

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS

ESCOLA POLITÉCNICA E DE ARTES

CURSO DE DESIGN

KAROLINE YUKA MATSUNAGA ONISHI

**Minha amiga abelha: design de habitats artificiais como
estratégia de educação ambiental**

GOIÂNIA

2025

KAROLINE YUKA MATSUNAGA ONISHI

**Minha amiga abelha: design de habitats artificiais como
estratégia de educação ambiental**

Monografia e Projeto apresentados ao Curso de Design da Escola Politécnica e de Artes da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para a obtenção do grau de Bacharel em Design.

Orientadora: Profa. Genilda da Silva Alexandria Souza.

GOIÂNIA

2025

Minha amiga abelha: design de habitats artificiais como estratégia de educação ambiental

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof.^a. Dra. Genilda da Silva Alexandria Sousa

Prof.^a. Dra. Luciana Casaletti

Prof.^a. Dra. Ana Paula Neres de S Bandeira

AGRADECIMENTOS

Agradeço profundamente a todas as pessoas que me acompanharam ao longo deste processo intenso, marcado por desafios, aprendizado e crescimento pessoal. Expresso minha gratidão à minha orientadora, Prof.^a Genilda, cuja orientação sensível, firme e inspiradora foi essencial para que eu conseguisse manter o foco e o propósito ao longo desta jornada. Sua atuação exemplar e seu compromisso acadêmico foram uma verdadeira luz durante o processo.

Agradeço à minha mãe, Kely, e a meu pai Cristiano, pelo apoio incondicional e pela oportunidade de cursar o ensino superior. Agradeço também minha irmã mais velha Gabriela, sua paciência, bondade e inteligência, me inspiram todos os dias. À minha psicóloga, Dra. Mahmi, deixo o meu reconhecimento por me ajudar a enxergar meu potencial criativo e acadêmico de forma mais positiva, oferecendo suporte fundamental em meu processo de desenvolvimento pessoal. Manifesto também meu agradecimento à bióloga e administradora do projeto Melíponas, Ludmilla, que me apresentou ao primeiro meliponário de Goiânia e se dispôs, de maneira generosa, a colaborar com este projeto em todas as etapas necessárias. Por fim, expresso meu profundo carinho e gratidão ao meu companheiro, Luciano Donzelli, cujo apoio constante foi decisivo para que eu chegasse até aqui. Ele foi meu porto seguro, meu incentivo diário e uma presença essencial nesta trajetória. A todas e todos que fizeram parte deste processo, deixo o meu sincero agradecimento. Obrigada.

“Nós nos projetamos para chegar a este problema e, teoricamente, podemos nos projetar para sair dele.”

- *Stephen R. Kellert*, em *Biophilic Design: The Theory, Science and Practice of Bringing Buildings to Life* (2008).

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso, intitulado “Minha amiga abelha: design de habitats artificiais como estratégia de educação ambiental”, abordou a ameaça à biodiversidade urbana causada pela degradação de habitats e ações antropocênicas, focando na conservação dos polinizadores nativos essenciais, as abelhas da tribo *Meliponini* (abelhas sem ferrão). O objetivo central foi propor uma solução em design de habitat artificial para a Jataí (*Tetragonisca angustula*), uma espécie ideal para a criação racional urbana. A metodologia seguiu o Design Industrial de Bernd Löbach, integrando o Design de Auxílio Animal (ADD do inglês, Animal Aided Design) para atender às necessidades críticas da espécie-alvo, e o Design Biofílico para restaurar a conexão humano-natureza através de uma estética vernacular inspirada em construções Art Déco de Goiânia. A solução projetual final consistiu em uma Caixa Racional Fixa (Modelo INPA), combinada com uma Ação Educativa estruturada para escolas, que envolveu a instalação da caixa, painéis informativos e a criação de um mural interativo. A identidade visual “Minha Amiga Abelha”, que conscientemente evitou a forma hexagonal (associada à espécie invasiva *Apis*), foi criada para desmistificar o medo e promover o afeto. O projeto demonstra o potencial do design como mediador ético para representar demandas de espécies não-humanas e a Educação Ambiental como um instrumento fundamental para promover a conscientização e a mudança de conduta, visando a construção de cidades mais resilientes e biodiversas.

Palavras-Chaves: Design, Abelhas Nativas Sem ferrão, Design de Auxílio Animal, Educação Ambiental, Biodiversidade Urbana.

ABSTRACT

This capstone project, titled “My bee friend: artificial habitat design as an environmental education solution”, approached the danger to urban biodiversity brought by habitat degradation and anthropogenic action, focusing on essential native pollinators, from the tribe, or sub-family, *Meliponini* (stingless bees). Its main objective was proposing a design solution through an artificial habitat to a species known as “Jataí” (*Tetragonisca angustula*), known for its resilience and ideal for an urban environment. The methodology followed Bernd Löbach’s industrial design methods allied with Animal Aided Design principles, to better suit the needs of the chosen species, and biophilic design techniques to restore the human-nature connection through a vernacular aesthetic based on Art Decô buildings from Goiânia. The final solution proposed consisted of a rational nesting box (INPA model), along with an educational action geared towards schools, involving the box installation, information panels and the creation of an interactive mural. “My bee friend”’s visual identity that consciously avoided the use of hexagonal shapes (associated with the invasive genus *Apis*) was created as to demystify fear and promote affection. This project demonstrates design’s potential as an ethical mediator to represent non-human species and environmental education as a fundamental tool in promoting conduct change and conscious behavior, seeking the creation of more resilient and more biodiverse cities.

Keywords: Design, Native Stingless Bees, Animal Aided Design, Environmental Education, Urban Biodiversity.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Abelha em processo de polinização	30
Figura 2 – Exemplo de diferença morfológica entre a abelha melipona e a apis.....	31
Figura 3 – Imagens exemplificando diversidade das ASF	32
Figura 4 – Arquitetura do Ninho	33
Figura 5 – Processo de Design por Lobach	45
Figura 6 – Fases da metodologia de design industrial pensada por Lobach.....	46
Figura 7 – Mapa mental correlacionando informações relevantes sobre as meliponas	48
Figura 8 – Mapa mental correlacionando informações relevantes sobre caixas para abelhas sem ferrão	49
Figura 9 – Mapa Mental correlacionando informações sobre a relação humana x abelhas sem ferrão	50
Figura 10 – Exemplo de caixa pensada na educação ambiental.....	52
Figura 11 – Exemplo de aparência vernacular para caixas de abelhas sem ferrão	53
Figura 12 – Ninho personagem realizado por Félix Viera Varejão Neto.....	54
Figura 13 – Rascunhos da caixa INPA modificada	56
Figura 14 – Rascunho detalhado de caixa educativa	57
Figura 15 – Modelo AF (em 3D).....	59
Figura 16 – Modelo Didático (em 3D)	59
Figura 17 – Modelo INPA hexagonal (em 3D)	59
Figura 18 – Vista frontal caixa todos os módulos	63
Figura 19 – Vista superior, módulo ninho	64
Figura 20 – Vista frontal módulo ninho	64
Figura 21 – Vista superior módulo sobreninho	65
Figura 22 – Vista frontal módulo sobreninho	65
Figura 23 – Vista superior divisória entre o ninho e o sobreninho.....	66
Figura 24 – Vista superior módulo melgueira	66
Figura 25 – Vista frontal módulo melgueira	67
Figura 26 – Vista superior divisória entre sobreninho e melgueira.....	67
Figura 27 – Vista superior tampa	68
Figura 28 – Vista frontal tampa	68
Figura 29 – Rascunho da aparência da caixa com estética orgânica.....	70
Figura 30 – Rascunho de aparência da caixa com estética geométrica.....	70
Figura 31 – Rascunho mostrando como a parte estética se acopla a caixa INPA através de imãs.....	71
Figura 32 – Rascunho de possibilidades do suporte da estrutura.....	72
Figura 33 - Vista frontal com medidas	73
Figura 34 – Vista para visualizar a profundidade	73
Figura 35 - Vista lateral do suporte	74
Figura 36 – Vista de detalhe frontal	74
Figura 37 – Vista superior do suporte	74
Figura 38 – Template visual da tipografia Magic Sound	77
Figura 39 – Template visual da família tipográfica Open Sans.....	78
Figura 40 – Rascunhos do ícone para o projeto	79

Figura 41 – Resultado da Logo	80
Figura 42 – Painel semântico que deu origem a paleta de cores.....	81
Figura 43 – Paleta de Cores	82
Figura 44 - Painel sobre as abelhas sem ferrão	83
Figura 45 – Painel sobre função ecossistêmica das abelhas sem ferrão.....	84
Figura 46 – Painel relacionado às abelhas a vida urbana	85
Figura 47 – Placa de identificação da estrutura suporte/ caixa.....	86
Figura 48 – Stencil de flor de aroeira	89
Figura 49 - Stencil de flor de Ipê	89
Figura 50 – Stencil de flor de assa- peixe	90
Figura 51 – Stencil de flor de sabugueiro	90
Figura 52 – Stencil de abelha jataí.....	91
Figura 53 - Marceneiro Jaílton realizando a montagem da caixa INPA.....	93
Figura 54 – Marceneiro Jaílton realizando a montagem da caixa INPA.....	93
Figura 55 – Imagem dos módulos prontos e separados	94
Figura 56 – Imagem dos módulos empilhados	94
Figura 57 - Stencil impressos a laser em acetato (180 gmm).....	95
Figura 58 – Resultado dos stencils aplicados	96
Figura 59 – Stencils Melhorados	97

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Justificativa	15
1.2 Objetivo geral	17
1.3 Objetivos específicos	17
2 CONEXÃO HUMANO E NATUREZA.....	18
2.1 Design biofílico e conexão humano–natureza	18
2.1.1 Fundamento teórico: o conceito de biofilia	18
2.1.2 Evidências científicas e benefícios comprovados	19
2.1.3 Aplicação prática e sustentabilidade restauradora.....	19
2.1.4 O elo ausente da sustentabilidade	20
2.1.5 Conexão ecológica e biodiversidade	21
2.2 Animal Aided Design (AAD).....	21
2.2.1 Princípios fundamentais e abordagem	22
2.2.2 O ciclo de planejamento do AAD.....	22
2.2.3 Exemplos de aplicações e benefícios.....	24
2.3 Estruturas de habitat artificial e o papel do design na conservação da biodiversidade urbana	24
2.3.1 Definição e aplicações das estruturas de habitat artificial	25
2.3.2 O design e a inovação na criação de habitats artificiais.....	26
2.3.3 Riscos e precauções na implementação	27
2.4 Abelhas sem ferrão (ASF): ecologia, biologia e relevância para o design conservacionista	28
2.4.1 Biologia das Meliponini.....	31
2.4.1.1 Habitats e ninho.....	32
2.4.1.2 Divisão de funções e reprodução.....	35
2.4.1.3 Enxameação.....	36
2.4.2 Meliponicultura, abelhas sem ferrão (ASF) e a justificativa projetual para a espécie <i>Tetragonisca fiebrigi</i> (Jataí)	37
2.4.2.1 O design biofílico ecológico.....	38
2.4.2.2 Estudo da espécie-alvo: <i>Tetragonisca fiebrigi</i> (Jataí).....	38
2.4.2.3 O modelo de caixa racional e as especificações design ...	39
2.5 Ação educativa nas escolas	40
2.5.1 Conceituação e amplitude da ação educativa ambiental.....	40
2.5.2 A eficácia da educação ambiental e exemplos de projetos práticos	41
2.5.3 O papel central da escola na educação ambiental.....	42
3 DESENVOLVIMENTO DO PROJETO.....	44
3.1 Metodologia	44
3.2 Fase de preparação	46
3.2.1 Processo de solução do problema	46
3.2.2 Processos de design	51

3.3 Fase de geração de alternativas.....	55
3.3.1 Alternativas do problema e alternativas de design.....	55
3.4 Fase de avaliação.....	60
3.4.1 Avaliação das alternativas do problema.....	60
3.5 Desenvolvimento de novas alternativas ao problema.....	62
3.5.1 Parte I – Caixa fixa modelo INPA.....	62
3.5.2 Parte II – Suporte.....	71
4 DESENVOLVIMENTO DA IDENTIDADE VISUAL DO PROJETO PARA AÇÃO EDUCATIVA E SEUS COMPONENTES.....	75
4.1 Etapas da ação educativa.....	75
4.1.1 Metodologia e referências.....	76
4.1.2 Diferenciação e identidade visual.....	76
4.2 Conceituação.....	76
4.3 Seleção de tipografia.....	77
4.4 Criação da logo.....	78
4.5 Paleta de cores.....	81
4.6 Aplicações.....	82
4.6.1 Painéis.....	83
4.6.2 Placas informativas.....	86
4.6.3 Stencil e mural.....	87
4.6.3.1 Justificativa para a utilização de um mural.....	87
4.6.3.2 Motivação para o uso de stencil na execução do mural.....	88
5 FASE DE REALIZAÇÃO.....	91
5.1 Caixa INPA – confecção.....	92
5.2 Teste do stencil e escolha da tinta utilizada.....	95
5.2.1 Revisão dos stencils e recuperação de elementos visuais.....	96
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	97
7 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	100

1. INTRODUÇÃO

A biodiversidade é o conjunto de todos os seres vivos - plantas, animais, fungos, microrganismos e os ecossistemas, que formam a teia da vida da qual somos parte integrante e dependemos totalmente. No Brasil a biodiversidade é extremamente rica, com o privilégio de possuir 13% das espécies do mundo e ser o segundo país com mais espécies endêmicas. Contudo a biodiversidade apresenta ameaças significativas, por exemplo o processo de extinção, que apesar de natural, deve ocorrer de forma lenta e em equilíbrio, as taxas atuais de extinção de espécies impulsionadas por atividades humanas estão estimadas em cerca de 100 a 1 000 vezes maiores do que as taxas naturais de fundo (De Vos et al., 2015; Ceballos et al., 2015). As cidades contemporâneas, enfrentam desafios ambientais significativos já que são centro das ações antropocenos, como a perda de biodiversidade, poluição e degradação de habitats naturais. No contexto urbano, a escassez de espaços verdes e a fragmentação de ecossistemas comprometem a sobrevivência de diversas espécies de fauna e flora. Nesse cenário, surge a necessidade de repensar o design urbano, incorporando soluções que promovam a coexistência entre o ambiente construído e a natureza.

O conceito de "mini moradias" para a fauna e flora urbanas propõe a criação de pequenos habitats artificiais que ofereçam abrigo, alimentação e condições adequadas para a sobrevivência de diversas espécies. Essas estruturas podem variar desde abrigos para aves e insetos até jardins verticais que favoreçam a biodiversidade local. Além disso, este tipo de iniciativa demonstra como espaços privados podem ser adaptados para abrigar uma variedade de espécies, promovendo a conectividade ecológica e a recuperação de habitat. Outrossim, essa estrutura abre espaço para uma discussão de maneira ampla, uma vez que seu caráter inusitado se torna ponto de discussão e conscientização. Essa característica também pode ser explorada no âmbito educacional, por meio de projetos envolvendo instituições de ensino que poderiam assumir essas estruturas de maneira permanente, favorecendo a educação ambiental e a conservação de polinizadores em áreas urbanas (ARANDA et al., 2024).

Pode-se destacar uma tribo do reino animal que é fundamental para o primeiro conceito e se beneficiaria grandemente do segundo, sendo ela a *Meliponini*. Também conhecidas de maneira informal como “meliponas”, esse conjunto de espécies nativas se destacam pela falta de um órgão de defesa encontrado em sua família *Apis*, o ferrão. Esse grupo ocupa um nicho de polinizadores, ou seja, responsáveis para uma manutenção da reprodução de plantas que usam o mecanismo entomófilo, papel que alicerça aspectos da biodiversidade. Porém, devido à perda de habitat, e a competição com espécies invasivas, geralmente trazidas para fins de apicultura, a tribo perdeu boa parte de sua população original. Nesse caso, uma intervenção voltada para habitats artificiais especializados seria de grande proveito, pois ajudaria na manutenção de outras espécies, em especial em um contexto urbano, onde a preservação da biodiversidade não é tomada como preocupação imediata.

Este trabalho se propôs a investigar e desenvolver soluções de design para mini moradias que atendam às necessidades da fauna local, considerando aspectos como materiais sustentáveis, integração com o ambiente urbano e impacto ecológico. O foco foi contribuir para a criação de cidades mais resilientes e biodiversas, onde o design desempenha um papel fundamental na preservação e promoção da vida selvagem urbana.

1.1 Justificativa

As cidades contemporâneas enfrentam desafios estruturais decorrentes a intensificação dos processos de urbanização, da redução progressiva de áreas verdes e da crescente degradação ambiental. Tais fatores afetam diretamente a biodiversidade urbana, comprometendo a estabilidade dos ecossistemas e, conseqüentemente, a qualidade de vida das populações humanas. Entre os grupos mais impactados encontram-se os polinizadores nativos, em especial as abelhas sem ferrão, cuja atuação é fundamental para a reprodução de grande parte das espécies vegetais, para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e para o equilíbrio ambiental em contextos urbanos (GRÜTER, 2020).

Nesse panorama, torna-se imprescindível repensar os modos de conceber e organizar os espaços urbanos, considerando soluções que integrem funcionalidade,

estética, sustentabilidade e responsabilidade socioambiental. O design, enquanto campo interdisciplinar, apresenta potencial para articular tais dimensões, oferecendo estratégias projetuais que dialogam com os desafios ecológicos contemporâneos. Ao incorporar princípios do design ecológico e do design regenerativo, amplia-se a possibilidade de desenvolver produtos e ambientes que não apenas minimizem impactos ambientais, mas também contribuam para a restauração de processos naturais e para o fortalecimento das populações de polinizadores nativos (KEVAN, 1999).

Paralelamente, a educação ambiental desempenha papel decisivo na sensibilização e formação crítica da sociedade, permitindo que diferentes públicos compreendam a relevância dos polinizadores para a resiliência dos ecossistemas urbanos. A produção de materiais, dispositivos e experiências educativas fundamentadas em pressupostos do design pode promover a aproximação da população às dinâmicas ecológicas, estimulando práticas de cuidado, valorização e conservação da biodiversidade local. Assim, o design consolida-se não apenas como recurso estético ou técnico, mas como um mediador capaz de traduzir fenômenos complexos da natureza em linguagens acessíveis e pedagogicamente significativas.

Ademais, ao considerar que outras espécies não dispõem de meios de comunicação capazes de expressar suas necessidades e vulnerabilidades, o design emerge como uma ferramenta ética e estratégica para representar tais demandas no contexto urbano. Essa perspectiva orienta a superação de abordagens estritamente antropocêntricas, promovendo um design universal ampliado, que contemple o bem-estar de múltiplos agentes do ecossistema (MANZINI, 2015). Desse modo, o design assume função central na construção de cidades mais inclusivas, resilientes e alinhadas aos princípios da sustentabilidade, reforçando sua relevância como instrumento para a conservação da biodiversidade e para a promoção de uma cultura ambiental crítica e informada (PAPANEEK, 1971).

Essa intervenção se materializa de maneira satisfatória em um contexto de habitats artificiais, trazendo visibilidade à aspectos comumente intangíveis, além de trazer proteção palpável para as espécies em risco, que podem ser fundamentais para a biodiversidade.

1.2 Objetivo Geral

O trabalho teve como objetivo propor uma solução em habitat artificial para manutenção da biodiversidade e conservação de polinizadores nativos.

1.3 Objetivos Específicos

- Identificar os principais elementos da biodiversidade presentes no ambiente urbano de Goiânia e seu estado de conservação;
- Avaliar os benefícios ecológicos, sociais e estéticos da incorporação da biodiversidade nos espaços urbanos;
- Analisar oportunidades e limitações de mini habitats sustentáveis que promovam convivência harmoniosa entre habitação e biodiversidade;
- Estudar materiais e técnicas construtivas que favoreçam a presença da fauna e da flora em locais urbanos;
- Propor diretrizes de design biofílico e design de auxílio animal no desenvolvimento de mini habitats que incorporem princípios de respeito e convivência;
- Destacar através do design conceitos relacionados a educação ambiental;
- Idealizar maneiras de conexão e interação com o público-alvo para facilitar a conscientização ambiental;
- Fortalecer a relação humano-polinizador trazendo conhecimento de sua importância;
- Desenvolver um anteprojeto de mini moradia que evidencie a aplicação dos conceitos estudados e a efetividade das minis moradias em ambiente urbano.

2. CONEXÃO HUMANO E NATUREZA

2.1 Design Biofílico: conexão entre o ser humano e a natureza

O Design Biofílico é uma abordagem de planejamento, arquitetura e design que busca integrar o ambiente construído aos sistemas e processos naturais, promovendo uma conexão mais profunda entre o ser humano e a natureza. De acordo com *The Theory and Practice of Biophilic Design* (KELLERT; HEERWAGEN; MADOR, 2008), essa abordagem fundamenta-se em três dimensões complementares: teoria, ciência e prática. Do ponto de vista teórico, o Design Biofílico deriva do conceito de biofilia, proposto por Edward O. Wilson (1984), que descreve a tendência humana inata de buscar vínculos com a natureza e outras formas de vida. Essa afinidade é resultado de um processo evolutivo, no qual a mente e o corpo humanos se desenvolveram em resposta a estímulos naturais, como luz solar, água, clima, fauna e paisagens. Mesmo com o distanciamento progressivo da natureza ao longo da urbanização, o bem-estar físico e mental permanece fortemente associado ao contato com ambientes naturais.

A dimensão científica reúne evidências que comprovam os benefícios do Design Biofílico para a saúde, o bem-estar e o desempenho humano. Estudos indicam que a presença de elementos naturais (diretos ou simbólicos) contribui para a recuperação de pacientes, redução do estresse, aumento da produtividade, melhoria do funcionamento cognitivo e estímulo ao desenvolvimento infantil. Além disso, ambientes biofílicos favorecem relações comunitárias mais fortes e maior senso de pertencimento.

No âmbito prático, o Design Biofílico amplia as abordagens tradicionais de sustentabilidade ao propor não apenas a mitigação de impactos ambientais, mas a restauração da relação entre humanos e natureza. Sua aplicação pode ocorrer em diferentes escalas, desde edificações isoladas até bairros e cidades, incorporando características ambientais, padrões naturais, qualidades da luz, relações espaciais e conexões com a ecologia local. Nesse contexto, o Design Biofílico é frequentemente compreendido como o elo ausente da sustentabilidade contemporânea, ao integrar eficiência ambiental com benefícios diretos à experiência humana.

Por fim, o Design Biofílico desempenha um papel relevante na promoção da biodiversidade, ao incentivar que o ambiente construído se conecte aos ecossistemas locais e fortaleça processos naturais. Estratégias como a conectividade ecológica, a valorização da biodiversidade nativa e a criação de habitats artificiais contribuem para a restauração ambiental em contextos urbanos, alinhando o projeto às dinâmicas ecológicas do território.

2.2 Design de Auxílio Animal (AAD)

Se o design biofílico estabelece o *porquê* devemos reconectar as pessoas à natureza, o AAD ou Design Assistido por Animais, fornece o *como* essa conexão pode ser feita por meio de estruturas físicas e funcionais que atendam às necessidades críticas de uma espécie específica. Desenvolvido pela Universidade Técnica de Munique e pela Universidade de Kassel (Weisser, Wolfgang. 2019. Weisser Hauck Animal-Aided Design.), o AAD preenche uma lacuna, pois a diversidade botânica já foi integrada ao design urbano, mas há poucos exemplos práticos para a fauna diversa. O principal objetivo do AAD é garantir que as iniciativas para proteger e desenvolver a biodiversidade urbana sejam bem-sucedidas de uma forma que seja ecologicamente significativa e esteticamente agradável (GROBMAN et al., 2023).

2.2.1 Princípios Fundamentais e Abordagem

O conceito central do AAD é a abordagem focada na espécie, onde o planejamento se concentra nas necessidades de espécies animais individuais (espécies-alvo) e busca integrar esses requisitos no design arquitetônico e paisagístico urbano.

1. Integração de Necessidades Animais: O AAD não considera apenas como os espaços abertos de bairros residenciais podem atender às necessidades de pássaros, insetos e pequenos mamíferos, mas também como poleiros e auxílios de nidificação para pássaros e morcegos podem ser criados nas próprias edificações.

2. Design com Animais: O AAD vê os animais selvagens como elementos dentro do contexto do design, similar à forma como as plantas são consideradas na arquitetura paisagística, fornecendo o conhecimento e as ferramentas necessárias para "projetar com animais".
3. Vida Urbana Integrada: O AAD facilita uma abordagem integrada para a construção de habitações e a conservação da natureza, reunindo o que muitas vezes são vistos como interesses opostos. Ao fazê-lo, alcança novos grupos-alvo importantes, como os setores de habitação e arquitetura.

2.2.2 O Ciclo de Planejamento do AAD

O AAD é uma metodologia de planejamento que serve como interface entre disciplinas variadas (planejamento urbano, arquitetura, planejamento de tráfego, conservação da natureza e arquitetura paisagística). O processo envolve equilibrar as necessidades dos animais com os requisitos dos grupos de interesse humanos:

- a. Fase de Análise e Conceito: Nesta fase inicial, definem-se as espécies-alvo. A seleção não é feita apenas com base em espécies raras ou legalmente protegidas, mas também em fatores socioculturais e no potencial do local.
 - As espécies-alvo são escolhidas por razões específicas (como qualidades estéticas ou valor cultural/conservação) para serem ativamente apoiadas pelo cumprimento de seus requisitos de habitat.
 - A seleção considera características ecológicas, barreiras de dispersão e o potencial do habitat no local, comparando-o com os requisitos dos grupos de interesse e as considerações socioculturais (preferências ou aversões a certas espécies).

b. Fase de Planejamento Detalhado e Design

O conhecimento do ciclo de vida da espécie e de suas necessidades críticas é fundamental para um design bem-sucedido. As necessidades críticas são incorporadas diretamente ao design. Elas incluem condições específicas para a

sobrevivência da população, como dimensões de cavidades de nidificação, o tipo de alimento (como plantas específicas para lagartas) ou a necessidade de evitar perigos como vidro e luz excessiva.

Perfis de Espécies específicos são usados como ferramentas de planejamento para comunicar os requisitos de cada espécie em todas as fases da vida (corte, acasalamento, reprodução, vida adulta, inverno).

Para a fase de Execução e Construção foca-se em garantir que as disposições do AAD sejam implementadas corretamente e que a construção seja sensível aos animais. Para este projeto de habitat artificial, isso inclui o monitoramento da correta instalação de medidas, como o uso de materiais atóxicos e o posicionamento ideal da caixa.

Com a fase de Monitoramento e Avaliação, após a conclusão, monitora-se o sucesso ecológico (se as espécies-alvo adotaram as provisões) e a aceitação dos residentes, a fim de refinar futuros processos de planejamento e otimizar os elementos estruturais do local.

2.2.3 Exemplos de Aplicação e Benefícios

O AAD é especialmente relevante em contextos de adensamento urbano e renovação de edifícios, onde a pressão sobre os espaços verdes é grande.

- As medidas de AAD visam criar habitats tangíveis. Exemplos práticos incluem a integração de auxílios de nidificação para andorinhões em fachadas, o estabelecimento de plantas ricas em néctar para borboletas, ou a criação de pilhas de galhos e folhas para refúgios de ouriços.
- Muitas vezes, o AAD busca sinergias (benefícios múltiplos), como combinar o planejamento de drenagem com a criação de uma fonte de água, ou utilizar telhados e fachadas verdes (que beneficiam insetos e pássaros) para adaptar o microclima e auxiliar na adaptação às mudanças climáticas.

O ADD, portanto, serve como o quadro metodológico para garantir que o

design do meliponário não seja apenas estético e educativo, mas também ecologicamente funcional e integrado ao ambiente urbano, promovendo ativamente a biodiversidade e permitindo interações cotidianas com a natureza.

2.3 ESTRUTURAS DE HABITAT ARTIFICIAL E O PAPEL DO DESIGN NA CONSERVAÇÃO URBANA

A intervenção humana modificou substancialmente os ecossistemas terrestres, de água doce e marinhos, através de práticas como agricultura, mineração, poluição, dragagem e, notavelmente, a urbanização. As cidades modernas são o centro das ações antropogênicas, onde a população urbana está projetada para crescer significativamente, resultando em uma rápida e substancial expansão urbana que causa impactos significativos na natureza. Elas enfrentam desafios ambientais como a perda de biodiversidade, poluição e degradação de habitats naturais. Nesses ambientes, a escassez de espaços verdes e a fragmentação de ecossistemas comprometem a sobrevivência de diversas espécies de fauna e flora. O ambiente urbano é frequentemente classificado como um ecossistema ecologicamente inédito, impondo alto estresse sobre a biota nativa por apresentar combinações novas de condições ambientais, organismos, solos, toxinas e hidrologia, que diferem substancialmente dos habitats naturais originais.

Apesar dos desafios, as cidades funcionam como espaços substitutos para animais impactados pela alteração do ambiente natural, tornando-se refúgio para muitas espécies. Esse fenômeno é explicado pela perda e fragmentação do habitat natural devido à expansão urbana, levando os animais a buscarem alternativas de sobrevivência nos centros urbanos. Além disso, o ambiente urbano oferece:

- Maior oferta de alimento (descarte de resíduos, jardins, árvores frutíferas).
- Variedade de estruturas que funcionam como abrigos (telhados, muros, vãos de edificações).
- Redução de predadores naturais.
- Temperaturas mais estáveis e favoráveis devido ao efeito de "ilha de calor".

Diante da totalidade da perturbação humana, a intervenção ativa é necessária para a persistência das populações animais. Assim, o design desempenha um papel fundamental na preservação e promoção da vida selvagem urbana, especialmente em contextos de adensamento urbano e distanciamento com o universo natural.

2.3.1 Definição e Aplicação das Estruturas de Habitat Artificial

Os “minis habitats” urbanos são formalmente definidos como Estruturas de Habitat Artificiais (AHS do inglês, *Artificial Habitat Structures*). As AHS são projetados propositalmente como substitutos ou suplementos feitos pelo homem para estruturas de habitat naturais. Elas são tipicamente implantadas em ambientes degradados, perturbados ou modificados. O seu principal objetivo é apoiar a conservação animal, trabalhando para melhorar a sobrevivência, crescimento, reprodução e abundância de indivíduos ou populações. As estruturas representam uma ferramenta de conservação versátil, utilizada em uma variedade de contextos globalmente, embora com graus variáveis de sucesso (WATCHORN et al. 2022). Sua implementação é observada em florestas, desertos, oceanos e rios. Essas estruturas podem:

- Suplementar ou substituir estruturas naturais que são usadas para comportamentos específicos como abrigo, nidificação ou desova.
- Atuar como “soluções temporárias” enquanto as estruturas naturais (que podem levar décadas ou séculos para se recuperar, como ocos de árvores) se restabelecem.
- Substituir permanentemente estruturas de habitat não renováveis que foram perdidas, como certas fendas de rochas.

Exemplos práticos de AHS incluem tocas artificiais, ninhos, recifes artificiais e outros refúgios, estabelecidos para compensar a destruição de habitats naturais importantes para anfíbios, répteis, pássaros, mamíferos e invertebrados.

2.3.2 O Design e a Inovação na Criação de Habitats Artificiais

A criação de mini habitats eficazes requer um design cuidadoso e experimental. Para otimizar a eficácia e aumentar a probabilidade de criar uma estrutura adequada, o design deve ser bem-informado pelos fatores de seleção do habitat natural. O conhecimento de como e por que os animais selecionam estruturas naturais é fundamental para informar o designer.

Os fatores de seleção de habitat natural que devem guiar o design incluem:

- A posição da estrutura na paisagem.
- Sua orientação.
- Dimensões físicas (forma e proporção).
- Cor e complexidade estrutural.
- Dinâmica do microclima.
- Dureza, porosidade ou química da superfície.

Em ambientes urbanos, o design de moradias pode ser aplicado ao nível da construção, reconhecendo que vastas áreas dos envelopes dos edifícios (fachadas e telhados) têm o potencial de se tornarem habitats. Elas podem envolver modificações em estruturas existentes, como a adição de fendas e outros micro-habitat a estruturas já presentes, como paredes marítimas. A tecnologia moderna está expandindo as capacidades do design de habitats artificiais através:

- **Modelagem Personalizada:** Um projeto utilizou o escaneamento 3D para identificar a posição ideal em uma superfície de árvore para um ninho artificial. Em seguida, gerou-se digitalmente um ninho que foi customizado para aquela posição específica.

- **Fabricação Avançada e Realidade Aumentada:** O ninho foi montado usando realidade aumentada para produzir e testar eficientemente um protótipo impresso em 3D.

- **Softwares de Simulação:** Softwares de videogame foram aplicados para modelar o Tridimensional (3D) em pilhas de rochas e identificar o tamanho ideal das rochas que fornecem refúgio para certas espécies, excluindo predadores (como

camundongos).

- **Tecnologias Integradas:** Tecnologias como portas automatizadas fotossensíveis ou portas automatizadas com microchip podem ser incorporadas no design das AHS para reduzir o risco de competição ou predação, excluindo espécies não-alvo

2.3.3 Riscos e Precauções na Implementação

Embora os habitats sejam uma intervenção de conservação rapidamente implantável, seu uso pode gerar resultados neutros ou, ocasionalmente, negativos. Por isso, o design e o monitoramento devem ser parte de uma estrutura experimental para permitir a avaliação e o refinamento. Os riscos ecológicos devem ser considerados antes da implementação generalizada (Lundholm, Richardson 2010), para que se possa tomar medidas para minimizá-los durante o estágio de design:

1. **Armadilhas Ecológicas:** Podem atuar como armadilhas ecológicas se induzirem organismos a selecionar habitats de baixa qualidade que, em última análise, reduzem sua aptidão física. Isso pode ocorrer devido a design ou colocação inapropriados (por exemplo, criando microclimas inadequados), deficiência de outros componentes de habitat necessários (como fontes de alimento), ou alta pressão de predação no local.

2. **Espécies Invasivas:** Capaz de ser exploradas por espécies invasivas. Por exemplo, aves invasivas podem competir com aves nativas por cavidades artificiais de árvores. É crucial avaliar em que medida as espécies invasivas podem se beneficiar das AHS em detrimento das espécies nativas.

Má Utilização: Não devem ser utilizadas para "greenwashing" ou como compensações inadequadas de biodiversidade para facilitar a destruição ambiental, se tornando projetos destrutivos.

O monitoramento, a avaliação e a divulgação de achados (positivos, negativos ou neutros) são essenciais para informar melhor os gerentes de conservação e refinar as técnicas de design para o futuro

2.4 ABELHAS SEM FERRÃO (ASF): ECOLOGIA, BIOLOGIA E RELEVÂNCIA PARA O DESIGN CONSERVACIONISTA

Diante das múltiplas espécies que compõem a fauna urbana e que poderiam se beneficiar de habitats artificiais, as abelhas sem ferrão emergem como um grupo de especial relevância ecológica e simbólica. A decisão de aprofundar o estudo sobre as *Meliponini* fundamenta-se tanto na sua importância como polinizadoras nativas (ilustrado na figura 01), responsáveis por manter ciclos reprodutivos de grande parcela da flora brasileira, quanto na sua vulnerabilidade crescente frente à perda de habitat, à fragmentação dos ecossistemas e à competição com espécies exóticas introduzidas pela apicultura convencional. Por serem insetos inofensivos ao convívio humano, altamente adaptáveis a ambientes urbanos e essenciais para o equilíbrio ecológico, tornam-se um grupo ideal para iniciativas que buscam integrar biodiversidade e design urbano. Além disso, sua presença próxima às pessoas costuma despertar curiosidade, empatia e interesse educativo, constituindo-se como um excelente ponto de partida para ações de sensibilização ambiental. Assim, focar nas abelhas sem ferrão não apenas responde a uma demanda ecológica urgente, mas potencializa o papel do design como mediador entre conhecimento científico, práticas sustentáveis e a construção de cidades mais inclusivas e biodiversas.

Aprofundando o estudo nesse sentido, sabemos da estimativa de que 70% das plantas nativas dependem de animais no auxílio de sua reprodução (BROWN JR.; FREITAS, 2002; KEARNS et al., 1998; KEVAN, 1999), muitas dessas utilizando de um mecanismo conhecido como entomófilo, ou seja, dependência em específico de insetos para tal. Isso influencia diretamente na dinâmica dos ecossistemas, onde a presença desses animais antófilos se torna fundamental para manutenção da base das cadeias de energias, responsáveis por prover alimento para uma gama de espécies diferentes. Dentre grupos que realizam esse papel, pode-se dar destaque a tribo nativa *Meliponini* conhecida comumente como “meliponas” ou “abelhas sem ferrão”.

Figura 1 – Abelha em processo de polinização



FONTE: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-agrarias/guardas-formam-barreira-sanitaria-e-impedem-entrada-de-abelhas-jatai-com-fungo-em-ninhos/>

As abelhas sem ferrão, pertencentes à família *Apidae*, apresentam grande diversidade de espécies e têm ganhado destaque em notícias e estudos recentes devido ao fenômeno conhecido como Doença do Colapso das Colônias (CCD do inglês, Colony Collapse Disorder). Esse termo reúne diferentes fatores associados ao declínio de colônias, incluindo parasitas, predadores, doenças e causas de origem antrópica. Entre esses fatores, destaca-se a perda de habitat, especialmente evidente em áreas de elevada densidade urbana e com reduzida cobertura vegetal. Tal condição é particularmente prejudicial para as espécies do gênero *Melipona*, que dependem diretamente de recursos botânicos para a construção de seus ninhos, normalmente localizados no interior de árvores de grande porte.

Outro elemento relevante é a competição com espécies invasoras. A preferência histórica pela apicultura, em detrimento da meliponicultura, favoreceu a ampla disseminação de abelhas do gênero *Apis* no ambiente natural brasileiro, mesmo na ausência de predadores naturais que controlem suas populações. Soma-se a isso o uso intensivo de agrotóxicos, considerado um dos principais responsáveis pela redução da biodiversidade em diversos biomas, afetando tanto espécies vegetais quanto animais, com impacto mais severo sobre organismos mais sensíveis, como os insetos. A combinação desses fatores tem provocado declínios significativos em

diversas populações de abelhas sem ferrão, levando espécies como a Manduri (*Melipona obscurior*), a Guaraipo e a Mandaçaia a integrarem listas regionais de espécies ameaçadas de extinção. Esse cenário contribui, ainda, para um crescente desconhecimento da população acerca da rica biodiversidade do país. Uma parcela reduzida da sociedade reconhece as abelhas sem ferrão como espécies fundamentais para a manutenção dos ecossistemas e como agentes essenciais da polinização, processo que beneficia aproximadamente 75% das culturas agrícolas. Essa invisibilidade dificulta o avanço de iniciativas de conservação, que dependem do engajamento e apoio da população para sua implementação e continuidade.

Figura 2 - Exemplo de diferença morfológica entre a abelha melipona e a apis

Polinizadoras essenciais para a vida, fazer mel é só mais um detalhe.

Algumas das diferenças entre as abelhas com e sem ferrão!

Genêro <i>Apis</i>	Tribo <i>Meliponini</i>
Ferrão desenvolvido: Se defendem utilizando o ferrão, são capazes de perfurar insetos múltiplas vezes, em animais grandes o ferrão fica preso e através de uma bolsa libera uma substância chamada apotóxina.	Ferrão atrofiado: Não tem capacidade de ferroar. Suas formas de defesa variam desde a utilização da própolis como vedação dos ninhos e para prender outros insetos até enrolar-se nos pelos e cabelos de animais grandes que as ameacem.
Exóticas: Embora sejam vistas em todas as partes são originárias dos continentes a-európeu, africano e asiático.	Nativas: Existem espécies de abelhas sem ferrão em toda área tropical do mundo. Cerca de 300 das 400 espécies são nativas do Brasil.
Mel em favos: Transformam o néctar em mel e depositam em favos verticais feitos de cera.	Mel em potes: Transformam o néctar em mel e depositam em potinhos feitos de cera.
Rainha voa: Mesmo após o voo nupcial e a formação do ninho, a rainha não perde a capacidade de voar.	Rainha não voa: Após o voo nupcial a rainha perde a capacidade de voar.
Migram: Quando o alimento fica escasso ou o ambiente inóspito, as abelhas são capazes de migrar rapidamente.	Residência fixa: Por suas rainhas não voarem e não serem capazes de migrar, são extremamente afetadas pelo desmatamento e avanço da monocultura.

S.O.S ABELHAS SEM FERRÃO

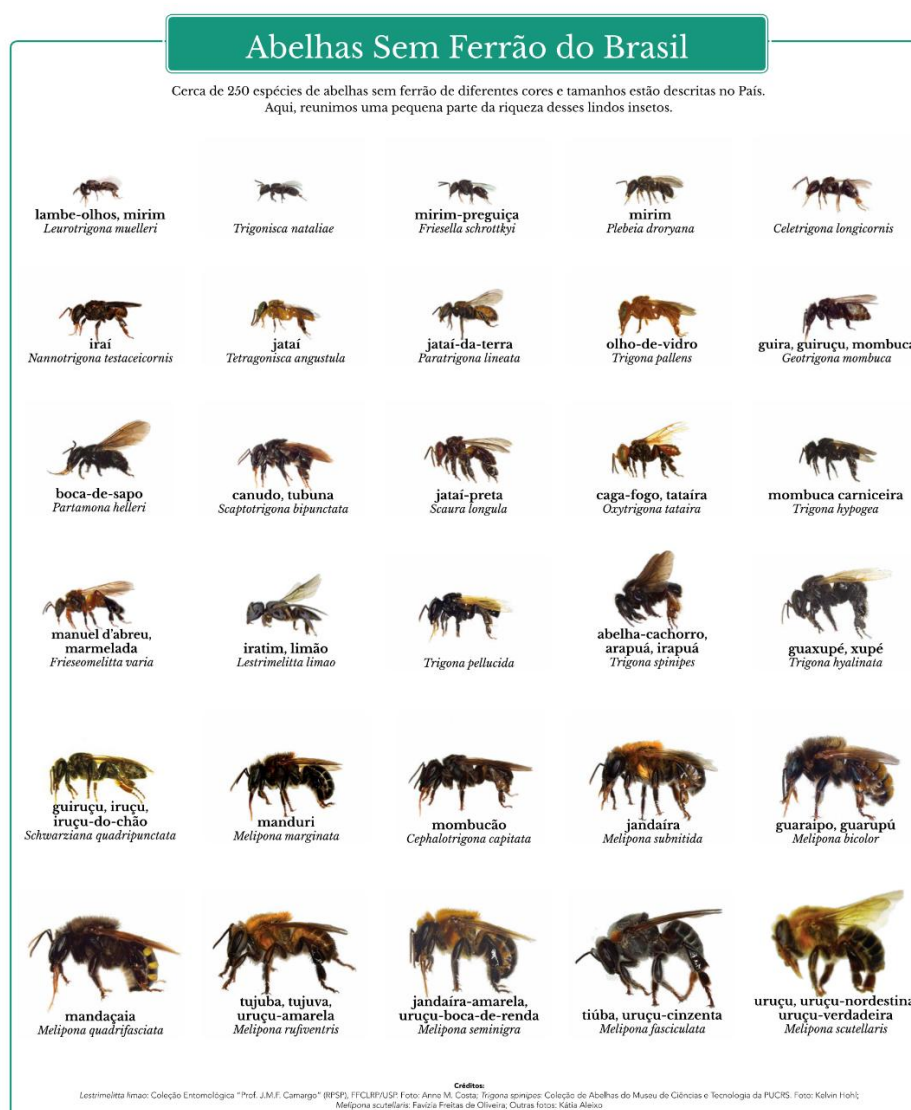
youtube.com/c/SOSAbelhassemferrao
facebook.com.br/sosabelhassemferrao
www.sosabelhassemferrao.com.br

Fonte: <https://www.facebook.com/photo/?fbid=795583050545135&set=a.454489487987828>

2.4.1 Biologia das *Meliponini*

As abelhas sem ferrão constituem um vasto grupo de abelhas nativas, estimadas entre 462 e 552 espécies descritas (GRÜTER, 2020) muitas das quais são nativas do Brasil totalizando mais de 400 espécies no território nacional. Essa diversidade vem com uma gama de comportamentos e morfologia distintos, como cores e formas corporais, método de construção de ninho, e desenvolvimento de populações.

Figura 3 – Imagens exemplificando diversidade das ASF

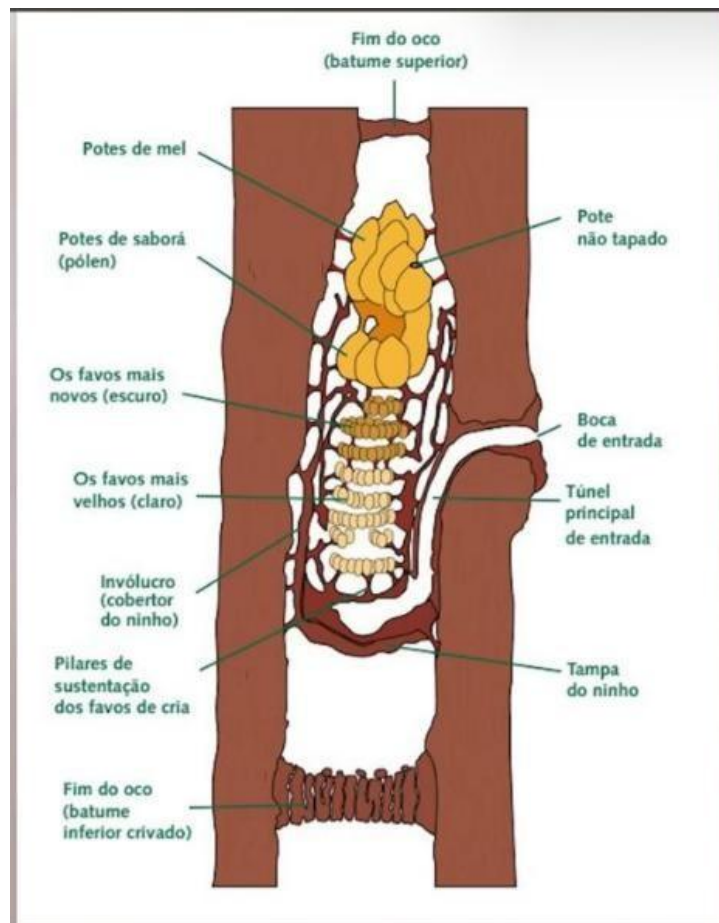


Fonte: <https://brasil.mongabay.com/2020/05/importantes-para-vari%C3%A3os-cultivos-abelhas-nativas-do-brasil-sofrem-amea%C3%A7as-da-pr%C3%B3pria-agricultura/>

2.4.1.1 Habitats e Ninho

Embora não esteja presente em todas as abelhas classificadas como sem ferrão, a estrutura do ninho é vista em muitas das espécies de ASF, que comumente constroem sua colmeia em troncos espessos de árvores devido a sua proteção inerente e isolamento térmico, ideal para a geração de larvas e produção de mel. Essa morada, quando presente nos troncos, é formada em uma seção oca reforçada com batume sólido na parte de cima, a fim de evitar penetração de água e outros invasores, e uma estrutura similar, porém crivada ao fundo, promovendo vazão de água no caso de chuva. O ninho é geralmente dividido em entrada, células de cria e melgueira.

Figura 4 – Arquitetura do ninho da abelha Jataí



Fonte: <https://youtu.be/Hg6BaJYNBhk?si=ITg40hsbzozgkIM2>

- Entrada: Primeiro sistema de defesa do ninho, a entrada geralmente é camuflada entre a flora natural, especialmente por ter uma coloração semelhante ao tronco em que se encontra. Sua composição varia entre espécies, mas geralmente é a base de cerume ou de batume. E podem até ser fechadas na parte da noite por algumas espécies.

Potes de alimentos: Os potes de alimentos são estruturas essenciais do ninho onde o mel e o pólen são armazenados separadamente. Estes potes são feitos de cerume, uma mistura de cera e própolis. Eles são caracteristicamente maiores que as células de cria. A localização dos potes de alimentos pode variar conforme a espécie, mas, em geral, eles são posicionados na periferia do invólucro da área de cria. Geralmente, os potes de alimentos possuem formato oval ou esférico. Quando o ninho dispõe de bastante espaço, eles podem estar agrupados irregularmente, podendo alguns estar isolados.

- Favos de cria: Os favos (ou área de cria) são considerados o coração do ninho e geralmente estão localizados no centro da cavidade de nidificação. Eles são formados por células de cria, que são utilizadas somente uma vez nestas abelhas. As células de cria são construídas com cerume. Elas podem estar justapostas umas às outras, formando favos compactos, dispostos tipicamente como pilhas de pratos horizontais, podendo ser, em alguns casos, helicoidais (em forma de escada). Em algumas espécies, as células de cria se apresentam em cachos. Uma característica fundamental das abelhas sem ferrão é a alimentação líquida maciça fornecida às larvas: após a célula estar pronta e preenchida com alimento líquido, a rainha põe o ovo perpendicularmente sobre ele, e a célula é imediatamente fechada pelas. Todo o desenvolvimento do indivíduo (ovo, larva, pré-pupa, pupa e adulto) ocorre dentro desta célula. Após a emergência do adulto, as células são destruídas pelas operárias.

- Cria Nova e Cria Madura: Os favos de cria são distinguidos por sua coloração. Favos na fase de ovo até a pré-pupa são mais escuros e são chamados de cria nova ou cria verde. Favos mais velhos, na fase de pupa até a abelha adulta, são de coloração mais clara e são chamados de cria madura ou cria nascente. A cria madura é mais resistente à manipulação e evita o escorrimento do alimento larval, sendo importante na multiplicação das colônias.
- Invólucro: uma estrutura composta por camadas (lamelas) de cerume que tem como função envolver o conjunto de favos de cria. Esta estrutura é importante na regulação da temperatura dos favos. As camadas do invólucro (geralmente de 2 a 5) podem conter espaços entre elas, permitindo a movimentação das abelhas e formando barreiras de labirintos, aberturas e passagens que auxiliam na prevenção do acesso direto de inimigos naturais às células de cria. Algumas espécies de mirins, como a *Plebeia nigriceps* e a *Plebeia wittmanni*, não apresentam invólucro. O aspecto do invólucro pode indicar o estado de saúde da colônia: se for uniforme, limpo e maleável, indica bom estado; se o cerume estiver ressecado, quebradiço ou mofado, é um indicativo de colônia fraca.

2.4.1.2 Divisão de funções e Reprodução

As abelhas sem ferrão, pertencentes à tribo *Meliponini* da família *Apidae*, apresentam organização social classificada como altamente eussocial. Essa condição é caracterizada pela divisão de trabalho reprodutivo entre rainhas e operárias, cuidado cooperativo com a prole e sobreposição de gerações no interior do ninho. Esse modelo social complexo está associado ao grande sucesso ecológico dos insetos sociais, que podem representar até 30% da biomassa animal em diversos ecossistemas terrestres.

A colônia dos meliponíneos é perene e formada por rainhas, operárias e machos. A quantidade de indivíduos varia de acordo com a espécie, podendo chegar

a milhares em gêneros como *Melipona*, ou ultrapassar dezenas de milhares em espécies de *Trigona*. A rainha é a fêmea responsável pela postura de ovos e pela manutenção da reprodução na colônia, sendo mais longeva e fértil do que as demais. Seu papel é reforçado por um sistema de comunicação baseado na liberação de feromônios, que regula o comportamento das operárias. Após o acasalamento, a rainha adquire o aspecto fisogástrico, com abdome bastante dilatado, e torna-se incapaz de voar. Além dela, o ninho abriga rainhas virgens, ou princesas, que podem compor até um quarto da população e ficam disponíveis para substituir a rainha poedeira quando necessário.

As operárias constituem a maior parte dos indivíduos de uma colônia e são responsáveis por praticamente todas as atividades de manutenção. Embora sejam fêmeas, têm sua fertilidade limitada, podendo, em algumas espécies, ser totalmente estéreis devido à degeneração dos ovários durante a fase pupal. Essas abelhas apresentam adaptações morfológicas, como glândulas produtoras de cera e corbículas nas patas posteriores, que permitem o transporte de pólen. Já os machos têm como função principal o acasalamento com as rainhas virgens. Sua longevidade é curta e, após atingirem a maturidade sexual, são expulsos pelas operárias. Diferentemente dos zangões de *Apis mellifera*, os machos de meliponíneos podem desempenhar pequenas tarefas internas, como desidratação de néctar ou manipulação de cera.

A divisão das tarefas dentro da colônia segue o polietismo etário, no qual as funções são desempenhadas de acordo com a idade das operárias. Nos primeiros dias de vida, elas realizam atividades internas, como limpeza, produção de cera, manipulação de cerume, alimentação das larvas e construção de células de cria. À medida que envelhecem, passam a atuar como lixeiras internas, guardas, receptoras de néctar e, por fim, como campeiras responsáveis pela coleta de recursos no ambiente externo. Esse sistema, embora organizado, apresenta flexibilidade, permitindo que operárias reativem funções anteriores quando a colônia necessita. A determinação das castas ocorre durante o desenvolvimento larval e varia conforme o gênero. De forma geral, a estrutura social das abelhas sem ferrão funciona como um sistema integrado, no qual cada indivíduo desempenha funções específicas para garantir a sobrevivência

e a continuidade da colônia.

2.4.1.3 Enxameação

A enxameação é o processo natural de reprodução das colônias de abelhas sem ferrão, caracterizado por ocorrer de forma progressiva e pela participação coordenada das operárias na instalação da nova colônia. Esse fenômeno costuma acontecer quando há superpopulação no ninho e disponibilidade abundante de recursos florais. Inicialmente, as operárias buscam e selecionam um local adequado para abrigar a colônia-filha; em seguida, realizam a vedação das frestas, definem a entrada e iniciam a transferência de materiais essenciais, como cerume, alimento e própolis, mantendo por um período o vínculo entre colônia-mãe e colônia-filha. A nova colônia se estabelece com a migração de operárias e de uma rainha virgem, que, após o voo nupcial e a fecundação, torna-se fisogástrica e passa a realizar a postura. Como a rainha fecundada perde a capacidade de voo devido ao aumento do abdome, o ninho permanece fixo no substrato escolhido. Na meliponicultura, esse processo é aproveitado por meio de ninhos-isca, previstos na legislação ambiental brasileira, permitindo a captura ética de colônias na natureza. Após a instalação, recomenda-se aguardar um período mínimo para a transferência do enxame para uma colmeia racional, em respeito ao caráter gradual da enxameação. Além disso, técnicas de multiplicação artificial são utilizadas para ampliar colônias sem recorrer à retirada predatória de ninhos naturais

2.4.2 MELIPONICULTURA, ABELHAS SEM FERRÃO (ASF) E A JUSTIFICATIVA PROJETUAL PARA A ESPÉCIE *TETRAGONISCA FIEBRIGI* (JATAÍ)

A relevância ecológica e econômica das abelhas justifica a necessidade de projetos de design focados em sua conservação. Diversos fatores ambientais e antropogênicos, como o desmatamento desordenado, a perda de *habitat* e o uso excessivo de agroquímicos, têm reduzido drasticamente suas populações.

2.4.2.1 O Design Biofílico e a Conexão Ecológica

A implementação de meliponários em áreas urbanas é uma aplicação do design que visa restaurar a conexão entre o ambiente construído e os sistemas naturais. O Design Biofílico, fundamentado na biofilia (a inclinação humana inerente de se afiliar à natureza), busca o design ambiental restaurador, que combina a mitigação de impactos (sustentabilidade convencional) com a restauração da conexão humano- natureza. A caixa racional, ao ser adaptada para uma espécie nativa de uma localidade, cumpre o requisito do Design Baseado no Local, exigindo que o ambiente construído se conecte à ecologia da localidade. A meliponicultura urbana, facilitada pela presença de plantas ornamentais e vegetais que fornecem néctar e pólen em cidades, utiliza as abelhas sem ferrão, por sua baixa defensividade e ferrão atrofiado, como um instrumento eficaz de educação ambiental para desmistificar o medo e promover o convívio harmonioso entre humanos e insetos.

2.4.2.2 Estudo da Espécie-Alvo: *Tetragonisca angustula* (Jataí)

O foco projetual deste trabalho é a espécie Jataí (*Tetragonisca angustula*), sendo uma das mais indicadas para a criação racional em ambientes urbanos (ROUBIK, 1989; GRÜTER, 2020). A Jataí é classificada como uma abelha mansa, rústica e altamente produtiva se comparada a outras espécies. Sua identificação na natureza é facilitada pela coloração amarelo-dourado do corpo e pelo tubo de cerume rendilhado de cor clara que constrói na entrada do ninho. Em termos de produtividade, a Jataí apresenta uma produção média de mel de 1 kg por colmeia anualmente (ROUBIK, 1989). Apesar de sua rusticidade, a espécie está sujeita a inimigos naturais e parasitas, sendo o forídeo o principal parasita dos meliponíneos. Esta pequena mosca, que se move dando saltos e corridinhas, deposita seus ovos, e as larvas resultantes devoram alimentos e favos de cria. O design da caixa deve incorporar mecanismos ou suportar o manejo preventivo, como o lacre de frestas, para evitar a entrada desses parasitas (NOGUEIRA-NETO, 1997).

2.4.2.3 O Modelo de Caixa Racional e as Especificações de Design

O modelo de caixa racional a ser adotado é o modelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)¹, ou modelo AF, um sistema vertical modular idealizado por Portugal-Araújo (1955) e aprimorado por outros pesquisadores.

A. Modularidade e Manejo: A principal característica do design INPA é sua modularidade inteligente, que setoriza a colmeia em três componentes principais: ninho (crias), sobreninho e melgueira (produção de mel). Essa divisão funcional permite que o meliponicultor realize a colheita de mel sem perturbar a criação (cria) ou estressar a rainha, o que garante a saúde geral da colônia e a continuidade da produção. A estrutura facilita tanto o manejo quanto a divisão artificial de colônias.

B. Especificações Dimensionais e Materiais (Jataí): As dimensões da caixa variam de acordo com a espécie criada. Para a Jataí, o design deve acomodar as seguintes diretrizes:

- Dimensões Internas: As gavetas (módulos) montadas internamente podem ter dimensões de 12 cm por 12 cm.
- Orifício de Entrada: Deve-se utilizar um orifício de entrada de diâmetro de aproximadamente 10 mm para espécies como a Jataí.
- Espessura e Material: Para garantir o conforto térmico das abelhas (que necessitam de cerca de 34,5°C para o desenvolvimento das crias), as caixas devem ser construídas com paredes de madeira com no mínimo 35 mm de espessura, ou uma espessura mínima de 2,5 cm.
- Madeira: Madeiras como cedro, angelim ou cerne de eucalipto são recomendadas devido à sua resistência ao tempo e durabilidade.

¹ acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/criacao-pratica-e-racional-de-abelhas-sem-ferrao-da-amazonia

- Acabamento: A madeira interna deve ser mantida em estado natural. Externamente, para proteção, podem ser utilizadas tintas atóxicas de cores claras, como azul ou amarelo, evitando odores fortes que possam influenciar a distinção olfativa dos meliponíneos e minimizando a absorção de raios solares.

A construção do modelo vertical exige precisão no encaixe dos módulos e a instalação de arames na parte inferior da gaveta para sustentar os potes de mel e os discos de cria. A correta aplicação das diretrizes de design garante a simulação dos *habitats* naturais em ocos de árvores, essencial para o florescimento da colônia.

2.5 Ação educativa nas escolas

Para auxiliar no contexto do projeto, foram estudadas referências que implicam sobre a importância da ação educativa ambiental e sua implementação no contexto escolar. A crescente degradação ambiental global, impulsionada por um modelo de desenvolvimento econômico focado na exploração excessiva de recursos e no consumo desenfreado, exige ações educativas urgentes para promover uma consciência ambiental crítica e transformadora na sociedade. Neste cenário, a Educação Ambiental (EA), como ferramenta essencial para o enfrentamento das questões socioambientais contemporâneas, configura-se como um tema de fundamental relevância para o sistema educacional. O presente texto acadêmico visa discutir a conceituação e a importância da ação educativa ambiental, apresentar dados sobre sua eficácia e exemplificar projetos desenvolvidos em diferentes contextos, justificando o papel central da escola neste processo formativo.

2.5.1 Conceituação e Amplitude da Ação Educativa Ambiental

A EA, no Brasil, é definida pela Lei nº 9.795 de 1999 da Política Nacional de Educação Ambiental da como os processos pelos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências

voltadas para a conservação do meio ambiente, que é um bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e à sua sustentabilidade. Mais do que a simples transmissão de conhecimentos ecológicos, a EA é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo ser articulada em todos os níveis e modalidades do processo educativo, tanto em caráter formal quanto não formal. A ação educativa ambiental busca desenvolver uma compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas relações, que envolvem aspectos ecológicos, psicológicos, legais, políticos, sociais, econômicos, científicos, culturais e éticos.

Seus objetivos primários incluem a conscientização, proporcionando aos indivíduos sensibilidade e compreensão em relação ao ambiente e seus problemas; o desenvolvimento de valores e motivação para a proteção do ambiente; e a capacitação para a resolução de problemas ambientais, fomentando um senso de responsabilidade e urgência.

2.5.2 A Eficácia da Educação Ambiental e Exemplos de Projetos Práticos

A Educação Ambiental é reconhecida como um instrumento fundamental para promover melhorias, reflexão e mudanças de conduta. Estudos demonstram a receptividade e a eficácia das ações educativas, especialmente nas fases iniciais de escolarização:

1. Receptividade e Comprometimento: Pesquisas realizadas em Porto Velho (RO) indicaram que 81% dos pais entrevistados consideravam importante que seus filhos tivessem aulas e trabalhos pedagógicos sobre o tema, acreditando que nessa fase da vida as crianças estão mais suscetíveis a absorver os conhecimentos necessários para a preservação.

2. Mudança Comportamental: Na mesma pesquisa, 75% dos professores que afirmaram desenvolver projetos ambientais disseram que a EA promove mudanças de comportamento nos alunos.

3. Importância Coletiva: A totalidade dos gestores (100%) e a grande maioria dos professores (100%) na Escola Municipal Padre Chiquinho (Porto Velho/RO) afirmaram

ser importante a atuação da comunidade escolar (gestores, professores, alunos e pais) na prática educativa voltada às questões ambientais.

4. Formação Integral: A EA, quando bem planejada e executada, fortalece o protagonismo estudantil, desenvolve competências socioemocionais e contribui para a construção de valores como empatia, solidariedade e respeito à vida. Projetos de EA bem conduzidos promovem o engajamento coletivo e a alteração na percepção ambiental de alunos e familiares.

2.5.3 O Papel Central da Escola na Educação Ambiental

O ambiente escolar é considerado o lócus mais adequado para o desenvolvimento da Educação Ambiental. Essa centralidade se justifica por diversos fatores interligados:

- I. Imperativo Legal e Curricular: A inserção da EA no currículo escolar é uma obrigatoriedade prevista em lei. A Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) estabelece que o Poder Público tem o dever de promover a EA em todos os níveis de ensino. Além disso, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) contemplam a EA como um tema transversal que deve permear todas as disciplinas. A interdisciplinaridade é, inclusive, considerada primordial para o desenvolvimento satisfatório da EA.
- II. Formação Cidadã e Conscientização Precoce: A escola é um espaço propício para a formação de cidadãos críticos, criativos e com uma nova visão de mundo. A EA no âmbito escolar contribui para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade socioambiental.

É amplamente aceito que a educação ambiental deve ser estimulada desde os primeiros anos de escolarização. As crianças, em fase de desenvolvimento cognitivo,

apresentam maior facilidade na conscientização sobre questões ambientais em comparação com os adultos. A introdução da EA nos anos iniciais do Ensino Fundamental contribui para o desenvolvimento da consciência de preservação e cidadania nas crianças.

A escola não apenas aprimora a educação que os alunos trazem de casa, mas atua como um mediador na construção do ambiente em que vivem. Crianças e jovens bem-informados tornam-se adultos mais preocupados com o meio ambiente e atuam como transmissores dos conhecimentos adquiridos na escola para suas famílias, vizinhos e comunidades. A escola, ao articular saberes científicos e valores éticos, tem o potencial de mobilizar a comunidade para a sustentabilidade. Embora existam desafios, como a falta de formação continuada para professores, a carência de recursos materiais e a dificuldade em romper com práticas pedagógicas isoladas, o ambiente escolar continua sendo a principal ferramenta para promover a mudança de postura e comportamento em relação ao meio ambiente, com potencial duradouro para a recuperação e preservação dos recursos naturais.

Dessa forma, os conteúdos discutidos ao longo deste capítulo, articulados ao processo inicial de investigação do problema, permitiram estruturar de maneira consistente a base teórica e metodológica que sustenta este projeto. A etapa de reconhecimento do problema mostrou-se fundamental, sobretudo porque a questão inicial — como o design de habitats artificiais pode apoiar diretamente a biodiversidade urbana e promover sua preservação por meio da conscientização? — apresentava-se ampla e carecia de delimitação prática. As visitas técnicas realizadas à Vila Ambiental do Parque Areião (realizada 17 de setembro, 2025), ao Núcleo Socioambiental do PUAMA (19 de setembro, 2025 e 13 de novembro, 2025) e ao CETAS (3 de outubro, 2025) possibilitaram uma compreensão mais concreta das demandas reais do território e dos desafios enfrentados na conservação da fauna nativa. Foi, contudo, durante a visita ao meliponário do PUAMA e no diálogo com a gestora do projeto Melíponas que se evidenciou uma lacuna específica: a necessidade de instrumentos educativos capazes de aproximar crianças e jovens da temática ambiental, utilizando as abelhas sem ferrão como elemento central de sensibilização. Esse ponto de inflexão direcionou o afunilamento do projeto e permitiu estabelecer um recorte claro,

orientando o desenvolvimento de um habitat artificial voltado à *Tetragonisca angustula*, adequado ao contexto escolar e capaz de operar tanto como recurso pedagógico quanto como suporte à biodiversidade. Assim, este capítulo demonstra como a compreensão aprofundada do problema e a reflexão teórica integrada com a prática de campo configuram os alicerces que viabilizam a proposta que será detalhada no capítulo seguinte.

3. DESENVOLVIMENTO DE PROJETO

A partir do aprofundamento teórico e do processo de investigação prática apresentados no capítulo anterior, torna-se possível avançar para a etapa de desenvolvimento do projeto. O afinamento da problemática, estruturado pelas visitas técnicas e pelo diálogo com especialistas, revelou a necessidade concreta de um habitat artificial voltado à *Tetragonisca angustula* e adequado ao contexto educativo. Com esse direcionamento consolidado, o presente capítulo descreve o percurso metodológico adotado, fundamentado na metodologia de Design Industrial proposta por Bernd Löbach, cuja estrutura em etapas sucessivas orienta a análise, a definição de requisitos e a elaboração de soluções projetuais. Assim, o capítulo evidencia como as demandas identificadas foram sistematizadas e transformadas em diretrizes de design, conduzindo às decisões relativas à forma, materialidade, segurança, usabilidade e potencial pedagógico do produto.

3.1 Metodologia

A metodologia escolhida foi de design industrial desenvolvida pelo designer e sociólogo Bernd Lobach. O método nasceu na Alemanha após o design começar a se consolidar como profissão, vista a necessidade de sistematizar e clarificar o processo de design industrial o professor Lobach redigiu um texto visando criar um material base, no qual o processo é dividido em 4 grandes fases:

1. Fase de preparação, que consiste na análise de informações e definição do problema;

2. Fase de geração, é a fase criativa, onde são propostas as soluções possíveis;
3. Fase de avaliação, nesta fase se compara as propostas utilizando critérios objetivos e subjetivos;
4. Fase de realização, é a fase final onde o produto é detalhado para fabricação.

Logo essa metodologia é aplicada no atual projeto devido ao mesmo aproximar design e biologia, ser uma tentativa de melhoria de um produto já existente, e por demandar uma análise profunda do usuário, que no caso do projeto não antropocêntrico, o usuário do produto, é a abelha jatai para a caixa, e para o projeto como educação ambiental, o usuário é a comunidade escolar, principalmente os alunos. A seguir, a figura 5, mostra os critérios da metodologia utilizada no projeto, devido a característica de não ser um produto visando produção em larga escala, certas etapas não foram realizadas.

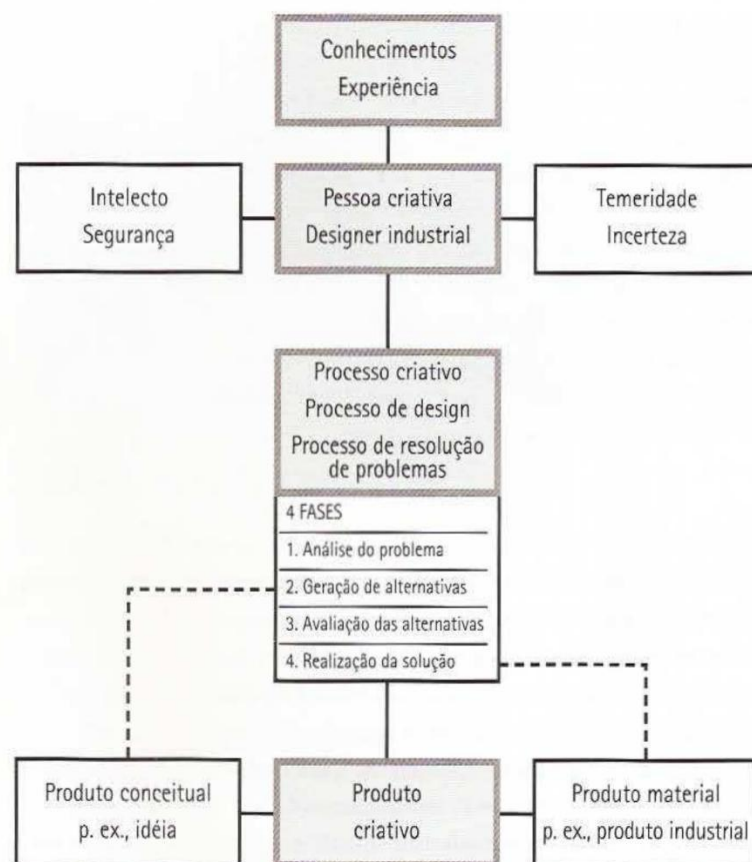


Figura 5 – Processo de Design por Lobach

FONTE: livro, Design Industrial: Bases Para a Configuração dos Produtos Industriais.

Figura 6 – Fases da metodologia de design industrial pensada por Lobach

<i>Processo Criativo</i>	<i>Processo de solução do problema</i>	<i>Processo de design (desenvolvimento do produto)</i>
1. Fase de preparação	Análise do problema Conhecimento do problema Coleta de informações Análise das informações Definição do problema, clarificação do problema, definição de objetivos	Análise do problema de design Análise da necessidade Análise da relação social (homem-produto) Análise da relação com ambiente (produto-ambiente) Desenvolvimento histórico Análise do mercado Análise da função (funções práticas) Análise estrutural (estrutura de construção) Análise da configuração (funções estéticas) Análise de materiais e processos de fabricação Patentes, legislação e normas Análise de sistema de produtos (produto-produto) Distribuição, montagem, serviço a clientes, manutenção Descrição das características do novo produto Exigências para com o novo produto.
2. Fase da geração	Alternativas do problema Escolha dos métodos de solucionar problemas, Produção de idéias, geração de alternativas	Alternativas de design Conceitos do design Alternativas de solução Esboços de idéias Modelos
3. Fase da avaliação	Avaliação das alternativas do problema Exame das alternativas, processo de seleção, Processo de avaliação	Avaliação das alternativas de design Escolha da melhor solução Incorporação das características ao novo produto
4. Fase de realização	Realização da solução do problema Realização da solução do problema, Nova avaliação da solução	Solução de design Projeto mecânico Projeto estrutural Configuração dos detalhes (raios, elementos de manejo etc.) Desenvolvimento de modelos Desenhos técnicos, desenhos de representação Documentação do projeto, relatórios

147. Etapas de um projeto de design

FONTE: livro, Design Industrial: Bases Para a Configuração dos Produtos Industriais.

3.2 Fase de preparação

3.2.1 Processo de solução do problema

De acordo com o texto base, o primeiro passo consiste na reunião sistemática de informações sobre o problema, etapa fundamental para compreender os pontos de tensão e identificar onde o design pode atuar como solução. Além disso, essa fase inicial permite ao profissional antecipar desafios do projeto. Conforme destaca Lobach (2001), a compreensão aprofundada do problema é indispensável para a construção de propostas coerentes e eficazes.

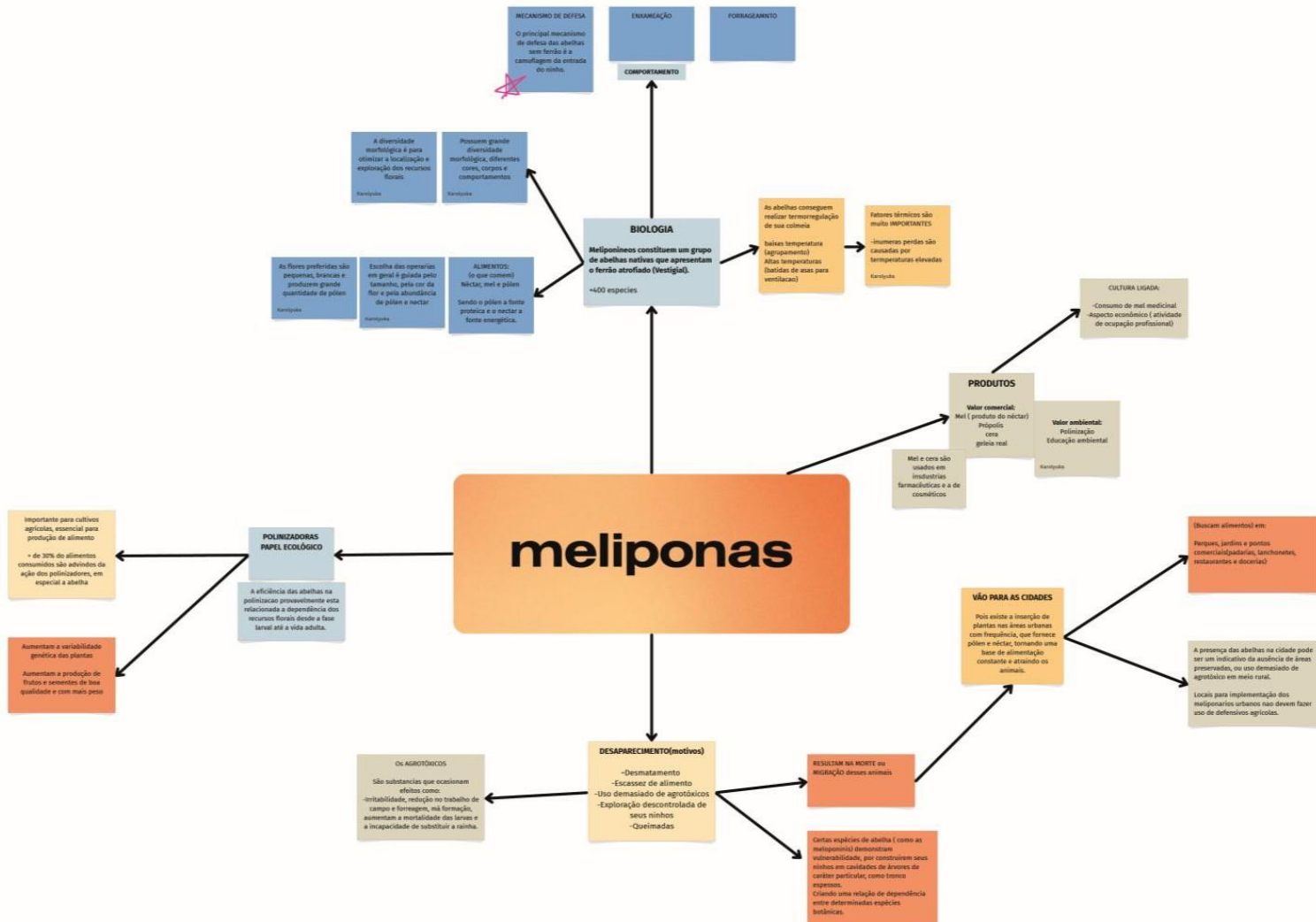
Essa etapa é dividida em três momentos principais: Conhecimento do problema, Coleta de informações e Análise das informações. No presente estudo, o

conhecimento do problema teve início a partir de uma conversa com a bióloga e administradora do projeto Meliponizar, Ludmilla, que apresentou a necessidade de desenvolver uma proposta com viés educacional para despertar o interesse de crianças e jovens pelas questões ambientais. Esse diálogo direcionou a ideia de projetar uma caixa racional adaptada para ações educativas em escolas.

Posteriormente, iniciou-se a Coleta de informações, caracterizada pelo levantamento amplo e sem julgamentos prévios, conforme orienta Lobach (2001). Foram consultados textos didáticos, artigos técnicos, vídeos e sites especializados em meliponicultura, educação ambiental e design conservacionista.

Para organizar esse material, as informações foram sintetizadas em três mapas mentais, estruturados em torno de tópicos relacionados ao design, à biologia das abelhas sem ferrão e às estratégias educativas. Esse recurso facilitou a visualização das relações entre os temas e auxiliou na identificação de lacunas e oportunidades de projeto, conforme preconizado pela metodologia de Lobach.

Figura 7 – Mapa mental correlacionando informações relevantes sobre as meliponas



Fonte: Montagem da Autora, para melhor visualização; siga o link abaixo:

https://www.canva.com/design/DAG2d7wtwU/I9baIDLBrnrJ1KE4wB2xNw/edit?utm_content=DAG2d7wtwU&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

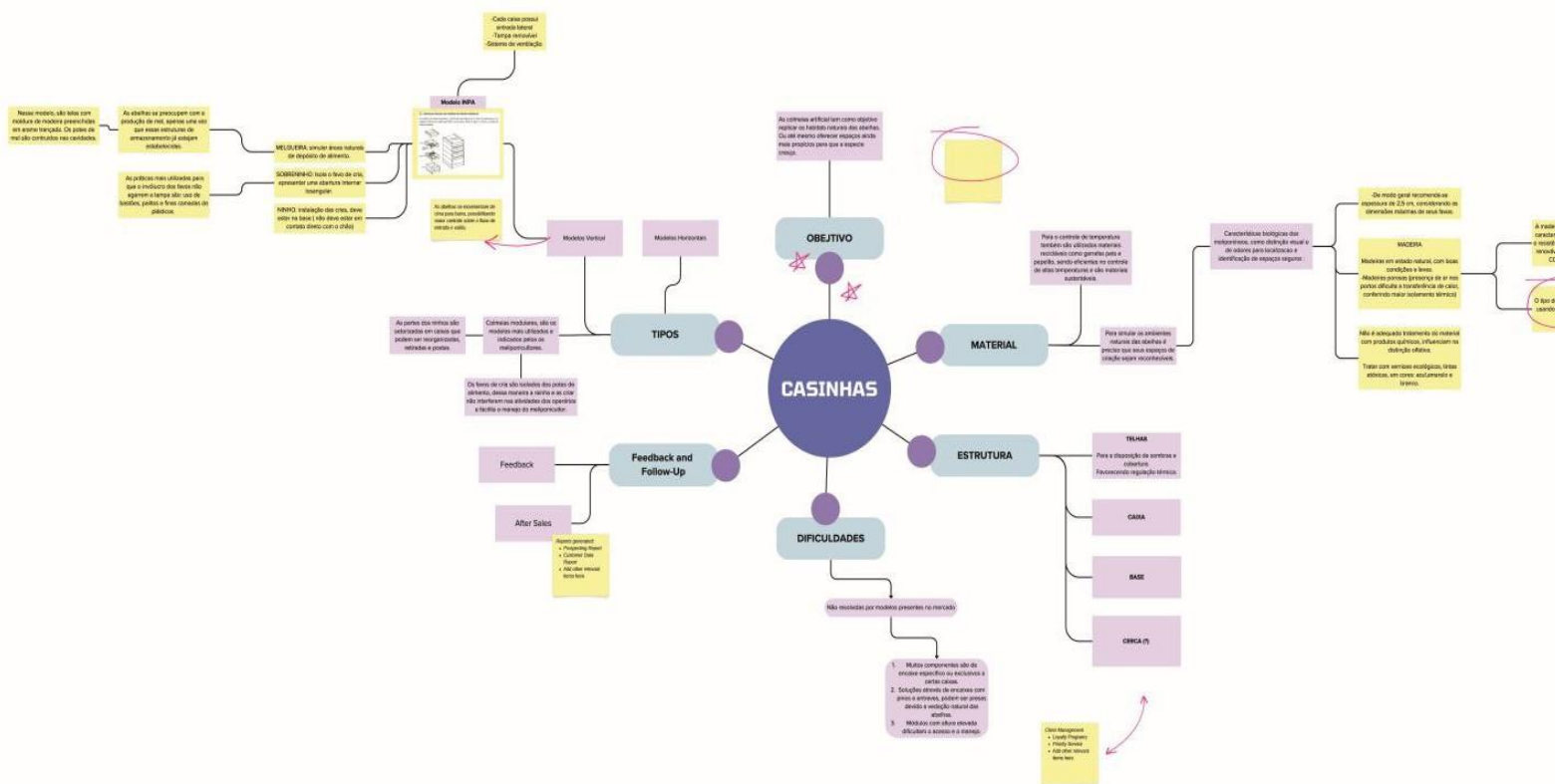
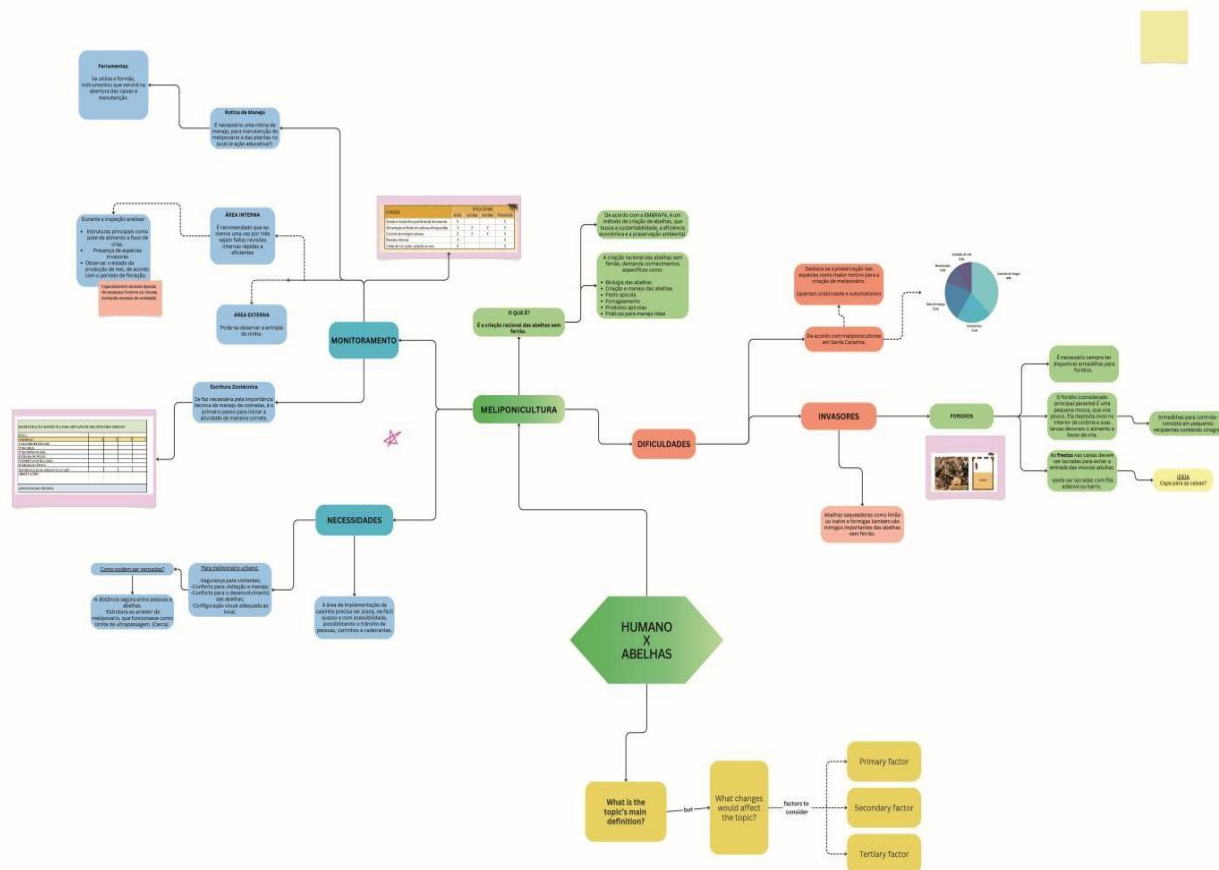


Figura 8 – Mapa mental correlacionando informações relevantes sobre caixas para abelhas sem ferrão

Fonte: Montagem da Autora, para melhor visualização; siga o link abaixo:

https://www.canva.com/design/DAG2d7wtwK/U/9baIDLBrnrJ1KE4wB2xNw/edit?utm_content=DAG2d7wtwK&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Figura 9 – Mapa Mental correlacionando informações sobre a relação humana x abelhas sem ferrão



Fonte: Montagem da Autora, para melhor visualização; siga o link abaixo:

https://www.canva.com/design/DAG2d7wtwkU/I9baIDLBrnrJ1KE4wB2xNw/edit?utm_content=DAG2d7wtwkU&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

3.2.2 Processos de Design

A partir do que foi recolhido, seguiu-se para a análise do problema de design, os fatores estudados e suas respectivas análises foram:

- Necessidade:
 - Geral - conservação da biodiversidade em ambiente urbano.
 - Específico - conservação das abelhas nativas sem ferrão/melíponas, através da ação educativa em escolas municipais na cidade de Goiânia.
- Relação social (homem x produto): As crianças no geral entendem que abelhas são importantes polinizadores, não entendem, porém que temos abelhas nativas problema também encontrado entre adultos. Provavelmente a maioria não haverá tido contato prévio com uma caixa para abelha, então será uma experiência que precisará ser supervisionada e informada com cuidados necessários tanto para os animais quanto para os indivíduos, em especial àquelas crianças que podem possuir algum tipo de reação alérgica. Os cuidados que se deve ter com homem e produto são:
 - Materiais resistentes, principalmente no suporte em que irá ficar a caixa;
 - A caixa precisa estar em um local seguro e protegido;
 - A caixa necessita também uma altura ergonômica para boa visualidade, boa sinalização e uma estética agradável, que cative a atenção dos usuários.

Para as abelhas, o produto deve seguir relações de conforto como;

- Madeira para a confecção da caixa;
- Proteção contra intempéries;
- Caixa virada ao leste (nascer do sol);
- Espessura de 2~4 cm para madeira;
- Uso de materiais não tóxicos (a base de água);
- Evitar mover a caixa com frequência;

- Possuir fonte de alimento e de água perto da caixa.
- Relação ambiente (produto x ambiente): A caixa ficará em um ambiente externo, provavelmente se possível em algum tipo de jardim, novamente deve ter proteção contra intempéries. Acesso a fonte de alimentação e água, se for perto de plantas, essas plantas não devem ter uso de agrotóxico, a caixa deve estar virada para o lado leste, para acompanhar o nascer do sol. Em relação a ser um ambiente escolar, os cuidados devem ser de não deixar os alunos sem um responsável interagir de forma direta com a caixa, ou então ter cuidado com a área de instalação que não deve ficar em um local movimentado demais, para evitar que as crianças agitem as abelhas ou se machuquem com a estrutura.
- Análise de mercado: Não se possui muita informação específica de caixas educativas. Existem informações sobre caixas didáticas, criação de meliponários e de ações educativas. Dos exemplos estudados, foram encontradas as seguintes características:

Figura 10 – Exemplo de caixa pensada na educação ambiental

Fonte: <https://www.instagram.com/reel/DJ92Ai-uQGN/>



1. NOSSAABELHA - o meliponicultor educador Christiano Figueira, ²separa a ação educativa em 3 etapas (slides, caixas didáticas e instalação da caixa para escola), no caso as caixas para escolas, são todas coloridas, se aproximam visualmente de uma casa, com uma decoração bem rústica (certos desenhos são bem primários e infantis), feitas de madeiras, a estrutura possui as separações de uma caixa Inpa e com um suporte central.

Figura 11 – Exemplo de aparência vernacular para caixas de abelhas sem ferrão

Fonte: <https://www.instagram.com/reel/DDKtllqypMA/>



2.ABELHAS NATIVAS DA ILHA³ - Neste caso o conteúdo é menos focado em escolas e ações educativas, e é voltado para informações de

² <https://www.instagram.com/nossaabelha/?hl=en>

³ <https://www.instagram.com/meliponarionativasdailha/>

forma mais poética, ainda educativas, mas voltado para um público geral. Referente às caixas/casas, são mais complexas em acabamento, inspiradas em casas culturais coloniais encontradas na cidade sede do projeto, a casas são como caixas externas, e caixa real das abelhas fica guardada dentro delas. A casa caixa tem um buraco maior quando comparado à caixa Inpa.

Figura 12 – Ninho personagem realizado por Félix Viera Varejão Neto



Figura 4: Protótipo instalado junto em uma escola de ensino fundamental. Fonte: fotografado pelos autores.

Fonte: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/228982/VOLUME%20IV%20-199-210.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

3. TCC-DESIGN PÓS ANTROPOCÊNTRICO - nesse trabalho, feito pelo aluno Félix Vieira da faculdade de UFRP, foi utilizado a impressão 3d, resultando na criação de um personagem abelhinha, que devido a sua natureza oca, também serviria de ninho para as jataís. Apesar da forma interessante, o plástico não é recomendado, conforme coletado junto a bióloga e administradora do projeto melíponas, Ludmila. Além disso, o formato como personagem poderia soar como menos natural, uma figuração que se aproxima de um estereótipo.

Com base na análise de similares realizada acima, tornou-se possível ordenar fatores desejáveis para o avanço deste projeto, como segue:

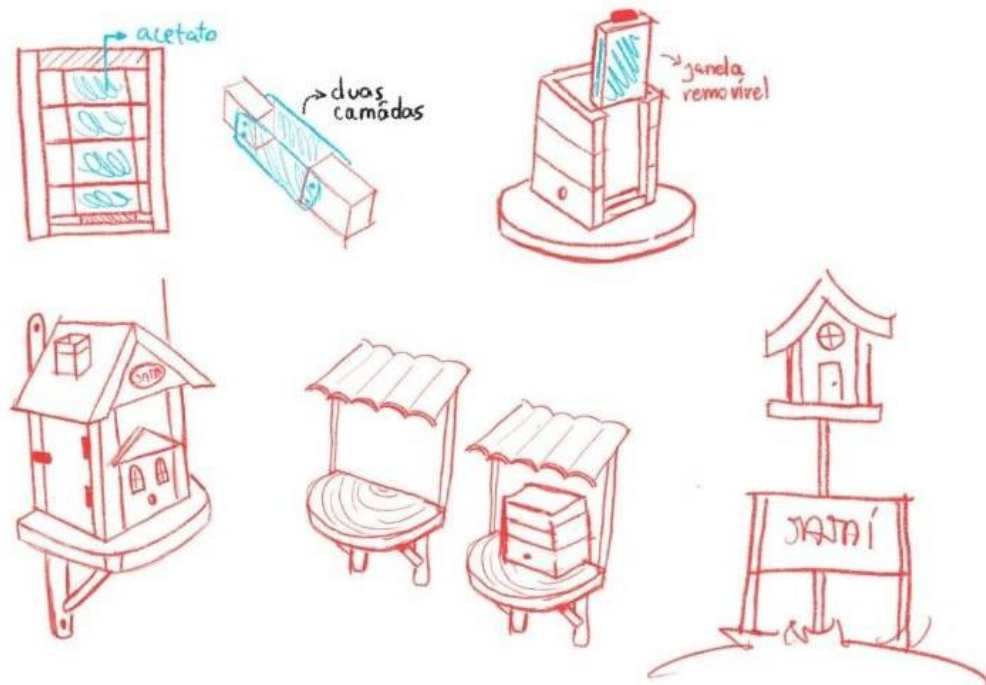
- Análise da Função:
 - PRÁTICAS – proteger as abelhas e servir de ação educativa (primária)
 - ser fácil de limpar e transportar, permitir conforto térmico, proteger de intemperes, possuir identificação, permitir separação de módulos (secundária).
 - ESTRUTURAL - ser resistente e estável, e possuir a ação educativa de maneira integrada a caixa.
 - ESTÉTICA - leveza, amigável, ecológica, orgânica, precisa ter uma coesão com o ambiente escolar. Por isso terá cores vivas, texturas naturais e rústicas. Será baseada em construções de Goiânia, para desenvolvimento de uma linguagem visual vernacular, respeitando o que dentro do design biofílico é chamado de “alma do lugar”.
- Análise de materiais e processos de fabricação: tintas e vernizes precisam ser não tóxicos, ou seja, a base de água, o telhado pode ser feito de telha, a madeira não deve ser porosa e densa, a mais usada é a de cedro, mas outras boas opções são o eucalipto e pinus. Imãs não afetam as abelhas, podendo ser utilizados. Nenhum material pode ter forte odor. O uso de pregos para união é mais comum, sendo o uso de cola também observado, porém não é necessário, pois as próprias abelhas vedam com a própolis. O processo é artesanal e em pequena escala, sendo usado de base o modelo INPA.

3.3 FASE DE GERAÇÕES DE ALTERNATIVAS

3.3.1 Alternativas do Problema e Alternativas do Design

Será apresentada aqui a fase de produção de ideias, baseando-se na análise do conteúdo selecionado. Nesta etapa, foram feitos diversos rascunhos, buscando possibilidades de integrar o conteúdo educativo a caixa em si, evitando ao máximo comprometer a estrutura física.

Figura 13 – Rascunhos da caixa INPA modificada



Fonte: Desenho da autora.

Após o estudo dos rascunhos, foi feita a escolha de uma das alternativas e na tentativa de testá-la de forma aprofundada, seu rascunho foi avançado e detalhado, buscando aprimorar a estética, estudar materiais adequados e medidas. A alternativa escolhida é baseada no modelo INPA, com a tentativa de adicionar uma janela didática para observação das abelhas. A estética da caixa segue um formato lúdico que remete a uma casa, para criar uma relação de aproximação. A caixa teria o material natural e sem tratamento, visando a possibilidade na criação de stencils que as crianças poderiam utilizar para decorar a caixa.

Figura 14 – Rascunho detalhado de caixa educativa



Fonte: Rascunho feito pela autora

Infelizmente, o processo demonstrou problemas com sua estrutura e funcionamento. Devido à proposta de adicionar uma janela de visualização, seria necessário colocar uma porta que se manteria fechada na maior parte do tempo para conforto das abelhas, e devido ao painel de informações, a estrutura física seria comprometida, fazendo com que o modelo deixasse de ser modular. Logo, foi feita uma segunda pesquisa, procurando solucionar este empecilho. Junto à AMMA foi realizada uma reunião de informações foi focada na estrutura, buscando tipos existentes de modelos que poderiam apoiar a ideação. Além do modelo INPA, os seguintes modelos foram encontrados:

- MODELO AF (Ailton Fontana): Também é um modelo racional vertical, sua característica é a separação da espessura total, em uma caixa externa e com uma porta com 2cm ou 2,5cm de espessura, e os módulos internos (ninho, sobreninho e melgueiras) encaixados como gavetas com os outros 2cm ou 2,5 cm de espessura).

Essa organização oferece melhor proteção térmica e contra pragas, mas também dificulta um pouco o manejo e aumenta o valor da produção

- MODELO JCW: (João Carlos Westendorff): É composta por uma torre central, feita pelos módulos de ninho e sobreninho, e pelas melgueiras acopladas nas duas laterais. Esta caixa é um modelo racional horizontal, projetada para facilitar manejo e a colheita do mel, novamente possui alto custo de produção

- CAIXA INPA HEXAGONAL: A caixa segue a estrutura modular e a espessura utilizada em um modelo INPA, porém difere no seu formato, para que as abelhas maximizem sua eficiência e organização espacial da colmeia, exigindo menos material (cera). Foi também escolhida pela informação do formato ser mais aproximado ao habitat natural das abelhas sem ferrão, em específico as jataís, que são os troncos de árvores.

- CAIXA BÁU: Outro modelo horizontal, essa caixa é uma versão popular das outras, utilizada pela população mais tradicional e interiorana, é um modelo rústico e simples, devido esta simplicidade sua vantagem é o baixo custo de produção. Devido ao seu formato, existe uma preocupação maior na regulamentação térmica da colônia, e por causa da falta de modularidade o manejo é dificultado.

- MODELO DIDÁTICO: O modelo didático para abelhas sem ferrão é geralmente uma caixa racional modificada com paredes transparentes (acetato ou acrílico) que permitem a visualização da estrutura interna da colmeia sem a necessidade de abri-la ou estressar as abelhas. Esse modelo é uma excelente ferramenta para educação ambiental e pesquisa.

Um adendo, sobre a pesquisa, foi que os três últimos modelos, possuíam poucas informações com embasamento científico. Mas devido a essa parte do processo ser de experimentação, as referências foram usadas para a criação de rascunhos, pois poderiam apresentar alguma qualidade para solução do problema.

A partir do novo conhecimento adquirido, foram feitas modelagens 3D, seguindo os modelos: AF, INPA hexagonal e didático. Na tentativa novamente de unir

as informações e janelas a caixa. E a seguir as imagens ilustram os resultados encontrados:

Figura 15 – Modelo AF (em 3D)



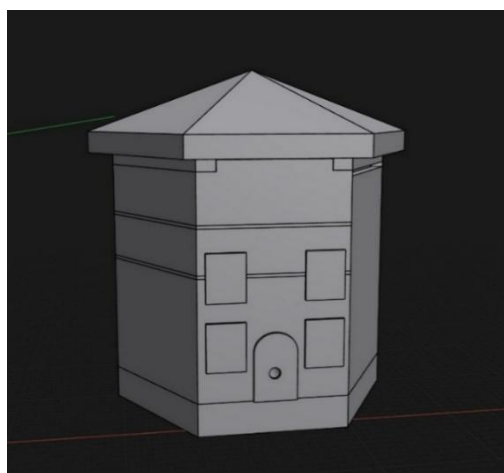
Figura 16 – Modelo Didático (em 3D)



Fonte: Modelagem realizada pela autora

Fonte: Modelagem realizada pela autora

Figura 17 – Modelo INPA hexagonal (em 3D)



Fonte: Modelagem realizada pela autora

3.4 FASE DA AVALIAÇÃO

3.4.1 Avaliação das alternativas dos problemas

Em decorrência das modelagens, muitas questões surgiram e uma avaliação mais técnica foi necessária. Logo na tentativa de atendê-las, marcou-se uma nova visita ao meliponário para sanar as dúvidas com a administradora Ludmilla. Nesse encontro as alternativas e soluções geradas na fase anterior foram dispostas com suas respectivas referências e metodologias, além disso novas informações foram coletadas, como especificações importantes relacionadas a faixa etária do usuário, e o tipo de informação necessária para a ação educativa. Essa discussão transcorreu ao se relatar eventos que haviam sido recentemente realizados visando a meliponicultura e apicultura, que, pela força econômica desta, acabava sendo um dos enfoques do evento. Isso trouxe à tona a necessidade de criar uma identidade mais fortemente ligada às melíponas, evitando o uso de símbolos como os favos hexagonais, característica essa mais observada entre espécies do gênero *Apis*.

Ademais, percebeu-se que a maleabilidade sobre o tema era mais presente em uma faixa etária menor, mas que ainda possui certo grau de conhecimento sobre ecologia de maneira geral. Assim, além de se gerar novos requisitos de projeto, houve um refinamento dos requisitos já existentes, desdobrando novas facetas do problema e intervenções necessárias, e dando início a nova fase de geração de alternativas que atenderiam aos requisitos que se seguem:

Quadro 01

	Requisito	Objetivo	Categoria
Componente	Criação de caixa para escola.	Suporte a longo prazo ao projeto e desenvolvimentos de outras atividades por parte do professor responsável.	Obrigatório
	Uso da caixa no modelo INPA.	Modelo de estrutura de mais fácil produção e possui uma modularidade desejável para manutenção.	Obrigatório

	Mural educativo e interativo	A interatividade fará com que o público-alvo se sinta mais conectado com o projeto.	Obrigatório
	Suporte elevado com telhado	Segundo telhado será ideal para proteção contra intempéries	Obrigatório
Estética	Não utilizar a forma hexagonal	Forma hexagonal remete ao gênero <i>Apis</i> , concorrente direta e espécie invasiva que ameaça abelhas da tribo <i>Meliponini</i> .	Obrigatório
	Ser identificável	Criação de uma identidade visual para o projeto.	Altamente Desejável
	Lúdica e simples	Alcançar o público-alvo comunicando de maneira eficaz, através de cores vibrantes e formas simples.	Obrigatório
Estrutural	Buraco de entrada com mínimo de 1 cm	A espécie desejada possui média corporal em torno dos 4 a 5 mm de comprimento.	Obrigatório
	Material não denso e não poroso	Madeira cedro	Desejável
	Resistência e Isolamento térmico	50 mm de espessura na madeira	Desejável
	Proteção contra pragas	Altura do suporte deve ser 1,5 m	Obrigatório
	Material atóxico	Uso de tintas, colas, e verniz a base da água	Obrigatório
Ação educativa	Criação de stencils	Uso de stencils relacionados ao tema para gerar interatividade com o mural de maneira acessível e prática.	Obrigatório
	Desenvolvimento de modelos 3D	Uso de modelos 3D em escala aumentada de estruturas presentes no ninho de meliponas e de espécies relacionadas	Desejável
	Espécie de melípona não agressiva	Escolha da espécie Jataí (<i>tetragonisca angustula</i>)	Desejável
	Informações menos densas voltadas para o impacto	Informações menos científicas que podem se conectar com o cotidiano da criança.	Obrigatório

Fonte: Autora (2025)

Consequente dessa nova luz dada ao projeto, houve uma mudança drástica no cerne do produto, em que o foco seria dividido entre uma caixa didática e interativa, de uso apenas durante a apresentação do projeto na escola, cuja manutenção não

bseria realizada pelo educador escolhido. Já o produto que seria mantido na escola não teria fins de apresentação, e sim de apoio à biodiversidade de maneira passiva ao ser mantida na escola, e possibilitando o desenvolvimento de novas experiências por iniciativa do professor responsável, além de prover um constante contato com uma espécie de abelhas sem ferrão, promovendo sentimento de afeto por elas e um lembrete visual e vivo da visita. De mesmo modo, haverá um desenvolvimento da ação educativa em si, com informações de absorção mais simples através de painéis, e uso de atividades interativas para maior engajamento do público-alvo, em especial através da construção de um mural no mesmo ambiente em que será mantida a caixa de abelhas selecionadas.

3.5 Desenvolvimento de novas alternativas ao problema

As novas alternativas ao problema foram realizadas a partir da geração de novos painéis semânticos, tendo em vista os novos requisitos formados e separação do processo em 3 etapas distintas, referente às caixas, a interatividade dentro da ação educativa, e as informações da ação educativa. Havendo então uma separação entre a caixa que seria usada de maneira didática e a que será mantida na escola, priorizou-se o desenvolvimento desta última, visto que ela é o produto central deste trabalho.

3.5.1 Parte I – Caixa Fixa Modelo INPA

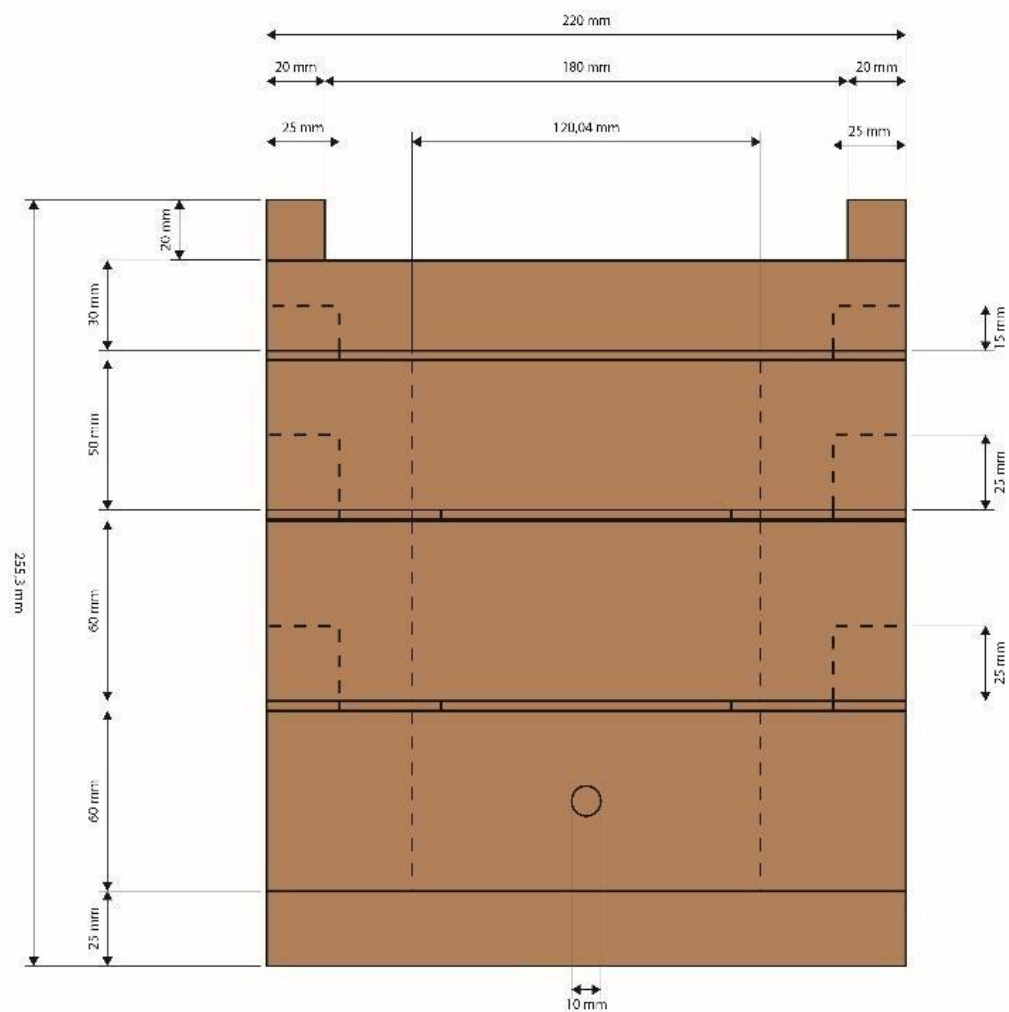
- Material:
 - Madeira cedro natural e sem tratamento;
 - Uso de pregos de aço inox;
 - Uso de cola a base de água;
 - Uso de tintas à base de água;
 - Uso de verniz a base de água;
- Medidas:

Foram feitas as vistas, seguindo o requisito de espessura e parâmetros

de um modelo INPA. Ademais, foi feita uma modelagem 3d, buscando uma visualização mais detalhada e uma simulação volumétrica.

Figura 18 – Vista frontal caixa todos os módulos

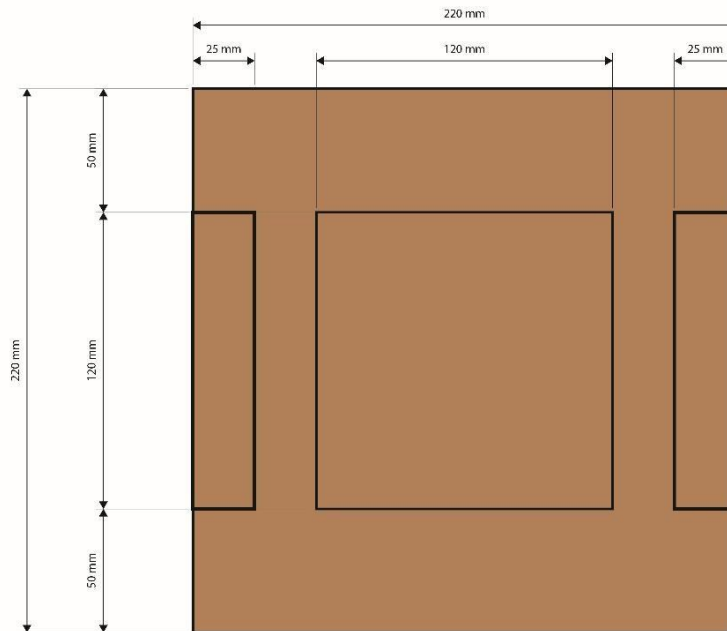
Fonte: Vista criada pela autora.



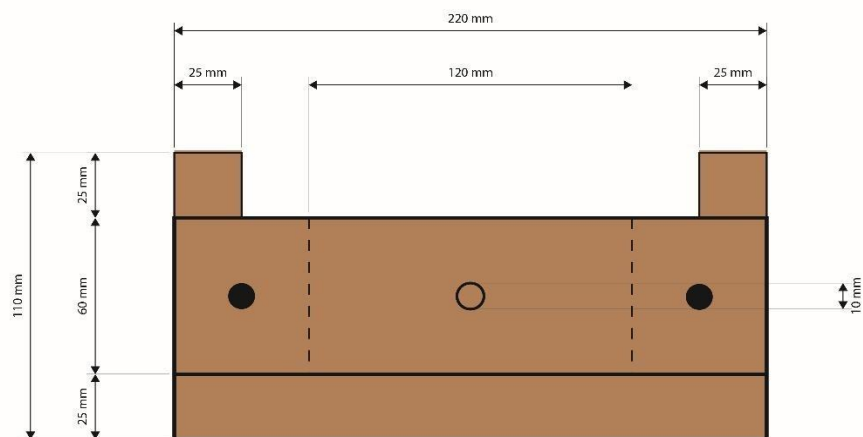
vista frontal caixa

Figura 19 – Vista superior módulo ninho

Fonte: Vista criada pela autora.



vista superior ninho



vista frontal ninho

Figura 20 – Vista superior módulo ninho

Fonte: Vista criada pela autora.

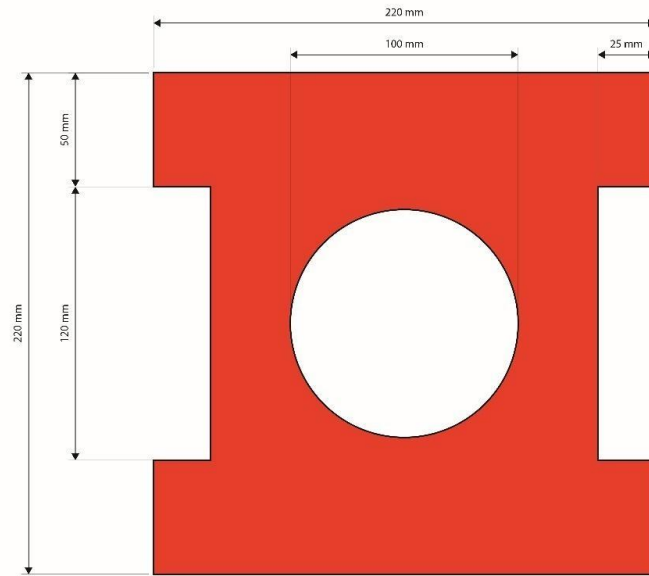
Fonte: Vista criada pela autora.



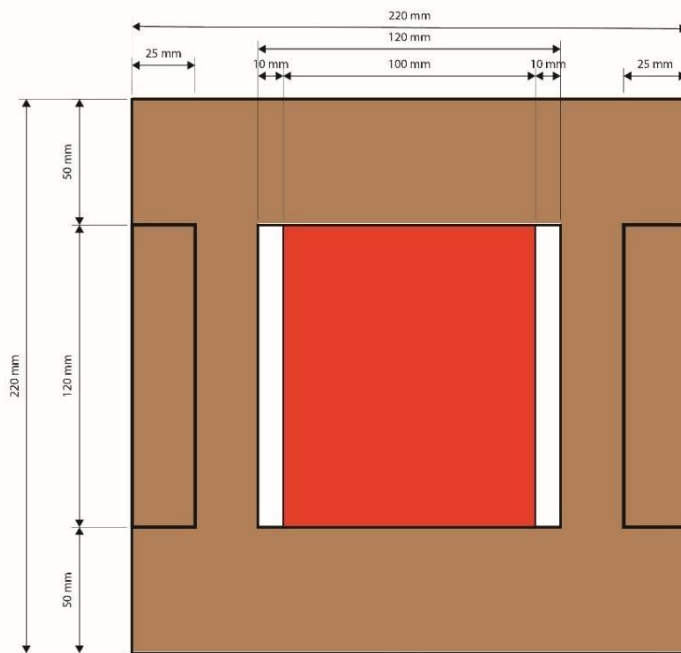
Fonte: Vista criada pela autora.

Figura 23 – Vista superior divisória entre o ninho e o sobreninho

Fonte: Vista criada pela autora



vista superior divisoria sobreninho



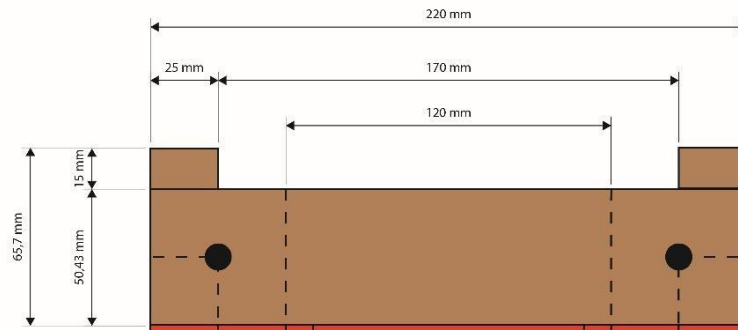
vista superior melgueira

.Figura 24 – Vista superior módulo melgueira

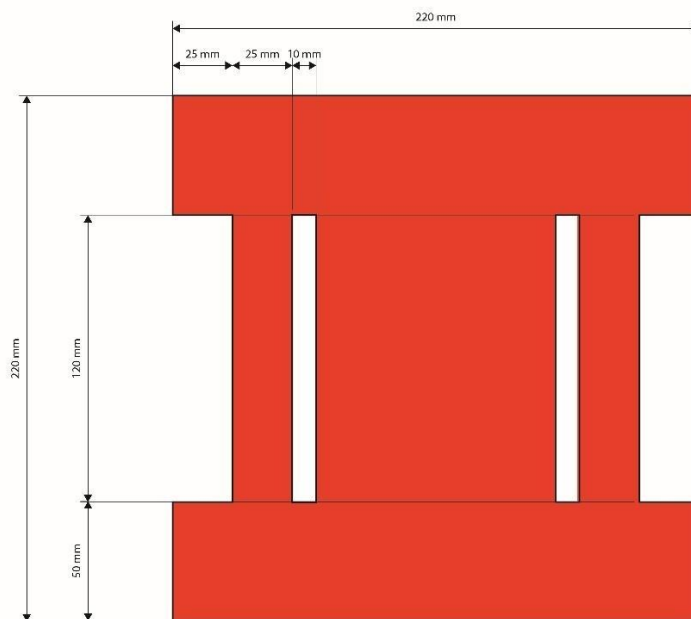
Fonte: Vista criada pela autora.

Figura 25 – Vista frontal módulo melgueira

Fonte: Vista criada pela autora.



vista frontal melgueira



vista superior divisoria melgueira

Figura 26 – Vista superior divisória entre sobreninho e melgueira

Fonte: Vista criada pela autora.

Figura 27 – Vista superior tampa

Fonte: Vista criada pela autora.

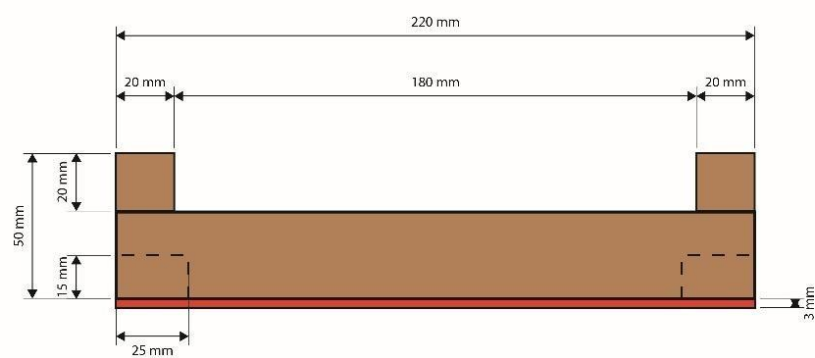
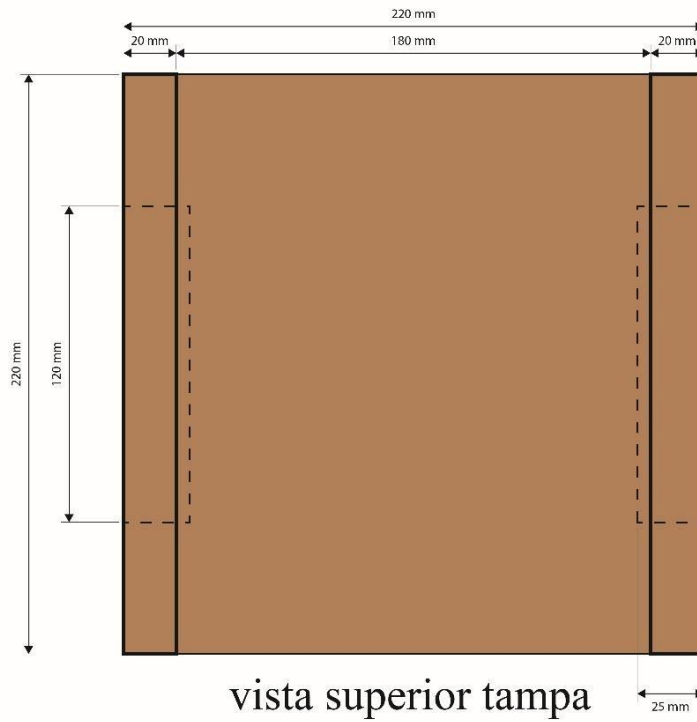


Figura 28 – Vista frontal tampa

Fonte: Vista criada pela autora.

- Processo de fabricação: Esta etapa é realizada através da marcenaria, e pela necessidade de uma madeira com menor tratamento a fim de evitar certos produtos químicos, será necessário auxílio de um profissional da área, tanto para um manejo seguro do material quanto para utilização de maquinário especializado. Apesar disso, o processo de fabricação é simplificado, requerendo apenas junção de tábuas de maneira simples, com eventual necessidade de cortes mais complexos, como visto na divisória da melgueira.
- Estética: A fim de guiar o processo criativo, foi feita outra pesquisa de similares, voltado a parte visual, que, como havia sido discutido com a bióloga Ludmilla, tinha o objetivo de remeter a uma casa, buscando fortalecer uma narrativa relacional com as crianças, através do reconhecimento das abelhas como “vizinhas” ou “amigas”. Logo, nas imagens escolhidas, os critérios observados foram: Cores atrativas e vibrantes, composição harmônica entre as estruturas (tamanho das janelas, quantidade, formato da porta), uso de formas geométricas e simples e elementos lúdicos (correios, vasos de plantas, chaminés).

Em conclusão essa coleta e análise de imagens, foram determinados dois conceitos, que se diferem bastante, na tentativa de testar duas ideias extremas. A primeira casa, possuiria um acabamento mais rústico, a técnica de pintura seria direta na madeira, e sua estética é baseada em formas orgânicas, com um desenho mais simples, remetendo a formas mais simplificadas. Em seu formato, a estrutura teria uma modificação na tampa, onde seria adicionado um telhado, fortalecendo a ideia de casa. Porém, a própria estrutura de suporte, já teria uma cobertura semelhante, criando uma repetição da forma e redundância visual. Visando a solução dessa problemática e da tentativa de testar mais ideias, a segunda casa foi pensada com forte influência do meliponário *Nativas Da Ilha*, em que as caixas são baseadas em casas coloniais populares presentes na cidade. A segunda casa tem um acabamento mais detalhado e refinado, a técnica de montagem seria através de placas de MDF, buscando profundidade. A estética utilizada foi baseada em casas populares com estilo art decô encontradas em Goiânia.

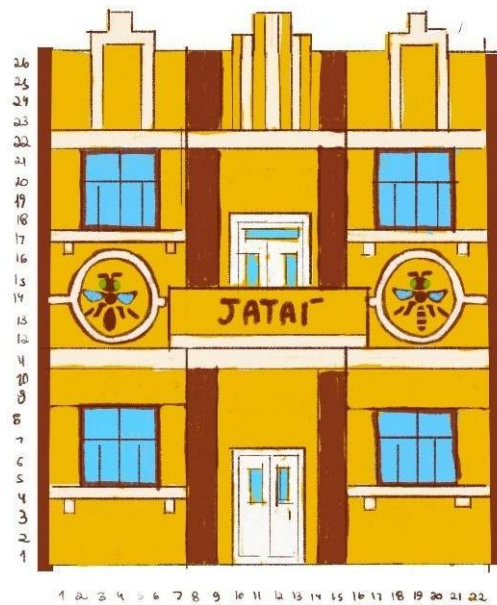
Figura 29 – Rascunho da aparência da caixa com estética orgânica

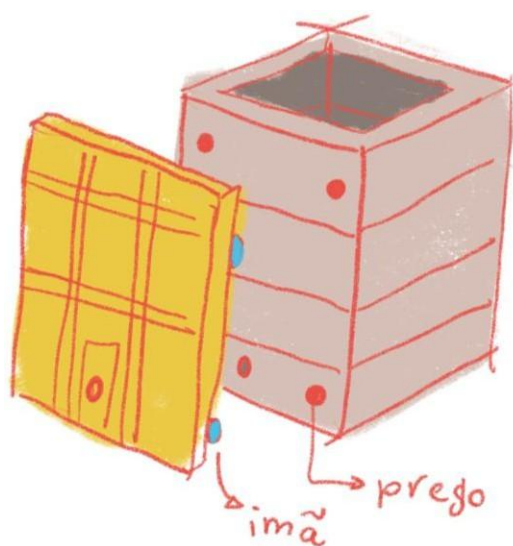
Fonte: Rascunho da autora



Figura 30 – Rascunho de aparência da caixa com estética geométrica

Fonte: Rascunho da autora





Fonte: Rascunho da autora

Figura 31 – Rascunho mostrando como a parte estética se acopla a caixa INPA através de ímãs.

3.5.2 Parte II – Suporte

Antes da definição de qual conceito o projeto irá materializar em sua etapa de identidade visual, foi iniciado um questionamento sobre a estrutura suporte, pois existe uma dependência entre as duas estruturas. O critério de escolha entre as opções estéticas poderia ser afetado, uma vez que a proteção fornecida, e o ângulo em que seria visualizado impactam o projeto como um todo, por exemplo. A seguir será pontuado novamente duas propostas desenhadas, pensadas principalmente em solucionar a problemática do telhado.

Figura 32 – Rascunho de possibilidades do suporte da estrutura



Fonte: Rascunho da autora

A primeira proposta, seria uma estrutura nichada, com formato retangular e bordas arredondas. Seu caráter vazado facilitaria a integração de sua estrutura ao espaço, porém mantendo um visual limpo, em que externamente poderia ser trabalhado a parte interativa da ação educativa, através de stencils. Na segunda alternativa, novamente se buscou referência no meliponário Nativas da Ilha, uma vez que suas casinhas também possuíam dois telhados, a proteção externa sendo um telhado inclinado, facilitando o término do conflito de formas, além disso, por ser uma estrutura sem espaço para a ação interativa, os stencils seriam integrados em um mural que ficaria atrás da caixa.

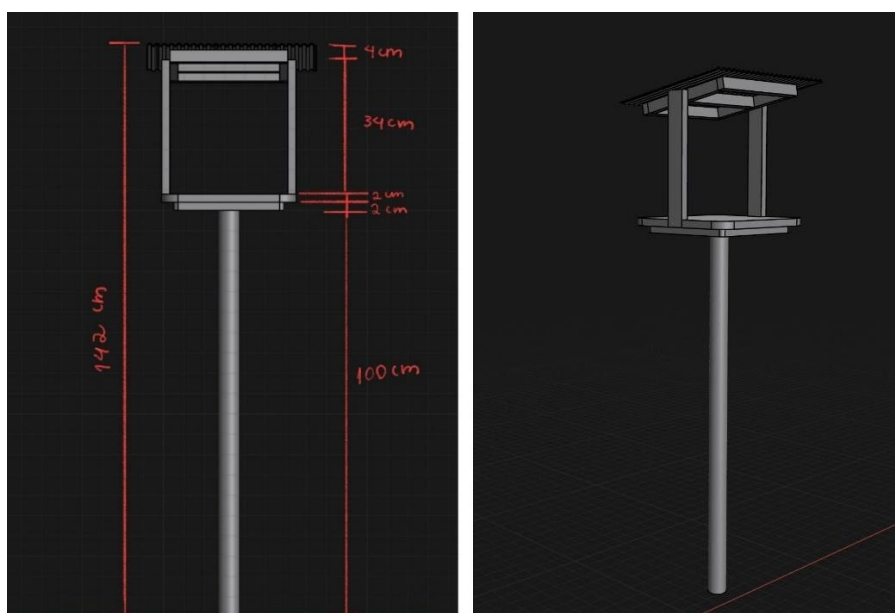
Ao analisar as duas opções, a segunda foi escolhida, dado que seria menos complexa na montagem e mais barata, ao utilizar menos material. Ademais, houve uma preocupação com a ocupação indevida de outros animais ou pragas nos cantos do interior da primeira estrutura. Retornando o olhar para a parte estética da caixa INPA, entre as duas opções, também foi escolhida a segunda opção como a mais adequada, já que a estrutura iria utilizar menos material foi visto a possibilidade de fazer a opção mais complexa para a estrutura suporte e devido a sua característica vernacular, o conceito “alma do lugar” retratado no design biofílico, é intencionalmente

trabalhado. Estrutura do suporte escolhido:

- Material:
 - Eucalipto tratado autoclavado é durável, resistente ao sol e umidade, não apodrece fácil.
 - Tubo de aço galvanizado é extremamente durável, ótimo para ambientes externos (diâmetro de 38–50 mm).
 - Chapa de polycarbonato alveolar ou telha ondulada de PVC Espessura: 4–6 mm.
 - Fixadores: Parafusos galvanizados, porcas/arruelas, cantoneiras metálicas para reforço e buchas de nylon (caso fixe em parede ou piso).
- Medidas:

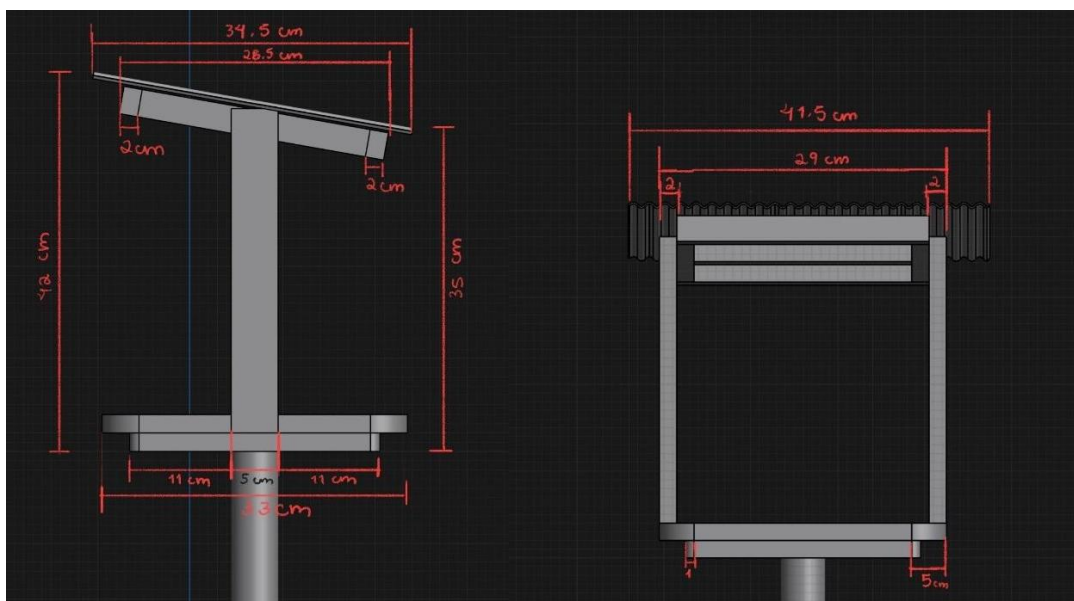
Novamente foi realizado o desenho das vistas e da modelagem 3D buscando uma visualização mais detalhada e uma simulação volumétrica. Mas, uma vez que este componente do projeto, estará intrinsecamente interligado com o ambiente escolar, a parte de realização, fabricação e instalação, fica sob a responsabilidade es da AMMA, que irá realizar a escolha dos locais e escolas adequadas ao projeto. Ademais, as escolhas de medidas, materiais e estética, poderão sofrer alterações devido processos futuros específicos de cada local. Temos aqui apenas indicativos de possibilidades.

Figura 33 e 34 – Vista frontal com medidas e Vista para visualizar a profundidade



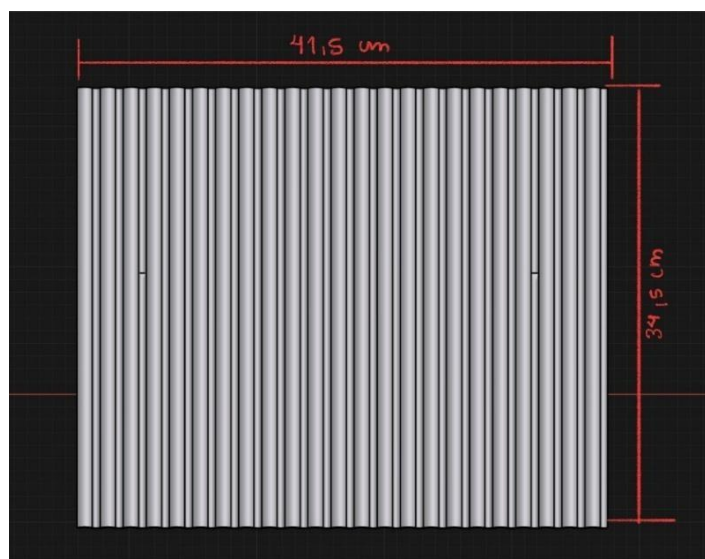
Fonte: modelagem da autora

Figura 35 e 36 – Vista lateral do suporte e Vista de detalhe frontal



Fonte: modelagem da autora

Figura 37 – Vista superior do suporte



Fonte: modelagem da autora

- Processo de fabricação: A estrutura-suporte para a caixa de abelhas pode ser construída em madeira tratada, escolhida por sua

resistência à umidade, durabilidade e adequação ao uso externo. O poste central será confeccionado em metal de aço galvanizado de maior espessura e fixado ao solo preferencialmente com base concretada garantindo estabilidade. Sobre esse poste, será instalada uma base horizontal composta por duas peças de madeira unidas, dimensionadas para sustentar a caixa e distribuir seu peso de forma uniforme.

Acima dessa base, será montada uma moldura retangular feita com ripas de madeira, que servirá como suporte direto para a caixa de abelhas. Essa moldura receberá barras internas laterais, fixadas com parafusos galvanizados, que funcionarão como apoios firmes para a caixa, mantendo-a nivelada e estável. Para proteger o conjunto das intempéries, será instalado um telhado inclinado em polycarbonato ou PVC, apoiado em pequenas peças de madeira que criarão o ângulo necessário para o escoamento da água.

Todos os componentes serão fixados com parafusos galvanizados e reforçados com cantoneiras metálicas, evitando corrosão e garantindo longa vida útil. Por fim, todo esse processo deve ser acompanhado por profissionais como: marceneiros e serralheiros.

4. Desenvolvimento da identidade visual do projeto para ação educativa e seus componentes

4.1 Etapas da Ação Educativa

A ação educativa proposta foi estruturada em três etapas principais. A primeira etapa consiste na instalação da caixa, com o objetivo de garantir a longevidade do projeto, promover a conexão entre os participantes e estimular a conservação do ambiente e das abelhas. Esta etapa inicial fundamenta a presença física do projeto e cria o cenário propício para as demais ações.

Em seguida, são instalados painéis informativos sobre as abelhas. Esses painéis têm como foco ressaltar a relevância ecológica das abelhas e são especialmente adaptados para um público jovem, tornando o conteúdo acessível e envolvente para crianças e adolescentes. Essa etapa busca ampliar o conhecimento sobre o papel das abelhas no ecossistema e despertar o interesse pela conservação.

A terceira etapa envolve a criação de um mural pela própria comunidade escolar. A proposta do mural é incentivar a interatividade dos alunos com o projeto, fortalecendo o vínculo entre os estudantes e as abelhas. Por meio dessa atividade colaborativa, a comunidade escolar participa ativamente do processo, ampliando o senso de pertencimento em relação ao projeto e ao tema abordado.

4.1.1 Metodologia e Referências

As etapas descritas foram definidas a partir de estudos de referências, tendo como principal guia os conteúdos da organização NOSSAABELHA. O processo de ideação da caixa INPA foi concluído antes do início das etapas relacionadas ao design gráfico, garantindo que os conceitos pedagógicos e de conservação fundamentassem toda a proposta visual.

4.1.2 Diferenciação e Identidade Visual

No desenvolvimento do design gráfico, um dos principais pontos enfatizados foi a diferenciação clara entre a tribo Meliponini e as abelhas do gênero Apis. Essa distinção é essencial, pois a confusão entre grupos pode constituir uma ameaça significativa para o público-alvo do projeto. Além disso, considerando o viés educativo e o objetivo de conscientização, a consolidação de uma identidade visual forte se faz necessária, conferindo reconhecimento ao projeto e ampliando seu alcance junto ao público jovem.

4.2 Conceituação

Visando um direcionamento consistente para a identidade visual, alguns conceitos do projeto foram destacados devido a sua importância e presença em todos os âmbitos do projeto. Esses conceitos são destacados em palavras-chave, que

facilitam a busca por referências projetuais e criação de ideias, sem perder o cerne necessário para manter coesão.

1. Interação: Divertido, Amigável;
2. Proteção: Ecologia, Educativo;
3. Integração: Vernacular, Artesanal;

4.3 Seleção de Tipografia

Alicerçando a comunicação visual, especialmente pelo caráter educacional do projeto, a seleção da tipografia foi abordada em três âmbitos, sendo eles título, subtítulo e texto corrido, uma vez que tentar trabalhar as palavras chaves, em apenas uma família tipográfica seria muito complexo. Logo as duas tipografias selecionada foram:

- Magic Sound desenvolvida por Imagex (Título);
- A família tipográfica Open Sans criada pelo designer Steve Matteson (Subtítulo e Texto corrido);

A Magic Sound, é uma tipografia sem serifa, que possui formas arredondadas, o objetivo principal dela é chamar atenção de forma fantasiosa, remetendo a magia ou ao som. No contexto utilizado do projeto, ela transmite uma mensagem: amigável, confiante e acessível.

Figura 38 – Template visual da tipografia Magic Sound



Já a família tipográfica Opens Sans foi escolhida pois sua versatilidade em relação a leitura em diferentes tamanhos e formatos, unida com a otimização para impressão é ideal

para o projeto. Suas características são: uma fonte sem serifa humanizada, com formas abertas e neutras. No contexto do projeto: ela satisfaz uma necessidade importante de harmonia e equilíbrio junto à outra tipografia.

Figura 39 – Template visual da família tipográfica Open Sans



4.4 Criação da Logo

A criação da logo para o projeto no contexto escolar constitui uma estratégia essencial para fortalecer sua identidade visual e aprimorar sua comunicação institucional. A marca gráfica facilita o reconhecimento da iniciativa, organiza os materiais pedagógicos e confere maior legitimidade ao projeto. Além disso, a logo atua como síntese visual dos valores e objetivos da proposta, especialmente relevante na situação tida, de educação ambiental que busca aproximar os estudantes de temas ligados à biodiversidade e aos polinizadores nativos. Dessa forma, o projeto é constituído por um logotipo com o nome do projeto, aplicado na tipografia Magic Sound e o ícone do projeto é um desenho de uma jataí, pois é uma das espécies de melíponas mais conhecidas e propagadas popularmente.

A denominação “Minha Amiga Abelha” revela-se particularmente pertinente e eficaz para um projeto de educação ambiental voltado ao público escolar, pois

estabelece de imediato uma relação de proximidade, empatia e identificação entre as crianças e o objeto de estudo. O emprego do termo “amiga” contribui para uma humanização simbólica da abelha, aproximando o inseto do universo infantil e reduzindo percepções negativas frequentemente associadas a ele. Essa escolha linguística favorece a receptividade do público, estimulando atitudes de cuidado, respeito e curiosidade em relação aos polinizadores nativos. Sendo assim, foram desenvolvidos rascunhos para o ícone mantendo em mente o nome escolhido e a espécie estudada.

Figura 40 – Rascunhos do ícone para o projeto



Fonte: rascunho da autora

Figura 41 – Resultado da Logo



Fonte: modelagem da autora

A logo desenvolvida apresenta um resultado visual coeso, lúdico e tecnicamente consistente com os objetivos pedagógicos e comunicacionais da iniciativa. O conjunto é composto por um logotipo elaborado em tipografia orgânica e arredondada, cujas formas volumosas e irregulares evocam acessibilidade, espontaneidade e uma estética amigável ao público infantil. Essa escolha tipográfica reforça o caráter educativo do projeto e contribui para a criação de uma identidade visual acolhedora. Associado ao logotipo, o símbolo, uma jataí estilizada, foi desenvolvida pensando em um formato arredondado e condensado, resultando em um maior apelo emocional que favorece a temática trabalhada. O uso pontual do amarelo, que remete ao pólen e a polinização, cria um contraste marcante e divertido.

A presença da tagline “Meliponas nas Escolas” em tipografia mais neutra e minimalista estabelece equilíbrio visual e hierarquia informacional adequada sem desconectar do fator educativo, destacando o caráter científico do projeto e correlacionando ao projeto principal da AMMA “Projeto Meliponizar”, que dá início a essa iniciativa. Ademais, a mancha de texto da logo foi pensada em ser versátil, sendo possível aplicá-la em diferentes contextos e materiais, o resultado alcançado

evidencia uma identidade visual capaz de integrar clareza, afetividade e relevância temática, cumprindo plenamente sua função de representar um projeto de educação ambiental voltado à valorização dos polinizadores nativos no ambiente escolar.

4.5 Paleta de Cores

Figura 42 – Painel semântico que deu origem a paleta de cores

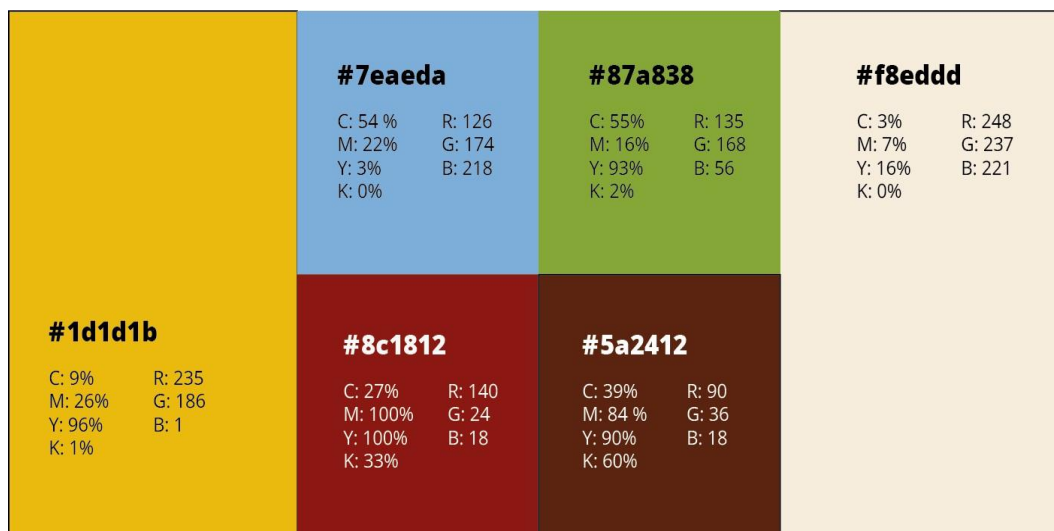


Fonte: Montagem feita pela autora com imagens disponíveis na internet

A paleta de cores foi definida utilizando um painel semântico com a palavra-chave polinizar, na tentativa novamente de unir o tom educacional aos elementos visuais trabalhados. As cores escolhidas são coloridas e harmônicas, buscando focar em cores primárias na tentativa de trazer a realidade das crianças para a marca. Foi observado após a análise e teste da paleta, que certas cores poderiam ser mais vibrantes, para alcançar um tom mais amigável e divertido e foi adicionado uma cor mais neutra e clara. A cor principal da marca é o amarelo, encontrado nas abelhas jataís, ela é um tom vibrante e alegre, enquanto as cores secundárias usadas em detalhes: o verde, encontrado no olho do inseto, e o azul são tons mais neutros, calmos e naturais. Além disso as outras cores vermelho e marrom, trazem sobriedade

e remetem a elementos naturais, como a madeira e o solo. Também se teve a preocupação de checar os contrastes entre as cores, buscando versatilidade e evitando conflitos visuais.

Figura 43 – Paleta de Cores



Fonte: Elaborado pela autora

4.6 Aplicações

A identidade visual foi desenvolvida, pensando principalmente nos componentes do projeto, na parte da ação educativa, que foram os painéis. Além disso, o componente placa, que ficaria junto ao suporte da caixa, para identificar o projeto, também utilizou das diretrizes do visual gráfico desenvolvido, a fim de dar mais coesão ao conjunto como todo.

4.6.1 Painéis

Os painéis foram desenvolvidos utilizando uma linguagem menos técnica, com informações voltadas à importância das abelhas no cotidiano e contexto urbano das crianças. A parte visual seguiu a identidade visual e procurou usar elementos ovais, que remetem aos potes de cria e potes de mel, feitos pelas abelhas jataís. Em relação as suas especificações conforme material e medidas, foi utilizado de base uma folha A2, resultando em cada painel com 55 cm de altura e 35 cm de comprimento. O material escolhido deverá ser recomendado de acordo com o local de instalação, se o local for dentro da sala de aula, o uso de PVC expandido (PS) – 2 a 3 mm, seria mais ideal, leve, seguro, fácil de fixar e possuir um preço acessível.

Figura 44 - Painel sobre as abelhas sem ferrão

Fonte: Elaborado pela autora



Figura 45 – Painel sobre função ecossistêmica das abelhas sem ferrão



Fonte: Elaborado pela autora (a partir de BASTOS, 2020); OBS: as frutas selecionadas são apenas ilustrativas para melhor entendimento. Antes de serem instalados, os painéis precisariam passar por um processo de validação de informações;

Figura 46 – Painel relacionado as abelhas a vida urbana

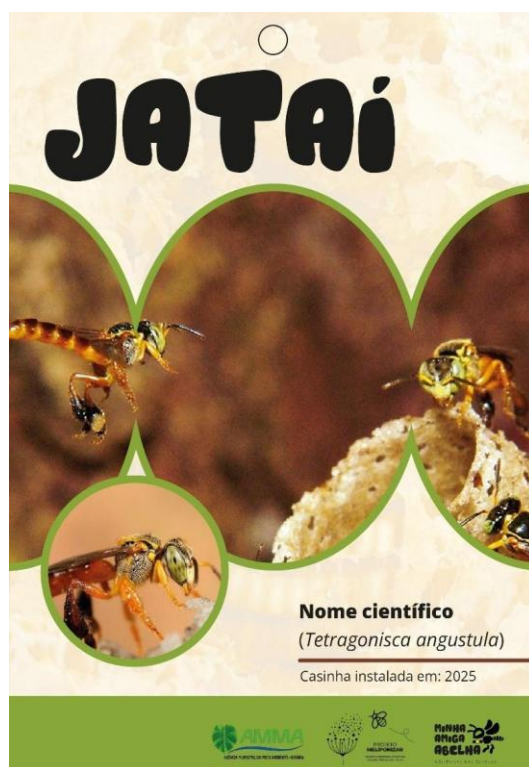


Fonte: Elaborado pela autora

4.6.2 Placas informativas

A inclusão de uma placa informativa mostrou-se essencial para assegurar a compreensão adequada do objetivo do projeto e orientar a interação do público com o objeto instalado. Em iniciativas de educação ambiental, especialmente quando direcionadas a crianças e à comunidade escolar, a mediação por meio de informações claras e acessíveis é fundamental para garantir que o conteúdo seja interpretado corretamente. A placa cumpre a função de contextualizar a estrutura, explicando sua relação com as abelhas sem ferrão. Ela será fixada, na estrutura suporte através de um gancho em sua parte frontal. As especificações da placa, em relação a medida e material são: Tamanho de uma A5, ou seja, 14,8 x 21 centímetros; e será confeccionada utilizando alumínio (chapa sólida), por ser resistente a corrosão, ideal para ambientes com chuva ou sol intenso e possuir uma longa vida útil.

Figura 47 – Placa de identificação da estrutura suporte/ caixa



Fonte: Elaborado pela autora

4.6.3 Stencil e Mural

A incorporação de uma parte interativa no projeto dedicado às abelhas sem ferrão revela-se fundamental para ampliar o engajamento do público-alvo e potencializar a aprendizagem significativa. Em iniciativas de educação ambiental voltadas ao ensino fundamental, especialmente para crianças de 8 a 11 anos, atividades interativas contribuem para estabelecer relações mais concretas entre os conteúdos apresentados e a experiência cotidiana dos estudantes. A interação promove maior imersão, favorece a curiosidade e possibilita que o aluno atue como protagonista no processo educativo, em vez de permanecer apenas como receptor passivo de informação. Além disso, recursos interativos facilitam a retenção dos conteúdos e estimulam o desenvolvimento de competências socioemocionais, como colaboração e senso de responsabilidade ecológica. Dessa forma, a dimensão interativa fortalece a compreensão sobre o papel das abelhas sem ferrão na manutenção da biodiversidade e incentiva práticas de conservação.

4.6.3.1 Justificativa para a utilização de um mural

A escolha de um mural como elemento visual do projeto dialoga diretamente com a ideia de integração entre o conteúdo e o ambiente escolar. O mural funciona como um dispositivo de comunicação acessível, permanente e de fácil leitura, capaz de transformar um espaço comum em um local de aprendizagem contínua. Sua presença física no ambiente permite que os estudantes entrem em contato com o tema diariamente, reforçando a mensagem central do projeto de forma espontânea e orgânica. Além disso, murais possuem forte potencial de valorização estética, contribuindo para a qualificação do espaço e tornando-o mais acolhedor e estimulante. Em um contexto de educação ambiental, o mural atua como interface entre o conhecimento e a vivência, funcionando como lembrete visual da importância das

abelhas sem ferrão e incentivando a percepção do ambiente como parte ativa no processo educativo.

4.6.3.2 Motivação para o uso de stencil na execução do mural

A técnica de stencil foi selecionada por apresentar vantagens tanto do ponto de vista prático quanto conceitual. Do ponto de vista operacional, o stencil permite a reprodução precisa de formas, ícones e personagens, garantindo padronização dos elementos visuais ao longo de todo o mural. Trata-se de uma técnica acessível, de rápida aplicação e que reduz significativamente o tempo de execução, o que é relevante no contexto escolar, onde há limitações de tempo e mão de obra. Além disso, o stencil facilita a participação dos próprios estudantes, já que possibilita intervenções guiadas, seguras e com baixo risco de erro, tornando o processo de criação do mural uma atividade colaborativa. O uso do stencil dialoga com o caráter educativo do projeto, uma vez que a técnica reforça a ideia de multiplicação e replicação aspectos metaforicamente associados à própria lógica das abelhas e de suas colônias. A estética resultante do stencil, marcada por formas claras e de forte contraste, favorece a comunicação visual, tornando as informações mais legíveis e atraentes para o público infantil. Assim, a escolha da técnica contribui tanto para a eficiência do processo produtivo quanto para o impacto comunicacional do mural.

Sob o ponto de vista conceitual, a escolha idealizada para os elementos visuais dos stencil, foram flores e a própria abelha jataí, novamente unindo o fator de importância dela, a polinização, com o projeto. Para a escolha das flores foram seguidas as seguintes diretrizes: Se era uma flor polinizada pela espécie alvo, nativa do cerrado e presente na região de Goiânia, e se as flores se encaixavam em épocas de floração diferentes, para representar um ciclo anual inteiro de abundância alimentar as abelhas. A seguir imagens dos desenhos selecionados:

Figura 48 – Stencil de flor de aroeira

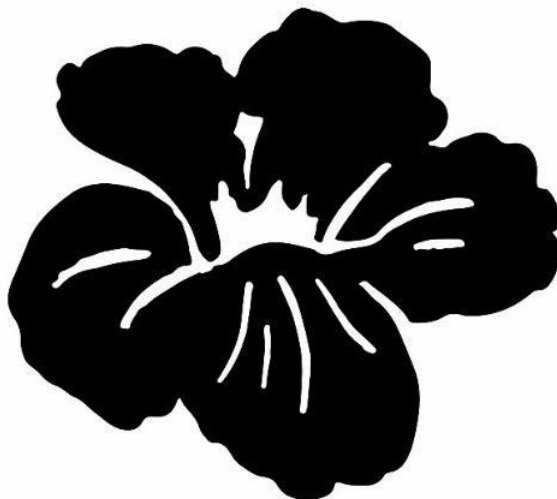


Fonte: Elaborado pela autora



FONTE: <https://www.unirio.br/ccbs/ibio/herbariohuni/schinus-terebinthifolia-raddi>

Figura 49 - Stencil de flor de Ipê Amarelo

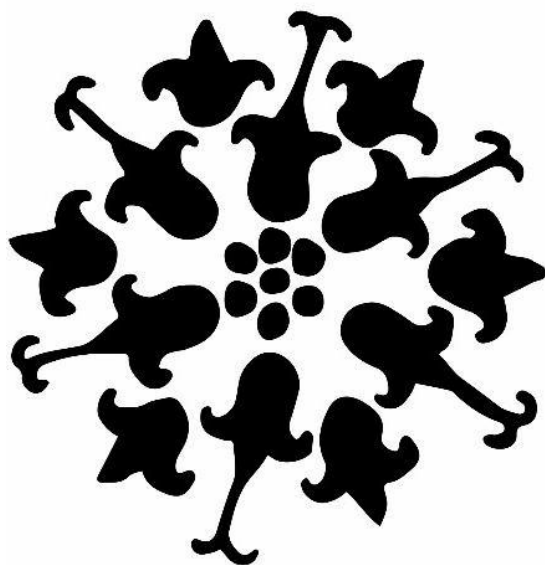


Fonte: Elaborado pela autora



FONTE: <https://revistacasaejardim.globo.com/paisagismo/noticia/2025/01/flor-de-ipe-amarelo.ghtml>
FONTE: <https://www.flickr.com/photos/65341229@N00/3902887604>

Figura 50 – Stencil de flor de assa- peixe

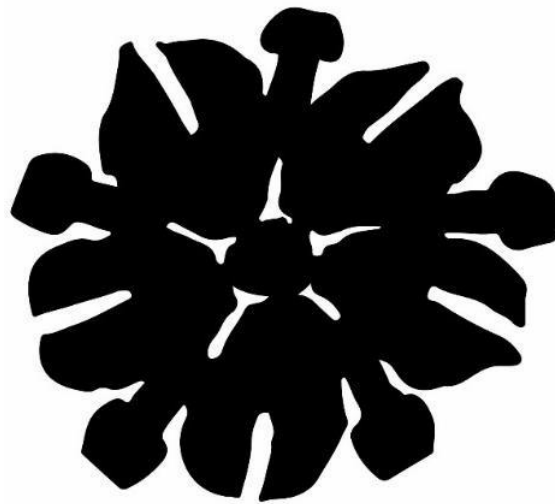


Fonte: Elaborado pela autora



FONTE:<https://revistacasaejardim.globo.com/Casa-e-Jardim/Paisagismo/Plantas/noticia/2021/11/assa-peixe-conheca-planta-medicinal-e-seus-principais-beneficios.html>

Figura 51 – Stencil de flor de sabugueiro



Fonte: Elaborado pela autora



FONTE: <https://www.aldeiadovale.com/permaculture-tips---dicas-em-permacultura/sabugueiro-elderberry-sambucus-nigra>

FONTE: <https://www.casadasciencias.org/imagen/6863>

Figura 52 – Stencil de abelha jataí



Fonte: Elaborado pela autora

5. FASE DE REALIZAÇÃO

A Fase de Realização, conforme proposta por Bernd Lobach em seu método de design industrial, corresponde ao momento em que as soluções projetuais deixam o campo conceitual e são transformadas em resultados concretos. Essa etapa é responsável por materializar o projeto, convertendo ideias, alternativas e definições previamente estabelecidas em modelos, protótipos e, posteriormente, em produtos. Trata-se de uma fase predominantemente prática, na qual se verificam aspectos funcionais, ergonômicos, estéticos e produtivos. Em função de limitações de tempo, foi possível desenvolver apenas alguns modelos dos componentes previstos, dentre eles: a caixa Inpa e os stencil para o mural. Assim, está próxima etapa apresentará, de forma detalhada e estruturada, o processo de confecção da caixa Inpa.

5.1 CAIXA INPA CONFECÇÃO

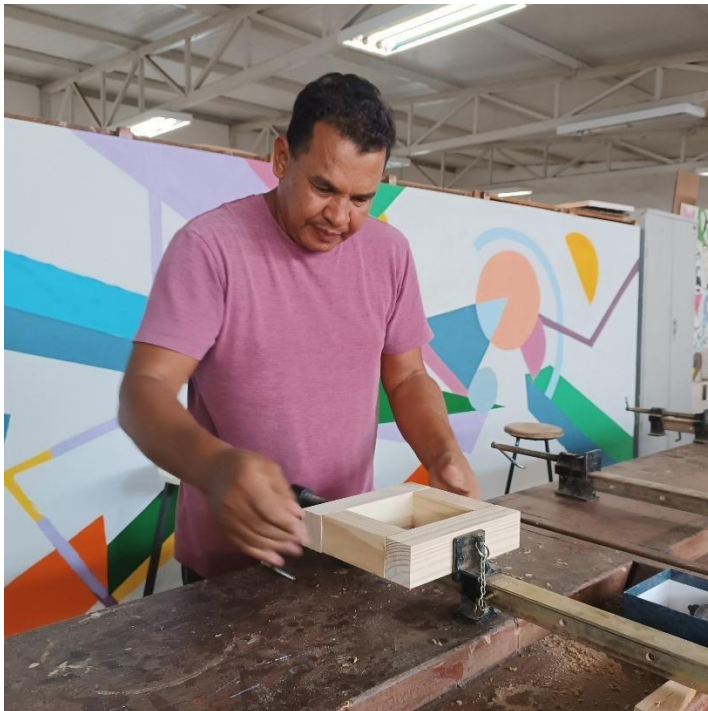
A etapa inicial do processo consistiu na busca pelos materiais necessários para a construção dos módulos. Como a madeira de cedro era prevista no projeto e considerada a mais relevante estruturalmente, sua procura foi priorizada. Contudo, após diversas ligações para madeireiras e marcenarias da cidade de Goiânia, constatou-se a indisponibilidade dessa madeira na região. Diante disso, entrou-se em contato novamente com a bióloga Ludmilla, responsável pelo acompanhamento técnico, para solicitar alternativas adequadas. Ela indicou o uso de eucalipto ou pinus, ambas com bom isolamento térmico e que não poderiam ter recebido tratamento químico ou substâncias tóxicas.

Realizada uma nova verificação de disponibilidade, verificou-se que a madeira de eucalipto também não era encontrada no comércio local, restando o pinus como única opção viável. A madeira natural foi adquirida; entretanto, a espessura ideal de 50 mm não estava disponível. A espessura mais próxima encontrada foi a madeira de pinus natural de 45 mm, adotada como solução.

Após a compra, tornou-se necessário identificar um profissional com disponibilidade para realizar o corte das peças e a montagem das tábuas. Para isso, recorreu-se ao marceneiro da faculdade e administrador da marcenaria, Jaílton, que, com base em seu conhecimento técnico, recomendou o uso de cola Cascorez à base de água para a junção das partes. Após o tempo adequado de secagem, todos os módulos foram montados e estavam prontos para utilização.

Cabe destacar que o projeto técnico inicial previa elementos de encaixe entre os módulos para melhorar a ergonomia; contudo, essa etapa não pôde ser executada integralmente devido à ausência de maquinário específico na instituição. Assim, o modelo final corresponde a uma versão simplificada, destinada à verificação preliminar de montagem e adequação dos materiais.

Figura 53 e 54 – Marceneiro Jaílton realizando a montagem da caixa INPA



Fonte: Fotografado pela autora



Fonte: Fotografado pela autora

Figura 55 – Imagem dos módulos prontos e separados



Fonte: Fotografado pela autora

Figura 56 – Imagem dos módulos empilhados



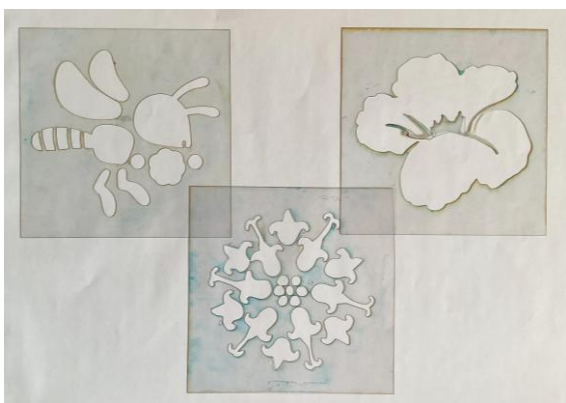
Fonte: Fotografado pela autora

5.2 Teste do stencil e escolha da tinta utilizada

Para a confecção dos stencils, foi utilizado o corte a laser realizado na gráfica JF Copiadora. No local, o funcionário Gabriel forneceu orientações referentes ao processo produtivo, iniciando pela escolha do material. Já havia sido decidido o uso de acetato, por tratar-se de um material maleável e que permite a reutilização do stencil, desde que a limpeza da tinta seja realizada imediatamente após o uso. Gabriel recomendou a utilização de acetato com gramatura de 180 g/m² e alertou para o fato de que detalhes internos das imagens — especialmente áreas em branco — poderiam não se manter estruturados sem a adição de “pontes” nos elementos. Ainda assim, optou-se pela realização de uma primeira impressão com os arquivos originais, de modo a avaliar posteriormente a necessidade de ajustes.

Na sequência, foram iniciados os testes práticos com os stencils, visando verificar a melhor forma de aplicação da tinta. Utilizaram-se buchas comuns, devido à sua acessibilidade e facilidade de manuseio, o que favorece a distribuição da cor durante a pintura. Quanto às tintas, experimentou-se o uso de guache da marca Acrilex, amplamente utilizada em salas de aula do ensino fundamental. Por ser à base de água, essa tinta não apresenta toxicidade para as crianças nem para as abelhas, constituindo-se em opção segura para atividades educativas. Contudo, sua durabilidade é baixa, o que pode não atender à demanda caso o mural tenha a finalidade de permanecer por longos períodos expostos a intemperes externas. Nesse caso, recomenda-se a seleção de outro tipo de tinta com maior resistência.

Figura 57 - Stencil impressos a laser em acetato (180 gmm)



Fonte: Fotografado pela autora

Figura 58 – Resultado dos stencils aplicados



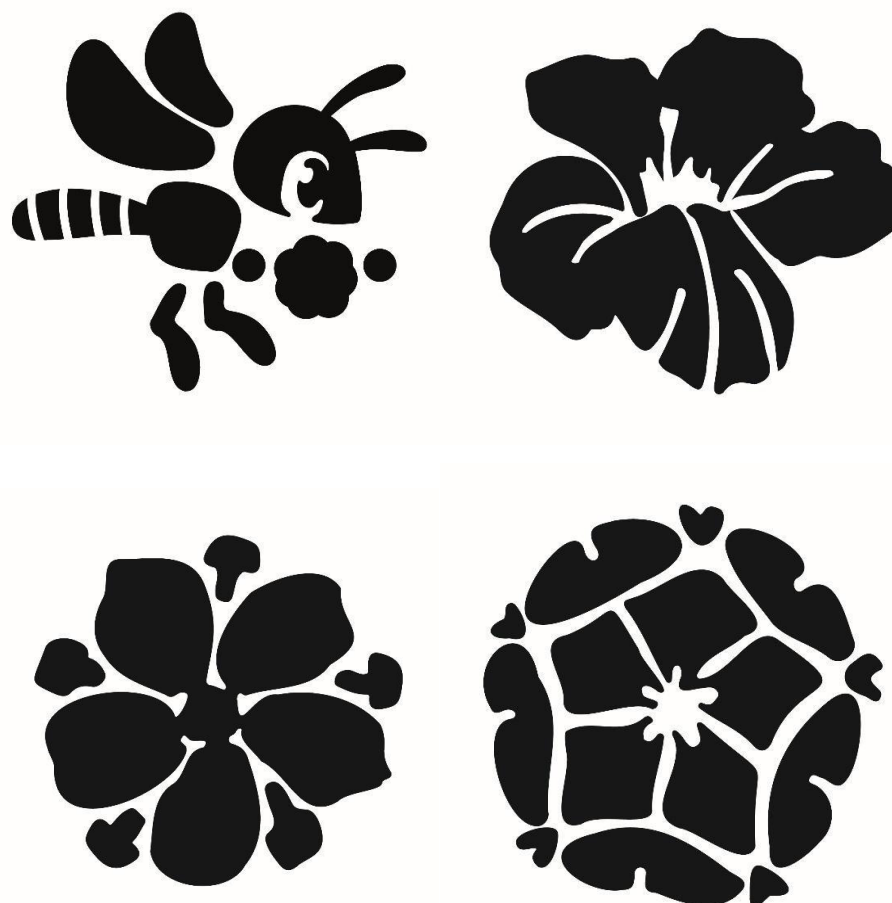
Fonte: Fotografado pela autora

5.2.1 Revisão dos Stencils e Recuperação de Elementos Visuais

Após a realização dos primeiros testes práticos com os stencils, foi possível observar com clareza o resultado visual das impressões. Diante dessa avaliação, identificou-se a necessidade de uma segunda rodada de desenhos, direcionada especificamente para o resgate de elementos que haviam sido perdidos no processo inicial. O caso do stencil da abelha jataí evidenciou mudanças significativas. No primeiro desenho, os olhos da abelha acabaram sendo suprimidos, o que comprometeu a expressividade e a identificação do personagem. Reconhecendo a importância desse detalhe, já que os olhos são fundamentais para conferir traços de

humanização à abelhinha, o elemento foi recriado na nova versão do stencil, restituindo ao desenho a sua intenção original de aproximação e empatia visual.

Figura 59 – Stencils Melhorados



Fonte: Elaborado pela autora

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho de conclusão de curso, intitulado “Minha amiga abelha: design de habitats artificiais como estratégia de educação ambiental”, dedicou-se à investigação e ao desenvolvimento de soluções projetuais que articulassem o design de habitats artificiais com a educação ambiental, visando o apoio direto à biodiversidade urbana e a conservação de polinizadores nativos. A problemática central partiu do reconhecimento de que as cidades contemporâneas, centros de ações antropocênicas, enfrentam desafios estruturais significativos, como a degradação de habitats e a perda acelerada de biodiversidade, afetando grupos cruciais como a tribo Meliponini (abelhas sem ferrão). O processo metodológico adotado, fundamentado na estrutura de Design Industrial proposta por Bernd Löbach, permitiu a sistematização das demandas em quatro fases: Preparação, Geração, Avaliação e Realização. Essa abordagem foi crucial para o direcionamento do design, uma vez que o produto deveria servir duplamente: como um suporte físico para a conservação da biodiversidade e como um dispositivo pedagógico. No que tange aos resultados do desenvolvimento, o projeto materializou-se em um conjunto integrado de soluções: a Caixa Racional Fixa (Modelo INPA) e a Ação Educativa.

A caixa INPA, enquanto Estrutura de Habitat Artificial (AHS), buscou replicar as condições do habitat natural (ocos de árvores). A sua concepção seguiu o Animal Aided Design (AAD), focando nas necessidades críticas da espécie-alvo, como a necessidade de espessura de madeira mínima para conforto térmico (idealmente 35 mm ou 50 mm, com 34,5°C para as crias) e o uso de materiais atóxicos. Devido às limitações de materiais, a madeira de pinus natural de 45 mm foi adotada na fase de confecção, substituindo o ideal cedro ou eucalipto. Em relação à estética, o Design Biofílico foi aplicado através do conceito de "alma do lugar" e de formas naturais. A caixa foi pensada para se assemelhar a uma casa com estilo vernáculo (baseado em construções Art Déco de Goiânia), buscando estabelecer uma narrativa de proximidade e afeto entre as crianças e as abelhas, vistas como "vizinhas" ou "amigas".

Dentro de uma perspectiva técnica, as experimentações das fases de metodologia de projeto demonstraram necessidades desafiadoras de adaptação das estruturas do mini habitat. Devido ao tempo curto de desenvolvimento deste projeto, nem todas as adaptações necessárias foram contempladas, mas com suas indicações em registro processual será possível dar continuidade em oportunidades futuras.

O resultado mais significativo para o propósito educativo foi o desenvolvimento da Identidade Visual ("Minha Amiga Abelha") e dos componentes interativos. A ação educativa foi proposta para ser estruturada em três etapas: instalação da caixa, instalação de painéis informativos com linguagem acessível, e criação de um mural interativo pela comunidade escolar. A dualidade do projeto, ao desenvolver um habitat funcional e uma ferramenta de engajamento, demonstrou o potencial do design como mediador capaz de traduzir fenômenos complexos da natureza em linguagens acessíveis e pedagogicamente significativas.

Ao olharmos para além dos requisitos técnicos e das especificações dimensionais, este trabalho reafirma que o design, enquanto campo interdisciplinar, assume uma função central na construção de cidades mais inclusivas e resilientes. Em um mundo onde a ação humana acelera o processo de extinção em taxas assustadoras, o design emerge como uma ferramenta ética e estratégica para representar as demandas e vulnerabilidades de outras espécies no contexto urbano.

A proposta de criar "mini moradias" para a fauna urbana, especialmente para as abelhas sem ferrão, não é apenas um ato de conservação paliativa, mas sim um passo em direção ao design ambiental restaurador. A manutenção dos polinizadores nativos, alicerça a base das cadeias alimentares e de energia e, conseqüentemente, a resiliência dos ecossistemas urbanos. O fortalecimento dessas populações em ambientes hostis atua como um lembrete constante da interdependência humana com a natureza. A Educação Ambiental, central neste projeto, tem o poder de promover uma consciência crítica e transformadora na sociedade. A escola, como lócus primordiais dessa formação, tem a capacidade de atuar como agente transformador da comunidade, onde crianças e jovens se tornam transmissores de conhecimento e valores para suas famílias. A conexão inata do ser humano com a natureza (biofilia)

se torna o motor para a saúde, o bem-estar e o contentamento humanos.

Que este projeto, ao introduzir a "Minha Amiga Abelha" no cotidiano escolar, possa ser a semente de uma nova cultura ambiental. É nas pequenas caixas de madeira, no zumbido suave das Jataís e na curiosidade dos olhares infantis, que reside a promessa de um futuro em que a coexistência e o cuidado mútuo sejam a norma, e não a exceção. Ao projetar para as abelhas, nós, de fato, projetamos para nós mesmos, garantindo que a teia da vida, da qual somos parte integrante e dependemos totalmente, permaneça forte e diversa, pavimentando o caminho para cidades mais resilientes e plenamente biodiversas.

REFERÊNCIAS

A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO CONTEXTO ESCOLAR: UMA REVISÃO INTEGRATIVA. **Aurum Editora**, [S. l.], p. 95–104, 2025. DOI: [10.63330/aurumpub.010-008](https://doi.org/10.63330/aurumpub.010-008). Disponível em: <https://aurumpublicacoes.com/index.php/editora/article/view/248>. Acesso em: 25 nov. 2025.

acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/criacao-pratica-e-racional-de-abelhas-sem-ferrao-da-amazonia

Alessandro. Como Explicar o Imaginário Coletivo. In: Da Aula: só sei que tudo pesquisei. São Paulo, Mai, 2021,. Disponível em <https://www.daaula.net/2018/04/imaginario-coletivo.html#google_vignette>. Acesso em 14 de mar. de 2025

ALVES DA SILVA CUNHA, Dayana; DOS SANTOS NÓBREGA, Michele Aparecida; ANTONIALLI JUNIOR, William Fernando. Insetos Polinizadores em Sistemas Agrícolas. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, [S. l.], v. 18, n. 4, 2015. DOI: 10.17921/1415-6938.2014v18n4p%p. Disponível em: <https://ensaioseciencia.pgsscogna.com.br/ensaioeciencia/article/view/1180>. Acesso em: 23 set. 2025.

Aranda, R. et al. (2024). *Hotel de polinizadores: tornando as áreas urbanas amigáveis para abelhas e vespas*. Revista Conexão, v. 20. Acesso em: 20, nov. 2025.

ANDRADE, Eliane da Silva; GARCIA, Patrícia Helena Mirandola. Educação ambiental nos anos iniciais do ensino fundamental: desafios para a formação comprometida com o meio ambiente. **Revista de Tecnologia & Gestão Sustentável**, [S. l.], v. 2, n. 7, 2023. DOI: [10.17271/rtgs.v2i7.4641](https://doi.org/10.17271/rtgs.v2i7.4641). Disponível: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/rtgs/article/view/46>

[41](#). Acesso em: 12 nov. 2025.

AUTOMATIZADO. **Revista Transverso: Diálogos entre Design, Cultura e Sociedade**, [S. l.], v. 1, n. 14, 2024. DOI: 10.36704/transverso.v1i14.8241. Disponível em: <https://revista.uemg.br/transverso/article/view/8241>. Acesso em: 1 out. 2025.

BAUER, Juliana; PAZMINO, Ana Veronica. DESENVOLVIMENTO DE UM MELIPONÁRIO MODULAR COM SISTEMA DE MONITORAMENTO

BASTOS, B. P.; MACHADO, I. C.; BORGES, P. A. V. Pollen sources used by *Tetragonisca angustula* (Latreille, 1811) (Apidae: Meliponini) in the Atlantic Forest, Northern Coast of Bahia. *Sociobiology*, v. 67, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uefs.br/index.php/sociobiology/article/view/5596>. Acesso em: 1 dez.2025.

Brito, Vera; André, Lorrán; Ribeiro, Roselis; Machado³, Barbosa; Fátima, Maria; Araújo, Veras. 2019/06/14 Importância da Educação Ambiental e meio ambiente na escola: uma percepção da realidade na escola municipal Comendador Cortez em Parnaíba (PI) VL - 11 DO - 10.34024/revbea.2016.v11.2139 JO - Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)

BROWN JR.; K. S.; FREITAS, A.V. L. Butterfly communities of urban Forest fragments in Campinas, São Paulo, Brazil: structure, instability, environmental correlates, and conservation. *American Journal of Botany*, Baltimore, v. 6, n. 4, p. 217-231, dez. 2002.

Cano-Ortiz, A.; Piñar-Fuentes, J.C.; Musarella, C.M.; Peña-Martínez, J. Education for Environmental Sustainability Component: Innovative Strategies for Experiential Learning in Natural Contexts. *Educ. Sci.* **2025**, *15*, 697. <https://doi.org/10.3390/educsci15060697>

Ceballos, G., et al. (2015). Accelerated modern human-induced species losses. *Science Advances*. DOI: 10.1126/sciadv.1400253. Acessado em: 1 dez. 2025.

DA COSTA, S. C.; MOURA, D. da S.; GILA, R. L. A.; SANTOS, M. H. L. C. A IMPORTÂNCIA DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL DESDE A INFÂNCIA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA. **Revista Ouricuri**, Brasil, v. 11, n. 1, p. 001–016, 2021. DOI:

10.59360/ouricuri.vol11.i1.a11623.

Disponível

em:

<https://www.revistas.uneb.br/ouricuri/article/view/11623>. Acesso em: 21 nov. 2025.

Front Ecol Environ 2022; 20(5): 301–309, doi:10.1002/fee.2470

GROBMAN, Y. J. et al. Architectural multispecies building design: concepts, challenges, and design process. *Sustainability*, v. 15, n. 21, p. 15480, 2023. DOI: 10.3390/su152115480.

GRÜTER, Christoph. *Stingless bees: their behaviour, ecology and evolution*. Cham: Springer, 2020. DOI: 10.1007/978-3-030-60090-7.

<https://inovasocial.com.br/solucoes-de-impacto/bee-brick/> Acesso em 26 de agosto de 2025

<https://www.greenandblue.co.uk/collections/bees> 7/9/25 - 21:25

<https://www.falmouth.ac.uk/research/projects/bee-brick>

https://m.youtube.com/watch?v=60TccXXeGLA&embeds_referring_euri=https%3A%2F%2Finovasocial.com.br%2F

<https://www.cambridgeseven.com/about/news/why-we-should-build-for-wildlife-as-well-as-people>— 27 de agosto de 25 - 14:37

KEARNS, Carol A.; INOUE, David W.; WASER, Nickolas M. Endangered mutualisms: the conservation of plant-pollinator interactions. *Annual Review of Ecology and Systematics*, v. 29, p. 83–112, 1998. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.29.1.83.

KEVAN, P. G. Pollinators as bioindicators of the state of the environment: species, activity and diversity. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 74, p. 373–393, 1999. DOI: 10.1016/S0167-8809(99)00044-4.

KIEUCZEWSKI, C.; DA COSTA, A.; FERNANDES, D.; BICALLHO, E.; FROMMING,

S. IMPLANTAÇÃO DE MELIPONÁRIO COM ABELHAS DÓCEIS SEM FERRÃO. Anais da Feira do Conhecimento Tecnológico e Científico , [S. l.], n. 22, 2023. Disponível em: <https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/fetec/article/view/4042>. Acesso em: 13 out. 2025.

LOBBACH, Bernd. **Design Industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001.

Lundholm, J.T. and Richardson, P.J. (2010), MINI-REVIEW: Habitat analogues for reconciliation ecology in urban and industrial environments. *Journal of Applied Ecology*, 47: 966-975. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01857.x>

MANZINI, Ezio. *Design, when everybody designs: an introduction to design for social innovation*. Cambridge: MIT Press, 2015.

NOGUEIRA-NETO, P. Vida e criação de abelhas indígenas sem ferrão. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997. 446p.

Nunes, Vania & Jacobi, Pedro Roberto. (2017). Educação, ambiente e aprendizagem social: metodologias participativas para geoconservação e sustentabilidade. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. 98. 10.24109/2176-6681.rbep.98i249.2758.

PAPANEK, Victor. *Design for the real world: human ecology and social change*. New York: Pantheon Books, 1971.

PORTUGAL-ARAÚJO, V. Colméias para abelhas sem ferrão. Angola: Boletim do Instituto de Angola, 1955. 31 p.

RACE - Revista de Administração do Cesmac Volume 9, 2020 p.152

Roubik DW, editor. *Ecology and Natural History of Tropical Bees*. Cambridge: Cambridge University Press; 1989. (Cambridge Tropical Biology Series).

VIEIRA, D. S.; VIEIRA, M. de S.; SILVA, E. V. da; VIEIRA, D. S.; ALMEIDA, L. M. de; GÓES, M. I. L.; VIEIRA, R. de S. Importância da Educação Ambiental e uso sustentável de recursos dentro do Ambiente Escolar: uma revisão da literatura /

Importance of Environmental Education and sustainable use of resources within the School Environment: a literature review. *Brazilian Journal of Development*, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 33609–33614, 2021. DOI: 10.34117/bjdv7n4-017. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/27478>. Acesso em: 21 nov. 2025.

WANG, D.; XU, P.-Y.; AN, B.-W.; GUO, Q.-P. *Urban green infrastructure: bridging biodiversity conservation and sustainable urban development through adaptive management approach*. *Frontiers in Ecology and Evolution*, v. 12, 2024. DOI: 10.3389/fevo.2024.1440477. Acesso em: 1 dez. 2025.

WATCHORN, D. J. et al. 2022.

Weisser, Wolfgang. (2019). *Weisser Hauck Animal-Aided Design*.

WICK, MAIRA ARANTES LEITE. *A Educação Ambiental Presente Nos Programas De Uso Público Em Parques Estaduais Localizados No Município De São Paulo*. 2014.

Zhang, X.; Jung, W.; Asari, M. Systematic Review of Environmental Education Teaching Practices in Schools: Trends and Gaps (2015–2024). *Sustainability* **2025**, 17, 8561. <https://doi.org/10.3390/su17198561>

RESOLUÇÃO nº 038/2020 – CEPE

ANEXO I

APÊNDICE ao TCC

Termo de autorização de publicação de produção acadêmica

A estudante Karoline Yuka Matsunaga Onishi do Curso de Design, matrícula 2022.1.0042.0032-7, telefone: (62) 98112-0706, e-mail: karolineyukamo@gmail.com, na qualidade de titular dos direitos autorais, em consonância com a Lei nº 9.610/98 (Lei dos Direitos do Autor), autoriza a Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC Goiás) a disponibilizar o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado MINHA AMIGA ABELHA: DESIGN DE HABITATS ARTIFICIAIS COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL, gratuitamente, sem ressarcimento dos direitos autorais, por 5 (cinco) anos, conforme permissões do documento, em meio eletrônico, na rede mundial de computadores, no formato especificado (Texto(PDF); Imagem (GIF ou JPEG); Som (WAVE, MPEG, AIFF, SND); Vídeo (MPEG, MWV, AVI, QT); outros, específicos da área; para fins de leitura e/ou impressão pela internet, a título de divulgação da produção científica gerada nos cursos de graduação da PUC Goiás.

Goiânia, 15 de Dezembro de 2025.

Assinatura do autor: _____



Documento assinado digitalmente
KAROLINE YUKA MATSUNAGA ONISHI
Data: 15/12/2025 14:27:30-0300
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Nome completo do autor: Karoline Yuka Matsunaga Onishi



Documento assinado digitalmente
GENILDA DA SILVA ALEXANDRIA SOUSA
Data: 15/12/2025 21:35:36-0300
verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do professor-orientador: _____

Nome completo do professor-orientador: Genilda da Silva Alenxandria Sousa