

MelgueiraApp: Caixa de Meliponicultura Automatizada e Aplicativo para Gestão de Produção de Mel

Erick Gonçalves da Silva
IFPR - Instituto Federal do Paraná
Quedas do Iguaçu, Brasil
erickkgsbr@gmail.com

Bruno Goedert Dalmolin
IFPR - Instituto Federal do Paraná
Quedas do Iguaçu, Brasil
gbrunodalmolin@gmail.com

Eduardo Marcon Gonçalves Fadel
IFPR - Instituto Federal do Paraná
Quedas do Iguaçu, Brasil
leduardofadel@gmail.com

Vitor Soares
IFPR - Instituto Federal do Paraná
Quedas do Iguaçu, Brasil
vitor.soares@ifpr.edu.br

Flávio Endrigo Cechim
IFPR - Instituto Federal do Paraná
Quedas do Iguaçu, Brasil
flavio.cechim@ifpr.edu.br

Odair Moreira de Souza
IFPR - Instituto Federal do Paraná
Quedas do Iguaçu, Brasil
odair.desouza@ifpr.edu.br

Abstract — The meliponiculture in Brazil faces difficulties in production due to the wide temperature variation, given that the appropriate temperature range is from 25°C to 32°C for the stingless bee brood to be able to develop. In this context, the main objective of this work is to develop an automated system for controlling and monitoring the thermal conditions of temperature in stingless bee breeding boxes, using free hardware architecture, Arduino, DHT11 and ESP-8266. In addition, to help manage honey production, an application is being developed using the flutter SDK, dart language and GitHub. The aim of this project is to develop an efficient way to keep the temperature stable in the breeding boxes and help meliponiculturists in managing honey production.

keywords — Meliponiculture; Thermoregulation; Arduino; Android.

Resumo — A meliponicultura no Brasil enfrenta dificuldades na produção devido a ampla variação de temperatura, dado que o intervalo de temperatura adequado é de 25°C a 32°C para que as crias de abelhas sem ferrão consigam se desenvolver. Nesse contexto, o principal objetivo desse trabalho é desenvolver um sistema automatizado de controle e monitoramento das condições térmicas de temperatura das caixas de criação de abelhas sem ferrão, usando arquitetura de hardware livre, Arduino, DHT11 e ESP-8266. Além disso, para auxiliar na gestão da produção de mel, está sendo desenvolvido um aplicativo com o uso do SDK flutter, linguagem dart e GitHub. Pretende-se com este projeto desenvolver uma forma eficiente de manter a temperatura estável nas caixas de criação e auxiliar os meliponicultores na gestão da produção de mel.

Palavras-chave — Meliponicultura; Thermoregulação; Arduino; Android.

I. INTRODUÇÃO

A meliponicultura refere-se a criação de abelhas sem ferrão. Um dos principais problemas que a meliponicultura enfrenta no Brasil é o clima, pois apresenta uma grande variação de temperatura entre as regiões. No Paraná o inverno pode chegar a temperaturas abaixo de 0°C [1], porém a variação de temperatura adequada dentro do ninho é de 25°C a 32°C para que as crias consigam se desenvolver [2], em estágio pupal não podem ser expostas a temperaturas acima de 34°C ou abaixo de 28°C, caso ocorram variação fora deste intervalo, o desenvolvimento será comprometido [3]. Além disso, as alterações climáticas podem impactar na migração, enxameação, alimentação e no uso dos mecanismos de termorregulação.

As abelhas nativas possuem temperaturas corpóreas próximas à temperatura ambiente, entretanto, elas são capazes de regular a temperatura torácica por meio da produção interna de calor, mantendo sua temperatura controlada independentemente da temperatura ambiente, esse evento chama-se termorregulação [4]. A termorregulação impacta negativamente na produção de mel [5] e esgota a fonte de energia, acarretando na morte da colméia [6].

Segundo a Produção da Pecuária Municipal de 2020 do IBGE [7] a produção de mel no Brasil foi de 51,5 mil toneladas, sendo que 38,1% foram produzidas na região sul, o Paraná representa 15,2% da produção nacional. A meliponicultura, por meio da venda de mel e de outros subprodutos, aumenta a renda dos agricultores, e assim, ajuda a garantir a segurança alimentar e nutricional das famílias [8].

Nesse contexto, o principal objetivo desse trabalho é desenvolver um sistema automatizado para o controle da temperatura interna das caixas de abelhas jataí (*Tetragonisca angustula*) com sistema microcontrolado usando arduino, sensores e ESP-8266. Além disso,



desenvolver um aplicativo para gerenciar a produção de mel das caixas em Flutter e Dart.

II. AGRICULTURA 4.0 E MELIPONICULTURA

A Agricultura 4.0 utiliza componentes computacionais de alto desempenho, sensores e computação em nuvem, com o objetivo de suprir as necessidades dentro do ramo do agronegócio e também melhorar a produtividade, uma vez que busca a automatização destinada aos processos [9].

A Agricultura 4.0 incorpora a conectividade e a automação, com uso de máquinas, veículos, drones, robôs e sensores nos meios rurais [10]. Os avanços na área de tecnologia da informação, principalmente em métodos de automação, possibilitam o aumento na eficiência e na utilização de dados via web, uma vez que é possível o armazenamento e a transmissão de dados em tempo real. Além dos sensores, foi iniciada a utilização de infravermelhos, os quais podem indicar o calor, a atividade de voo e a distribuição das abelhas [11].

A Internet das Coisas (*IoT*) é o compartilhamento da Internet entre objetos do mundo físico, os quais são conectados à rede, permitindo o desenvolvimento de novas aplicações [12].

III. TECNOLOGIAS

Dart é uma linguagem otimizada para o desenvolvimento rápido multiplataforma, mais produtiva e ao mesmo tempo uma plataforma de tempo de execução flexível para *frameworks* de aplicativos. Além disso, prioriza o desenvolvimento e as experiências de produção de alta qualidade em vários destinos de compilação, tais como, web, *mobile* e *desktop*. O Dart é a base para o Flutter e disponibiliza muitas tarefas para o desenvolvedor como formatação, análise e teste de código [13].

Flutter é um SDK para a construção de UI desenvolvido e de código aberto pelo Google. Ele tem como finalidade desenvolver aplicativos nativamente compilados para diferentes plataformas, como dispositivos móveis, web e *desktop*, incluindo funcionalidades essenciais para o desenvolvimento tais como, mecanismo de renderização, componentes de IU, estruturas de teste, ferramentas, um roteador entre outros [14].

A. Arduino e Sensores

Arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto que engloba elementos de *hardware* e *software* de fácil utilização. As placas de arduino são capazes de ler diferentes entradas de vários tipos de sensores. Além disso, é possível especificar via programação as funcionalidades da placa do microcontrolador, deve-se fazer isso usando a linguagem de programação Arduino e um conjunto de bibliotecas [15].

O sensor DHT11 tem uma faixa de precisão de 2°C de temperatura e 5% de umidade e mede temperaturas de 0°C a 50°C e umidades de 0% a 90%. O sensor possui um controlador de 8 bits que converte os sinais de temperatura e

umidade para sinais digitais, que podem ser enviados para um microcontrolador [16].

O ESP-8266 é um módulo que permite a integração e a comunicação de dados com o *Arduino* via wifi, integrado com dispositivos móveis e aplicações de Internet das Coisas. A placa ESP-8266 se refere a um chip desenvolvido pela Expressif e também atua como um microcontrolador [17].

IV. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O trabalho é dividido em duas partes: (i) a caixa (Melgueira *Box*) é responsável por conter todo o esquema eletrônico de *Arduino*, sensores e a pedra aquecedora para o controle de temperatura dos ninhos. O sistema da caixa funciona de maneira remota e é responsável pelo aquecimento da caixa de criação. (ii) o aplicativo (MelgueiraApp) é responsável por toda a parte responsiva do projeto, onde serão situadas as interações entre o usuário e a caixa, coletando informações de acordo com o banco de dados, gerando gráficos com os dados obtidos pelos sensores e criação de perfis personalizados para cada caixa.

A. Melgueira Box

Tem-se como resultado um sistema automatizado capaz de verificar a temperatura presente dentro da caixa de abelha e se necessário ligar a pedra aquecedora para regular a temperatura interna da caixa de criação. Além disso, um módulo do sistema automatizado faz a conexão com uma rede wifi e transmite os dados obtidos pelos sensores de temperatura até o banco de dados.

O Sistema Gerenciador de Banco de Dados utilizado no projeto é o MySQL, que é um banco de dados relacional armazena dados sob a forma de tabelas de dados brutos, sendo necessário formatar esses dados para serem exibidos ao usuário final [18].

O sistema automatizado desenvolvido tem uma fonte de 12V para alimentar todos os componentes eletrônicos, um *Arduino* para receber os dados dos sensores DHT11, processar e verificar se a temperatura está dentro da faixa ideal. Caso esteja abaixo, será acionada a ponte-H que libera corrente elétrica da fonte para um regulador de tensão, o qual converte esses 12V para 10V, acionando então a resistência da pedra aquecedora. Na Fig. 1 apresenta-se a ligação eletrônica do sistema automatizado e conexão wifi usando ESP32.

A pedra aquecedora consiste em uma resistência de porcelana de 10W revestida por argamassa com dois espirais de arame localizados no centro da pedra, que estão em contato com a resistência e conduzem o calor gerado por toda a área da pedra aquecedora. A Fig. 2(a) demonstra a construção da pedra aquecedora.

A pedra aquecedora se localiza embaixo da região do ninho da caixa de abelhas Jataí, uma vez que é a região com maior sensibilidade e necessidade de controle de temperatura.

A caixa de abelhas utilizada segue os padrões de medidas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA),

onde foram adicionados dois novos módulos, um utilizando as mesmas medidas e formatos do ninho e outro com as mesmas medidas da melgueira para comportar respectivamente os componentes eletrônicos do sistema automatizado e a pedra aquecedora. A Fig. 2(b) tem como objetivo exibir a Caixa de abelhas com todos os módulos utilizados para construção.

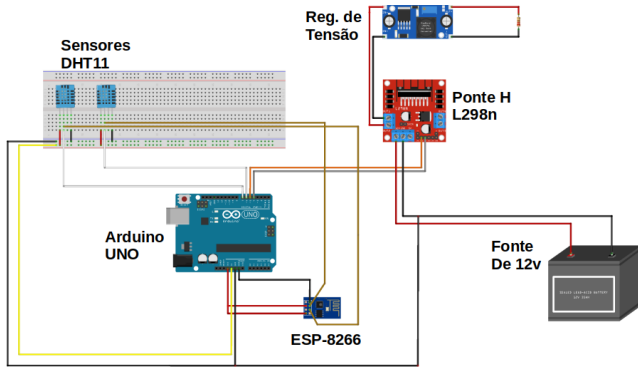


Fig. 1. Esquema eletrônico do protótipo.

Os dados de temperatura são coletados por dois sensores DHT11 localizados em regiões diferentes da caixa: (i) o primeiro sensor DHT11 fica acoplado na região do ninho da caixa das abelhas, ou seja, logo acima da pedra aquecedora; (ii) o segundo sensor DHT11 fica armazenado dentro da melgueira.

A parte do sistema que faz a conexão com redes wifi é composta por um Módulo wifi Serial ESP8266 ESP-01s, que capta os dados de temperatura e umidade, retornados pelo sensor DHT11 e transmite para uma API desenvolvida em *Hypertext Preprocessor (PHP)*. A transmissão dos dados é realizada por meio de um método de requisição *HTTP GET*, que envia para um servidor de banco de dados.

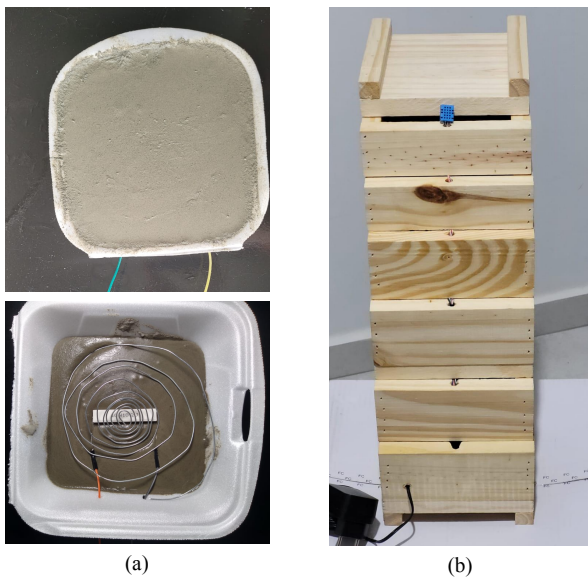


Fig. 2. Pedra aquecedora e caixa preparada.

O módulo de transmissão de dados das caixas automatizadas para o servidor de banco de dados é realizado

de maneira remota. Na Fig. 3 observa-se os dados de dois sensores para cada uma das 4 caixas identificadas pelo *id_caixa*.

id	temperatura_ninho	umidade_ninho	data_time	temperatura_melgueira	umidade_melgueira	id_caixa
818199	26.3	83	2021-09-19 21:25:39	26.2	95	3
818198	30.1	57	2021-09-19 21:25:33	30.6	55	4
818197	26.3	83	2021-09-19 21:25:28	26.2	95	1
818196	30.1	57	2021-09-19 21:25:22	30.6	55	2
818195	26.4	83	2021-09-19 21:25:20	26.3	95	3
818194	30.1	57	2021-09-19 21:25:12	30.6	55	4
818193	26.3	83	2021-09-19 21:25:06	26.2	95	1
818192	30.1	57	2021-09-19 21:25:02	30.6	55	2
818191	26.4	83	2021-09-19 21:24:56	26.3	95	3
818190	30.1	57	2021-09-19 21:24:52	30.6	55	4

Fig. 3. Informações armazenadas no Banco de Dados.

B. Melgueira App

O melgueiraApp refere-se ao aplicativo em desenvolvimento o qual tem os primeiros *Widgets* distribuídos nas telas a fim de organizar o *Layout* do app. Além disso, algumas funcionalidades estão conectadas ao banco de dados.

Observa-se na Fig. 4(a) a tela com a lista de meliponários cadastrados. Na Fig. 4(b), apresenta-se a tela de cadastro de meliponários, nesse cadastro é possível ativar o sistema de controle de temperatura (termorregulação) e a pesquisa dos dados da produção e condições térmicas por *QRCode*. Na Fig. 4(c) são apresentados os detalhes da produção de uma determinada caixa.

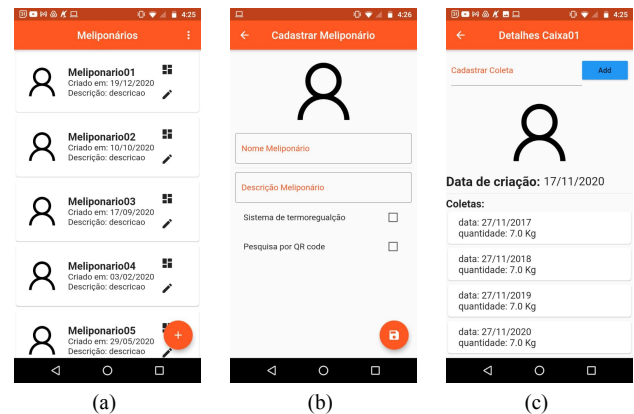


Fig. 4. Telas do aplicativo - Gestão de meliponários.

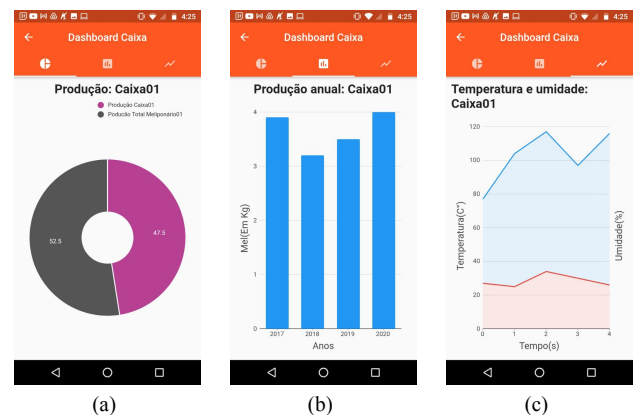


Fig. 5. Telas do aplicativo - Monitoramento dos dados térmicos.

Na Fig. 5(a) apresenta-se o *dashboard* da produção da caixa em relação a produção total do meliponário, na Fig. 5(b) a produção por ano da caixa, e na Fig. 5(c) demonstra-se o acompanhamento em tempo real dos dados de umidade e temperatura coletados pelos sensores DHT11 e transmitidos pelo ESP-8266 para o servidor de banco de dados.

V. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até o momento desenvolveu-se a estrutura de controle da temperatura do sistema por meio da pedra aquecedora, a comunicação e transmissão dos dados dos sensores DHT11 para o servidor de banco de dados via ESP-8266. Além disso, desenvolveu-se os primeiros requisitos funcionais do aplicativo em Flutter e Dart, tecnologias multiplataforma. Realizou-se os testes de bancada para verificar o funcionamento e integração das partes do projeto. Os testes de usabilidade do aplicativo e os estudos de campo de validação estão sendo preparados. Novos requisitos do aplicativo estão surgindo com reuniões com meliponicultores os quais irão ser integrados nas próximas versões. Considera-se que este trabalho apresenta evidências relevantes para auxiliar os meliponicultores, principalmente na otimização da criação das abelhas sem ferrão - Jataí e consequentemente melhorando a produção de mel.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal do Paraná – IFPR pelo auxílio financeiro por meio de bolsa estudantil e ao PRADI da AGIF/IFPR.

REFERÊNCIA

- [1] M. E. S. Silva and A. K. Guetter, “Mudanças climáticas regionais observadas no estado do Paraná,” *Portal de Periódicos da Associação dos Geógrafos Brasileiros (AGB) - Revista Terra Livre*, vol. 1, no. 20, pp. 111–126, 2003.
- [2] A. Vollet-Neto, C. Menezes, and V. L. Imperatriz-Fonseca, “Aquecimento de colméias de abelhas sem ferrão: vale a pena,” *Revista Mensagem Doce - APACAME*, vol. 1, no. 103, pp. 1–4, 2009.
- [3] P. V. Züge and D. S. Aidar, “Colmeias Térmicas Züge-Aidar para meliponíneos (Hymenoptera, Apidae, Meliponinae),” *Revista Mensagem Doce - APACAME*, vol. 1, no. 57, pp. 27–29, 2000.
- [4] F. S. Campos, G. C. Gois, and G. G. Carneiro, “Termorregulação colonial em abelhas sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini),” *PUBVET - PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 4, no. 24, ed. 129, art. 872, pp. 872–878.
- [5] F. C. da S. Correia, R. C. Peruquetti, and M. G. Ferreira, “Termorregulação em colônias de *Melipona eburnea* (Apidae: Meliponina) criadas racionalmente em Rio Branco, Acre,” *EntomoBrasilis*, vol. 10, no. 2, pp. 112–117, Aug. 2017, doi: 10.12741/ebrasilis.v10i2.705.
- [6] N. da S. Ferreira, “Temperatura colonial e tolerância térmica de melipona subnitida, uma espécie de abelha sem ferrão (Hymenoptera, Apidae, Meliponini), da caatinga,” Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.
- [7] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, *Produção da Pecuária Municipal 2020*, vol. 48, pp. 1–12, Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Pesquisa da Pecuária Municipal, 2020.
- [8] B. S. Gemim and F. A. de M. Silva, “Meliponicultura em sistemas agroflorestais: alternativa de renda, diversificação agrícola e serviços ecossistêmicos,” *REVISTA AGRO@MBIENTE ON-LINE*, vol. 11, no. 4, pp. 361–372, Oct. 2017, doi: 10.18227/1982-8470ragro.v11i4.4156.
- [9] S. M. F. S. Massruhá and M. A. de A. Leite, *Agro 4.0 - rumo à agricultura digital*. In: Magnoni junior, L.; Stevens, D.; Silva, W. T. L. da; Vale, J. M. F. do; Purini, S. R. de M.; Magnoni, M. da G. M.; Sebastião, E.; Branco junior, G.; Adorno Filho, E. F.; Figueiredo, W. dos S.; Sebastião, I. (Org.). *JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: mobilizar o conhecimento para alimentar o Brasil*. 2. ed. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017.
- [10] T. C. dos Santos, T. L. Esperidião, and M. dos S. Amarante, “Agricultura 4.0: Software de Gerenciamento de Produção,” *Revista Pesquisa e Ação*, vol. 5, no. 4, pp. 122–131, Dec. 2019.
- [11] F. Jesus, “Sistema de Calefação para Ninhos de Abelhas-Sem-Ferrão com Controle e Leitura de Temperatura Interna por Sistema Remoto,” (Dissertação de mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- [12] R. R. de F. Dias and E. Perin, *Internet das Coisas sem mistérios: Uma nova inteligência para os negócios*. São Paulo: Netpress Books, 2016.
- [13] C. Buckett, *Dart in action*. Shelter Island, NY: Manning, 2013.
- [14] E. Windmill and R. Rischpater, *Flutter in action*. Shelter Island, NY: Manning Publications Co, 2020.
- [15] M. McRoberts, *Arduino básico*. São Paulo: Novatec, 2018.
- [16] D. Srivastava, A. Kesarwani, and S. Dubey, “Measurement of Temperature and Humidity by using Arduino Tool and DHT11,” *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, vol. 5, no. 12, pp. 876–878, 2018.
- [17] V. F. Martins, “Automação residencial usando protocolo MQTT, Node-RED e Mosquitto Broker com ESP32 e ESP8266,” (Monografia) Engenharia de Controle e Automação, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia, 2019.