizar toda região da parede/muralha afim de matar possíveis bactérias como também aumentar a zona de contato entre a ferradura e parede do casco;
- h) O oitavo passo é a fixação da ferradura através dos cravos, após realizado a modelagem, o ferrador1 contará com auxílio de outro ferrador2 o qual ficará na função da pessoa que segura o casco de modo que o ferrador1 tenha as duas mãos livres para que possa manipular o martelo e os cravos;
- i) O nono passo é feito aplicação de hidratante que mantém a proteção externa do arcabouço assim como o controle de bactérias e fungos do casco;
- j) O décimo passo é realizada a inspeção de acabamento, onde se confirma as melhorias na movimentação e no bem-estar e conforto do equino. Os ferradores avaliam o conjunto de todos os trabalhos realizados, novamente faz o cavalo andar ao passo e em seguida trotar deste modo verificam se houve melhoras na qualidade da andadura.

Este trabalho foi elaborado devido a não existência de ferramentas eletrônicas ou sistemas operacionais com dados precisos que auxiliem o homem a realizar esta tarefa dentro de modelos pré-elaborados que, na atualidade, é feito artesanalmente, com o uso de instrumentos e medidas ou aferições de ângulos que gera uma grande quantidade de erros na execução deste trabalho.

Outro fator imprescindível para este modelo artesanal são as ferramentas usadas para o molde da ferradura, as quais podem estar ligadas ao comprometimento atual da saúde humana já que este trabalho é de alta insalubridade, em detrimento do uso de forja, calor, gás, fogo, excesso de peso e materiais cortantes. Por exemplo, o uso da forja para moldar, essencial para o trabalho do ferrador na confecção de ferraduras. Para isso, o ferro é aquecido até que se torne moldável, em seguida o ferrador deve usar uma marreta e bigorna para que, a olho nu, dê pancadas até que o ferro se molde de acordo com o casco de cada membro do animal, pois há variações de tamanho para cada item.

Este procedimento, caso o profissional não se atente para os devidos cuidados de sua saúde, sendo que o uso de equipamentos de proteção individual é de extrema importância, e pode levar a sérios danos, tais como queimaduras, lesões por esforço repetitivo, decepar membros, surdez, lesões na coluna, pele e pulmão pela fumaça

gerada no momento da queimadura entre a ferradura e o casco, além de outros problemas.

Com os avanços da tecnologia, é possível a invenção de um aparelho que auxilie a execução deste trabalho, especificamente, no molde de ferraduras para solípedes e, deste modo, revolucionar a história de um tão sonhado conforto e praticidade, tanto para o profissional quanto, principalmente, para os animais.

## **2. Referencial Teórico**

Muare, equinos e asininos se distribuem em todo o território nacional. As raças equinas e os muare desempenham importante papel no transporte de carga e no pastoreio de rebanhos bovinos. No meio militar, o equino mostrou-se indispensável para o regimento de Cavalaria “9 de julho” que dispõem do cavalo como instrumento para assegurar a ordem em grandes aglomerações públicas, como também o policiamento ostensivo e preventivo em todo o território Paulista.

No meio rural, os equídeos auxiliam na tração de máquinas e equipamentos agrícolas, no transporte dos trabalhadores e de insumos e produtos das lavouras. A pecuária se beneficia largamente desses animais no pastoreio de rebanhos e no deslocamento a grandes distâncias dos animais de criação. Os equinos desde a antiguidade possuem grande importância para o homem, sendo utilizado para trabalho, esporte, lazer e locomoção.

De acordo com dados do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, a equideocultura brasileira no ano de 2015, detinha um total de 5.312.076 animais, gerou mais de R\$ 16,15 bilhões, além de ter empregado mais de 3 milhões de pessoas (MAPA, 2016).

### **2.1 Anatomia do casco Equino**

O casco é formado por queratinização epitelial sobre uma derme modificada, contínua com a derme comum da pele advinda da coroa, conhecido como cório, que é composto de uma matriz de tecido conjuntivo resistente, contendo uma rede de artérias, veias e capilares, nervos sensoriais e vasomotores, suas regiões correspondem às partes do estojo córneo sob as quais estão localizadas: derme perióplica, coronária, laminar, da rasilha e da sola. (DYCE, 1997).

As células do casco se apoiam em uma membrana conhecida por membrana basal, constituída de matriz extracelular resistente e ininterrupta composta por colágenos, proteoglicanos, integrinas e laminina, responsável por manter anexadas as células basais da epiderme laminar e o tecido conjuntivo à superfície da falange. Outra função desta membrana é regular a proliferação e diferenciação das células da epiderme, fornecendo sustentação e orientação para os queratinócitos. A perda do colágeno e da laminina resultam na desintegração e separação da membrana basal lamelar das células do casco (POLLITT; DARADKA, 1998).

A conformação e saúde das patas dos equídeos podem ser influenciadas por diferentes fatores, tais como, raça, fatores hereditários, nutrição, casqueamento, umidade do casco, habitação e ambiente. O sistema locomotor dos equinos é de suma importância na sustentação e locomoção dos animais, entretanto, há alterações nas

estruturas ósseas, articulares e musculares que devem ser ressaltadas, a exemplo, a inflamação das lâminas do casco, sendo essa a principal patologia e mais grave que acometem equinos (RIBEIRO, 2013).

## 2.2 Ferrageamento

O ferrageamento tem um importante papel no tratamento de diversas doenças. As ferraduras podem ser ajustáveis e não-ajustáveis ambas podem ser confeccionadas com ferro ou alumínio, entretanto há dificuldade tanto na confecção quanto na habilidade para a instalação de ferradura não-ajustável no casco, pois, uma vez colocadas no casco, não há como ajustar, uma vez que com o crescimento do casco há um aumento da distância entre a rasilha e o suporte minimizando o efeito da ferradura, exigindo um trabalho de ferrageamento constante, além de conhecimento sobre casqueamento (STASHAK, 2006).

Há estudos que fazem a interação entre a doença e o ferrageamento como forma efetiva de tratamento, entretanto, ressalta a importância em se ter habilidade na instalação, como também, experiência no processo de confecção da ferradura para que os efeitos contributivos aconteçam (NETO, 2013).

Em suma, a colocação da ferradura, seja qual dos modelos escolhidos, deve ser feita com habilidade, experiência e precisão para que não haja uma piora no quadro patológico, atentado também, para que o triângulo de apoio nunca seja maior que a rasilha, para que essa não venha a comprimir os vasos, o que poderia causar uma isquemia digital, sendo de grande utilidade no processo utilizar-se das radiografias (NETO, 2013).

## 3. Metodologia

Preferencialmente, o sistema deve ser operável em dispositivos que possam executar aplicações, ou seja, *tablets* ou *smartphones*, pois trata-se de software de processamento e tratamento de imagem. Espera-se também que a calandra tenha hardwares que controle de forma automatizada seu eixo central, através de Arduino, encoder, motor de passo ou gerador de pulso, o uso destes equipamentos se justifica pois é através do eixo central que comandará as medidas precisas advindas do software do tratamento de imagem.

Tendo em vista que Python vem ganhando cada vez mais espaço no ramo da Ciência da Computação, desde o desenvolvimento Web a aplicações científicas destaca-se uma interessante junção da linguagem com a biblioteca OpenCV, por meio dela é possível trabalhar com desenvolvimento de projetos dos mais básicos aos mais sofisticados, tendo a possibilidade de criar aplicações robustas e até inovadoras.

De acordo com a documentação, OpenCV é um projeto *open source*, isto é, possui código fonte aberto, que tem como uma das principais características, diversos algoritmos para visão computacional já implementados. É também uma biblioteca que possui funções de manipulação básica de imagens e vídeos, desde o carregamento de arquivos até a conversão de um formato em outro.

Entre as funções encontradas na biblioteca, estão as de conversão de imagens coloridas para a escala de cinza. Conforme Marengoni e Stringhini (2013), a biblioteca OpenCV permite ao desenvolvedor amplos métodos de manipulação e processamento de imagens digitais, assim como formas simples para realizar tarefas necessárias com as imagens a serem reconhecidas. Por isso, aborda-se uma forma um pouco mais elaborada sobre sua característica, usabilidade e a forma simples com a qual podemos usá-la junto à linguagem Python.

A biblioteca OpenCV é perfeita para construir sistemas baseado em detecção de bordas, no caso de uma pesquisa recente desta autora, este método foi utilizado para reconhecimento de tipos sanguíneos.

A borda é caracterizada por uma região que contém um alto gradiente. O que por sua vez é uma imagem  $f$  numa posição  $(x, y)$ . Os autores salientam ainda que a detecção de bordas é uma das operações fundamentais quando realizamos o processamento de imagens. Isso ajuda a reduzir a quantidade de dados (pixels) para processar e manter o aspecto estrutural da imagem, além de extrair características dela.

## 4. Análise dos Resultados

### 4.1 Documentação de software

O documento de elicitação de requisitos do negócio e do sistema para o aplicativo desenvolvido neste trabalho está disponível no GitHub do projeto e pode ser visualizado pelo link: <https://github.com/gustavohas/APICS>

A documentação do aplicativo e os documentos UML foram desenvolvidos utilizando a ferramenta Astah UML. Para o aplicativo desenvolvido neste trabalho, foi desenvolvido os diagramas de: Caso de uso do negócio, Caso de uso do sistema e Causa e efeito disponíveis no GitHub através do link: <https://github.com/gustavohas/APICS>

### 4.2 Arquitetura do hardware (calandra “roller bender”)

Preferencialmente que seja operável através de dispositivos que possam executar aplicações, ou seja, *tablets* ou *smartphones* (Figura 1C), pois trata-se de software de processamento e tratamento de imagem. Espera-se também que a calandra (Figura 1A/B) tenha hardwares que controle de forma automatizada seu eixo central, através de Arduino, encoder, motor de passo ou gerador de pulso, o uso destes equipamentos se justifica pois é através do eixo central que comandará as medidas precisas advindas do software do tratamento de imagem.



Figura 1. A) modelo 1 calandra “roller bender”; B) modelo 2 calandra “roller bender”; C) tablet / smartphone.

### 4.3 Prototipação das interfaces gráficas

Neste trabalho, a ferramenta Figma foi escolhida para o desenvolvimento de design gráfico, prototipagem de interface do usuário e desenvolvimento orientado a experiência do usuário (FIGMA, 2020). A ferramenta foi escolhida por ser um *Cloud Software* e possuir *Multiplayer Editing* e *Version Control* (NIGRI, 2020). Desta forma, não há necessidade de realizar instalações demoradas e complicadas e perder tempo salvando e exportando arquivos, além de não importar o sistema operacional utilizado (NIGRI, 2020).

O aplicativo conta com uma tela inicial de *login* (Figura 2A), e esta tela apresenta um botão de acesso ao sistema e dois campos para credenciais e senhas destinados a validação/permissão. Após o usuário digitar no primeiro campo seu ID previamente criado, em seguida deverá preencher o segundo campo com a senha relativa ao *login* correspondente. Depois de inserido o *login* e a senha, o usuário deverá clicar no botão “Entrar” e caso o *login* e a senha inseridos sejam válidos, o aplicativo direcionará o usuário para a tela de *menu* principal (Figura 2B).



Figura 2. A) tela de *login*; B) tela *menu*

A tela de *menu* (Figura 2B), contará com 5 botões interativos: o da câmera (Figura 3A), onde o usuário poderá acessar este item para realizar a foto do casco de seu solípede, o qual em seguida irá processar a imagem obtida (Figura 3B) a fim de detectar as dimensões da borda do casco propriamente dita. Ato contínuo, de posse da imagem já processada, seguindo o diagrama de Caso de uso do sistema, o utilizador clicará no botão calandra que redirecionará para a tela de impressão/molde da ferradura (Figura 4A), neste momento a imagem suplantará os endereços precisos (Figura 4B) nesta fase o eixo central do hardware calandra “*roller bender*” irá comprimir o aço da ferradura, produzindo um calçado totalmente ímpar para o casco de seu equino, sendo este produto balanceado e alinhado com as mais rigorosas medidas feitas por uma máquina automatizada.

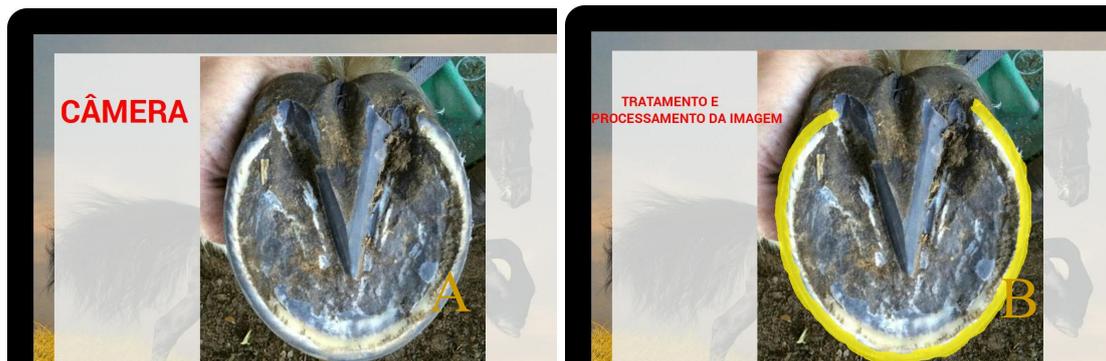


Figura 3. A) tela da câmera do usuário; B) tela com o reconhecimento das bordas (linha branca) sob tratamento e processamento.

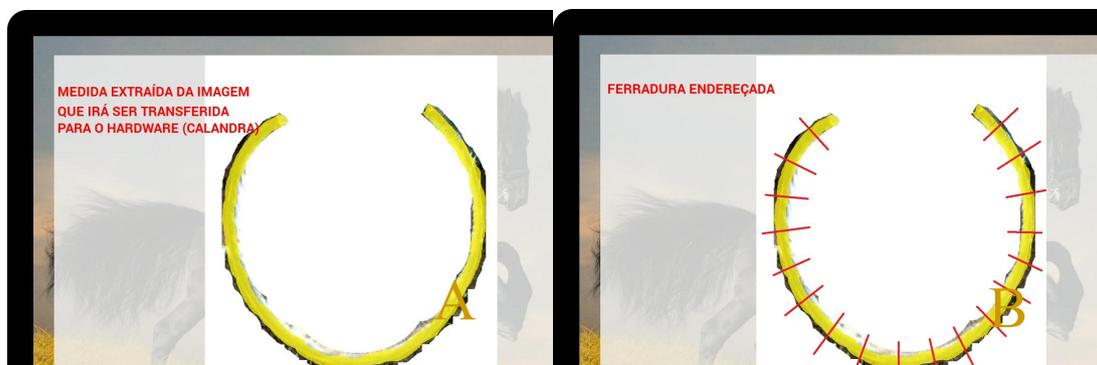


Figura 4. A) tela que mostra a medida extraída; B) tela mostra ao usuário o endereçamento de trabalho para o eixo central da calandra.

O botão galeria de imagens, encontrado na tela de menu principal do aplicativo (Figura 2B), levará o usuário aos trabalhos realizados anteriormente (Figura 5A), esta galeria ajudará em armazenar os dados do animal, pois ao clicar na imagem, o aplicativo também redirecionará para a tela de cadastro/agenda (Figura 5B), nesta ocasião, o ferrador de solípedes necessitará preencher os dados do animal atendido, tendo em vista que é de suma importância o profissional ter um controle de seus trabalhos realizados, para sempre que sentir necessidade de uma futura consulta ou realizar agendamentos do animal em questão, esta aplicação facilitará o dia-a-dia de sua labuta.

Por último, o botão com a figura da engrenagem, localizado no canto superior direito da tela *menu*, destina-se as configurações de data/hora como também idioma que o usuário desejar.

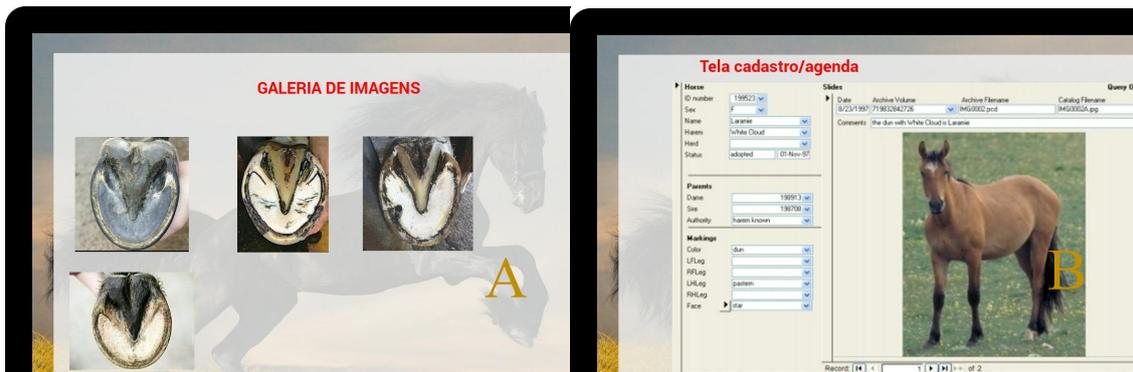


Figura 5. A) tela que acessa a galeria de imagens; B) tela mostra ao usuário o cadastro dos equinos.

## 5. Conclusão e encaminhamentos futuros

O homem busca pela perfeição do ferrageamento há milhares de anos e até o momento não possui ferramentas, software e equipamentos precisos para facilitar este trabalho. Atualmente, o processo de ferrageamento é feito artesanalmente e está passivo a cometimento de erros humanos, visto que não há parâmetros confiáveis. O objetivo inicial com alcançado e no futuro próximo pretende-se desenvolver o sistema para auxiliar o ferrageamento de equinos.

Para encaminhamentos futuros, ficará o desenvolvimento de algoritmos capazes de realizar tratamento de imagem, a fim de extrair medidas precisas. A criação de uma máquina (calandra) receberá os dados do algoritmo e realizará de forma automatizada o processo de moldagem da ferradura. Espera-se que o maquinário em seu eixo central, contenha Arduino, elemento principal que controlará de forma automatizada a subida e a descida para a modelagem exata a partir dos dados algoritmos. Não há restrições, entretanto, a equipe que irá recepcionar este projeto gostaria que este protótipo fosse algo móvel e de fácil locomoção, pois este equipamento possivelmente será transportável. O Software deve ser operável/adaptável tanto por *tablets* ou *smartphones*, portanto devem ser de layout responsivo, criando assim uma interface fácil e agradável para o usuário.

Conclui-se que com os avanços da tecnologia, é possível a invenção de um aparelho que possa auxiliar o homem especificamente no molde de ferraduras para solípedes, e, deste modo, revolucionar a história de um tão sonhado conforto e praticidade tanto para o profissional quanto, principalmente, para os solípedes. Ressalto ainda que este trabalho é de suma importância, inédito e imprescindível para a saúde e bem-estar de equinos no mundo todo aqui inventada.

## 6. Referências

- ALVARENGA NETO, O. M. (2013) Laminite equina e ferrageamento corretivo. 2013, 44 f. Monografia (graduação em medicina veterinária), Universidade Tuiuti do Paraná, Curitiba.
- ASTAH. Powerful and Fast UML Diagramming Software, 2020. Disponível em: <<https://astah.net/products/astah-uml/>>. Acesso em: 3 nov 2020.
- DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSIG, C. J. G. (1997) Tratado de anatomia

veterinária. 2 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 668p.

FIGMA. Figma: the collaborative interface design tool, 2020. Disponível em:  
<<https://www.figma.com/>>. Acesso em: 29 set 2020.

MAPA, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2016) Revisão do Estudo do Complexo do Agronegócio do Cavalo, Brasília.

NIGRI, D. O Figma e o futuro das ferramentas de Design. UX Collective, 2020.  
Disponível em: <<https://brasil.uxdesign.cc/o-figma-e-a-próxima-geração-de-ferramentas-de-design-ab1682d2a2dd>>. Acesso em: 29 set 2020.

POLLITT, C. C. (2004) Equine laminitis. Clin. Techn. Equine Pract., v. 3, n. 1, p. 34-44.

RIBEIRO, G. H. C. (2013) Anatomia, biomecânica e principais patologias do membro distal de equinos: quartela e casco. Seminário apresentado Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária e Zootecnia. Universidade Federal de Goiás, Goiás.

STASHAK, T. (2006) Claudicação em equinos. Ed. ROCA: São Paulo.