

Appidae: Mapeamento de imagens com drones e aplicativo com IA para apoio à apicultura orgânica

Vitor F. Leonardo¹, Fábio Henrique M. Oliveira^{2,*}, Lucas A. Ribeiro¹, Pedro Henrique L. de Carvalho², Sanderson C. M. Barbalho¹

¹Universidade de Brasília (UnB) - Brasília, DF - Brasil

²Instituto Federal de Brasília (IFB) - Brasília, DF - Brasil

Abstract. *Bees play a vital role in agricultural production and ecosystem maintenance through pollination, but they face increasing threats due to climate change, temperature fluctuations, and pesticide use. The Appidae project aims to mitigate these impacts by using drones equipped with multispectral cameras to map vegetation and identify environmental risks. Data processed by a convolutional neural network are consolidated in the Appidae app, which recommends safe locations for organic honey production and offers continuous monitoring. This solution strengthens apicultural resilience and directly contributes to climate sustainability, aligning with the 2030 Agenda for Sustainable Development.*

Resumo. *As abelhas desempenham um papel vital na produção agrícola e na manutenção de ecossistemas por meio da polinização, mas enfrentam ameaças crescentes devido à crise climática, mudanças de temperatura e uso de agrotóxicos. O projeto Appidae visa mitigar esses impactos, utilizando drones equipados com câmeras multiespectrais para mapear a vegetação e identificar riscos ambientais. Os dados processados por uma rede neural convolucional são consolidados no aplicativo Appidae, que recomenda locais seguros para a produção de mel orgânico e oferece monitoramento contínuo. Esta solução fortalece a resiliência apícola e contribui diretamente para a sustentabilidade climática, alinhando-se à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.*

1. Introdução

As abelhas desempenham um papel essencial na polinização, crucial para ecossistemas saudáveis e a produção agrícola. No entanto, as mudanças climáticas e práticas insustentáveis afetam negativamente as populações de abelhas e seus serviços de polinização. Temperaturas elevadas e alterações nos padrões de precipitação expõem as abelhas a condições estressantes, podendo levar à diminuição populacional e extinções locais. Além disso, o uso da terra, espécies exóticas e agrotóxicos contribuem para o declínio das abelhas, ameaçando a produção de alimentos e a manutenção da biodiversidade. O projeto Appidae tem como objetivo mitigar esses impactos utilizando drones, Inteligência Artificial (IA) e processamento de imagens para identificar áreas seguras para a apicultura orgânica, promovendo a sustentabilidade e resiliência das práticas apícolas [Santos et al. 2022].

2. Metodologia

Foi realizado um Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) segundo descrito em Souza (2009) e em seguida adotou-se o Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP) em Espiral, segundo descrito em Barbalho (2006), adequando-o em cinco fases principais, representado na Figura 1.

* Líder do projeto.

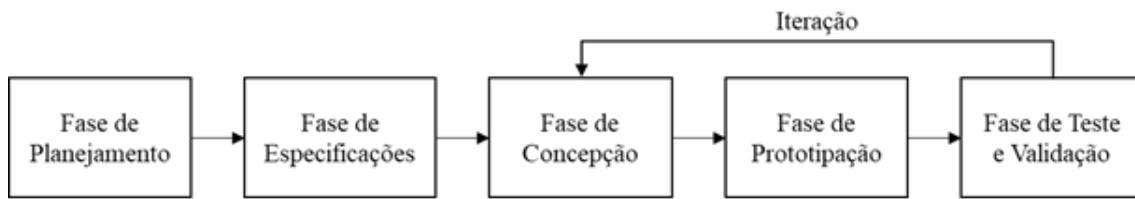


Figura 1. Fases da metodologia em espiral adaptada.

O DRP incluiu a aplicação de um questionário anonimizado (<https://forms.gle/xPMeVqpWc1r37rDp9>) e visitas técnicas nas regiões de Anápolis (GO) e Chapadinha (DF). A coleta permitiu o levantamento de informações sobre a realidade de comunidades apícolas, a partir do ponto de vista de seus membros. Na sequência, iniciou-se um estudo de cenário, baseado nas coletas do DRP, o que proporcionou definir um escopo do produto, levantamento de concorrentes e normas vigentes no país.

Na fase de especificação, a partir do estudo de cenário e conforme a engenharia de usabilidade de J. Nielsen (1992), visando conhecer o usuário, mapearam-se perfis de apicultores, com o Canvas de Persona, e suas necessidades, transformando-as em requisitos do sistema.

Nas fases de concepção, prototipação, teste e validação foram desenvolvidos protótipos de baixa, média e alta fidelidade no Figma, visíveis na Figura 2, e diagramas de caso de uso. Conforme advogado por Nielsen (1992), realizaram-se testes empíricos e *design* iterativo; adequação às Diretrizes de Acessibilidade para o Conteúdo da Web (WCAG) para contraste de cores segundo W3C (2023); e *design* participativo com estudantes do D-Lab do Instituto de Tecnologia de Massachusetts [Barbosa et al. 2021].

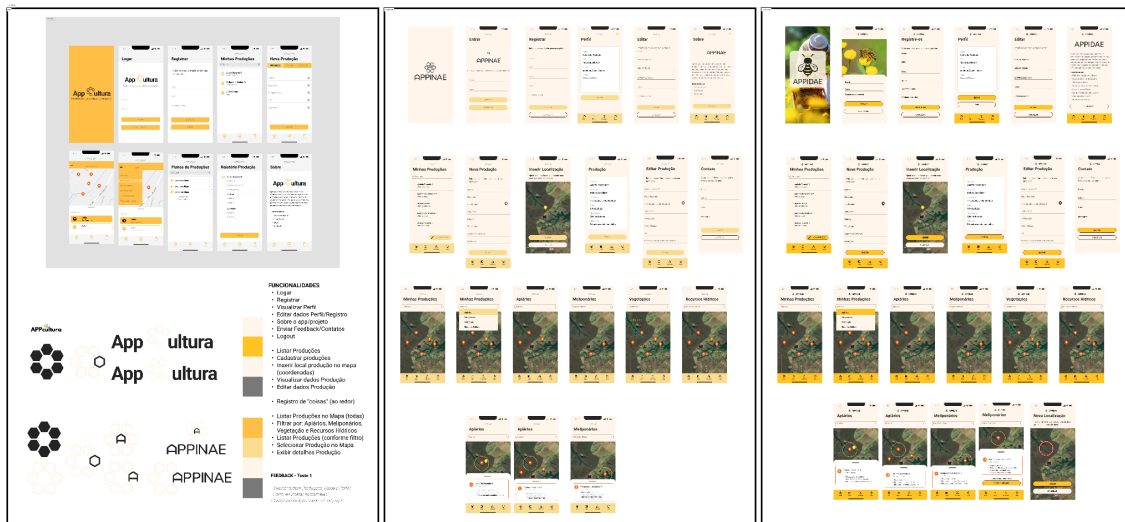


Figura 2. Protótipos de baixa, média e alta fidelidade.

3. Justificativa

O projeto Appidae insere tecnologias avançadas, como IA, mapeamento de imagens com drones e um aplicativo móvel ao processo de apicultura orgânica para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e práticas insustentáveis, que ameaçam a

sobrevivência das abelhas. A iniciativa, após análise de potenciais impactos sobre a Agenda 2030, em específico os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) propostos pela Organização das Nações Unidas (2015), obteve potencial de impacto sob 15 dos 17 ODS, representado na Figura 3.

ODS	Percentual de metas potencialmente impactadas	Impactos gerais do projeto no ODS
8	85%	Construir resiliência de pobres e vulneráveis, reduzindo a pobreza
2	87%	Aumentar produtividade e renda de agricultores e garantir sistemas sustentáveis
15	8%	Reduzir mortes por produtos químicos, contaminação da água, ar e solo
4	40%	Garantir conhecimentos e habilidades para o desenvolvimento sustentável
5	22%	Aumentar o uso de tecnologias de base, de informação e comunicação para mulheres
12	12%	Reduzir a poluição, minimizando a liberação de produtos químicos
8	66%	Promover o crescimento econômico, inclusivo, sustentável e inovação
9	87%	Integrar cadeias, modernizar e tornar indústrias sustentáveis, fomentar inovação
10	30%	Empoderar e promover a inclusão social, com igualdade de oportunidades
11	30%	Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais
12	72%	Promover gestão sustentável, uso eficiente dos recursos, implementar ferramentas para o des. sustentável
13	60%	Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos, melhorar conscientização e educação
15	83%	Assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas e biodiversidade, reduzir espécies exóticas.
17	8%	Construção de capacidades e instituições para o desenvolvimento sustentável
17	22%	Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável

Figura 3. ODS potencialmente impactados pelo projeto Appidae.

4. Solução proposta e cenário de uso

Primeiramente, realiza-se o planejamento do voo, em que se delinea a região a ser sobrevoada com polígonos indicando as áreas a serem mapeadas, conforme a Figura 4(b). Após o mapeamento por drone, representado na Figura 4(a), procede-se à marcação das imagens, onde se identificam manualmente as vegetações específicas (e.g., aroeiras e bananeiras).



Figura 4. Representação do aparato tecnológico. (a) drone utilizado para mapeamento fotográfico das áreas; (b) demarcação e planejamento do voo; (c) demarcações realizadas pela IA nas imagens capturadas; (d) aplicativo integrado para o Apicultor visualizar as colmeias e riscos ao mel.

Em seguida, a rede neural é treinada utilizando YOLO v8 (2023), modelo de detecção e classificação de objetos no campo de Visão Computacional (CV), e aplica-se

técnicas de aumento de dados como rotação, ajuste de brilho e saturação para expandir o repertório de imagens. Com o modelo treinado, é possível identificar espécies vegetais e os resultados são obtidos graficamente e estatisticamente, representado na Figura 4(c). Além dessa identificação, são extraídos dados das imagens mapeadas, como dimensões, coordenadas (latitude e longitude), orientação cardinal, hora, data e altitude.

Os dados processados são armazenados em um banco de dados e disponibilizados por meio de uma *Application Programming Interface* (API), que o aplicativo Appidae consome para exibir as informações processadas ao usuário, visível na Figura 4(d), tornando possível o monitoramento de riscos ao mel orgânico, recomendação de melhores localizações aos apiários, caso haja algum risco identificado, e favorece a produtividade da flora por meio da identificação da vegetação. O aparato tecnológico é representado visualmente na Figura 4 e um cenário de uso representado no Quadro 1.

Quadro 1. Cenário de uso: gerenciamento de colmeias com o aplicativo.

Título	Gerenciamento de colmeias com o aplicativo Appidae.
Objetivo	Permitir que um apicultor gerencie e monitore suas colmeias, alterando a localização, caso haja risco ao mel.
Contexto	Em uma propriedade rural próxima às colmeias, com o aplicativo Appidae em mãos.
Ator	Apicultor.
Recurso	Internet móvel, Appidae instalado, cadastro de usuário.
Episódio	(1) Registra uma nova produção apícola; (2) Seleciona a produção no mapa; (3) Identifica que foi encontrado um aterro sanitário na proximidade, configurando um risco ao mel orgânico; (4) Clica em Mover Localização; (5) Seleciona uma área fora do alcance do risco;

5. Viabilidade

O aparato tecnológico, desenvolvimento, equipe de pesquisa e manutenção da solução extrapolariam o orçamento de 1,3 milhões de reais em 1 ano. Por outro lado, o projeto pode ser absorvido pela iniciativa do Governo conhecida como Rotas de Integração Nacional, especificamente a Rota do Mel. Dessa forma, produz-se um modelo que pode ser replicado em outras regiões do Brasil e mantido pelo próprio governo, promovendo o crescimento da produção apícola, geração de trabalho e renda, melhora da qualidade de vida dos produtores rurais, preservação ambiental e disseminação da consciência ambiental como forma de enfrentamento às mudanças climáticas.

6. Protótipo: <https://bit.ly/3WybgpC>

7. Vídeo-demo: <https://youtu.be/BVQXaqCCj3w>

Referências

- Barbalho, S. C. M. (2006). Modelo de referência para o desenvolvimento de produtos mecatrônicos: proposta e aplicações. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Barbosa, S. D. J., et al. (2021). Interação humano-computador e experiência do usuário [E-book]. 1ª ed. Rio de Janeiro: Simone Diniz Junqueira Barbosa. Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP): ii21-60413. CDD-004.07. Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil, p. 118.
- Nielsen, J. (1992). "The usability engineering life cycle." *Computer*, vol. 25, no. 3, March, pp. 12-22. DOI: 10.1109/2.121503.
- Organização Das Nações Unidas. (2015). Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em: 2 set. 2024.
- Santos, J. B., Viana, M. C., Mariano, C. dos S. F., Menezes, R. S. T. de, Nery, D. G., & Brandão, S. N. (2022). "Mudanças climáticas e o declínio das abelhas." *Terrae Didática*, vol. 18, no. 00, p. e022022. DOI: 10.20396/td.v18i00.8669210. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8669210>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- Souza, M. M. (2009). "A utilização de metodologias de diagnóstico e planejamento participativo em assentamentos rurais: o diagnóstico rural/rápido participativo (DRP)." *Revista Em Extensão*, vol. 8, no. 1. DOI: 10.14393/REE-v8n12009-20380. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20380>. Acesso em: 5 ago. 2024.
- Ultralytics. (2023). Documentação YOLO. Disponível em: <https://docs.ultralytics.com/pt>. Acesso em: 2 set. 2024.
- World Wide Web Consortium (W3c). (2023). Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.2. Disponível em: <https://www.w3.org/TR/WCAG22/>. Acesso em: 5 ago. 2024.