

APISENSE - SISTEMA DE MONITORAMENTO REMOTO DE COLMEIAS

Daniel Ribeiro Moura¹, Nycollas Oliveira Braga², Hebert Lima Batista³,

¹Estudante do Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio – IFTO. e-mail: <daniel.moura3@estudante.ifto.edu.br>

²Estudante do Curso Técnico em Biotecnologia Integrado ao Ensino Médio – IFTO. Bolsista do CNPq. e-mail: <nycollas.braga@estudante.ifto.edu.br>

³Docente do Curso Superior de Farmácia – IFTO. Orientador(a). e-mail: <batistahebert@ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

A polinização é um serviço ecossistêmico essencial, desempenhado principalmente por insetos como as abelhas, cuja contribuição é vital para a biodiversidade vegetal e para a produção agrícola. Contudo, o declínio populacional desses polinizadores tem gerado preocupação global, motivando a busca por soluções tecnológicas que auxiliem na sua preservação e manejo adequado (POTTS et al., 2010). A apicultura, como prática de criação racional de abelhas do gênero *Apis mellifera*, desempenha um papel importante na geração de renda, na segurança alimentar e na manutenção dos ecossistemas (BENAGLIA & EMILIO, 2017).

A necessidade de monitoramento constante das colmeias é um dos desafios enfrentados pelos apicultores, visto que variações nos parâmetros ambientais, como temperatura, umidade e ruídos, podem indicar alterações na saúde e comportamento das colônias. Nesse contexto, surge o projeto ApisSense, que tem como proposta a implementação de sensores integrados a um sistema de comunicação sem fio, visando fornecer dados em tempo real sobre as condições internas das colmeias. A proposta se alinha com os avanços da Agricultura 4.0, ao integrar tecnologias de Internet das Coisas (IoT) e análise de dados para um manejo apícola mais preciso e menos invasivo (BRAGA et al., 2020).

2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo é desenvolver, implementar e avaliar um sistema de monitoramento remoto de colmeias, denominado ApisSense, capaz de captar, processar e transmitir, em tempo real, dados ambientais e operacionais relevantes para a gestão apícola. O sistema integra sensores internos e externos para mensuração de temperatura, umidade relativa do ar, peso da colmeia, intensidade de ruído, ocorrência de chuva e presença de fumaça ou gases, possibilitando uma visão abrangente das condições internas e externas que afetam a colônia. Busca-se, com isso, fornecer ao apicultor informações precisas e contínuas que auxiliem na tomada de decisões estratégicas, favoreçam a detecção precoce de problemas e contribuam para a preservação da saúde das abelhas e para a eficiência produtiva.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de monitoramento desenvolvido utiliza a placa microcontroladora ESP32, equipada com comunicação Wi-Fi e LoRa, permitindo a transmissão de dados tanto em curtas quanto em longas distâncias, mesmo em locais sem acesso à internet. O conjunto foi integrado a diferentes sensores, posicionados estrategicamente para registrar variáveis internas e externas da colmeia. Internamente, uma célula de carga de 50 kg com amplificador HX711 realiza a medição da massa total, possibilitando acompanhar a produção de mel e identificar variações de peso que

possam indicar colheita ou perda de recursos. Um sensor DHT11 mede continuamente a temperatura e a umidade relativa do ar dentro da colmeia, enquanto um sensor KY-038 capta a intensidade de ruídos, permitindo correlacionar o nível de atividade das abelhas com condições ambientais ou distúrbios (Figura 1).

Figura 1 – Sistema integrado à colmeia



Fonte: Autor

Todos os sensores foram calibrados previamente e integrados ao módulo ESP32, que foi instalado em uma caixa de MDF impermeabilizada, com dimensões de 16 cm x 9 cm, fixada diretamente na estrutura da colmeia e vedada para evitar a entrada de água e poeira. A coleta dos dados ocorre em intervalos de cinco minutos, sendo as informações processadas localmente no ESP32 e enviadas em tempo real via radiofrequência para um sistema receptor criado para ter conectividade com o Wi-Fi e comunicação com o aplicativo móvel desenvolvido na plataforma Thinkable representado na Figura 2 que permite o monitoramento individual ou coletivo das colmeias. Simultaneamente, os dados são armazenados na nuvem por meio do Firebase, garantindo histórico de registros e facilitando análises posteriores para a identificação de padrões, correlação entre variáveis e emissão de alertas automáticos para o apicultor.

Figura 2 - Interface do painel de monitoramento móvel



Fonte: Autor

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes laboratoriais e de campo mostraram que o ApisSense apresentou boa precisão na coleta e transmissão dos dados, com variação máxima de $\pm 0,2$ °C na temperatura e ± 50 g no peso conforme mostrado na tabela 1. Esses valores permaneceram estáveis durante todo o período de funcionamento, indicando a confiabilidade dos sensores e da calibração realizada. O sistema manteve operação consistente mesmo em locais com baixa conectividade à internet, confirmando a eficiência do módulo LoRa para uso em áreas rurais e remotas.

Tabela 1 – Dados coletados e estatísticas descritivas

Data	Hora	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Peso (kg)	Latitude	Longitude
26/03/2025	16:25:56	28,2	52,3	4,02	-7,181285	-48,193745
26/03/2025	16:26:34	28,1	52,1	4,00	-7,181304	-48,193741
26/03/2025	16:27:16	28,0	52,0	4,05	-7,181291	-48,193741
26/03/2025	16:27:43	27,8	52,0	3,98	-7,181319	-48,193691
26/03/2025	16:28:43	27,9	52,1	4,01	-7,181314	-48,193733
Média	--	28,00	52,10	4,01	-7,181303	-48,193730
Desvio Padrão	--	0,14	0,11	0,025	0,000013	0,000020

A interface do aplicativo móvel permitiu acesso rápido e organizado às informações, além de envio de alertas em tempo real. A análise das séries temporais coletadas possibilitou identificar padrões de variação, como aumento gradual de temperatura, presença de fumaça ou intensificação de ruídos no interior da colmeia, sinais que podem indicar estresse, enxameação ou alterações ambientais.

O sistema também demonstrou utilidade para apoiar decisões de manejo, como ajuste da ventilação ou programação de inspeções, reduzindo riscos para a colônia. Em comparação com estudos anteriores (BRAGA et al., 2020), o ApisSense apresentou desempenho semelhante ou superior em precisão e integração de dados, com a vantagem de ter baixo custo de implementação e facilidade de reprodução em diferentes contextos de produção.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto ApisSense apresentou resultados satisfatórios, evidenciando seu potencial como ferramenta de apoio ao manejo apícola e à tomada de decisão baseada em dados. O sistema se mostrou capaz de realizar a coleta e a transmissão de informações ambientais e operacionais da colmeia em tempo real, com boa precisão e estabilidade, utilizando tecnologias de baixo custo e fácil implementação. Os objetivos estabelecidos no início do estudo foram plenamente atingidos, comprovando a viabilidade técnica, a funcionalidade do protótipo e a aplicabilidade em diferentes contextos produtivos.

Essa abordagem contribui não apenas para otimizar a produção, mas também para prevenir perdas e apoiar estratégias de preservação, considerando a importância das abelhas como principais agentes polinizadores e seu papel fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas e a segurança alimentar.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, ao IFTO e ao Governo do Tocantins – SEAGRO/FAPT pelo apoio financeiro e material que viabilizou a realização deste projeto, bem como pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

REFERÊNCIAS

BENAGLIA, Bruno Giovane Emilio. Sensores no monitoramento da temperatura e umidade interna de colônias de Apis Melifera africanizadas alojadas em caixa de madeira e ou isopor. Maringá, 2017. 37 f. il. color., figs., tabs. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias.

BRAGA, Antonio Rafael et al. A method for mining combined data from in-hive sensors, weather and apiary inspections to forecast the health status of honey bee colonies. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 169, p. 105161, fevereiro de 2020. DOI: 10.1016/j.compag.2019.105161.

POTTS, S. G. et al. Declínio global de polinizadores: tendências, impactos e impulsionadores. *Trends in Ecology & Evolution*, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2010.01.007>