

Acessibilidade na educação ambiental: maquete tátil da abelha jataí na trilha do mel do jardim botânico da UFJF

Accessibility in environmental education: tactile model of stingless bees

Isabela Tiemi Bressane Tsuji, graduanda, Universidade Federal de Juiz de Fora

isabela.tiemi@estudante.ufjf.br

Emilly Costa de Oliveira, graduanda, Universidade Federal de Juiz de Fora

15087607640@estudante.ufjf.br

Ana Paula Gelli de Faria, doutora, Universidade Federal de Juiz de Fora

ana.gelli@ufjf.br

Lia Paletta Benatti, doutora, Universidade Federal de Juiz de Fora

lia.paletta@ufjf.br

Número da sessão temática da submissão – [06]

Resumo

O presente artigo aborda os recursos utilizados para a criação de maquetes táteis para permitir a compreensão de pessoas cegas ou com baixa visão da morfologia das abelhas sem ferrão na Trilha do Mel do Jardim Botânico (JB) da Universidade Federal de Juiz de Fora. A metodologia contempla revisão de literatura sobre maquetes táteis no ensino; relato de caso com processo de criação da maquete da *Tetragonisca angustula*, popularmente conhecida como Jataí; e posterior análise e síntese dos resultados. A discussão dos resultados evidencia as escolhas projetuais que viabilizaram a produção da maquete tátil e a maneira que a morfologia da abelha sem ferrão foi apresentada. Como resultado é apresentada uma proposta de síntese visual da abelha aplicada em formato de placa para ser produzida através do processo de impressão 3D (FDM). O processo mostrou que a literatura apresenta diretrizes claras e de fácil aplicabilidade, cabendo ao designer ponderar o conteúdo científico a ser traduzido visualmente como imagem tridimensional.

Palavras-chave: Maquete tátil; Abelhas sem ferrão; Educação ambiental

Abstract

*This article discusses the resources used to create tactile models to enable blind or visually impaired people to understand the morphology of stingless bees along the Mel Trail at the Botanical Garden (JB) of the Federal University of Juiz de Fora. The methodology includes a literature review on tactile models in education; a case study with the process of creating a model of *Tetragonisca angustula*, popularly known as Jataí; and subsequent analysis and synthesis of the results. The discussion of the results highlights the design choices that made the production of the tactile model feasible and the way the morphology of the stingless bee was presented. As a result, a visual synthesis proposal of the bee is presented in the form of a plate, to be produced using the 3D printing process (FDM). The process showed that the literature provides clear and easily applicable guidelines, leaving it to the designer to consider the scientific content to be visually translated as a three-dimensional image.*

Keywords: Tactile Model; Stingless Bees; Environmental education

1. Introdução

Em 1994 estabeleceu-se, através da declaração de Salamanca, o direito à educação de todos com a afirmativa de que cada criança tem características, interesses, capacidades e necessidades de aprendizagem que lhe são próprias e os sistemas de educação devem ser planejados e implementados tendo em vista a diversidade destas características e necessidades (UNESCO, 1998), ou seja, a educação deve, portanto, garantir da maneira mais eficaz possível que a pessoa com necessidades especiais tenha acesso aos instrumentos mediadores da cultura, priorizando a promoção de mudanças em seu comportamento que permitam a apropriação desses instrumentos (Maciel; Rodrigues; Costa, 2007).

Posteriormente no Brasil, em 2009, promulgou-se a convenção sobre os Direitos da Pessoa com Deficiência (CRPD), tratado internacional dos direitos humanos que instituiu, dentre as obrigações gerais, a “Adaptação razoável” e o “Desenho universal”, que designam as modificações necessárias que não imponham uma carga indevida, para garantir que as pessoas com incapacidades exerçam, em condições de igualdade com as demais, de todos os direitos humanos e liberdades fundamentais e que o desenho de produtos, ambientes, programas e serviços devem serem utilizados por todas as pessoas, na sua máxima extensão, sem a necessidade de adaptação ou desenho especializado (Brasil, 2009).

De acordo com o censo realizado em 2022, entre as 198,3 milhões de pessoas com dois anos ou mais de idade no país, 14,4 milhões (ou 7,3%) eram pessoas com deficiência e dentre elas 7,9 milhões tinham dificuldade de enxergar (IBGE, 2025). Estes dados expressivos revelam a importância de se considerar as obrigações do CRPD e relacioná-las aos projetos de design.

O presente trabalho trata do Projeto Toca, que utiliza as maquetes táteis como recurso visual tridimensional para possibilitar a educação ambiental de pessoas cegas e com baixa visão. Alinhado aos objetivos de desenvolvimento sustentável das Organização das Nações Unidas, as maquetes táteis promovem uma educação de qualidade ao trazer novos recursos didáticos para o ensino, além da redução das desigualdades (ONU, s.d.), ao permitir a inclusão de pessoas com deficiência no processo de ensino-aprendizagem. A relevância da educação ambiental neste contexto está em sua premissa de buscar a formação de sujeitos críticos, autônomos, capazes de compreender a complexidade da realidade e nela intervir, visando à construção de sociedades sustentáveis e socialmente justas (Loureiro, 2004, p. 78) e a inclusão de pessoas com deficiência em áreas naturais, como na contemplação da natureza, promovem a autoestima e socialização, além de corroborar para a formação de um indivíduo voltada para a conservação e uso sustentável do meio ambiente (Maciel *et al.*, 2010).

Desse modo o artigo traz um relato de caso que apresenta o desenvolvimento de maquete tátil para a tradução visual da anatomia de abelha nativa sem ferrão para compor, como recurso didático, o meliponário da Trilha do Mel, presente no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora (JB-UFJF).

2. Procedimentos Metodológicos

O objetivo deste artigo é apresentar o processo (quadro 1) de concepção e modelagem 3D da maquete tátil da abelha Jataí, compreendendo: (i) a revisão de literatura sobre diretrizes para maquetes táteis e morfologia da espécie; (ii) a definição das estratégias de design e simplificação morfológica; e (iii) a apresentação do modelo digital resultante como produto final desta etapa da pesquisa.

Quadro 1: Desenvolvimento da maquete tátil para o JB/UFJF

Etapa	Descrição	Status na pesquisa
1	Pesquisa e definição de diretrizes	Concluída (fase 1)
2	Concepção e modelagem 3D da maquete	Concluída (fases 2 e 3)
3	Produção de protótipos (<i>mockups</i>) e ajustes	Em andamento
4	Impressão 3D final e montagem	Futura
5	Validação e implementação no JB/UFJF	Futura

Fonte: Os autores (2026)

A primeira fase fundamentou-se em uma revisão de literatura que foi conduzida em etapas sucessivas nos temas: diretrizes de maquetes táteis e maquetes táteis de impressão 3D. Em seguida, o escopo investigativo foi direcionado à morfologia das abelhas sem ferrão, abrangendo características anatômicas. Por fim, procedeu-se a análise detalhada das estruturas morfológicas da abelha *Tetragonisca angustula* (Latreille 1811) (*Hymenoptera*, *Apidae*, *Meliponini*), popularmente conhecida como jataí, selecionada como modelo devido à sua relevância biológica e à pertinência de suas características para a elaboração de representações táteis precisas.

Na segunda fase foi realizado um relato de caso para exemplificação de projeto, com a apresentação das principais diretrizes consultadas para a produção de maquetes táteis.

Ao final, são apresentados os resultados preliminares, em que foram descritas as escolhas projetuais e traçadas as conclusões gerais.

3. Projeto Toca

As abelhas nativas brasileiras desempenham um papel crucial na polinização de diversas espécies vegetais, sendo fundamentais para a manutenção da biodiversidade e para a produção agrícola. Contudo, muitas dessas espécies estão ameaçadas devido à perda de habitat, uso indiscriminado de agrotóxicos e mudanças climáticas. A educação ambiental é, portanto, essencial para a conscientização e preservação dessas espécies.

Os principais aparatos de educação ambiental da UFJF, voltados para o conhecimento sobre as abelhas nativas, são o Meliponário e a Trilha do Mel do JB-UFJF. São espaços que contam com a exposição de colônias de abelhas nativas sem ferrão da tribo Meliponini e placas informativas como proposta turística, de lazer e também para fins de educação ambiental e divulgação científica. “Pela primeira vez, a Zona da Mata mineira recebe um meliponário focado em atividades ambientais e de divulgação científica para toda a comunidade” (Zanetti, 2024). Como o espaço ainda não é acessível para pessoas com deficiência visual e baixa visão, o projeto Toca tem como objetivo desenvolver modelos táteis de abelhas nativas. Esses modelos, em processo de desenvolvimento, serão confeccionados através de impressão 3D, cuja escolha se dá pela capacidade de reproduzir detalhes e por sua versatilidade em criar modelos personalizados conforme as necessidades de acessibilidade.

A importância deste projeto reside em diversos aspectos. Primeiramente, contribui para a inclusão social e educacional de pessoas cegas ou com baixa visão, oferecendo uma forma alternativa de aprender sobre a biodiversidade e a importância das abelhas nativas. Considerando o contexto pedagógico é importante ressaltar a necessidade de planejamento do material didático do aluno cego:

Informações visuais, tais como textos e imagens, são transformados para serem percebidos através do áudio ou do tato. A audiodescrição de imagens, os audiolivros (para serem utilizados com leitores de tela), os textos em Braille e as imagens táteis são alguns dos recursos que podem ser aplicados no âmbito escolar (Sanches; Bueno; Macedo, 2017, p. 235).

Em segundo lugar, o projeto promove a sensibilização e a conscientização sobre a preservação das abelhas nativas, destacando seu papel ecológico e a necessidade de sua conservação. Ao longo dos anos, a criação de abelhas sem ferrão se tornou uma importante atividade econômica devido à comercialização de produtos advindos da meliponicultura, como mel, cera, própolis, pólen, entre outros. Porém, as abelhas nativas têm relevante importância ambiental pela polinização dos alimentos e preservação da biodiversidade. Como evidencia Villas-Bôas (2018, p. 11) “Estima-se que um terço da alimentação humana dependa direta ou indiretamente da polinização por abelhas”.

A inclusão de pessoas com deficiência visual em atividades educacionais e culturais é um direito garantido por leis como a Lei Brasileira de Inclusão (Lei nº 13.146/2015), que estabelece a igualdade de oportunidades e a promoção da acessibilidade como princípios fundamentais. Projetos como o proposto contribuem diretamente para o cumprimento dessas diretrizes, promovendo uma sociedade mais justa e inclusiva.

3.1 Diretrizes de maquetes táteis

Como base de diretrizes gerais de maquetes táteis foram consultados diversos trabalhos, dentre eles destaca-se o “Manual de imagens para deficientes visuais” de Ferreira *et al.* (2021), que traz informações sobre o braille, aborda diferentes maneiras de se construir imagens em relevo com legendas em braille e o mais importante para este trabalho, apresenta diversos exemplos práticos de desenhos táteis adaptados; o trabalho de Dias *et al.* (2014) intitulado “Maquetes e mapas táteis: diretrizes para projeto, seleção de materiais e técnicas”,

e o “Modelo para a tradução tátil a partir de imagens estáticas bidimensionais” de Sanches, Bueno e Macedo (2017) também se enquadram como as principais referências coletadas, cujos tópicos são:

- A escolha dos materiais para maquetes precisa priorizar a capacidade de suportar diferentes condições ambientais. Exposição ao sol, chuva e vento podem causar desgaste físico e mecânico, por isso a durabilidade é essencial. Também devem ser previstos riscos adicionais como fogo, acidentes e até atos de vandalismo, que exigem ainda mais robustez na composição das peças (Dias; Estanislau; Bahia, 2014).
- Em relação às simplificações necessárias para a tradução de elemento para mapa tátil, Carmo (2009) estabelece que:

É importante também averiguar se será necessário fazer simplificações e generalizações. Em função da percepção tátil que é diferente da percepção da visão, o ideal é representar somente o necessário, evitando assim a sobreposição de signos e a “poluição tátil”, seja qual for a técnica a ser utilizada e o tipo de representação (Carmo, 2009, p. 62).

A *Braille Authority of North America* (2022, p. 2-1) orienta que “recursos meramente estéticos, como bordas decorativas, que não contribuem para a compreensão do conteúdo ensinado, devem ser suprimidos em materiais táteis”.

- Ao representar uma vista lateral de elementos tridimensionais que possuam informações que se encontram omitidas por algo, em alguns casos escolhe-se representar a sua totalidade, mudando de local os elementos omitidos de maneira a experi-los (Ferreira *et al.*, 2021).

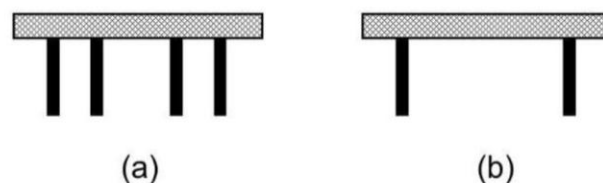


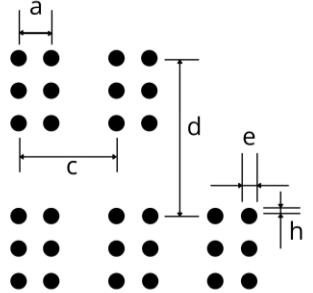
Figura 1: Representação da vista lateral de uma mesa da forma convencional (b) e sua adaptação para a imagem tátil de maneira a representar as 4 pernas (a). Fonte: Ferreira *et al.* (2021).

- Sanches, Bueno e Macedo (2017) determinam recomendações para tradução tátil em 4 categorias: variáveis táteis, composição da imagem tátil, simplificação e aspectos físicos da imagem e usuários, combinando considerações gerais e posteriormente específicas para impressão 3D. Para as variáveis táteis destaca-se: Não ultrapassar 5 texturas de área, 5 estilos de linha e 5 estilos de ponto; Combinar elementos de ponto, linha e textura com informações tridimensionais (volume). No que concerne a composição evidencia-se: Manter a mesma escala para o conjunto de imagens táteis;

se o intuito não for apresentação de medidas, podem ocorrer mudanças em *layout*, forma ou posição. Acerca dos aspectos físicos sobressai-se: Levar em consideração limitações técnicas da impressora 3D; Utilizar pós-processamento para que a impressão não fique áspera ou muito lisa e levar em consideração o usuário: tipo de cegueira, experiências prévias, idade.

- Em relação às normativas do braille, a norma NBR 9050 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020) estabelece os valores de espaçamento e altura, que foram organizados na Tabela 1.

Tabela 1: Adaptação da ABNT NBR 9050:2020

a	b	c	d	e	h	
2,7	2,7	6,6	10,8	de 1,2 a 2,0	de 0,6 a 0,8	
*Valores em milímetros a= Distância horizontal entre pontos adjacentes em uma mesma cela b= Distância vertical entre pontos adjacentes em uma mesma cela c= Distância entre pontos iniciais na mesma posição relativa em celas adjacentes d= Distância entre pontos iniciais na mesma posição relativa em linhas adjacentes e= Diâmetro do ponto h= Altura do ponto						

Fonte: Adaptado de ABNT NBR 9050:2020 (2020) e Ferreira *et al.* (2021).

- Sobre a checagem final dos requisitos e recursos antes do início da modelagem, Sanches, Bueno e Macedo (2017) apresentam um modelo para a tradução tátil. Neste modelo destaca-se o *checklist* (figura 2), que garante ao projetista analisar se as recomendações essenciais foram seguidas antes de realizar uma impressão 3D.

Faça a revisão da imagem tátil antes de enviar para a impressão 3D.

- ☐ A imagem tátil aborda no máximo 2 assuntos distintos.
- ☐ Todos os recursos necessários para a impressão 3D estão disponíveis.
- ☐ A imagem tátil respeita as limitações da impressora 3D.
- ☐ Todos os elementos necessários foram traduzidos para a imagem tátil.
- ☐ Elementos não essenciais foram simplificados.
- ☐ Elementos tridimensionais estão combinados com pontos, linhas, áreas e texturas.

- ☐ Um leiaute foi definido para a imagem tátil.
- ☐ Os rótulos (nomes) foram traduzidos para o Braille.
- ☐ Textos ou notas secundárias estão definidas e traduzidas para o Braille.
- ☐ A imagem tátil simplificada, que representa a totalidade de um conjunto, foi criada.
- ☐ A imagem tátil respeita números máximos de pontos, linhas e texturas.
- ☐ A imagem tátil respeita tamanhos mínimos e máximos dos elementos.

Figura 2: Modelo de tradução tátil. *checklist* final. Fonte: Sanches, Bueno e Macedo (2017)

3.2 Morfologia da abelha jataí

A segunda etapa de revisão de literatura concentrou-se na morfologia da abelha Jataí, sendo fundamental para assegurar a fidelidade morfológica do modelo e identificar quais características anatômicas seriam essenciais à compreensão tátil. Para tanto, foram

analisadas tanto imagens com fins didáticos para o ensino das Abelhas Sem Ferrão (ASF) à comunidade (figura 3) quanto imagens reais (figura 4), provenientes de registros fotográficos e materiais científicos.

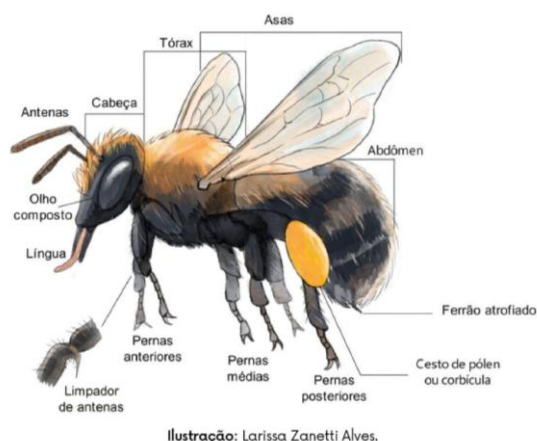
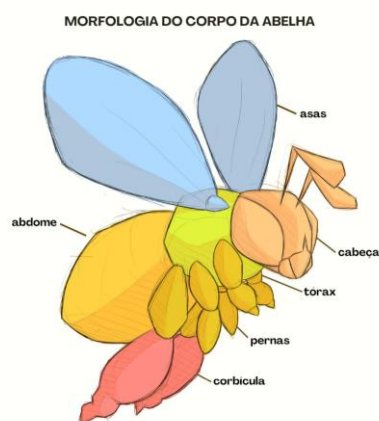


Figura 3: Morfologia da ASF. Fonte: à esquerda Vasconcelos *et al.* (2024), à direita Alves em Santos *et al.* (2024).

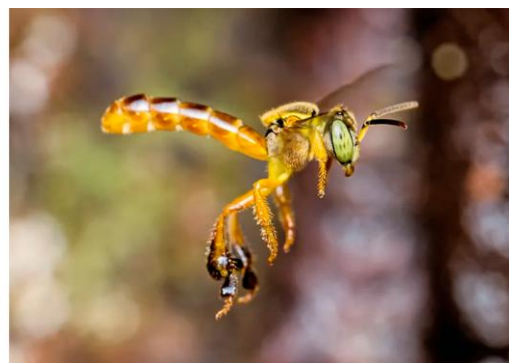


Figura 4: À esquerda - Ficha catalográfica da *Tetragonisca angustula* (Jataí) da Associação Brasileira de Estudos das Abelhas, A.B.E.L.H.A (2022), à direita - Fotografia da abelha Jataí retirada de Getty images (s.d.).
Fonte: A.B.E.L.H.A (2022) e Getty Images (s.d.)

A comparação entre esses diferentes tipos de representação visual possibilitou a seleção de elementos morfológicos mais relevantes, tais como a segmentação corporal (cabeça, tórax e abdome), a conformação das asas, a disposição das pernas e a estrutura geral do corpo. Essa análise orientou a definição das áreas que deveriam receber tratamento textural diferenciado, visando potencializar a leitura tátil e favorecer a percepção das características distintivas da espécie no contexto da maquete tátil. Como resultado, unindo as diretrizes gerais das maquetes táteis, com a morfologia específica da espécie de abelha, foram elaboradas imagens de tradução (Figura 5)

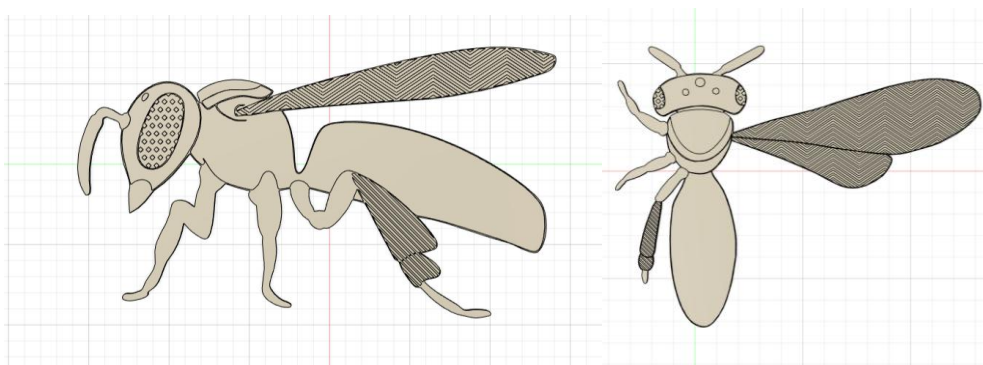


Figura 5: Representação das vistas lateral e frontal da abelha Jataí com planejamento de texturas.
Fonte: Os autores (2026).

Como decisões para maximizar a compreensão, optou-se por utilizar uma ampliação de 60 vezes o tamanho real da abelha, viabilizando a representação de detalhes. No âmbito da estruturação das informações, optou-se por representar na vista lateral e superior 3 patas da abelha e uma asa apenas, mesmo sendo aconselhado em alguns casos representar a sua totalidade, mudando de local os elementos omitidos de maneira a exibi-los (Ferreira *et al.*, 2021), uma vez que a representação dos 3 pares de pernas e 1 par completo de asas causaria uma poluição tátil por sobreposição de signos. Assim, a informação da quantidade total de pernas e os 3 pares foram manejados como uma descrição escrita e em braille que acompanham com uma linha tracejada as pernas na placa final. Além disso, o abdômen passou por uma simplificação, com a retirada das segmentações, afinal se esta característica fosse representada poderia interferir no entendimento da textura da corbícula que está próxima, e por fim o tórax foi dividido em diferentes alturas, de maneira a transmitir noções de perspectiva e profundidade.

No que concerne a aplicação do tipo de textura, a escolha foi arbitrária, porém manteve-se a recomendação de não ultrapassar 5 texturas por área e baseou-se nos exemplos texturais organizados por Sanches, Bueno e Macedo (2017) de acordo com as diretrizes e normas para gráficos táteis (Figura 6) da autoridade braille da América do Norte (BANA).

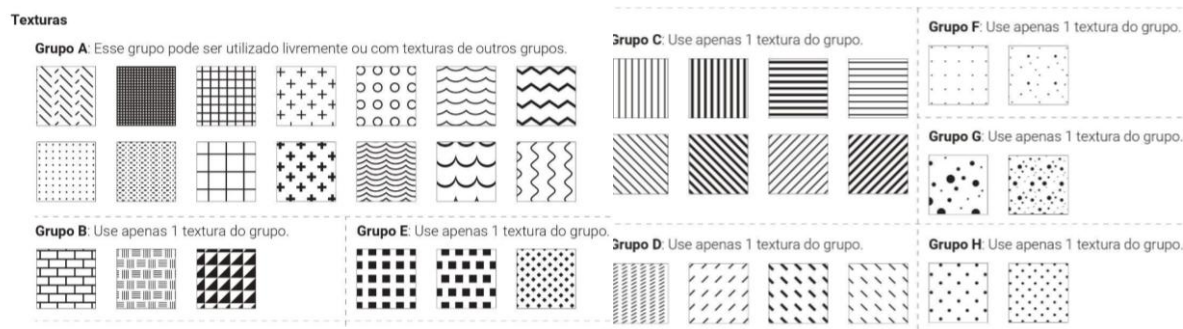


Figura 6: Exemplos de textura. Fonte: Adaptação de Sanches *et al.* (2017) das diretrizes de BANA (2011).

4. Resultados

Como resultado do processo de definição das diretrizes e ao estudo morfológico da *Tetragonisca angustula*, desenvolveu-se um modelo tridimensional (3D) (Figura 7) que atende aos requisitos de acessibilidade e respeita as especificidades da espécie, viabilizando a tradução da morfologia da abelha Jataí em um recurso tátil.

As informações textuais visuais foram dimensionadas de acordo com sua hierarquia informacional, adotando-se altura tipográfica de 20 mm para o título, 15 mm para nome, espécie e vistas e 10 mm para legenda. Esses elementos textuais são acompanhados por sua correspondência em linguagem tátil (braille), posicionada na parte inferior.

As descrições de cada estrutura foram organizadas com o auxílio de linhas tracejadas, que têm a função de estabelecer uma relação visual e tátil entre o modelo tridimensional e as informações textuais, atuando como elemento de orientação. A legenda foi posicionada na porção inferior direita da composição e contempla os nomes das estruturas das abelhas que receberam diferenciação por meio de texturas.

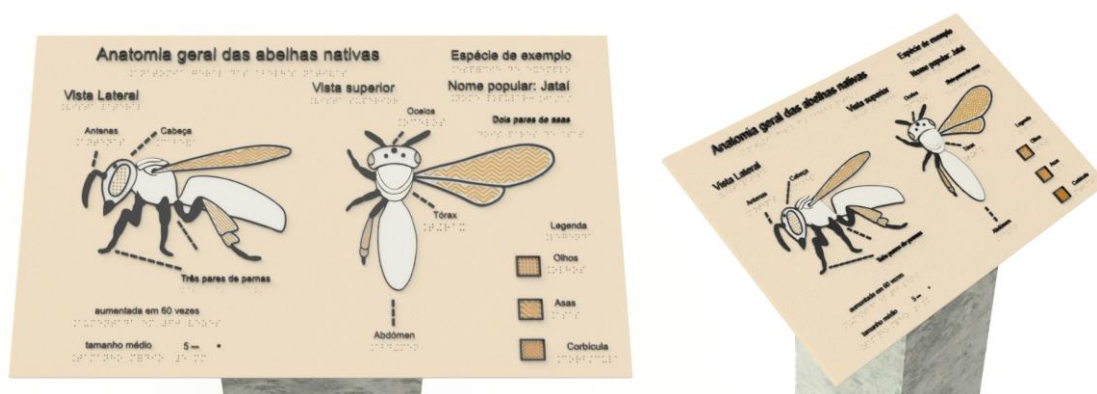


Figura 7: Render do modelo 3D da maquete tátil desenvolvida. Fonte: Os autores (2026)

Com o modelo em *software* concluído torna-se necessário avançar para a etapa de validação física. Nesse contexto, a validação por meio de *mockups* configura-se como uma fase fundamental do processo de design, conforme destaca Baxter (2011), modelos e protótipos desempenham um papel estratégico no desenvolvimento de projetos, podendo auxiliar tanto na avaliação da forma quanto na comunicação e no aprimoramento das soluções projetuais.

Em projetos que envolvem acessibilidade, como as maquetes táteis, essa etapa assume relevância ampliada, uma vez que aspectos como legibilidade tátil, proporção, textura e diferenciação volumétrica necessitam da experimentação em escala tridimensional para serem avaliados. Assim, a materialização do projeto por meio de modelos físicos mostra-se indispensável para assegurar o atendimento às exigências técnicas e normativas desse tipo de representação.

Desse modo, no projeto da maquete em questão, os modelos volumétricos produzidos a partir de corte a laser encontram-se em fase de desenvolvimento para posterior validação junto a um grupo de pessoas cegas (Figura 8). Essa etapa tem como objetivo avaliar se as soluções projetuais propostas estão efetivamente adequadas às necessidades dos usuários finais, permitindo verificar a conformidade da maquete com os princípios da acessibilidade.

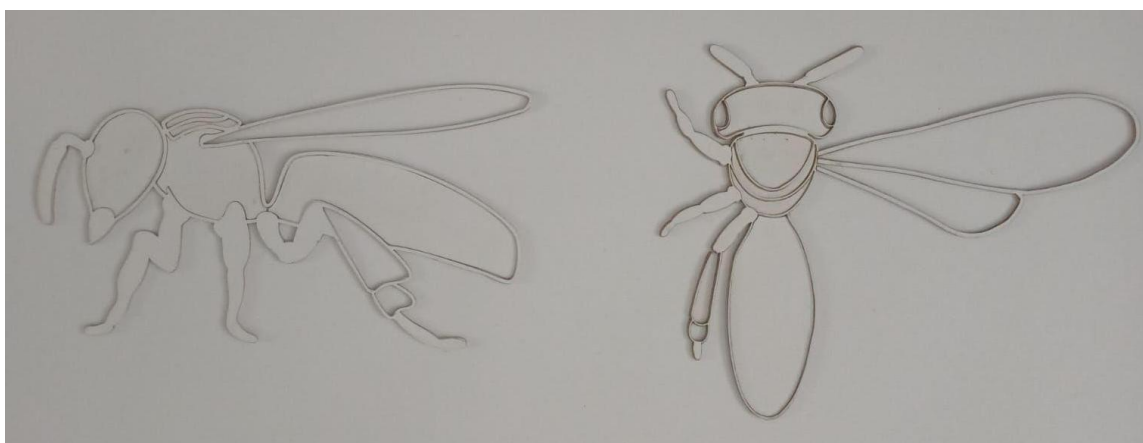


Figura 8: Estudo volumétrico utilizando corte à laser. Fonte: Os autores (2026)

5. Conclusão

Este estudo teve como objetivo apresentar o processo de concepção e modelagem 3D de uma maquete tátil da abelha *Tetragonisca angustula* (Jataí), de maneira a contribuir com a acessibilidade na educação ambiental. A partir da revisão das referências de Ferreira *et al.* (2021), Dias, Estanislau e Bahia (2014), Sanches, Bueno e Macedo (2017) e da Braille Authority of North America (2022), foi possível estabelecer critérios para as variáveis táteis, composição, simplificação e aspectos físicos. Além disso, por meio da análise de imagens com fins didáticos para o ensino das ASF e de registros reais da espécie, foram definidos os elementos morfológicos mais relevantes para a representação.

A pesquisa contribui com um modelo prático e uma sistematização de diretrizes que podem servir de referência para a produção de recursos táteis para outras espécies de abelhas. Neste contexto, sugere-se que estudos futuros explorem outras áreas da meliponicultura para complementar a educação ambiental, bem como outras áreas da biologia que necessitam de materiais didáticos táteis.

Agradecimento

As autoras agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de iniciação em desenvolvimento tecnológico e inovação e à Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) pela bolsa de Treinamento Profissional.

Referências

ABNT. NBR 9050:2020 – **Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas, p.21, 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DAS ABELHAS — A.B.E.L.H.A. **Ficha catalográfica da espécie relevante para a meliponicultura** [imagem]. 2022. Abelha.org.br. Disponível em: <https://abelha.org.br/fichas-catalograficas-das-especies-relevantes-para-a-meliponicultura-serie-1/>. Acesso em: 12 jan. 2026.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o desenvolvimento de novos produtos**. São Paulo: Blucher, 2000. p. 243.

BRaille AUTHORITY OF NORTH AMERICA. **Guidelines and Standards for Tactile Graphics**, 2022. 2022. p. 2-1. Disponível em: https://www.brailleauthority.org/sites/default/files/tg/Tactile%20Graphics%20Standards%20and%20Guidelines%202022_a11y.pdf. Acesso em: 03 dez. 2025.

BRASIL. Decreto n. 6.949, de 25 de agosto de 2009. **Promulga a Convenção Internacional sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência e seu Protocolo Facultativo**, assinados em Nova York, em 30 de março de 2007. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 ago. 2009. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/decreto/d6949.htm. Acesso em: 14 nov. 2025.

CARMO, W. R. do. **Cartografia tátil escolar: experiências com a construção de materiais didáticos com a formação continuada de professores**. 2009. Dissertação (Mestrado) - Departamento de geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-08032010-124510/publico/WALDIRENE_RIBEIRO_DO_CARMO.pdf. Acesso em: 01 dez. 2025.

CONDE, Antônio João Menescal. **Definição de cegueira e baixa visão**. Instituto Benjamin Constant, 2004. Disponível em: http://antigo.ibc.gov.br/images/conteudo/AREAS_ESPECIAIS/CEGUEIRA_E_BAIXA_VISAO/ARTIGOS/Def-de-cegueira-e-baixa-viso.pdf. Acesso em: 17 nov. 2025.

DIAS, Regina Álvares; ESTANISLAU, Sarah S. Braga; BAHIA, Isabella Pontello. **Maquetes e mapas táteis: diretrizes para projeto, seleção de materiais e técnicas**. Ação Ergonômica, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 44-54, 2014. Disponível em: <https://revistaacaoergonomica.org/article/627a562ea953950cd955f623/pdf/abergo-9-1-44.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2025.

FERREIRA, J. E. V.; PADILHA, M. V. S.; MARTINS, R. M.; TRINDADE, M. E. C.; COSTA, D. K.; SUZUKI, J. C. **Manual de imagens para deficientes visuais**. São Paulo: USP (Portal de Livros Abertos), 2021. ISBN 978-65-87621-47-0. doi:10.11606/9786587621470.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022: Pessoas com Deficiência e Pessoas Diagnosticadas com Transtorno do Espectro Autista: Resultados preliminares da amostra**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2102178>. Acesso em: 14 nov. 2025.

LIPPE, E. M. O; CAMARGO, E. P. D. **Ensino de Ciências e Deficiência Visual: uma investigação das percepções das professoras de ciências e da sala de recursos com relação à inclusão**, 2010, 109f. Dissertação (Mestre em Educação para a Ciência) - UNESP, Faculdade de Ciências, Bauru, 2010.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 2004.

MACIEL, C. V.; RODRIGUES, R. S.; COSTA, A. J. S. **A concepção dos professores do ensino regular sobre a inclusão de alunos cegos**. *Revista Benjamin Constant*, Rio de Janeiro, v. 13, n. 36, p. 15-21, abr. 2007.

MACIEL, Jaqueline Lessa *et al.* **Metodologias de uma educação ambiental inclusiva**. *Revista EGP*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 1-11, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Rita-Muhle/publication/268364024_METODOLOGIAS_DE_UMA_EDUCACAO_AMBIENTAL_INC_LUSIVA/links/5b3b6fe0aca2720785062180/METODOLOGIAS-DE-UMA-EDUCACAO-AMBIENTAL-INCLUSIVA.pdf. Acesso em: 24 nov. 2025.

ONU. Organização das Nações Unidas Brasil. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 25 nov. 2025.

SANCHES, E. C. P.; BUENO, J.; MACEDO, C. M. S.; BUENO, J. **Imagens táteis tridimensionais: um modelo para a tradução tátil a partir de imagens estáticas bidimensionais**. *InfoDesign*, v. 14, n. 2, p. 234–252, 2017. doi:10.51358/id.v14i2.602.

SANTOS, Franciny da Silva; BERGAMASCHI, Christyan Lemos; ALENCAR, Isabel de Conte Carvalho de; SGARBI, Antonio Donizetti. **Educação ambiental e as abelhas sem ferrão**. 2024. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/5107>. Acesso em: 16 dez. 2025.

UNESCO. **Declaração de Salamanca sobre Princípios, Política e Práticas na Área das Necessidades Educativas Especiais**, 1994. Paris: UNESCO, 1998. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000139394>. Acesso em: 14 nov. 2025.

VASCONCELOS, Gabriel Belem; BONFIM, Sabrina Marques Vasconcelos; BONFIM, Samantha Marques Vasconcelos; BÓGUS, Cláudia Maria. **Abelhas sem ferrão: na horta da Faculdade de Saúde Pública**. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública da USP, 2024. DOI: 10.11606/9786588304204. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/9786588304204>. Acesso em: 16 dez. 2025.

VILLAS-BÔAS, Jerônimo. **Manual Tecnológico: Mel de Abelhas sem Ferrão**. Brasília – DF. Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPAN). Brasil, 2012. Disponível em: <https://www.semabelhasemalimento.com.br/wp-content/uploads/2015/02/Manual-Tecnico-Mel-de-Abelhas-sem-Ferrao.pdf> Acesso em: 02/01/2025.

ZANETTI, Nayara. **Jardim Botânico inaugura meliponário de abelhas nativas e orquidário**. *Tribuna de Minas* de 06/04/2024. Disponível em: <https://tribunademinas.com.br/especiais/biosfera/06-04-2024/jardim-botanico-abelhas-meliponario.html> Acesso em: 02/01/2025