

REDESIGN DO MÓDULO DO NINHO DA CAIXA INPA PARA ABELHA BORÁ (*Tetragona clavipes*).

REDESIGN OF THE INPA BOX NEST MODULE FOR THE BORÁ BEE (*TETRAGONA CLAVIPES*).

[Andréa Freire Pereira]¹
[Andrea Sampaio Tibery]²

RESUMO

PEREIRA, Andréa Freire. Redesign do Módulo do Ninho da Caixa INPA para Abelha Borá (*Tetragona clavipes*) no Distrito Federal.: 2025. Artigo (Tecnologia de Design de Produto) — Instituto Federal de Brasília, Brasília, 2025}

A meliponicultura no Distrito Federal tem se consolidado como prática sustentável para conservação das abelhas nativas sem ferrão, especialmente *Tetragona clavipes* (Borá), frente às pressões ambientais sobre o Cerrado. Este estudo, fundamentado na metodologia do Duplo Diamante, teve como objetivo inicial a otimização da melgueira para aumento da produção de mel. No entanto, a análise aprofundada revelou que a infestação por moscas-forídeos representa o principal desafio à sobrevivência das colônias. Com base em orientações técnicas e visitas a meliponários, o foco do projeto foi redirecionado para o redesign do ninho e sobreninho, priorizando a proteção contra a praga e a melhoria do manejo. O processo de redesign foi guiado por princípios de sustentabilidade, funcionalidade e responsabilidade social, resultando em soluções que simplificam o manejo, aumentam a resiliência das colônias e contribuem para a sustentabilidade da meliponicultura na região.

Palavras-chave: meliponicultura, abelhas sem ferrão, *Tetragona clavipes*, forídeos, redesign, ninho.

¹ Graduanda em Tecnologia em Design de Produto no Instituto Federal de Brasília — Campus Samambaia. Bacharela em Engenharia Florestal pela Universidade de Brasília. E-mail: arvorepereira@gmail.com.

² Breve currículo que qualifique o(a) orientador(a) na área de conhecimento do artigo, bem como o endereço de e-mail eletrônico. Ex: Professora no Instituto Federal de Brasília — Campus Samambaia. Especialista em Artes Visuais pela Universidade Federal de Brasília. E-mail: 1194704@ifb.edu.br.

SUMMARY

Meliponiculture in the Federal District has established itself as a sustainable practice for the conservation of native stingless bees, especially *Tetragona clavipes* (Borá), in the face of environmental pressures on the Cerrado. This study, based on the Double Diamond methodology, initially aimed to optimize the super to increase honey production. However, an in-depth analysis revealed that phorid fly infestation represents the main challenge to colony survival. Based on technical guidance and visits to meliponary centers, the project's focus was redirected to redesigning the nest and supernest, prioritizing pest protection and improved management. The redesign process was guided by principles of sustainability, functionality, and social responsibility, resulting in solutions that simplify management, increase colony resilience, and reduce the risks to the sustainability of meliponiculture in the region.

Keywords: meliponiculture, stingless bees, *Tetragona clavipes*, phorids, redesign, nest.

Data de aprovação: XX/XX/XXXX

1. INTRODUÇÃO

A crescente valorização das abelhas nativas como agentes fundamentais na polinização e conservação ambiental tem impulsionado a meliponicultura no Brasil. No Distrito Federal (DF), essa prática se mostra eficaz para diminuir a perda de hábitat e promover a biodiversidade, mesmo diante das pressões sobre o bioma Cerrado. A criação de abelhas sem ferrão em ambientes controlados, como chácaras e residências, tem ganhado destaque como alternativa sustentável (AME-DF, 2025).

A legislação brasileira tem evoluído para apoiar essa atividade, com destaque para a Resolução CONAMA nº 496/2020, que regulamenta o manejo de abelhas nativas sem ferrão, e a Lei nº 14.639/2023, que institui a Política Nacional de Incentivo à Produção Melífera. No âmbito local, a Lei nº 7.311/2023 do DF complementa esse arcabouço, reforçando a necessidade de regularização dos meliponicultores para garantir conformidade com a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) e evitar impactos ecológicos negativos.

Este estudo aplicou a metodologia do Duplo Diamante, desenvolvida pelo Design Council do Reino Unido, que estrutura o processo de inovação em quatro fases: descobrir, definir, desenvolver e entregar (DESIGN COUNCIL, 2005; FLOWUP, 2024). O objetivo inicial foi otimizar a melgueira para *Tetragona clavipes* (Borá), visando maior capacidade de armazenamento de mel em períodos de abundância de néctar. Contudo, a análise revelou que a principal ameaça à sobrevivência das colônias era a infestação por moscas-forídeos, atraídas por matéria orgânica em fermentação.(DUARTE, 2012)

Com orientação técnica especializada, o foco do projeto foi redirecionado para o redesign do ninho, priorizando a proteção contra forídeos e a melhoria do manejo. A melgueira permaneceu como componente secundário. O processo evolutivo envolveu prototipagem e validação de soluções, com ênfase na funcionalidade, sustentabilidade e impacto social positivo.(FASTER CAPITAL, 2025).

O redesign, nesse contexto, é entendido como uma estratégia de inovação orientada por princípios de design de produto, visando resolver vulnerabilidades críticas, incorporar avanços tecnológicos e garantir a relevância do sistema produtivo ao longo do tempo (ULRICH; EPPINGER; YANG, 2020; BAXTER, 2011). A abordagem adotada reforça o papel do design como ferramenta de transformação social e ambiental na meliponicultura (MANZINI, 2015).

1.1. Justificativa

A ameaça imposta pelos forídeos compromete diretamente a viabilidade e o sucesso dos meliponários, especialmente aqueles em ambientes urbanos e em chácaras, que desempenham um papel crucial na manutenção da biodiversidade local no DF. A ausência de soluções eficazes e preventivas no design das caixas racionais para essa praga específica, resulta em perdas significativas para os meliponicultores e impacta negativamente os esforços de conservação das espécies. Assim, o desenvolvimento de um redesign do ninho para a caixa racional modelo INPA, não apenas aumentará a proteção das colônias de Borá, mas também poderá servir de modelo para outras espécies vulneráveis.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Propor o redesign do ninho da caixa racional modelo INPA para a espécie *Tetragona clavipes* (Borá), visando maior proteção contra forídeos e melhor desempenho no manejo meliponícola.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analisar as características biológicas e comportamentais da *Tetragona clavipes* relevantes para o design da caixa;
- Identificar os pontos de vulnerabilidade do modelo INPA tradicional frente a ataques de moscas-forídeos;
- Desenvolver aprimoramentos dimensionais para a área do ninho e abertura lateral com dupla camada;
- Propor um sistema de vedação entre módulos para dificultar ou impedir a infestação por forídeos;
- Incorporar percepções de meliponicultores experientes, para validar e refinar as soluções de design.

1.3 Resultados Desejáveis

Espera-se que o redesign da caixa INPA resulte em um sistema mais resistente à infestação por forídeos, contribuindo para a redução da mortalidade das colônias e a otimização da produção de mel e subprodutos em escala familiar. Além disso, o estudo visa oferecer um modelo replicável para outras espécies de abelhas nativas, fortalecendo a meliponicultura sustentável e a conservação da biodiversidade no Distrito Federal e em outras regiões. O design proposto também busca facilitar o manejo, promovendo o bem-estar das colônias de forma inovadora e eficiente.

2.DESENVOLVIMENTO:

2.1.Metodologia:

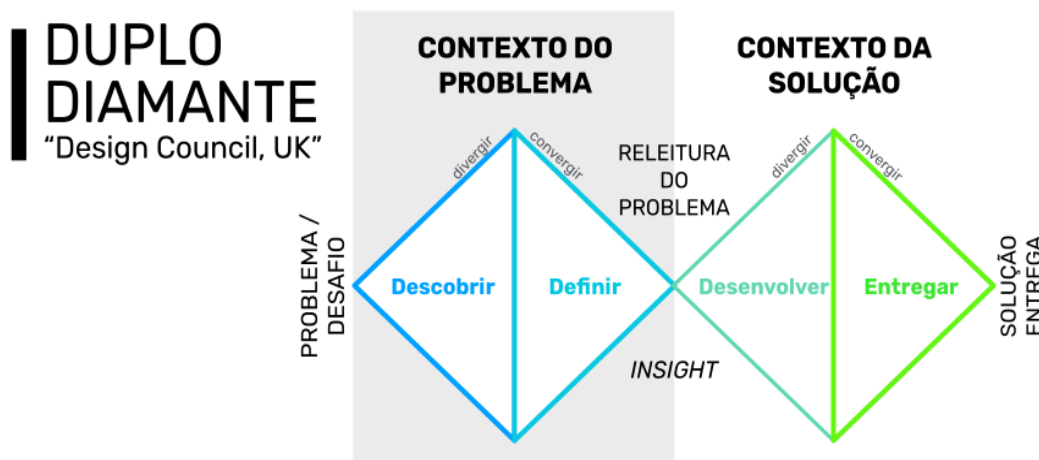
O Design Thinking tem como foco a compreensão profunda dos desafios enfrentados pelas pessoas, para então propor soluções que realmente atendam às suas necessidades. “O Design Thinking baseia-se na alternância entre dois modos de pensar: o pensamento divergente, que amplia o campo de possibilidades, e o pensamento convergente, que busca selecionar e refinar as melhores ideias”(BROWN, 2020).

Para guiar o processo de desenvolvimento, as etapas projetuais foram fundamentadas nos conceitos do Duplo Diamante. Essa metodologia, amplamente reconhecida como uma representação visual simplificada do processo de design e inovação, foi desenvolvida e publicada pelo Design Council do Reino Unido em 2004 (DESIGN COUNCIL, 2004).

As fases não são estáticas ou lineares, mas sim flexíveis e adaptáveis. Isso facilitaria a compreensão do projeto como um todo, ajudando, guiando e impulsionando as ações para, de fato, se alcançar e apresentar uma solução, permitindo também a observação do andamento ao longo do processo. (Figura 1).

Etapas Projetuais: Descobrir; Definir; Desenvolver e Entrega.

Figura 1. Modelo Double Diamond aplicado ao design de soluções complexas



Fonte: SOMOSTERA (2025). Disponível em: <https://blog.somostera.com/ux-design/double-diamond>. Acesso em: 23 jul. 2025.

2.2.1- Fase de Descoberta - Análise do problema e pesquisa teórica.

A fase de Descoberta marca o início do processo de design, com foco na exploração ampla e livre de julgamentos do problema. No contexto das abelhas sem ferrão, essa etapa envolve a imersão no universo da meliponicultura, buscando compreender profundamente as necessidades dos criadores e os desafios enfrentados pelas colônias, especialmente no combate a pragas e na eficácia do manejo. Técnicas como brainstorming são utilizadas para gerar múltiplas ideias e perspectivas, assegurando uma visão completa do cenário antes da definição de soluções.

Toda questão de design parte de uma necessidade humana que se traduz em um problema a ser resolvido (Löbach, 2001; Phillips, 2008). Neste estudo, o problema geral identificado é a ameaça à sustentabilidade e à produtividade da meliponicultura, causada principalmente por ataques de pragas e práticas inadequadas de manejo.

O problema específico concentra-se na vulnerabilidade das colônias da abelha sem ferrão *Tetragona clavipes* (popularmente conhecida como Borá) à infestação por forídeos, agravada pela forma de acesso ao ninho. O manejo superior pode danificar os potes de pólen e mel, favorecendo a fermentação e atraindo os insetos. O redesign do ninho busca diminuir esses impactos, protegendo a colônia e promovendo práticas mais seguras e eficientes.

O redesign do ninho, com intervenção lateral e visor de acrílico, surge como uma solução direta para este problema específico, visando diminuir os ataques do forídeo e melhorar as práticas de manejo.

A análise do problema é uma etapa fundamental no processo de design, pois permite compreender com profundidade as necessidades reais que motivam o desenvolvimento de soluções. Segundo Pazmino (2015), essa análise pode ser conduzida por meio das perguntas “Como?”, “Por quê?” e “Para quem?”, as quais ajudam a delimitar o escopo do projeto, identificar os fatores críticos e orientar as decisões de projeto de forma mais precisa.

No contexto da meliponicultura, especialmente no manejo da abelha sem ferrão *Tetragona clavipes* (popularmente conhecida como Borá), essa abordagem revelou que o problema central não está apenas na limitação de espaço da caixa INPA tradicional, mas na vulnerabilidade das colônias aos ataques de forídeos, agravada por práticas inadequadas de manejo. A forma de acesso superior à caixa, comum entre meliponicultores, pode causar a destruição dos potes de mel e pólen, favorecendo a fermentação e, conseqüentemente, atraindo os forídeos. Esses insetos representam uma das maiores ameaças à sobrevivência das colônias, podendo levar à perda total da produção e inviabilizar economicamente a atividade.

Diante disso, o projeto foi reorientado para priorizar a proteção do ninho contra os forídeos, propondo intervenções estruturais e funcionais na caixa de criação. Entre as soluções propostas estão o redimensionamento do ninho e do sobreninho, a implementação de um acesso lateral para manejo e a incorporação de um visor de acrílico para observação não invasiva. A intervenção lateral visa evitar o acesso pela melgueira superior, reduzindo o estresse das abelhas e a perturbação da estrutura interna da colônia, além de dificultar o acesso dos forídeos ao ambiente interno. Já o visor de acrílico permite ao meliponicultor observar o estado do ninho e identificar precocemente sinais de infestação, sem a necessidade de abrir a caixa, o que contribui para um manejo mais eficiente e menos agressivo.

Essas soluções foram pensadas para atender às necessidades dos meliponicultores que trabalham com a espécie Borá, oferecendo alternativas mais sustentáveis e eficazes para o controle de pragas e o manejo das colônias. Além disso, beneficiam diretamente as abelhas, ao proporcionar um ambiente mais seguro e menos estressante, contribuindo para a saúde e longevidade das colônias. Por fim, fortalecem a sustentabilidade da meliponicultura como atividade econômica e ecológica, ao reduzir uma das principais causas de perdas de colônias.

O modelo de caixa racional INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) é amplamente reconhecido por sua importância na meliponicultura brasileira. Desenvolvido para simular o ambiente natural dos ninhos em ocos de árvores, esse modelo oferece condições adequadas ao desenvolvimento das colônias, respeitando a biologia das espécies nativas (SILVA; OLIVEIRA, 2010). Segundo Nogueira-Neto (1997, p. 56), “o modelo INPA revolucionou o manejo de abelhas sem ferrão no Brasil”, ao permitir práticas mais sustentáveis e menos invasivas.

A estrutura modular da caixa INPA é composta por elementos empilháveis que facilitam o crescimento vertical da colônia. Os principais componentes incluem: a base, que isola a estrutura do solo; o módulo do ninho, destinado à postura da rainha e ao desenvolvimento da cria; o sobreninho, utilizado quando há expansão da colônia; a melgueira, onde o mel excedente é armazenado; e a tampa, que protege contra intempéries e predadores. Essa configuração permite o manejo racional, com etapas como instalação da colônia, expansão dos módulos, colheita de mel e inspeções periódicas (SENAR, 2024).

Essas características tornam o modelo INPA uma referência na meliponicultura, mas também evidenciam a necessidade de adaptações e redesigns que respondam aos desafios contemporâneos, como o controle de pragas e a melhoria do manejo.

A abelha Borá (*Tetragona clavipes*), pertencente à família Meliponinae, é uma espécie sem ferrão de porte médio a grande (6–8 mm), com corpo marrom-escuro e asas longas. É amplamente distribuída no Brasil, incluindo o Distrito Federal, onde nidifica em ocos de árvores vivas (NOGUEIRA-NETO, 1997). Seu comportamento defensivo é notável: as operárias mordem e aplicam própolis em intrusos, o que lhe rendeu o apelido popular de “cola-cola”. Os potes de mel e pólen medem cerca de 3 cm, e as células de cria são organizadas em espiral helicoidal. O mel produzido possui sabor característico, por vezes levemente ácido.

Apesar de sua agressividade defensiva, colônias de *T. clavipes* são vulneráveis a pragas como as moscas-forídeos (Phoridae), especialmente após divisões recentes ou manejo inadequado. A fermentação de potes de pólen e mel atrai as moscas, cujas larvas consomem os recursos da colônia, desorganizam o ninho e podem levar ao colapso do enxame (CARVALHO, 2013; CRUZ et al., 2019).

As moscas-forídeos (Diptera: Phoridae) são consideradas uma das principais pragas na criação de abelhas sem ferrão. São dípteros de pequeno porte (0,5 a 6 mm), com ciclo biológico curto (3 a 10 dias), e são atraídos por odores de pólen fermentado ou colônias debilitadas (MELIPONARIO PIVOTO, 2013). As fêmeas depositam até 70 ovos por postura em substratos como potes de pólen, células de cria e lixeiras. As larvas competem com as abelhas pelos nutrientes, provocam estresse nas operárias e podem levar ao abandono do ninho ou à morte da colônia.

A identificação precoce da infestação é essencial. Indícios incluem presença de moscas adultas dentro da caixa, larvas visíveis na lixeira e potes com aspecto úmido e fermentado. O manejo eficiente exige vedação adequada das caixas, ventilação controlada e inspeções frequentes. A higiene constante, com remoção de resíduos como cera velha e pólen fermentado, é fundamental (GUIA DE AGROECOLOGIA, 2024; EMBRAPA, 2025). Além disso, colônias fortes são mais resistentes, e o fornecimento de alimentação suplementar pode ser necessário em períodos críticos.

Durante o manejo, é importante evitar danos aos potes de alimento e às células de cria, pois fermentos liberam odores que atraem os forídeos. A adoção de boas práticas e o monitoramento contínuo são essenciais para garantir a saúde das colônias e a sustentabilidade dos meliponários.

2.2.2 - Fase de Definir: Requisitos de projetos, características do usuário, Persona, Cenário, análise sincrônica, painel semântico e mapa conceitual.

A fase de Definição exige o delineamento dos fatores projetuais que impactam diretamente o ninho. A vulnerabilidade estrutural das caixas tradicionais, especialmente em relação à vedação e ao controle de umidade, representa um desafio crítico para a saúde das colônias. A presença de frestas, espaços excessivos e materiais inadequados favorece a entrada de pragas e a fermentação de potes de alimento, comprometendo o bem-estar das abelhas e a sustentabilidade do meliponário (CRUZ et al., 2019; CARVALHO, 2013).

O redesign do ninho, inspirado no modelo INPA, propõe soluções estruturais para diminuir os riscos identificados. A vedação robusta entre os módulos e a base é

essencial, considerando o pequeno porte dos forídeos. O uso de encaixes precisos e materiais de vedação adequados reduz significativamente a possibilidade de infestação. Além disso, a otimização do espaço interno, com dimensões compatíveis à espécie *T. clavipes*, evita áreas vazias que dificultam a defesa territorial pelas operárias. O acabamento liso e o uso de madeira tratada contribuem para a durabilidade da estrutura e dificultam a instalação de larvas em reentrâncias.

Requisitos do Projeto: Redesign do Ninho e Sobreninho Modelo INPA. O projeto propõe um ninho modular com dimensões internas de 240 mm de largura por 185 mm de altura, compatível com os módulos INPA existentes. A estrutura deve ser empilhável e apresentar aberturas verticais com furo central para passagem das abelhas. O acesso lateral duplo, com painel interno de acrílico e porta externa de madeira, permite observação sem perturbação direta. A proteção ativa contra forídeos é garantida pelo design da porta, que dificulta a entrada de pragas e evita derramamentos. Os requisitos não funcionais incluem facilidade de manuseio, durabilidade, segurança dos materiais e viabilidade econômica para produção em larga escala, com preferência por insumos sustentáveis.

O redesign do ninho para a abelha *Tetragona clavipes* (Borá) foi desenvolvido com base na análise de diferentes perfis de usuários, considerando suas necessidades, desafios e estilos de vida. A compreensão desses perfis é essencial para garantir que o produto atenda às expectativas práticas e emocionais dos envolvidos na meliponicultura. (VIANNA, 2012).

O meliponicultor é o usuário primário, podendo variar entre criadores amadores e produtores com maior número de colônias. Suas principais necessidades incluem a produtividade das colônias, o controle eficiente de pragas como os forídeos, e a facilidade de manejo. Além disso, esse perfil valoriza práticas que respeitam o bem-estar animal e está atento à legislação ambiental vigente.

Entre os desafios enfrentados estão a gestão de infestações, a otimização da produção de mel e subprodutos, e a manutenção da saúde e expansão do meliponário. O redesign do ninho busca atender a essas demandas por meio de soluções funcionais e sustentáveis.

Este perfil representa indivíduos que desejam criar abelhas sem ferrão em quintais, jardins ou pequenos espaços urbanos, motivados por interesses em conservação ambiental, educação ou estética paisagística. Suas necessidades incluem simplicidade no uso, facilidade de instalação, resistência a pragas e possibilidade de observação não invasiva, como o visor de acrílico proposto no projeto.

Os principais desafios desse público envolvem a falta de conhecimento técnico, o receio de prejudicar as abelhas e a limitação de tempo para manejos complexos. O projeto busca oferecer uma solução acessível e segura, promovendo a interação positiva com a natureza.

O público-alvo do projeto foi definido com base em estilos de vida que incluem meliponicultores, criadores por hobby, amantes da natureza e estudantes. Para apoiar essa definição, foi elaborado um painel semântico visual que traduz os conceitos e valores associados a esses perfis, facilitando a compreensão das necessidades reais dos usuários e orientando o desenvolvimento do produto. Figuras: 3.

Figuras 3. Painel semântico do público-alvo.



Fonte: Fotos da autora.

Foram criadas duas personas (Figura 4 e 5), ou personagens fictícios que descrevem o público-alvo, ajudando o designer a compreender as expectativas deste usuário (PAZMINO, 2015). A construção das personas Andrea e Senhor Guaracy foi fundamental para compreender os diferentes perfis de usuários do ninho modificado para abelhas sem ferrão. A abordagem centrada no usuário, por meio das personas, contribui para o desenvolvimento de um produto funcional, educativo e alinhado às expectativas reais dos públicos envolvidos.

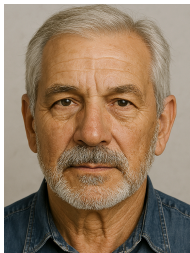
Figura 4. Persona Andrea.



Andrea representa uma entusiasta da natureza e estudante de áreas ambientais, que busca na meliponicultura um hobby educativo e sustentável. Suas principais necessidades envolvem facilidade de manejo, observação segura das colônias e proteção contra pragas, especialmente por sua falta de experiência e tempo limitado.

Fonte: IA realistic Copilot.

Figura 5. Persona Guaracy.



O Senhor Guaracy é um meliponicultor e apicultor experiente, com 40 anos de atuação, que valoriza soluções eficazes e confiáveis para maximizar a produtividade, reduzir perdas e garantir a saúde das colônias. O ninho modificado atende ambos os perfis ao oferecer recursos como visor de acrílico, acesso lateral e sistema anti-forídeo, promovendo manejo simplificado, segurança e eficiência.

Fonte: IA realistic Copilot.

Foi desenvolvido um cenário (Figura 6), que traz as personas à vida e descreve suas ações dentro de um contexto no qual transitam.

Figura 6. Áreas rurais.



Fonte: Foto da autora.

A análise sincrônica dos modelos de caixas para abelhas sem ferrão permite compreender a diversidade de soluções de design atualmente utilizadas na meliponicultura, sem considerar sua evolução histórica. Essa abordagem revela um cenário dinâmico, em que o modelo INPA se destaca pela modularidade e ampla aceitação, mas convive com uma variedade de alternativas que buscam atender às necessidades específicas de diferentes espécies e contextos de criação (CRUZ et al., 2019). As caixas horizontais são tradicionalmente utilizadas no Brasil, especialmente em regiões onde o manejo é menos intensivo. Elas apresentam estrutura alongada e baixa, com ninho e potes dispostos lado a lado ou separados por divisórias. O modelo Huberto Bruening, por exemplo, possui compartimentos internos que delimitam o espaço dos discos de cria, sendo popular em diversas localidades. A caixa ISIS, formada por três módulos retangulares lado a lado, é indicada para a espécie *Melipona scutellaris* (Uruçu). Figuras de 7 a 9

Figura 7. Caixa Huberto Bruening



Fonte: Associação de Meliponicultores de Joinville, 2017.

Figura 8. Caixa para Mandaçaia



Fonte: Dkadi decor, 2025

Figura 9. Caixa nordestina



Fonte: Apime Abelha Nativa, 2012.

Os modelos verticais, como o INPA, são compostos por módulos empilháveis que incluem fundo, ninho, sobreninho, melgueiras e tampa. Outros modelos, como o AF (Elton Fontana) apresentam variações na disposição dos módulos e nas dimensões, adaptando-se a diferentes espécies. Figuras de 10 a 13.

Figura 10. Caixa híbrida INPA polipropileno e isopor



Fonte: Morada das Abelhas, 2025.

Figura 11. Caixa Airetama em fibra de coco



Fonte: Meliponário Airetama, 2025.

Figura 12. Caixa AF (Elton Fontana)



Fonte: Criar Abelhas, 2025.

Figura 13. Caixa sextavada.



Fonte: Casa do Apicultor, 2025.

Independentemente do formato (horizontal ou vertical), os modelos apresentam variações que refletem a busca por melhor adaptação e manejo. Os materiais mais utilizados são madeira (eucalipto, pinus), cimento e alternativos como fibra de coco. A espessura das paredes varia entre 2 cm e 4 cm, influenciando o isolamento térmico, especialmente em regiões mais frias.

O mecanismo de acesso pode ser superior (remoção de módulos) ou lateral, sendo este último menos invasivo e mais eficiente para inspeções. Visores em acrílico permitem observação sem abertura da caixa, reduzindo o estresse das abelhas. Sistemas anti-pragas incluem lixeiras internas removíveis e vedação reforçada, essenciais para dificultar a entrada de forídeos e manter a higiene da colônia (CRUZ et al., 2019).

O Painel Semântico é uma técnica que permite visualizar, de maneira simplificada e por meio de imagens, conceitos e características essenciais que o novo produto, sistema ou serviço deve apresentar. Público-alvo, cores, formas, texturas e materiais são representados nesse painel.(Figura 14)

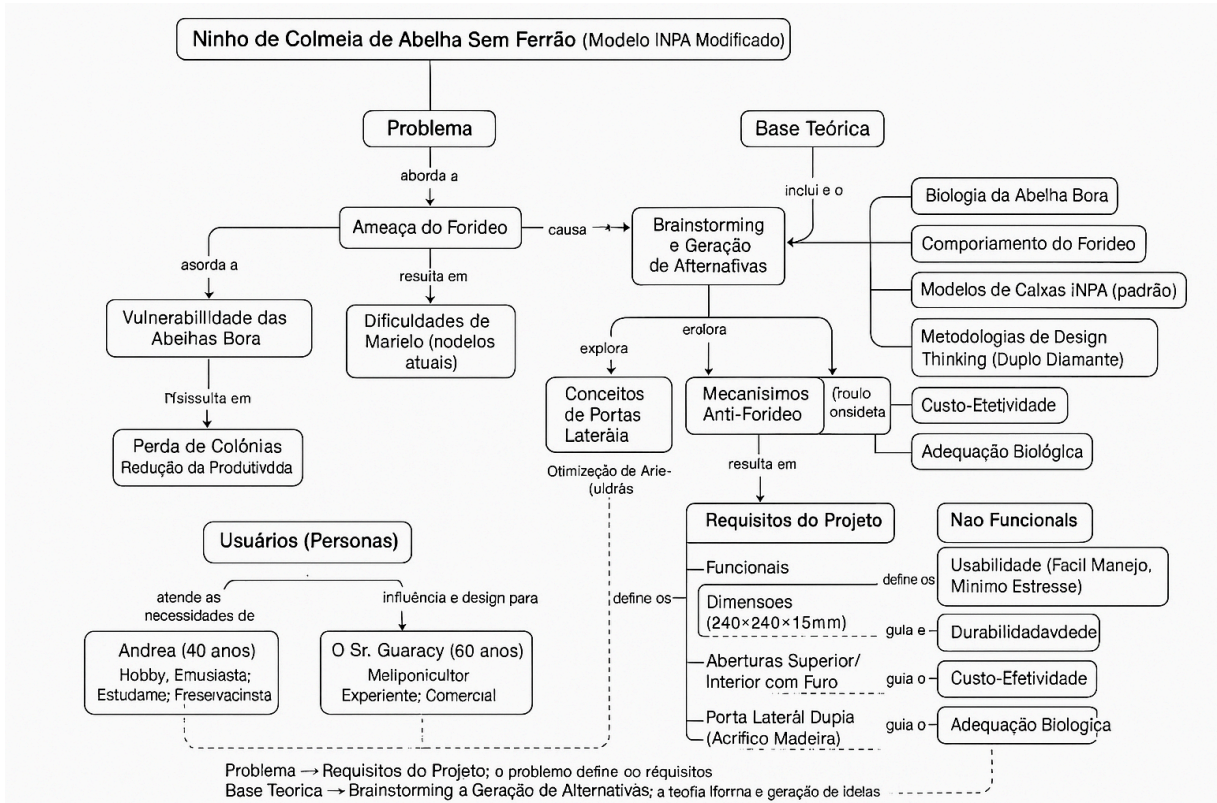
Figura 14. Painel semântico.



Fonte:Elaboração própria.Uso Gemini.

O Mapa Conceitual seria uma representação visual hierárquica e interconectada dos principais elementos do projeto. Ele teria um nó central e ramificações para os conceitos relacionados, utilizando setas e frases de ligação para mostrar as relações entre eles. Figura 15.

Figura 15, Mapa Conceitual.



Fonte : Elaborado pela autora.

2.2.3 - Fase de Desenvolver: Sketches e modelagem 3d, desenho técnico, modelagem de verificação.

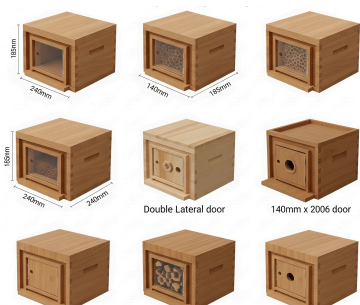
A etapa “desenvolver”, caracterizou-se principalmente pelas atividades de geração e seleção de alternativas para o produto, detalhamento, desenvolvimento de modelos volumétricos de verificação, denominação e identidade e prototipação.

Nessa etapa, a criação de protótipos físicos ou digitais é fundamental para testar as ideias e identificar suas potencialidades e falhas. Feedback de meliponicultores experientes, visitas a meliponários e um novo curso de meliponicultura, foi crucial para refinar esses conceitos.

Nessa etapa de “Desenvolvimento” deu-se início à geração de alternativas de produto, cujo foco principal foi obter o máximo de ideias possíveis, mesmo sem um grande detalhamento e rigor técnico de cada opção, sempre mantendo a “mente aberta” e explorando as variadas alternativas.

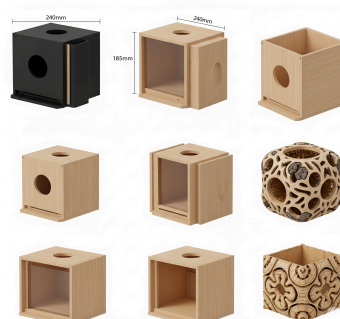
Foram usadas técnicas de brainstorming com o Senhor Guaracy, que descreveu o problema e foi proposto soluções, usou-se técnicas de ideação. Imagens de caixas em IA. Figura 16 e 17:

Figura 16. Geração de alternativas.



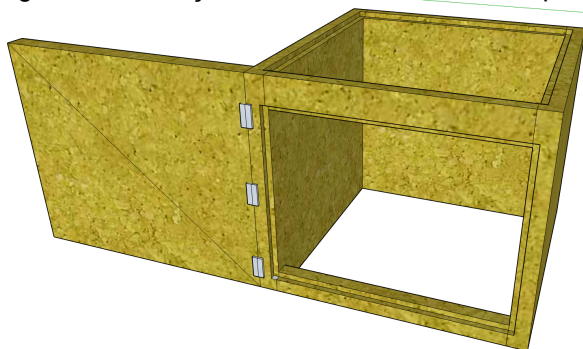
Fonte: Elaboração própria no Copilot.

Figura 17. Geração de alternativas.

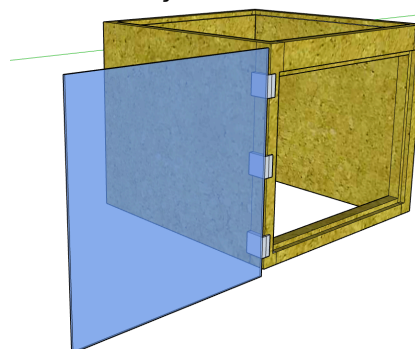


Foram feitas alternativas no sketchup, pequenas modificações da entrada, diferença de tamanho do suporte de acrílico. Entrada apenas com acrílico. Modelagem 3D.

Figura 18 - Geração de alternativa no Sketchup. Figura 19 - Geração de alternativa no Sketchup.



Fonte: Elaborada pela autora.



Fonte: Elaborada pela autora.

Como etapa complementar à modelagem digital no processo de design, foi priorizada a criação de modelos volumétricos físicos, utilizando materiais de baixo custo como o papelão. Esses modelos permitiram uma validação prática e iterativa do conceito proposto, possibilitando a análise tátil e visual de aspectos que não seriam plenamente compreendidos apenas por meio da representação tridimensional digital. A materialização do volume e das proporções da caixa permitiu verificar a ergonomia e o manuseio, observando como o meliponicultor interage com o produto no dia a dia, especialmente no acesso à porta lateral e na manipulação dos módulos. (Soares, 2022)

A percepção de escala também foi avaliada, confirmando se as dimensões previstas (240 mm de largura por 185 mm de altura) eram adequadas tanto para o conforto do usuário quanto para o bem-estar das abelhas. Além disso, o modelo físico contribuiu para visualizar a disposição interna dos discos de cria e potes de mel, bem como os impactos da intervenção lateral na organização do espaço. A ergonomia, nesse contexto, revelou-se essencial para garantir conforto, segurança e eficiência no uso, conforme preconizado por estudos sobre design centrado no ser humano. Por fim, a

análise da viabilidade construtiva permitiu identificar possíveis desafios na montagem e nos encaixes dos componentes antes da prototipagem final

A etapa de Seleção de Alternativas foi assessorada pelo professor do SENAR (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural) de meliponicultura, o senhor Guaracy Telles Santos . As alternativas foram apresentadas e a partir das observações apontadas por esse profissional e com base na lista de requisitos, concluiu-se que a melhor opção seriam duas portas, uma de madeira e outra de acrílico para manter as abelhas Borás mais aquecidas e calmas. Por outro lado, observou-se que necessitava ainda de alguns aperfeiçoamentos e ajustes, realizados nas etapas seguintes.

Os desenhos técnicos não são apenas uma representação visual, mas um manual de construção que permite a qualquer meliponicultor ou artesão replicar o MNPB com precisão, garantindo a fidelidade ao projeto original e a eficácia das soluções de design aplicadas.

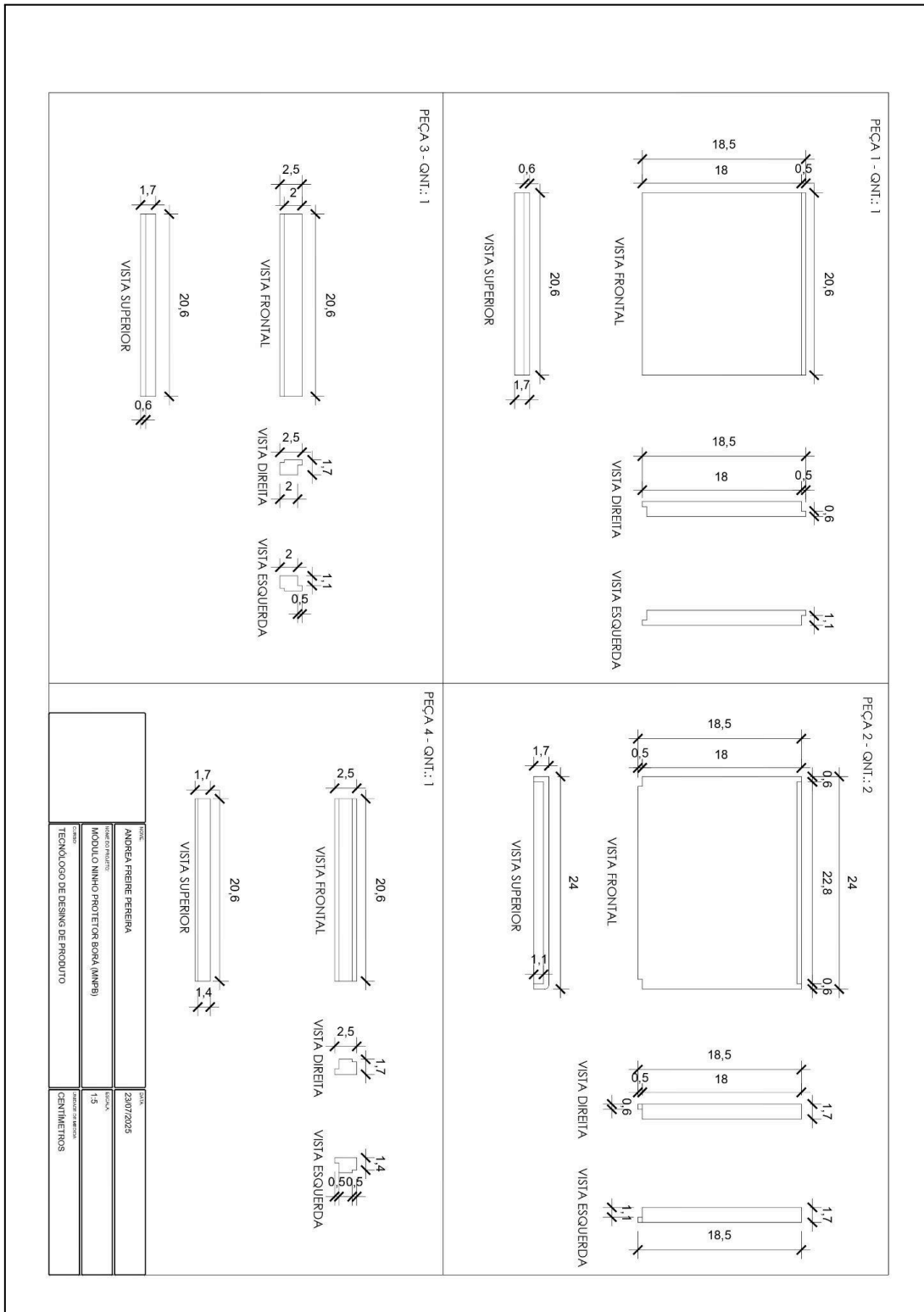
O projeto do Módulo de Ninho para Pragas Biológicas (MNPB) contempla uma série de elementos estruturais e funcionais que visam otimizar sua eficiência e facilitar a inspeção e manutenção. As vistas e perspectivas incluem representações ortogonais — frontal, superior e lateral — bem como perspectivas isométricas do MNPB completo e de seus módulos individuais. Essas ilustrações permitem uma compreensão clara da montagem, da disposição espacial e das interações entre as peças.

Os sistemas de encaixe adotam o modelo "meia madeira", detalhado com dimensões e profundidades específicas dos cortes. Esse tipo de encaixe garante uma vedação precisa entre os módulos, dificultando a entrada de pragas como os forídeos, e assegura estabilidade estrutural ao conjunto.

O acesso lateral com visor é projetado com um mecanismo de abertura simples e seguro, utilizando materiais como acrílico para o visor e madeira para a camada protetora. Os desenhos técnicos indicam as dimensões exatas do visor e do sistema de fixação, permitindo inspeções visuais do interior do ninho sem a necessidade de abrir a caixa pela parte superior, o que reduz o estresse sobre os organismos alojados.

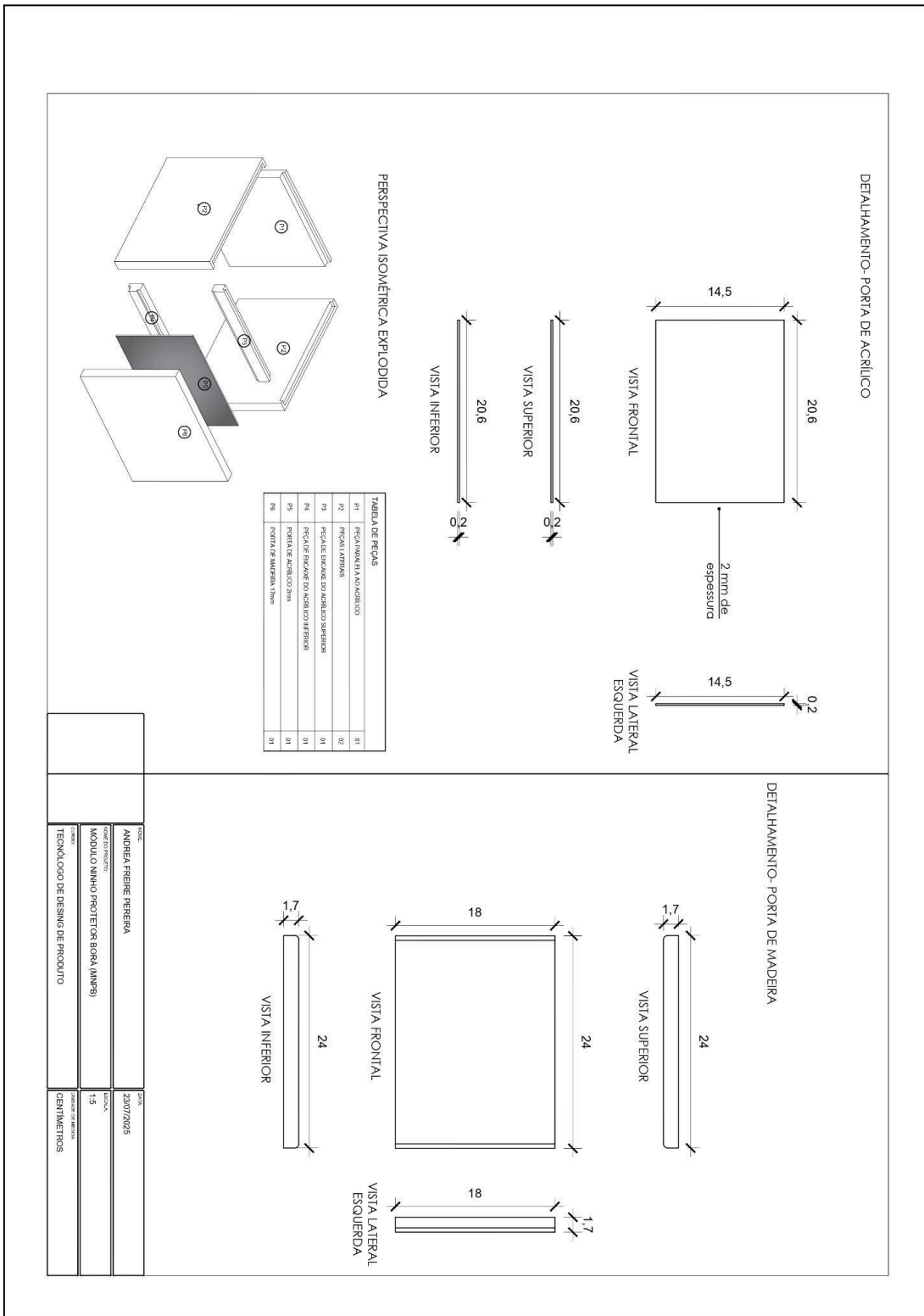
Por fim, a configuração interna do ninho foi aprimorada com o aumento da altura do espaço interno, proporcionando maior volume para a nidificação e melhor ventilação. As cotas e notas nos desenhos indicam as medidas específicas que favorecem o conforto térmico e a circulação de ar, contribuindo para a saúde e o desenvolvimento das espécies abrigadas.

Figura 20. Vistas das peças do MNPB, sem as porta laterais .



Fonte: Autocad, Clara Gomes Pessoa.

Figura 21.. Vista explodida e das peças das portas.



Fonte: Autocad, Clara Gomes Pessoa.

Figura 22. Vistas com portas.

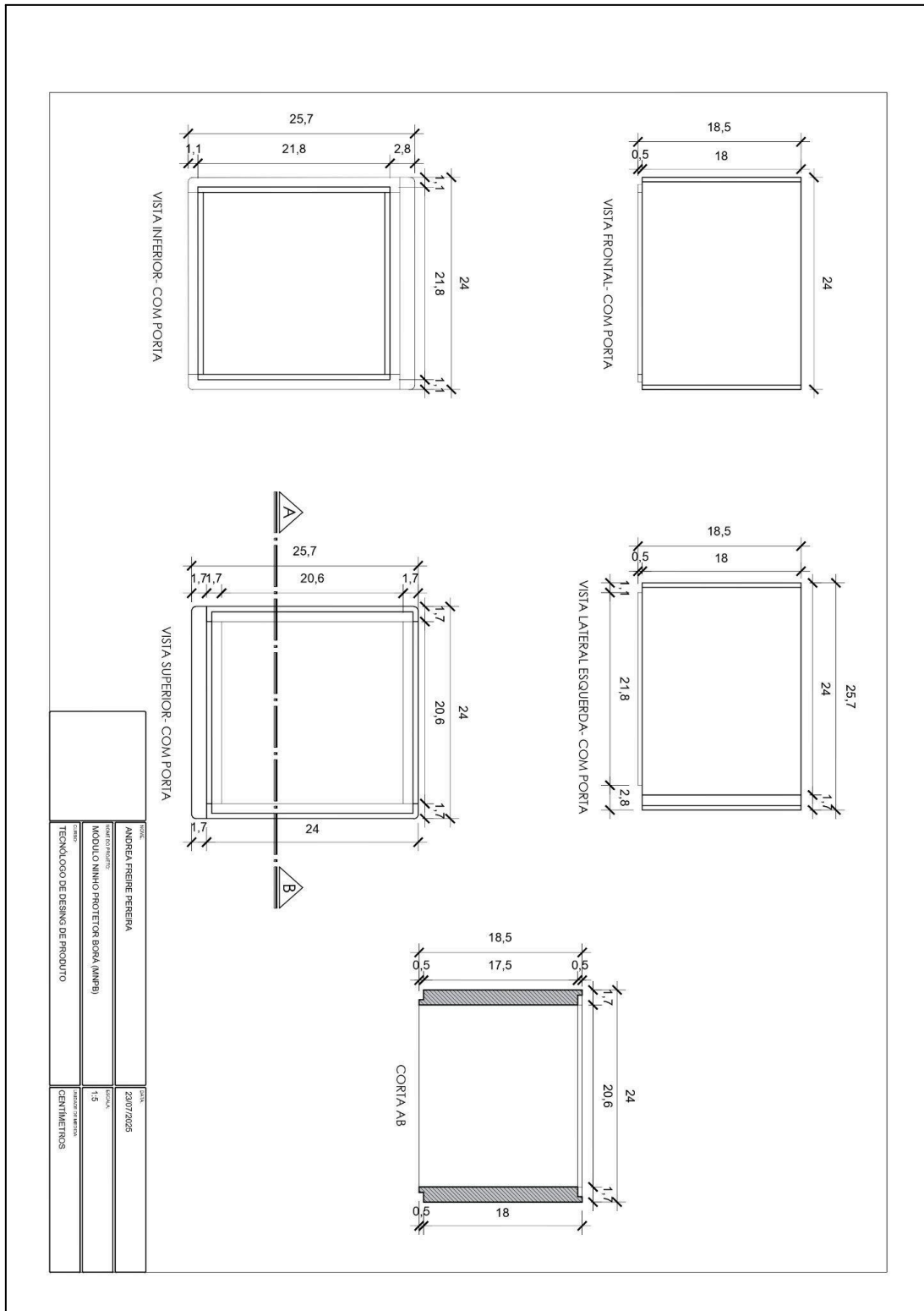
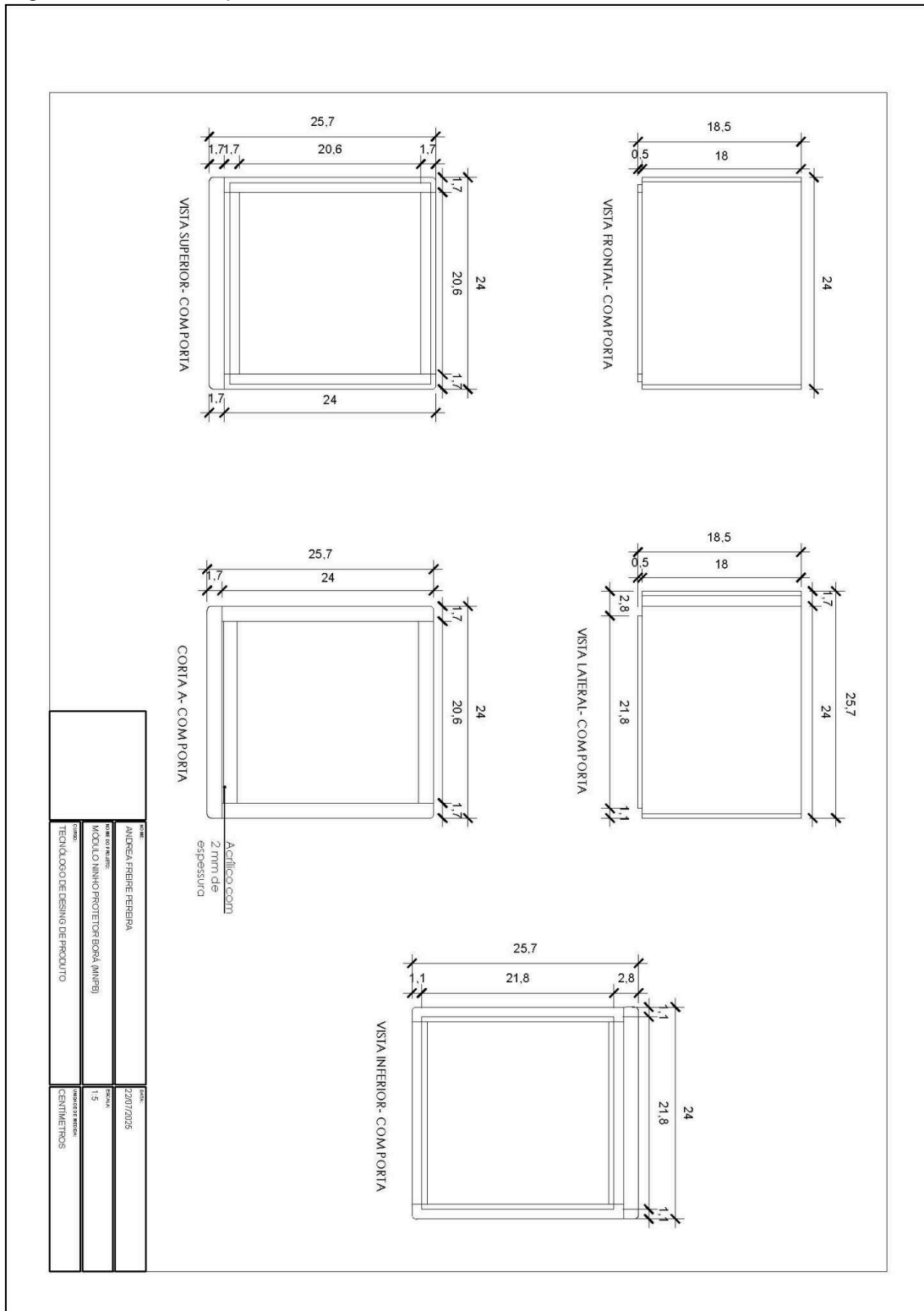
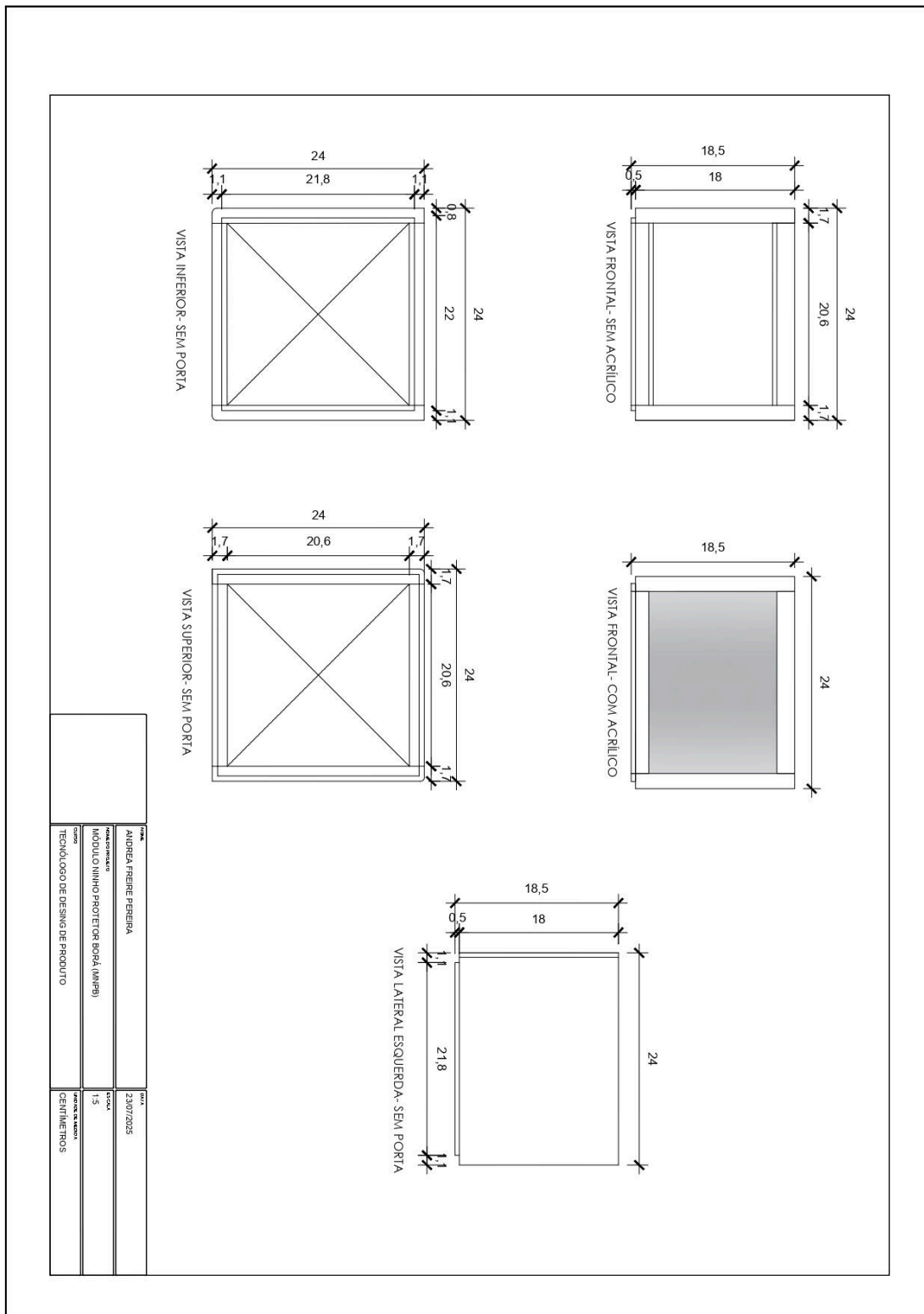


Figura 23. Vistas com portas.



Fonte: Autocad, Clara Gomes Pessoa.

Figura 24. Vistas sem portas.



Fonte: Autocad, Clara Gomes Pessoa.

2.2.4- Entrega: Relatório, Protótipo e Apresentação.

Detalhamento do Projeto, foi desenvolvida a proposta de um ninho com dimensões de 240 × 240 × 185 mm, especialmente projetado para atender às necessidades biológicas da espécie *Tetragona clavipes*. A estrutura contempla uma abertura lateral de 145 × 206 mm, vedada com uma lâmina de acrílico de 2 mm de espessura, permitindo visibilidade interna e controle ambiental adequado. Além disso, o ninho possui uma porta com abertura lateral de 240 × 180 mm, fixada por meio de dobradiças, facilitando o acesso para manejo e inspeção.

O módulo principal do ninho é sustentado por uma base inferior com 70mm de altura, onde se localiza a entrada das abelhas. Essa base foi projetada com o objetivo de ampliar o espaço disponível para a nidificação e favorecer a ventilação interna, uma vez que o ninho se encontra elevado em relação ao solo. Essa configuração contribui para o equilíbrio térmico e sanitário do ambiente interno, promovendo melhores condições para o desenvolvimento da colônia.

Sobre o ninho, encontra-se a melgueira, que retoma as dimensões anteriores de 240 × 240 × 70 mm. A melgueira possui encaixes que permitem a adição de novas unidades ou a instalação de uma tampa, conforme a necessidade do manejo. Todas as peças do conjunto foram projetadas com “encaixes de meia parede”, caracterizados por acréscimos ou decréscimos de 5 mm nas bordas, o que proporciona maior segurança estrutural e dificulta o acesso de forídeos, pragas comuns na meliponicultura.

Essa configuração modular e funcional visa garantir eficiência no manejo, segurança biológica para a colônia e facilidade na observação e intervenção por parte do meliponicultor.

Escolha do nome do Módulo Ninho Protetor Borá (MNPB) é um redesign do ninho tradicional voltado para a espécie *Tetragona clavipes* (Borá). O termo “Módulo Ninho” indica sua estrutura modular e compatível com o sistema INPA, enquanto “Protetor” destaca sua principal inovação: a proteção contra forídeos. A sigla MNPB confere identidade técnica e facilita sua referência em documentos e comunicações especializadas.

O testes com usuários: A análise foi baseada em experiência dos usuários e meliponicultores. Observação: Para capturar uma colônia de abelha sem ferrão saudável e posterior transferência, manejo, para a caixa Módulo Ninho Protetor Borá (MNPB), seria necessário alguns meses.

A prototipagem do Módulo Ninho Protetor Borá foi realizada com o objetivo de materializar o redesign proposto para o ninho da abelha *Tetragona clavipes*, otimizando sua funcionalidade e resistência contra pragas, especialmente os forídeos. O processo foi conduzido no laboratório de madeira do Instituto Federal de Brasília – Campus Samambaia, seguindo uma sequência técnica e criteriosa.

Inicialmente, foi escolhida a madeira pinus certificada como material principal, por suas propriedades de leveza, sustentabilidade e facilidade de manuseio. Com base nos arquivos de modelagem 3D, foram realizados os cortes precisos das peças de madeira e da peça de acrílico utilizando serra circular de mesa.

Após o corte, as peças passaram por um processo de lixamento com lixadeira de cinta, seguido pela aplicação de lixas de gramatura entre 80 e 180, garantindo um acabamento uniforme e suave. As peças foram então preparadas para montagem, sendo coladas e fixadas com pregos.

Para garantir o encaixe adequado entre os componentes, foram realizados recortes de “meia madeira” com altura de 5 mm nas extremidades superiores e inferiores das peças, utilizando novamente a serra circular. A montagem estrutural foi concluída com cola e pregos, formando o corpo do ninho.

O acabamento das quinas foi feito com o uso de tupia, proporcionando bordas arredondadas que conferem melhor ergonomia e estética ao módulo. Em seguida, foram instaladas duas dobradiças de aço zincado (1 x 7/8), embutidas por meio de entalhes cuidadosamente desenhados na porta do ninho, permitindo uma abertura funcional e discreta.

Por fim, foi fixado um fecho tipo tranqueta, garantindo o fechamento seguro da estrutura e facilitando o manuseio do ninho durante inspeções e manejos. Todo o processo foi documentado com registros fotográficos, evidenciando cada etapa da construção e validando a viabilidade técnica do protótipo.

Figuras 25. Painel sequencial de corte e montagem do Projeto MNPB.



Fonte: Fotos da autora.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O redesign da caixa racional modelo INPA para a espécie *Tetragona clavipes*, denominado Módulo Ninho Protetor Borá (MNPB), apresentou avanços estruturais relevantes, com impacto direto sobre o manejo e a saúde das colônias. A aplicação da metodologia do Duplo Diamante permitiu uma abordagem sistemática e centrada no usuário, envolvendo quatro etapas: descoberta, definição, desenvolvimento e entrega.

Na fase de descoberta, foram analisadas as características biológicas e comportamentais da espécie, com destaque para sua organização interna e vulnerabilidade a infestações por moscas-forídeos. A etapa de definição identificou os principais pontos críticos do modelo INPA tradicional, como frestas entre módulos e ausência de barreiras físicas eficazes.

O redesenho da caixa racional para a abelha Borá (*Tetragona clavipes*) abordou os pontos fracos do modelo tradicional, como as frestas entre módulos e a falta de barreiras físicas contra pragas. Durante o desenvolvimento, foram implementadas soluções dimensionais e estruturais inovadoras.

Para melhorar a vedação, foram criados encaixes superiores e inferiores do tipo "meia madeira", que dificultam a entrada de parasitas. Além disso, a caixa agora conta com uma abertura lateral com visor transparente de acrílico e camada dupla de proteção, eliminando a necessidade de abrir a estrutura por cima para inspeções. Essa funcionalidade reduz o estresse da colônia. O espaço interno do ninho também foi expandido, com aumento da altura, o que favorece a ventilação e a organização da colmeia.

Essas modificações resultaram em benefícios diretos para a colônia, como a diminuição do estresse durante as inspeções e a possibilidade de manejo e observação preventiva sem desmontar a estrutura, contribuindo para a preservação dos potes de alimento e a manutenção da organização interna da colmeia.

A etapa de entrega envolveu a validação das propostas junto a meliponicultores experientes do Distrito Federal, como o técnico do SENAR, professor Guaracy Telles Santos³. A escuta qualificada desses profissionais fortaleceu o embasamento prático do projeto e ampliou sua aplicabilidade, tornando-o uma proposta viável para diferentes perfis de criadores e contextos produtivos.

A discussão dos resultados evidencia que os principais desafios da meliponicultura não se limitam à produtividade melífera, mas envolvem, sobretudo, a sanidade e a sobrevivência das colônias. A introdução do acesso lateral com visor de acrílico representa um avanço significativo, pois permite inspeções visuais sem a abertura superior, evitando o rompimento dos potes de mel e pólen — fator que contribui para a fermentação e conseqüente atração de pragas. Essa funcionalidade inaugura um novo paradigma de manejo, mais alinhado às necessidades reais dos meliponicultores e ao bem-estar das abelhas.

³ Técnico em Agropecuária. Paisagista (incompleto). Tecnólogo em apicultura e meliponicultura (graduação em andamento). Sócio proprietário da API TELLES, Akhenaton Produtos Apícola Ltda. Apicultor profissional no DF, PI, MG e GO. Experiência de 40 anos na atividade como apicultor, meliponicultor, pesquisador, consultor e escritor.

Conclui-se que o Módulo Ninho Protetor Borá (MNPB) representa um avanço significativo no manejo racional da espécie *Tetragona clavipes*, ao oferecer uma solução funcional, segura e adaptada às demandas reais da meliponicultura. O projeto transcende aspectos estéticos e produtivos, consolidando-se como uma proposta inovadora que alia design aplicado, conhecimento técnico e participação ativa dos meliponicultores.

A abordagem adotada demonstra que a integração entre design e prática pode converter desafios críticos em soluções de alto impacto, promovendo não apenas a inovação no setor, mas também a preservação da biodiversidade local. Por tratar-se de uma proposta participativa, o projeto apresenta maior potencial de aceitação e continuidade, favorecendo sua introdução e consolidação no meio meliponicultor.

Além disso, o modelo desenvolvido possui potencial de replicação para outras espécies de abelhas nativas, fortalecendo a meliponicultura sustentável em diferentes regiões.

A proposta desenvolvida representa um avanço significativo na interface entre design e práticas interativas. A integração entre conhecimento técnico e empírico resultou em um produto que respeita às necessidades da espécie *Tetragona clavipes* e dos meliponicultores, promovendo o bem-estar animal e a eficiência produtiva.

Recomenda-se a continuidade dos testes em diferentes regiões e condições climáticas, bem como a documentação dos resultados em escala ampliada. A disseminação do modelo pode ser feita por meio de oficinas, publicações técnicas e parcerias com instituições de pesquisa e extensão rural, ampliando o impacto positivo da iniciativa.

4.REFERÊNCIAS:

AME-DF. **ASSOCIAÇÃO DE MELIPONICULTORES DO DISTRITO FEDERAL**. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://AME-DF.ORG>. ACESSO EM: 5 AGO. 2025.

BRASIL. **LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998**. DISPÕE SOBRE AS SANÇÕES PENAIS E ADMINISTRATIVAS DERIVADAS DE CONDUTAS E ATIVIDADES LESIVAS AO MEIO AMBIENTE. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO: SEÇÃO 1, BRASÍLIA, DF, 13 FEV. 1998. DISPONÍVEL EM: HTTPS://WWW.PLANALTO.GOV.BR/CCIVIL_03/LEIS/L9605.HTM. ACESSO EM: 5 AGO. 2025.

BRASIL. **LEI Nº 14.639, DE 31 DE JULHO DE 2023**. INSTITUI A POLÍTICA NACIONAL DE INCENTIVO À PRODUÇÃO MELÍFERA E AO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS E SERVIÇOS APÍCOLAS E MELIPONÍCOLAS DE QUALIDADE. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO: SEÇÃO 1, BRASÍLIA, DF, 1 AGO. 2023. DISPONÍVEL EM: HTTPS://WWW.PLANALTO.GOV.BR/CCIVIL_03/_ATO2023-2026/2023/LEI/L14639.HTM. ACESSO EM: 5 AGO. 2025.

BRASÍLIA (DF). **LEI Nº 7.311, DE 27 DE JULHO DE 2023**. DISPÕE SOBRE O MANEJO SUSTENTÁVEL DE ABELHAS SILVESTRES NATIVAS SEM FERRÃO NO DISTRITO FEDERAL. DIÁRIO OFICIAL DO DISTRITO FEDERAL, BRASÍLIA, DF, 28 JUL. 2023. DISPONÍVEL EM: HTTPS://WWW.SINJ.DF.GOV.BR/SINJ/NORMA/59B9869994184F3EAAE6A4EC2C1B2AD9/LEI_7311_27_07_2023.HTML. ACESSO EM: 5 AGO. 2025.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – **CONAMA. RESOLUÇÃO Nº 496, DE 19 DE AGOSTO DE 2020**. DISPÕE SOBRE O USO E O MANEJO SUSTENTÁVEIS DAS ABELHAS-NATIVAS-SEM-FERRÃO EM MELIPONICULTURA. DIÁRIO OFICIAL DA UNIÃO: SEÇÃO 1, BRASÍLIA, DF, 20 AGO. 2020. DISPONÍVEL EM: HTTPS://CONAMA.MMA.GOV.BR/INDEX.PHP?OPTION=COM_SISCONAMA&VIEW=ATONORMATIVO&ID=724. ACESSO EM: 5 AGO. 2025.

DESIGN COUNCIL. **THE DOUBLE DIAMOND: A UNIVERSALLY ACCEPTED DEPICTION OF THE DESIGN PROCESS**. LONDRES: DESIGN COUNCIL, 2005. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://WWW.DESIGNCOUNCIL.ORG.UK/OUR-RESOURCES/THE-DOUBLE-DIAMOND>. ACESSO EM: 5 AGO. 2025.

SOMOSTERA. **DOUBLE DIAMOND: O QUE É E COMO USAR ESSA METODOLOGIA DO DESIGN THINKING**. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://BLOG.SOMOSTERA.COM/UX-DESIGN/DOUBLE-DIAMOND>. ACESSO EM: 23 JUL. 2025.

FLOWUP. **DUPLO DIAMANTE: ENTENDA A METODOLOGIA DO DESIGN THINKING E COMO APLICÁ-LA**. FLOWUP BLOG, 2 DEZ. 2024. DISPONÍVEL EM: <HTTPS://WWW.FLOWUP.ME/BLOG/DUPLO-DIAMANTE-DESIGN-THINKING>. ACESSO EM: 5 AGO. 2025.

DUARTE, RAONI DA SILVA. **ASPECTOS DA BIOLOGIA DESTINADOS À CRIAÇÃO DE TETRAGONA CLAVIPES (FABRICIUS, 1804) (APIDAE, MELIPONINI)**. 2012. DISSERTAÇÃO (MESTRADO EM BIOLOGIA COMPARADA) – FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS DE RIBEIRÃO PRETO, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, RIBEIRÃO PRETO. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://WWW.TESES.USP.BR/TESES/DISPONIVEIS/59/59131/TDE-13092013-113644/](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59131/TDE-13092013-113644/). ACESSO EM: 5 AGO. 2025.

BROWN, TIM. **DESIGN THINKING: UMA METODOLOGIA PODEROSA PARA DECRETAR O FIM DAS VELHAS IDEIAS**. RIO DE JANEIRO: ALTA BOOKS, 2020. 6 P.

FASTER CAPITAL. **PROTÓTIPO DE IMPACTO SOCIAL: COMO CRIAR UM PROTÓTIPO QUE TENHA UM IMPACTO SOCIAL POSITIVO**. FASTERCAPITAL, 20 MAR. 2025. DISPONÍVEL EM: [HTTPS://FASTERCAPITAL.COM/PT/CONTENTE/PROTOTIPO-DE-IMPACTO-SOCIAL--COMO-CRIAR-UM-PROTO-TIPO-QUE-TENHA-UM-IMPACTO-SOCIAL-POSITIVO.HTML](https://fastercapital.com/pt/contente/PROTOTIPO-DE-IMPACTO-SOCIAL--COMO-CRIAR-UM-PROTO-TIPO-QUE-TENHA-UM-IMPACTO-SOCIAL-POSITIVO.HTML). ACESSO EM: 5 AGO. 2025.

ULRICH, KARL T.; EPPINGER, STEVEN D.; YANG, MARIA C. **PRODUCT DESIGN AND DEVELOPMENT**. 7. ED. NEW YORK: MCGRAW-HILL EDUCATION, 2020. 5-6 P.

BAXTER, MIKE. **PROJETO DE PRODUTO: GUIA PRÁTICO PARA O DESIGN DE NOVOS PRODUTOS**. 3. ED. SÃO PAULO: BLUCHER, 2011.21P.

MANZINI, EZIO. **DESIGN PARA A INOVAÇÃO SOCIAL E SUSTENTABILIDADE: COMUNIDADES CRIATIVAS, ORGANIZAÇÕES COLABORATIVAS E NOVAS REDES PROJETOAIS**. RIO DE JANEIRO: E-PAPERS, 2015. 39 P.

DESIGN COUNCIL. **The Double Diamond: a universally accepted depiction of the design process**. Londres: Design Council, 2004. Disponível em: <https://www.designcouncil.org.uk/our-resources/the-double-diamond>. Acesso em: 06 ago. 2025.

LÖBACH, Bernd. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Blucher, 2001.58 p.

PHILLIPS, Jennifer Cole; LUPTON, Ellen. **Novos fundamentos do design**. São Paulo: Cosac Naify, 2008.13p.

PAZMIÑO, C. **Design de Interação: compreendendo as necessidades do usuário e elaborando projetos**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2015.258p

SILVA, João; OLIVEIRA, Maria. **Meliponicultura sustentável: práticas e modelos**. Manaus: Editora Amazônia, 2010.

NOGUEIRA-NETO, Paulo. **Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão**. 3. ed. São Paulo: Nogueirapis, 1997.

SENAR. **Manual de meliponicultura: técnicas e manejo racional**. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2024.

SENAR. **Meliponicultura: manejo de colônias**. Brasília: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2024. Disponível em: <https://ead.senar.org.br>. Acesso em: 4 ago. 2025.

CARVALHO, A. R. **Sanidade em meliponicultura: identificação e controle de pragas**. Belo Horizonte: Editora Apis, 2013. p. 45–47.

CRUZ, L. M. et al. **Manejo avançado de abelhas sem ferrão: desafios e soluções**. Recife: AgroNordeste, 2019. p. 88–91.

MELIPONÁRIO PIVOTO. **Manual prático de criação de abelhas sem ferrão**. Florianópolis: Meliponário Pivoto, 2013. p. 32–35.

GUIA DE AGROECOLOGIA. **Meliponicultura: manejo de colônias**. Brasília: SENAR, 2024. p. 22–25. Disponível em: [Cartilha do Senar sobre manejo de abelhas sem ferrão](#).

CRUZ, L. M. et al. **Manejo avançado de abelhas sem ferrão: desafios e soluções**. Recife: AgroNordeste, 2019. p. 92–95.

CARVALHO, A. R. **Sanidade em meliponicultura: identificação e controle de pragas**. Belo Horizonte: Editora Apis, 2013. p. 38–41.

VIANNA, Maurício et al. **Design Thinking: inovação em negócios**. Rio de Janeiro: MJV Press, 2012.

PAZMINO, Fábio. **Design: métodos**. São Paulo: Blucher, 2015.

ASSOCIAÇÃO DE MELIPONICULTORES DE JOINVILLE. Modelos de caixas para abelhas sem ferrão. 18 jan. 2017. Disponível em: <https://ame-joinville.blogspot.com/2017/01/modelos-de-caixas-para-abelhas-sem.htm>. Acesso em: 24 jul. 2025.

DKADI DECOR. Caixa de abelha sem ferrão Mandaçaia. 24 jul. 2025. Disponível em: <https://www.dkadidecor.com.br/caixa-de-abelha-sem-ferrao-mandacaia>. Acesso em: 24 jul. 2025.

APIME ABELHA NATIVA. Colméia nordestina. 14 fev. 2012. Disponível em: <https://apimeabelhanativa.blogspot.com/2012/02/colmeia-nordestina.html>. Acesso em: 24 jul. 2025.

MORADA DAS ABELHAS. Caixa de Abelhas Híbrida Madeira e Plástico com 2 melgueiras. 24 jul. 2025. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Abelhas-H%C3%ADbrida-Madeira-Pl%C3%A1stico-melgueiras/dp/B0DK3SXLJ6>. Acesso em: 24 jul. 2025.

MELIPONÁRIO AIRETAMA. Canal Meliponário Airetama: a casa das abelhas indígenas sem ferrão. [2025]. Disponível em: <https://www.youtube.com/@meliponarioairetama8779>. Acesso em: 24 jul. 2025.

CRIAR ABELHAS. Forídeos: Veja Como evitar e eliminar forídeos em seu Meliponário. [S. l.], [s.d.]. Disponível em: <https://www.criarabelhas.com.br/forideos/>. Acesso em: 15 jul. 2025.

CASA DO APICULTOR. Colmeia sextavada 15,6x15,6 para abelhas sem ferrão – Eucalipto. 24 jul. 2025. Disponível em: <https://www.casadoapicultor.com.br/meliponicultura/colmeia-sextavada-para-abelhas-sem-ferrao>. Acesso em: 24 jul. 2025.

SOARES, Marcelo M. **Metodologia de ergodesign para o design de produtos: uma abordagem centrada no humano**. São Paulo: Blucher, 2022.

REVISTA ARQ DESIGN. Design de produto e a importância da ergonomia. Disponível em: <https://revistaarqdesign.com.br/design-de-produto-e-a-importancia-da-ergonomia>. Acesso em: 4 ago. 2025.

AGRADECIMENTOS:

Agradeço a Deus, a meus familiares, aos mestres do IFB e SENAR e ao técnico Nailson Queiroz por proporcionar um protótipo adequado à proposta.