



Desenvolvimento de um Carrinho Manual para Transporte de Sacas a Partir da Bioinspiração no Besouro-Hércules

Development of a Manual Cart for Transporting Bags Based on Bioinspiration from the Hercules Beetle

SILVA, Itamar Ferreira da; Doutor; Universidade Federal de Campina Grande

itamarfs0210@gmail.com

SILVA, Euller Figueiredo; Graduado; Universidade Federal de Campina Grande

eullerfs@outlook.com.br

LIRA, Italo Laurent Azevedo; Graduado; Universidade Federal de Campina Grande

italolalira@gmail.com

OLIVEIRA, Wesley Michel Pereira; Graduado; Universidade Federal de Campina Grande

wmichel255@gmail.com

Número da sessão temática da submissão – [5] IV Fórum de Biônica e Biomimética

Resumo

O presente estudo busca utilizar da metodologia de biomimética para criar um redesign do carrinho de mão, baseado tanto na forma quanto no sistema de alavanca do besouro Hércules. Este produto teve como intuito a experimentação da biomimética em sala de aula. Durante o desenvolvimento foram criados conceitos que visavam uma melhor usabilidade para um produtor independente, visto que sistemas de maquinários já estão disponíveis no mercado. Através da biomimética, buscou-se criar um produto acessível em termos de custo de fabricação, ao mesmo tempo funcional e seguro para uso por poucos trabalhadores, promovendo a ergonomia no uso do equipamento.

Palavras-chave: Biomimética; Bioinspirado; Design de Produto

Abstract

This study seeks to use the biomimetic methodology to create a redesign of the wheelbarrow, based on both the shape and the lever system of the Hercules beetle. This product was intended to experiment with biomimetics in the classroom. During development, concepts were created that aimed at better usability for an independent producer, since machinery systems are already available on the market. Through biomimetics, the aim was to create a product that is affordable in terms of manufacturing cost, while at the same time functional and safe for use by a few workers, promoting ergonomics in the use of the equipment.



Keywords: *Biomimicry; Bio inspired; Product Design*

1. Introdução

A biomimética é uma metodologia que utiliza da natureza para inspiração de produtos, sejam eles em níveis estéticos ou funcionais. Muitas vezes a Biomimética contribui para a criação de sistemas mais sustentáveis, utilizando o próprio princípio da natureza de conservação, ou quando ele surge na função estética do produto, aproveitando da inclinação natural humana à apreciação da natureza.

Conforme dados divulgados pela Food and Agriculture Organization Statistics (FAOSTAT), o Brasil foi o quarto maior produtor de grãos (Arroz, Cevada, Milho, Soja, Trigo) em 2020 (7,8% do total), depois da China, Estados Unidos e Índia. O dado evidencia a forte presença da produção de grãos na realidade do agricultor brasileiro.

O carrinho de mão tem origem no exército, sendo após utilizado na agricultura chinesa. Sua função é diminuir o desconforto dos trabalhadores ao transportar e deslocar equipamentos de forma segura. A configuração do carrinho de mão é com duas alças traseiras junto de duas rodas. Atualmente existem vários modelos de carrinhos de mão no mercado, no entanto seu uso a longo prazo pode acarretar em dores lombares, principalmente se o produto for utilizado de maneira incorreta.

Ao identificar essa problemática, percebeu-se a necessidade de um produto similar no mercado, mas voltado especificamente para o produtor agrícola individual. Dessa forma, a metodologia da biomimética foi escolhida para trazer inovação tecnológica ao carrinho de mão, ao mesmo tempo em que busca reduzir os custos de fabricação e diminuir o esforço do usuário durante o seu uso.

2. Biomimética

De acordo com o Biomimicry Institute, biomimética é:

(...) uma prática que aprende e imita as estratégias usadas por organismos vivos para resolver desafios comparáveis aos que enfrentamos como indivíduos e sociedades. O benefício é que a natureza nos apresenta muitas estratégias muito melhores para trabalhar harmoniosamente com o resto da natureza do que muitas estratégias desenvolvidas pelo homem têm sido. O objetivo então é criar produtos, processos e sistemas que resolvam nossos maiores desafios de design de forma sustentável e em harmonia com toda a vida na Terra (Biomimicry Institute, 2025).

Portanto, esta metodologia é uma forma de buscar na natureza inovações e soluções de problemas, criando assim produtos novos em termos estéticos e/ou funcionais que estarão condizentes com a sociedade atual, que busca mais proximidade com a sustentabilidade.

3. Besouro Hércules

Considerado um dos maiores insetos voadores, o besouro-hércules chama atenção pela estrutura de pinça que possui em sua cabeça e tórax.

Com nome que homenageia "Hércules", o herói da mitologia grega que possuía uma força sobre-humana, o inseto também surpreende por sua força fora do comum. Após experimentos

feitos em laboratório, foi confirmado que um besouro adulto é capaz de transportar até 850 vezes a sua massa corporal. Esta proeza equivale a um humano erguer sozinho nove elefantes.

O besouro Hércules (Dynastes Hercules) é um invertebrado nativo das Américas do Sul, América Central e Índias Ocidentais. Sua nomenclatura vem da mitologia grega, onde o personagem Hércules possuía força notável, assim o besouro é chamado por esse nome por ter força para transportar grandes massas, muitas vezes mais que sua massa corporal.

O macho desta espécie tem a presença de chifres em formato de pinça na parte de cima da cabeça, estes que são utilizados quando os besouros necessitam combater entre si e subjugar outros besouros da mesma espécie.

4. Carrinho de Mão

O carrinho de mão, aparece em diversas partes da história, na China ele foi utilizado como instrumento do exército. No século XIII ele é utilizado em minas, na agricultura e na construção.

A invenção do carrinho de mão aconteceu entre os séculos I e II. Foi durante o período de dinastia Han na china, pelo chinês Zhug Liang (primeiro ministro do Reino de Shu Han). Liang pertencia ao exército e o invento do carrinho ajudaria nas tarefas realizadas pelas tropas (Conceição et al apud Nunes, p.2).

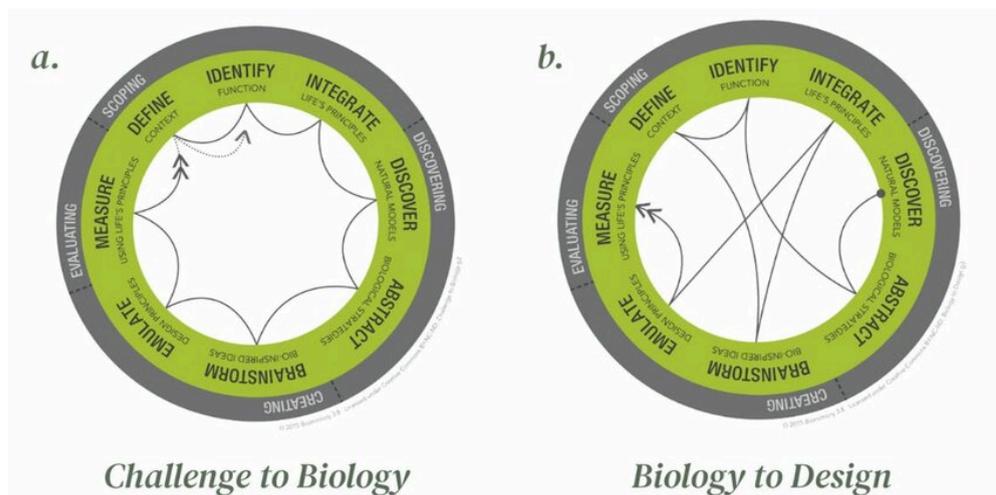
Algures entre 1170 e 1250 o carrinho de mão reaparece e nesse período existem pelo menos quatro sítios onde o carrinho de mão foi referido, mas os termos utilizados eram diferentes. Apesar da diferença de nome quase todos tinham o mesmo desenho.

O fato é que o carrinho de mão é um instrumento amplamente utilizado até hoje, porém mantendo suas características formais desde seu surgimento, havendo espaço para redesigns, ultimamente visando a ergonomia como principal elemento.

5. Procedimentos Metodológicos

Durante o processo metodológico foi aplicada a abordagem baseada em solução ou “bottom up”, que se inicia com o estudo de um sistema natural interessante, sem um problema específico em mente. A partir dessa análise, busca-se uma aplicação inovadora para esse mecanismo ou princípio no design de um novo produto. O objeto de pesquisa foi o besouro Hércules e seus diferentes sistemas.

Figura 1: Ferramenta de pensamento biomimético e suas duas abordagens. Neste caso foi usada a abordagem B



Fonte: Biomimicry 3.8, 2015

Figura 2: Esquema dos principais sistemas naturais do besouro héracles.



Fonte: Elaborado pelos autores

O sistema escolhido acabou sendo o de alavanca, que está apresentado no chifre torácico do animal. Com o sistema escolhido foram criados conceitos de que tipo de produtos poderiam ser beneficiados com esse sistema, já que são os chifres do animal que fazem com que ele possa levantar outros insetos em momentos de combate. Portanto, observou-se a oportunidade de criar um produto que erguesse uma quantidade significativa de peso sem prejudicar o usuário

Figura 3: Pontos principais abordados sobre a funcionalidade do sistema de alavanca.



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 4: Investigação sobre possíveis produtos que poderiam ser gerados a partir do sistema selecionado.



Fonte: Elaborado pelos autores

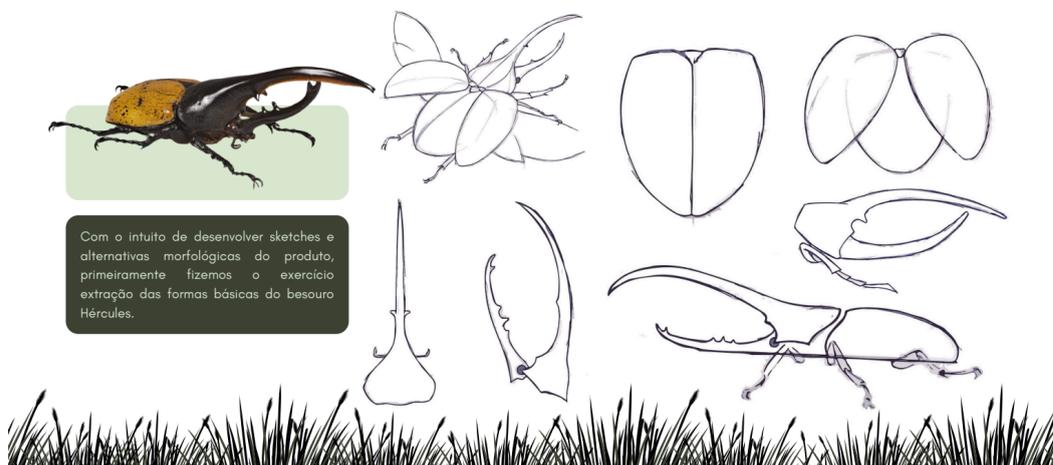
Após discussões a proposta que escolhida foi o redesign do carrinho de mão baseado no sistema de alavanca do chifres do besouro Hércules.

6. Aplicações e/ou Resultados

6.1 Evolução conceitual

Nesta etapa os primeiros sketches foram produzidos, todos focados no sistema de pinça para carregar sacas. Primeiramente houve o estudo da forma do inseto.

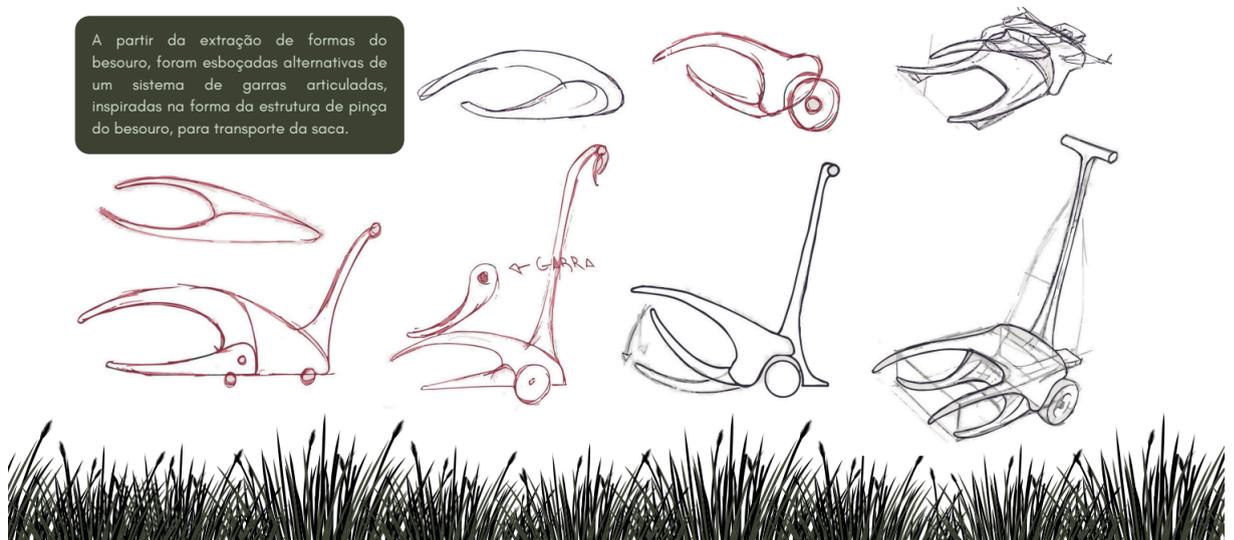
Figura 5: Estudo de forma do besouro para melhor compreensão de sua estrutura.



Fonte: elaborada pelos autores

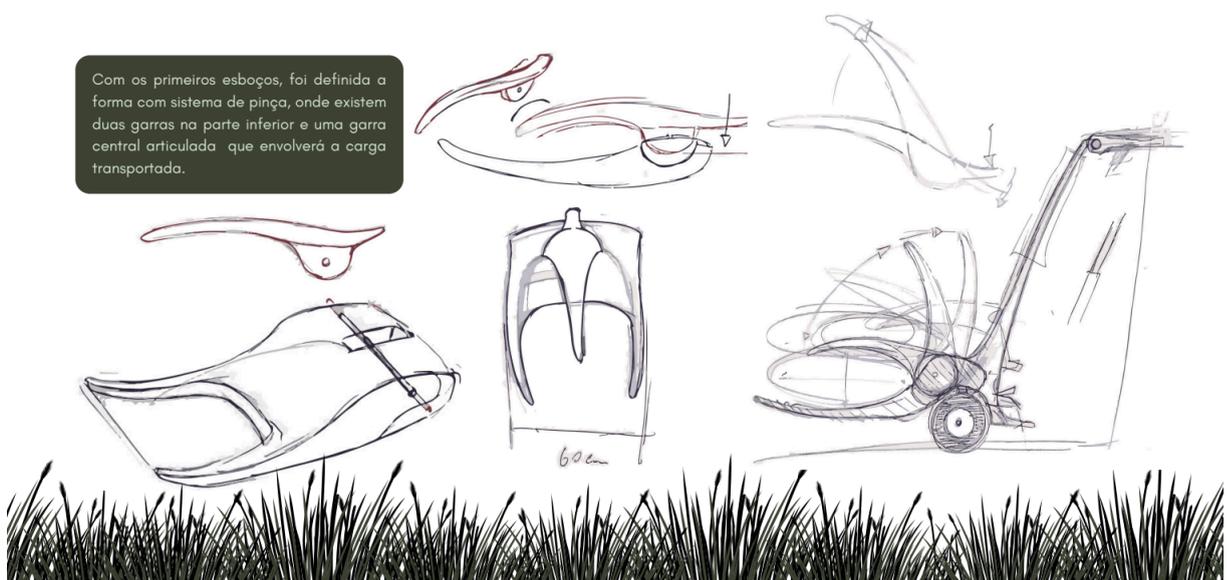
Em seguida foram criadas alternativas que posteriormente foram refinadas.

Figura 6: Esboços iniciais do produto a ser gerado a partir da extração das formas do besouro



Fonte: Elaborado pelos autores

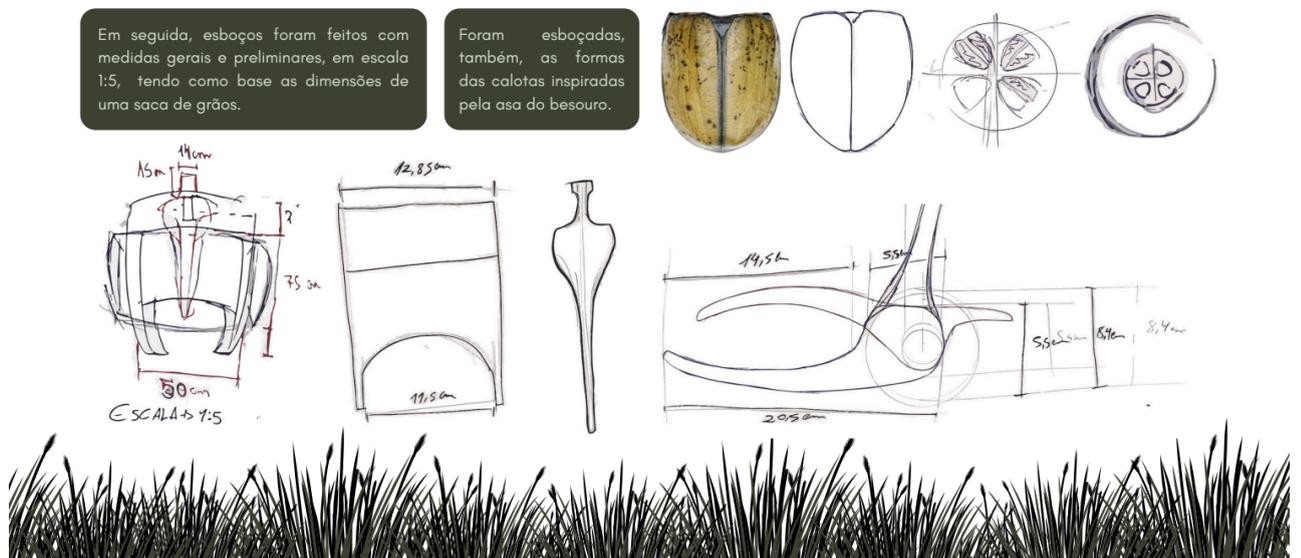
Figura 7: Refinamento das principais alternativas geradas com o estudo de forma



Fonte: Elaborado pelos autores

Houve o estudo de como o sistema de alavanca iria funcionar.

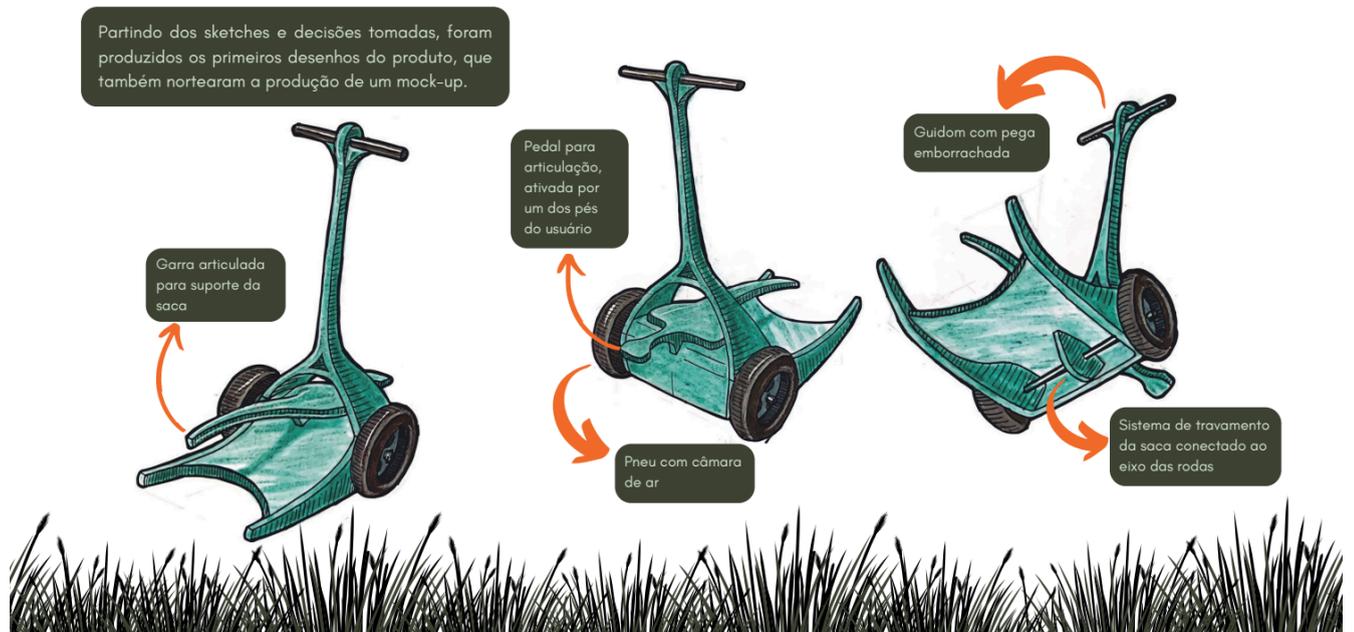
Figura 8: Esboços gerados a partir do estudo de medidas gerais de uma saca de grãos



Fonte: Elaborado pelos autores

Por fim, o produto foi dimensionado para comportar o tamanho das sacas.

Figura 9: Desenho refinado do produto



Fonte: Elaborado pelos autores

Ademais, melhorias foram feitas para tornar o produto mais confortável, como a presença de um guidão emborrachado e o sistema em que acionaria a pega em pinça.

6.2 Estudos de usabilidade

Foram feitos desenhos que exemplificariam como seria a usabilidade do produto em seu ambiente.

Figura 10: Análises de usabilidade e produto interagindo com o usuário



Fonte: Elaborado pelos autores

O carrinho seria utilizado por apenas um usuário, ele teria um sistema posicionado próximo aos pés da pessoa, onde ela pressiona um pedal que eleva a garra articulada, esta que é baseada no movimento de pinça do inseto. A garra articulada serve para segurar a saca e a manter enquanto é transportada.

7. Análises dos Resultados

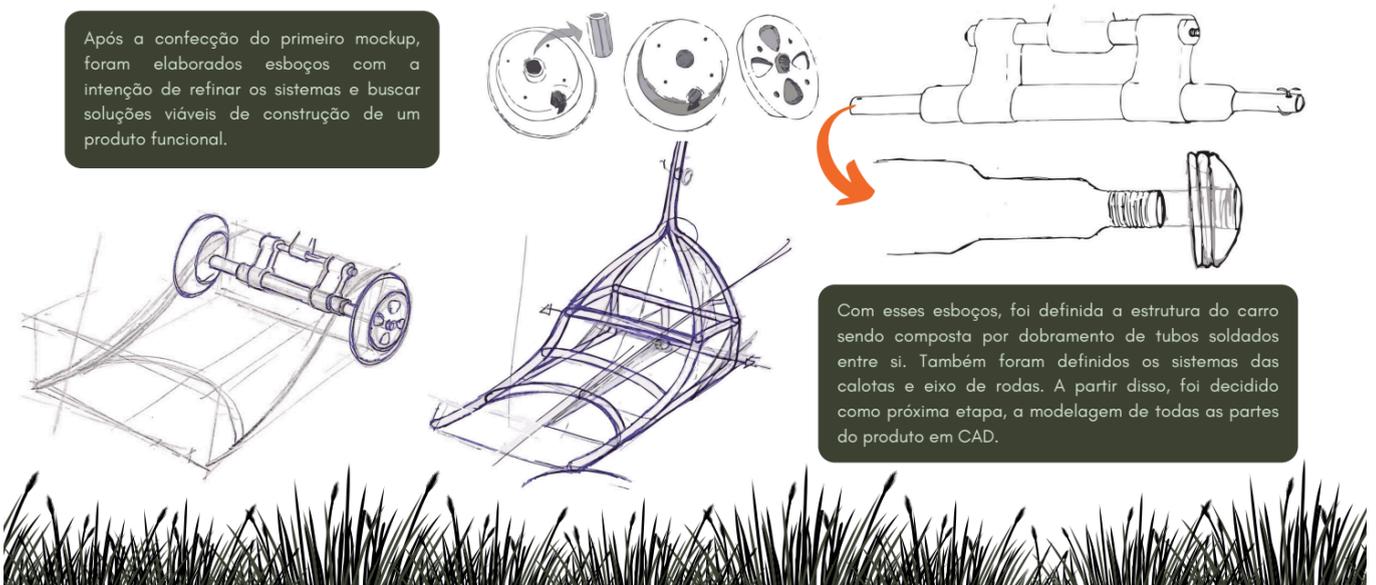
Após a fase de conceituação foi criado o mockup do produto, nesta fase, percebeu-se a necessidade de indicar um sistema de eixos separando as rodas da garra de metal garantindo uma melhor funcionalidade e possibilitando a fabricação deste produto, além de uma estrutura interna de metal para fornecer maior sustentação e resistência.

Figura 11: Mockup do produto confeccionado em papelão



Fonte: Elaborado pelos autores

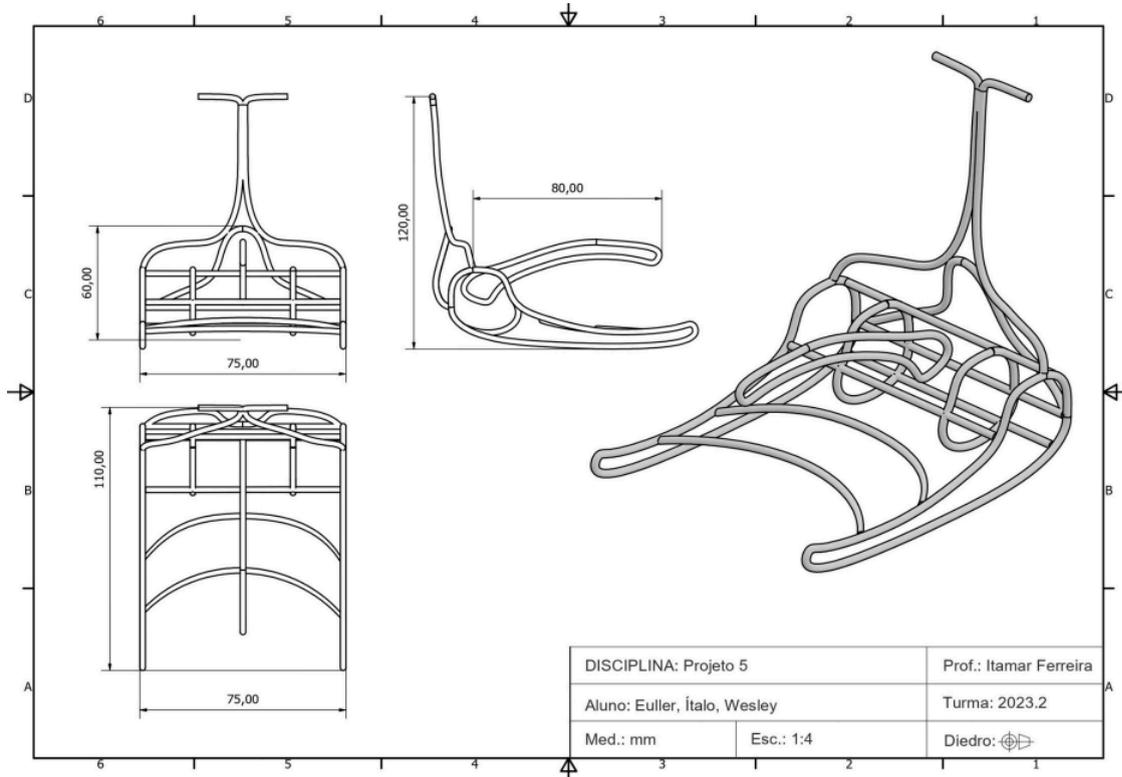
Figura 12: Estudo da estrutura interna e sistema de eixos



Fonte: Elaborado pelos autores

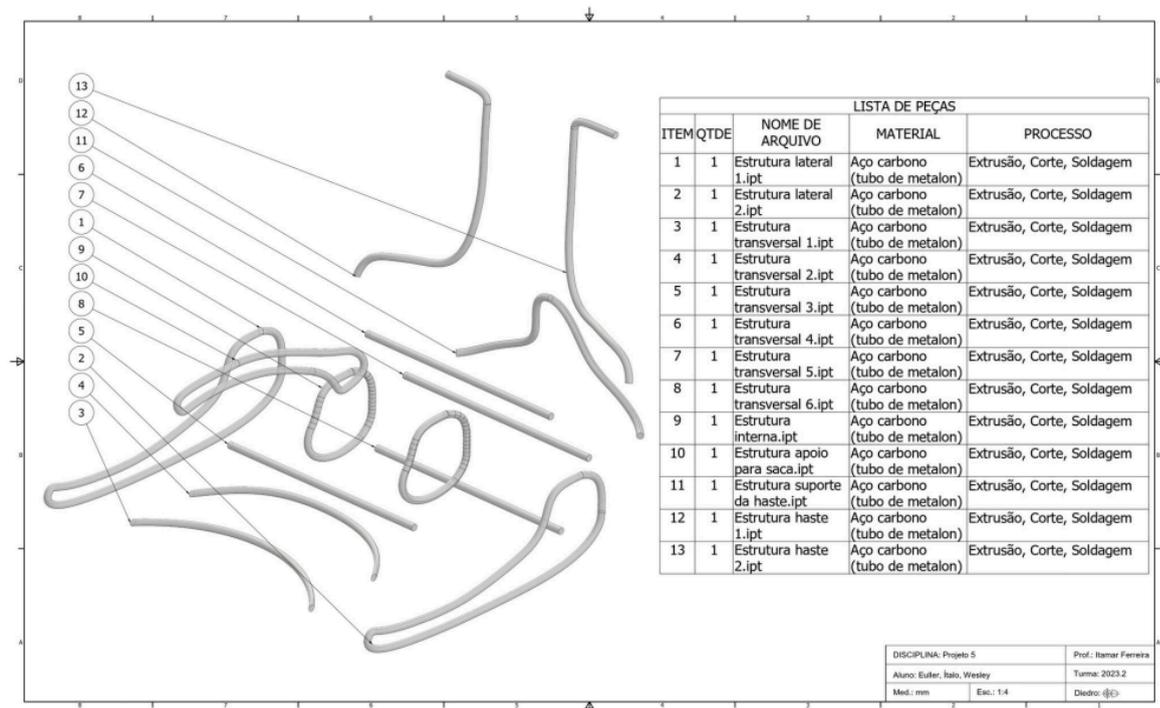
A partir disto, foi realizada a modelagem e o detalhamento técnico do produto em software CAD.

Figura 13: Desenho técnico da estrutura interna de metal do produto



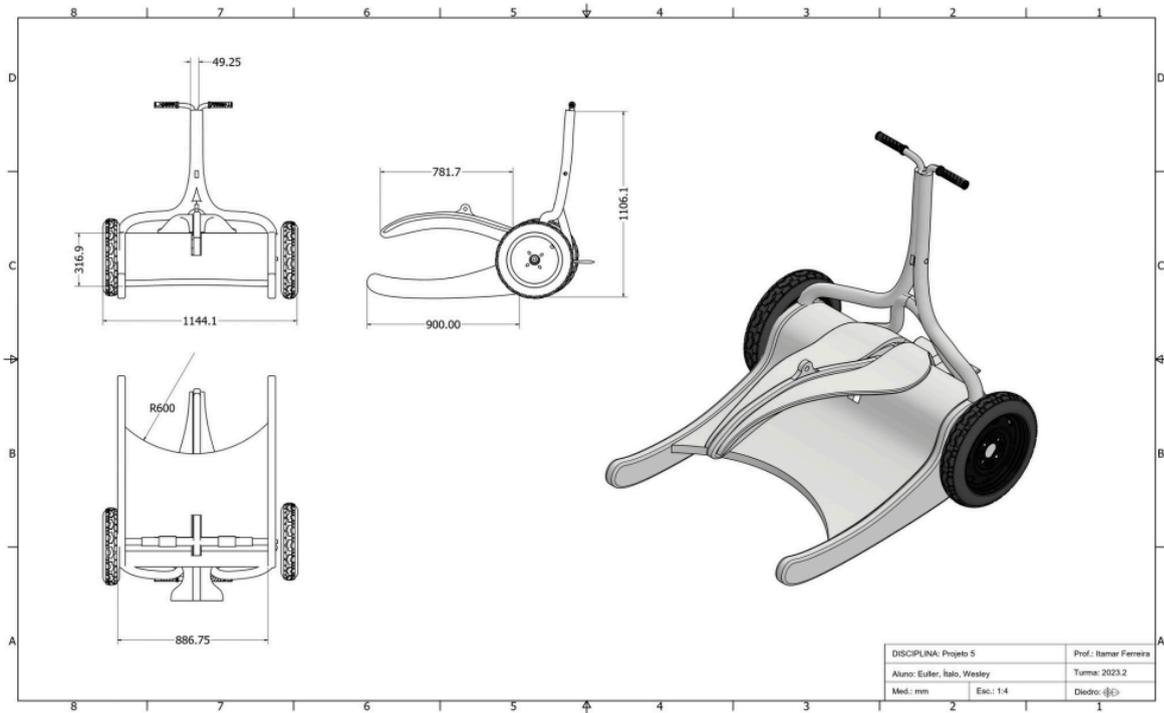
Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 14: Vista explodida da estrutura interna do produto, contendo materiais e processos de fabricação



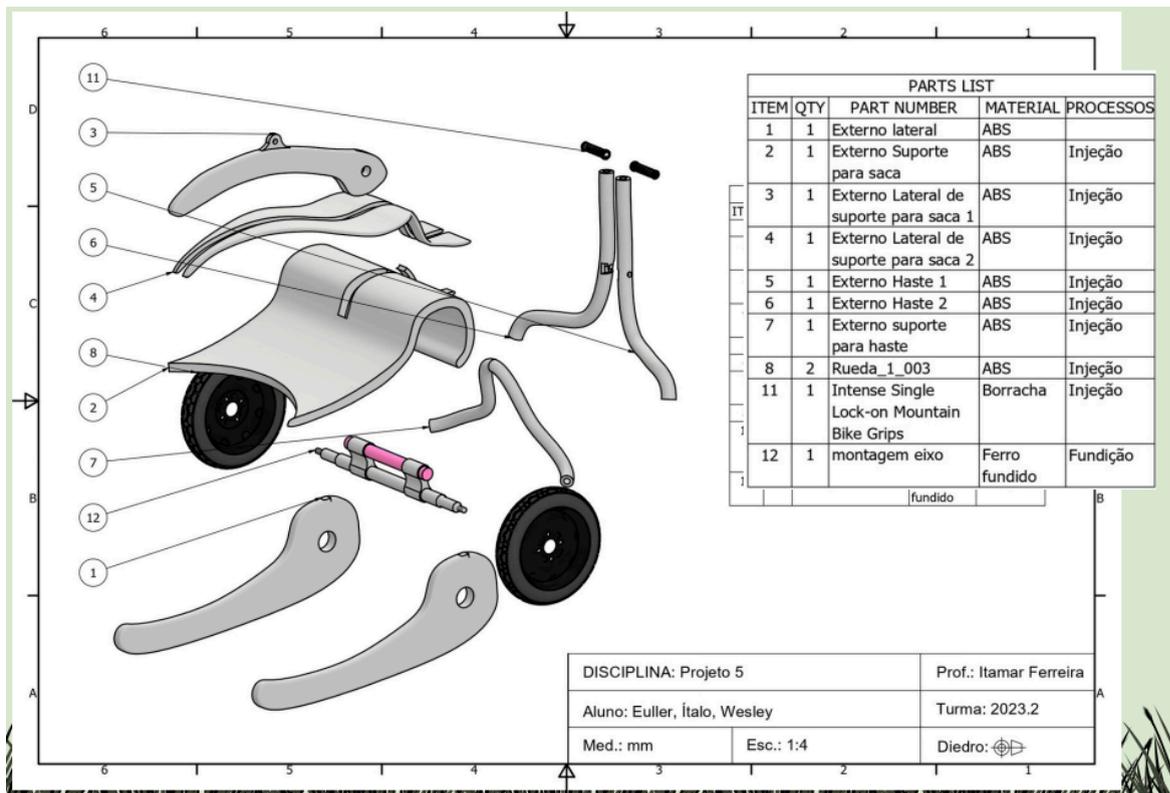
Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 15: Desenho técnico da estrutura externa do produto



Fonte: Elaborado pelos autores

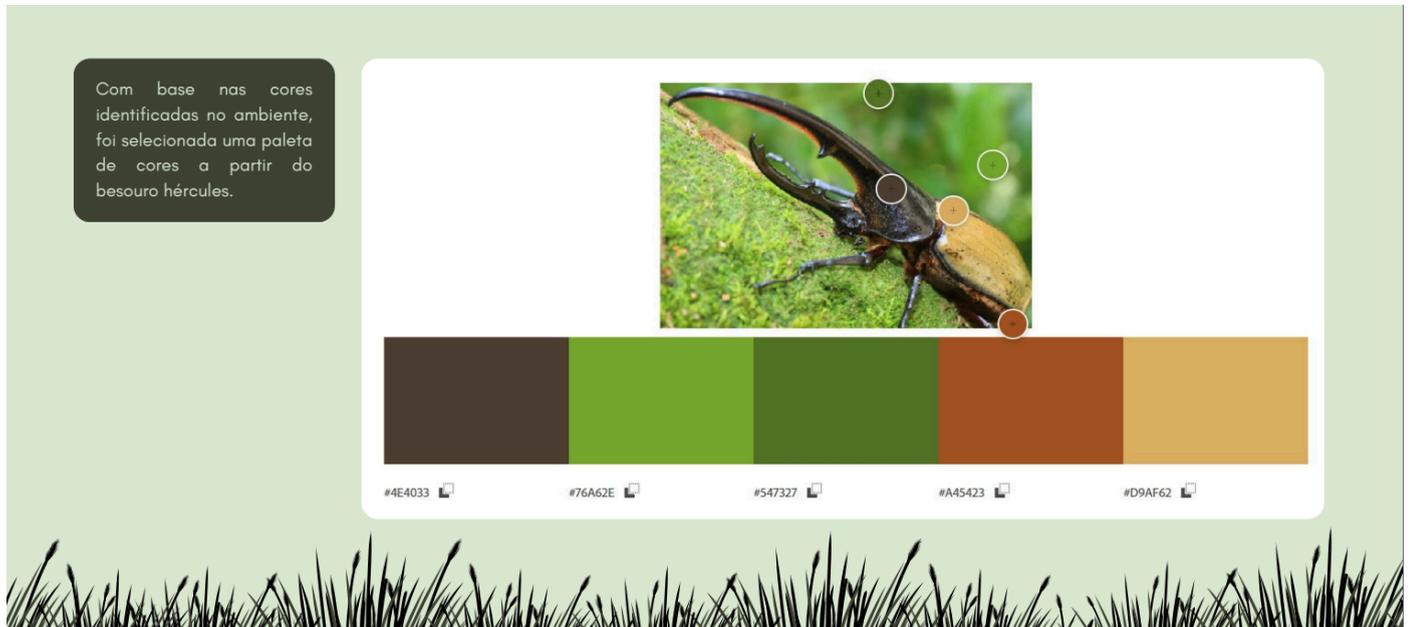
Figura 16: Vista explodida da estrutura externa do produto, contendo materiais e processos de fabricação



Fonte: Elaborado pelos autores

Por fim houve o estudo cromático, baseado no próprio besouro Hércules.

Figura 17: Estudo cromático do produto baseada no besouro e no ambiente



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 18: Renders gerados com alternativas distintas de configurações de cores



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 19: Modelo final produzido para apresentação



Fonte: Elaborado pelos autores

8. Conclusão ou Considerações Finais

A pesquisa aqui apresentada evidencia a eficácia da abordagem biomimética como ferramenta metodológica no design de produtos, destacando sua capacidade de gerar soluções eficientes e inovadoras. A análise do sistema de alavanca do besouro-hércules proporcionou uma base conceitual sólida para o desenvolvimento de um carrinho manual ergonomicamente confortável, cuja estrutura otimiza o esforço humano ao replicar princípios biomecânicos naturais. Além disso, a simplicidade construtiva do projeto não apenas viabiliza sua produção em larga escala, mas também favorece sua acessibilidade a diferentes contextos de uso.

Contudo, embora a solução desenvolvida tenha se mostrado funcional e eficiente, é imperativo reconhecer suas limitações e possibilidades de aprimoramento. Apesar da facilidade de manuseio e da eficácia estrutural, aspectos como a adaptabilidade do carrinho a diferentes tipos de terreno e sua durabilidade sob condições adversas exigem investigações complementares.



Referências

BIOMIMICRY INSTITUTE. What is biomimicry?. Disponível em: <https://biomimicry.org/inspiration/what-is-biomimicry/>. Acesso em: 10 mar. 2025.

BIOMIMICRY 3.8. DesignLens – Biomimicry Thinking. Disponível em: <https://biomimicry.net/the-buzz/resources/designlens-biomimicry-thinking/>. Acesso em: 12 mar. 2025.

CABRITA, Pedro et al. Biomimetic Design Inspired by Hercules Beetle. *Biomimetics*, v. 7, n. 1, p. 25, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2313-7673/7/1/25>. Acesso em: 20 mar. 2025.

G1. Pequeno gigante: conheça besouro que mede 17 cm e consegue levantar até 850 vezes seu peso. *Terra da Gente*, 18 set. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2023/09/18/pequeno-gigante-conheca-besouro-que-mede-17-cm-e-consegue-levantar-ate-850-vezes-seu-peso.ghtml>. Acesso em: 20 mar. 2025.

ORIGEM DAS COISAS. A origem do carrinho de mão. Disponível em: <https://origemdascosas.com/a-origem-do-carrinho-de-mao/>. Acesso em: 25 mar. 2025.

IBRACHINA. Invenções chinesas: carrinho de mão. Disponível em: <https://ibrachina.com.br/invencoes-chinesas-carrinho-de-mao/>. Acesso em: 28 mar. 2025.

FAO. FAOSTAT: Statistical Database. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 28 mar. 2025.

CARVALHO, João. Desenvolvimento de produto bioinspirado para transporte de carga no setor agrícola. 2023. Dissertação (Mestrado em Design) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/256946/18.pdfsequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 mar. 2025.