



## APLICATIVO PARA CONTROLE E MONITORAMENTO DE ESTUFAS

Marden Deivson de Melo<sup>1</sup>, Ana Flávia Peixoto de Camargos<sup>2</sup>, Carlos Renato Borges dos Santos<sup>3</sup>,  
Thuanny Reis Neves<sup>1</sup>

<sup>1</sup>IFMG - Instituto Federal de Minas Gerais - campus Formiga

<sup>2</sup>NEPE - Instituto Federal de Minas Gerais - campus Formiga

<sup>3</sup>NEPE - Instituto Federal do Triângulo Mineiro - campus Paracatu

**Resumo** – O cultivo de plantas e flores ornamentais é uma atividade que vem se expandindo no Brasil. Para otimizar seu processo produtivo é necessário monitorar as características do ambiente no qual as espécies vivem, e corrigir os fatores que podem levar à morte delas ou prejudicar o seu desenvolvimento. Dessa forma, o presente artigo tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de uma estufa automatizada, para controle de temperatura, umidade e luminosidade no cultivo de bromélias. O controle é realizado de forma manual e de forma automática, por meio de um aplicativo *Android* para o monitoramento destes parâmetros e para acionar os dispositivos necessários para manter o bom funcionamento dentro das condições climáticas desejadas.

**Palavras-Chave** – *Android*, Aplicativo, Automação, Bromélia, Estufa.

### APPLICATION FOR CONTROL AND MONITORING OF GREENHOUSE VARIABLES

**Abstract** - The cultivation of ornamental plants and flowers is an activity that has been expanding in Brazil. To optimize your production process, it is necessary to monitor the characteristics of the environment in which the species live, and correct the factors that can lead to their death or harm their development. Thus, this article aims to develop a prototype of an automated greenhouse to control temperature, humidity and light in bromeliad cultivation. The control is carried out manually and automatically, through an *Android* application to monitor these parameters and to activate the devices necessary to maintain proper functioning within the desired weather conditions.

**Keywords** - *Android*, Application, Automation, Bromeliad, Greenhouse.

#### I. INTRODUÇÃO

O cultivo de plantas consiste em uma atividade essencial para o desenvolvimento humano, pois elas são fundamentais

para o equilíbrio do ecossistema. Entretanto, cada planta necessita de condições climáticas específicas para sua produção. Dessa forma, muitas vezes é necessário criar ambientes com temperatura, umidade do ar e do solo, luminosidade, entre outras características, adequadas para o crescimento de cada gênero agricultado [1].

Para se ter condições boas para o cultivo, surgiram as estufas que são capazes de acumular o calor em seu interior, elevando a temperatura das plantações que se encontram dentro dela [2]. A estufa é uma estrutura física fechada e projetada com o intuito de abrigar e proteger as plantas dos efeitos climáticos externos a ela. Dessa maneira, os vegetais cultivados dentro deste ambiente apresentam um desenvolvimento melhor do que aqueles lavrados no campo [3]. Além disso, outra vantagem é a possibilidade de criar determinadas espécies em regiões que não são propícias para o seu crescimento, o que também permite que as mesmas sejam cultivadas durante todas as estações do ano [4].

Em relação ao cultivo das bromélias, é necessário observar alguns fatores aos quais a cultura estará exposta, tais como: temperatura, luminosidade e umidade do solo. A temperatura ideal para o desenvolvimento dessa planta é entre 24°C e 32°C, que é uma característica do clima tropical, onde a maior parte das espécies são encontradas [5]. A luminosidade não pode ser excessiva nas bromélias, pois a alta exposição aos raios solares pode acarretar no ressecamento das folhas. Por isso, muitas vezes é necessário a utilização de uma tela de sombreamento para proteção contra exposição à luminosidade excessiva [6]. Já a umidade do solo também é extremamente importante, porém em excesso pode provocar o encharcamento e apodrecimento da raiz. A umidade relativa favorável varia entre 50% e 70% para o cultivo dessa espécie [3].

No entanto, na maioria das vezes a estufa não consegue proporcionar as melhores condições de cultivo apenas pela sua estrutura construtiva. Assim, uma ferramenta com grande aplicabilidade é a utilização dos sistemas embarcados para o controle e monitoramento do ambiente, como por exemplo o microcontrolador *Arduino*. Eles se encontram presentes em diversas áreas e constituem tecnologias inteligentes e de fácil acesso. Outra técnica agregada aos sistemas de controle é a comunicação *bluetooth* (sem fio) entre os dispositivos. O módulo *Bluetooth* HC-05 permite o envio e o recebimento de

sinais da placa Arduino para o *smartphone* através do sistema operacional *Android* [7].

Com a quarta revolução industrial e o advento da agricultura 4.0, existe uma grande busca em inserir técnicas modernas em aplicações essenciais, facilitando a comunicação e integração entre os dispositivos com a finalidade de otimizar os processos produtivos [8].

Diante do exposto, o objetivo do trabalho é implementar um protótipo de uma estufa que permita agregar um sistema de controle e monitoramento no cultivo de bromélias, por meio de um aplicativo que realiza a interface do usuário com o sistema, para controle climático. Para isso, é necessário ler os dados oriundos dos sensores e acionar os atuadores, quando necessário. A transmissão de sinais entre o sistema embarcado e o aplicativo é realizada de forma remota através de um módulo de comunicação via *bluetooth*.

## II. MATERIAIS E METODOLOGIA

Para implementar o protótipo da estufa automatizada empregada no cultivo de bromélias algumas variáveis foram mensuradas. Foi estabelecido que as condições ideais para o desenvolvimento da bromélia seria:

- Temperatura: entre 24°C e 32°C;
- Umidade do solo: entre 50% e 70%, e;
- Luminosidade do ambiente: entre 25% e 50%.

Estas variáveis foram monitoradas e controladas através da leitura de dados do meio ambiente utilizando os três sensores:

- LM35: utilizado para medir a temperatura do ambiente dentro da estufa;
- Higrômetro: utilizado para coletar o nível de umidade do solo, e;
- LDR: utilizado para realizar a medição da luminosidade incidente na planta.

Dessa forma, os dados coletados pelos sensores são enviados ao microcontrolador Arduino, o qual realiza o processamento dos sinais e envia comandos aos atuadores.

Para possibilitar ao usuário monitorar em tempo real as variáveis do sistema, um aplicativo foi desenvolvido através do sistema operacional *Android*, criado com auxílio do *MIT App Inventor*, o qual é um programa gratuito e disponível *online* pela Google Inc. A construção de aplicativos com o *MIT App Inventor 2* pode ser dividida em 2 partes, sendo a primeira a programação em blocos e, a segunda, o *designer* gráfico das telas do aplicativo as quais serão apresentadas nos resultados.

As informações contidas no Arduino são enviadas para o *smartphone* do usuário, via *bluetooth*. Inicialmente é necessário estabelecer a comunicação entre o módulo HC-05 e o Arduino, por meio de comunicação serial, via linguagem de programação.

O aplicativo desenvolvido permite a escolha entre os modos manual ou automático de controle do sistema. Caso o modo automático seja selecionado, as leituras dos sensores são mostradas em tempo real, bem como o *status* dos atuadores. Caso o modo manual seja selecionado, uma tela de interface com o usuário permite que o mesmo escolha quais atuadores deseja acionar.

O sistema de controle das condições do ambiente foi implementado conforme os fluxogramas das Figuras 1, 2 e 3

para controle da temperatura, da umidade do solo e da luminosidade, respectivamente.

Figura 1: Fluxograma do controle de temperatura.

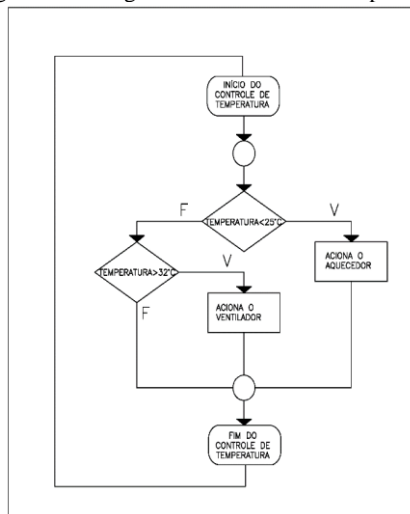


Figura 2: Fluxograma do controle de umidade do solo.

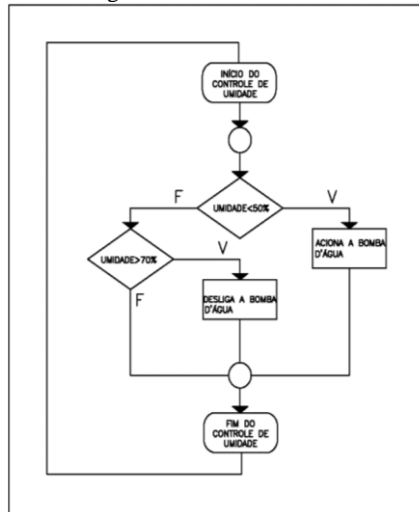
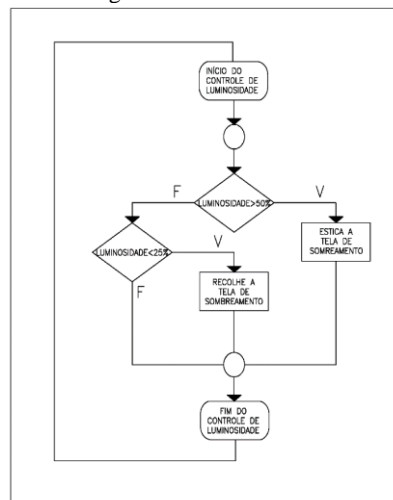


Figura 3: Fluxograma do controle de luminosidade.



Portanto, caso a temperatura esteja abaixo de 24°C, a lâmpada ligará de forma a realizar o aquecimento do local,

sendo acionada por meio de um módulo relé conectado à saída do Arduino. Caso a temperatura exceda 32°C, o ventilador, representado pelo *cooler* DFC802512, será acionado, também por meio do módulo relé ligado à saída do Arduino. Para impedir que a lâmpada e o ventilador sejam alimentados simultaneamente, foi implementado um sistema de intertravamento entre esses componentes.

O controle de umidade do solo é realizado por meio da bomba d'água HBO 300. Dessa forma, caso a umidade do solo estiver abaixo de 50%, a bomba será acionada também por meio do módulo relé, realizando a irrigação do local. Quando a umidade do solo atingir 70%, o microcontrolador aciona o relé para interromper a irrigação.

Para limitar a luminosidade presente dentro da estufa é empregada uma tela de sombreamento, a qual esticará quando o nível de luminosidade for maior que 50% e, será recolhida, quando a luminosidade atingir um valor menor que 25%. A tela de sombreamento é movimentada por meio do motor de tração HP CB760-60030 HD 613715. O sentido de giro desse componente é definido pelo módulo ponte H L9110.

Para interromper o deslocamento da tela de sombreamento foi utilizado o sensor magnético *Reed Switch* e super ímãs, os quais detectam quando a tela atingir o fim de curso.

Além do controle automático, também foi previsto o controle manual do sistema através de botões, os quais quando pressionados, enviam sinais diretamente para os atuadores, fazendo com que os mesmos sejam acionados, mesmo sem respeitar a lógica do controle automático.

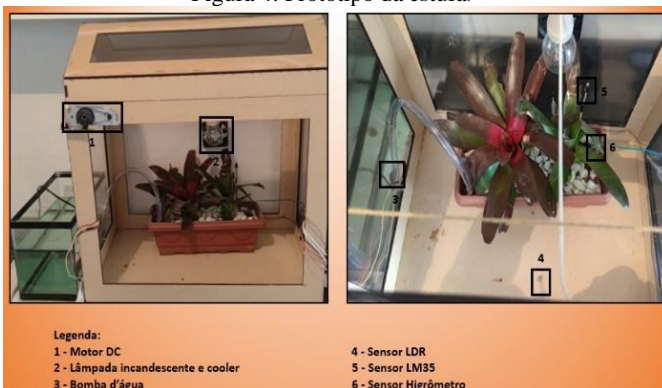
### III. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos com o protótipo implementado e o aplicativo desenvolvido.

#### A. Estufa

Foi construído um protótipo de estufa para cultivo de bromélias, tal como ilustrado na Figura 4. A estrutura física da estufa foi construída em material de baixo custo (MDF) e foram utilizados todos os componentes abordados anteriormente.

Figura 4: Protótipo da estufa.



Através da Figura 4 é possível visualizar a estufa construída e todos os componentes instalados com sua respectiva numeração. Assim, foram instalados os motores, lâmpada, bomba d'água, sensor LDR (*Light Dependent Resistor*),

sensor LM35 e o sensor higrômetro, os quais foram enumerados de 1 a 6, respectivamente.

#### B. Aplicativo

Foi implementado um aplicativo para controle dos principais parâmetros para o cultivo das bromélias, tais como: temperatura, umidade do solo e luminosidade.

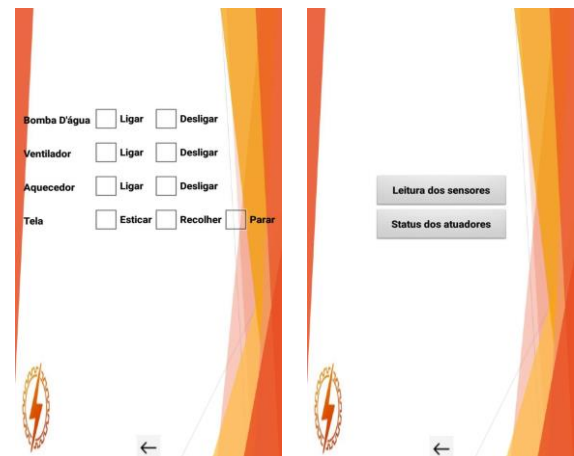
Inicialmente foi implementada uma interface que permite ao usuário escolher entre os modos manual ou automático, como pode ser observado na Figura 5.

Figura 5: Interface do modo manual ou automático.



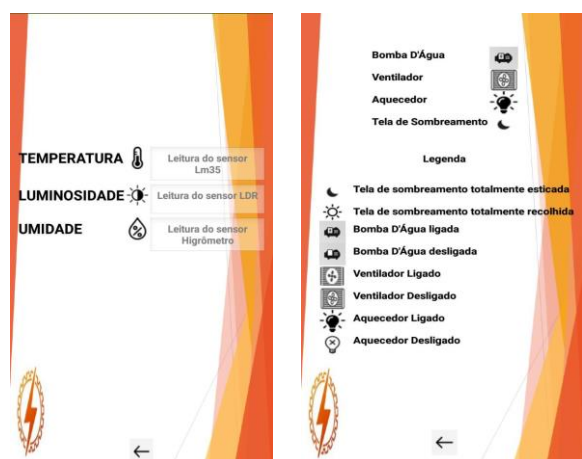
Dessa forma, se o usuário selecionar o funcionamento do aplicativo em modo manual, uma tela com botões é exibida que permite selecionar o estado desejado para os atuadores, conforme a Figura 6a. Caso o usuário selecione o modo automático, o usuário terá duas opções, sendo elas: a tela de Leitura dos sensores e a tela de Status dos atuadores.

Figura 6: a) Tela principal do aplicativo em modo manual; b) Tela principal do aplicativo em modo automático.



Caso o usuário opte por visualizar o funcionamento do sistema em modo automático, as leituras dos sensores e o *status* de funcionamento dos atuadores serão exibidos, como pode ser observado nas Figuras 7a e 7b.

Figura 7: a) Leitura dos sensores; b) *Status* dos atuadores.



Ao analisar as Figuras 7a e 7b, pode-se concluir que na tela de leitura dos sensores, o usuário pode obter informações em tempo real da temperatura, luminosidade e umidade do solo. Já na outra tela, o usuário tem o *status* de qual atuador (bomba, ventilador, aquecedor e tela de sombreamento) está sendo acionado naquele momento.

### C. Testes e validação do sistema

Após a implementação do protótipo, alguns testes foram realizados para validar o funcionamento. O primeiro teste foi realizado em temperatura ambiente de 17°C, terra seca, e luminosidade média no local. Dessa forma, ao selecionar o modo de funcionamento automático, o aquecedor e a bomba d'água foram acionados, pois, a temperatura e umidade do solo estavam abaixo das ideais. Já em relação a tela de sombreamento, a mesma não se movimentou, devido à luminosidade local estar dentro da faixa desejada. Ao atingir a temperatura de 32°C, o aquecedor foi desligado, assim como quando a umidade do solo alcançou o nível de 70%, a bomba d'água foi desativada.

Logo após, outro teste foi realizado considerando agora uma alta luminosidade e observou-se que o motor da tela de sombreamento foi acionado automaticamente e a mesma foi esticada completamente.

Ademais, foi testado o sistema de controle de temperatura com 35°C, o qual fez com que o ventilador fosse ligado, resfriando o local, até atingir a temperatura de 24°C e ser desenergizado. Também foi realizado o teste do sistema em modo manual e observou-se que o mesmo funcionou conforme esperado. Todos os atuadores foram acionados quando solicitado pelo usuário.

## IV. CONCLUSÕES

Foi proposto neste trabalho o desenvolvimento de uma estufa automatizada para cultivo de bromélias. A estufa foi criada em MDF (*Medium Density Fiberboard*) e todos os componentes foram instalados, monitorados e controlados por meio do Arduino. A temperatura, umidade do solo e luminosidade foram controlados via aplicativo Android, o qual pode ser acionado via controle manual ou automático. Alguns testes foram realizados e validados através de implementações. Dessa forma, é possível utilizar sistemas

embarcados em aplicações agrícolas e similares, possibilitando otimizar o processo produtivo e obter um baixo custo nas implementações.

## REFERÊNCIAS

- [1] MAZOYER, Marcel; ROUDART, Laurence. **História das agriculturas no mundo. Do neolítico à crise contemporânea**. São Paulo: Unesp, 2008. Disponível em: <[http://docs.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/BIBLIOGRAFIA%20DISCIPLINAS%20POS-GRADUACAO/HISTORIA%20DA%20AGRICULTURA/Historia\\_das\\_agriculturas.pdf](http://docs.fct.unesp.br/docentes/geo/bernardo/BIBLIOGRAFIA%20DISCIPLINAS%20POS-GRADUACAO/HISTORIA%20DA%20AGRICULTURA/Historia_das_agriculturas.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- [2] IBRAFLOR. Instituto Brasileiro de Floricultura. **Números do setor**. 2013. Disponível em: <<http://www.ibraflor.com/numeros-setor>>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- [3] VAISALA. **Medir o clima da estufa garante melhor crescimento das plantas**. 2020. Disponível em: <[https://www.vaisala.com/pt/search?k=medir+o+clima&items\\_per\\_page=20&countyAddress0ho3ef=>](https://www.vaisala.com/pt/search?k=medir+o+clima&items_per_page=20&countyAddress0ho3ef=>)>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- [4] CARDOSO, Marcelo Aparecido. **Controle Automatizado para Ambientes Protegidos**. 2010. 42f. Trabalho de Conclusão de curso – Curso de Engenharia de Computação da Unidade Acadêmica da Área de Exatas da Universidade São Francisco, Itatiba, 2010.
- [5] OLIVEIRA, Sonia. **Cultivo das bromélias**. 2009. Disponível em: <<http://plantasonya.blogspot.com/2009/06/cultivo-das-bromelias.html>> Acesso em: 22 nov. 2021.
- [6] KOROVIN. **Bromélia**. 2009. Disponível em: <<http://www.korovin.com.br/bromelias/cultivo.html>>. Acesso em: 08 jul. 2020.
- [7] VIDAL, Vitor. **Blog Eletrogate. Módulos bluetooth HC05 e HC06 para comunicação com dispositivos móveis com Arduino**. 27 jul. 2017. Disponível em: <<https://blog.eletrogate.com/modulos-bluetooth-hc05-e-hc06-para-comunicacao-com-dispositivos-moveis-com-arduino/>>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- [8] SANTOS, Diego; VOLANTE, Carlos. **A importância da tecnologia sem fio na indústria 4.0. Revista interface tecnológica**, Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC) – SP – Brasil, ano 2018, v. 15, n. 2, p. 245-254, 30 dez. 2018.
- [9] PAULA, Cláudio Coelho. **Cultivo de bromélias**. 3ª. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 139 p.
- [10] ROCHA, Pauletti Karllien. **Desenvolvimento de bromélias cultivadas em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento**. 2002. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba - São Paulo, 2002.
- [11] ALECRIM, P. D. de. **Sistema embarcado em microcontrolador para o controle de climatização de aviários de corte**. 2012. 151 p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.