

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS CURITIBA  
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA

FRANCISCO SHIGUEO MIAMOTO  
JOÃO PEDRO ZANLORENSI CARDOSO

**“NIWA: SMART GARDEN” JARDIM INTELIGENTE MICROCONTROLADO**

CURITIBA  
DEZEMBRO, 2019

Francisco Shigueo Miamoto  
João Pedro Zanlorensi Cardoso

## **NIWA: SMART GARDEN” JARDIM INTELIGENTE MICROCONTROLADO**

Relatório elaborado na disciplina de Microcontroladores  
do curso de Engenharia Eletrônica, ofertada pelo  
Departamento Acadêmico de Eletrônica, do Campus  
Curitiba da Universidade Tecnológica Federal do  
Paraná.

Prof. Dr. Guilherme de Santi Peron

CURITIBA

DEZEMBRO, 2019

## **RESUMO**

Este trabalho visa descrever a implementação de um sistema de cultivo de plantas inteligente, no qual é possível monitorar a umidade e a temperatura do solo próximo da raiz através de duas interfaces: um visor LCD na estrutura física do projeto e um software interativo para computador. Para desenvolver o sistema, foram utilizados conhecimentos de Microcontroladores e de Programação.

**Palavras chave:** Microcontroladores, Agricultura Inteligente, Programação.

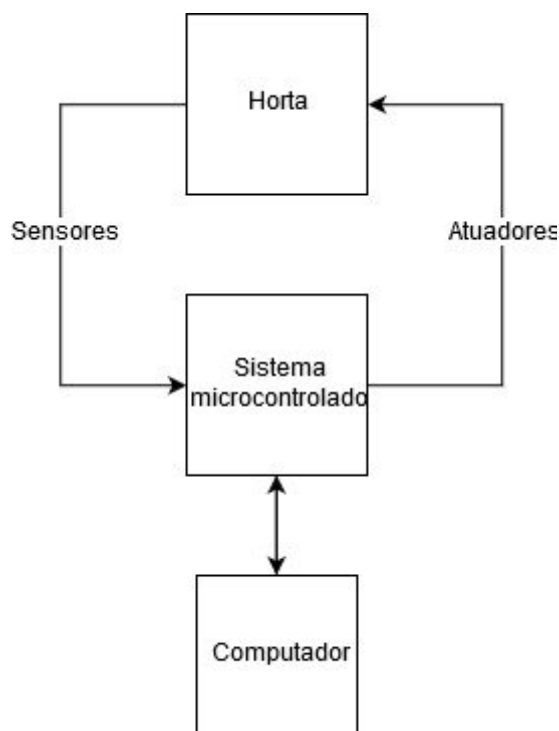
# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>6</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>12</b>
<b>4 CONCLUSÕES</b>	<b>16</b>

# 1 Introdução

A motivação do trabalho foi desenvolver um sistema que possa auxiliar no estudo de agricultura e botânica ou ajudar amadores da área a cultivar suas plantas através de métodos mais dinâmicos e quantitativos.

A partir de um sistema eletrônico, almejou-se adquirir dados que possam ser processados e interpretados, para posteriormente direcionar o uso de acionadores específicos para o controle de determinadas condições que potencializem o crescimento ou a cultura de determinadas espécies.



**Figura 1. Diagrama em blocos que esboça o funcionamento do sistema.**

O sistema prototipado possui estrutura física de MDF com dois compartimentos, um com espaço para uma planta e o outro para o microcontrolador e os demais componentes eletrônicos; e um reservatório de água plástico que possui em seu interior uma bomba d'água conectada a uma mangueira que vai até a planta. Na tampa da estrutura de MDF, há um espaço para passarem os sensores e

seus fios, e, na lateral, há espaço para passarem os fios de alimentação e transmissão de dados e os fios que vão para a bomba d'água. A tampa do reservatório é furada, permitindo a passagem da mangueira e dos fios de conexão.

Uma premissa fundamental para o desenvolvimento e a motivação da equipe ao desenvolver o projeto foi a de que sistemas eletrônicos podem contribuir para a produção de alimentos, para gerar insights na área de botânica e agricultura, e para a vida em um sentido geral.

Para tanto, foram integrados os conhecimentos das disciplinas de Microcontroladores, Fundamentos de Programação, Comunicação gráfica e da área de Circuitos Elétricos, em conjunto com pesquisas direcionadas para o propósito que almejou-se alcançar, e, por fim, foi obtido um sistema escalável e funcional que pode também contribuir para agregar à área de Agricultura.

## 2 Materiais e métodos

O microcontrolador utilizado foi o Tiva TM4C1294, da Texas Instruments. A placa de circuito impresso que foi utilizada como interface para a maior parte dos componentes foi a PAT v1.1, desenvolvida pelo Departamento Acadêmico de Eletrônica (DAELN) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR.)

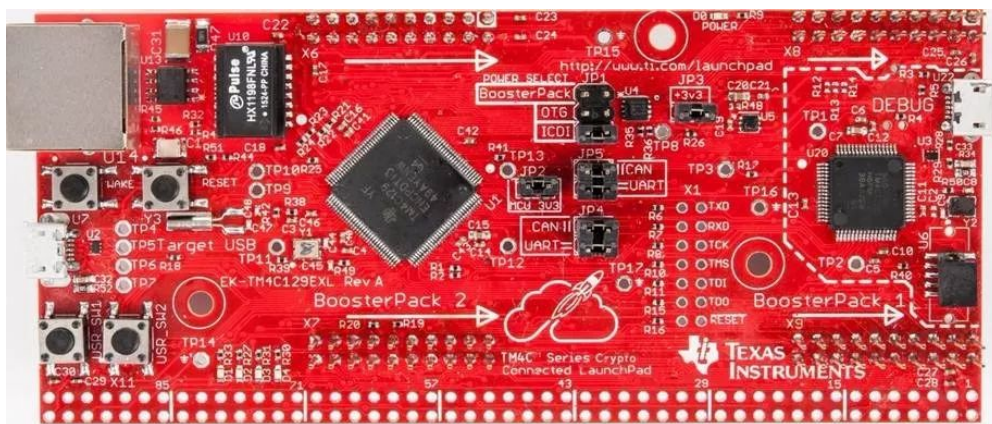


Figura 2. Microcontrolador TIVA Tiva TM4C1294.

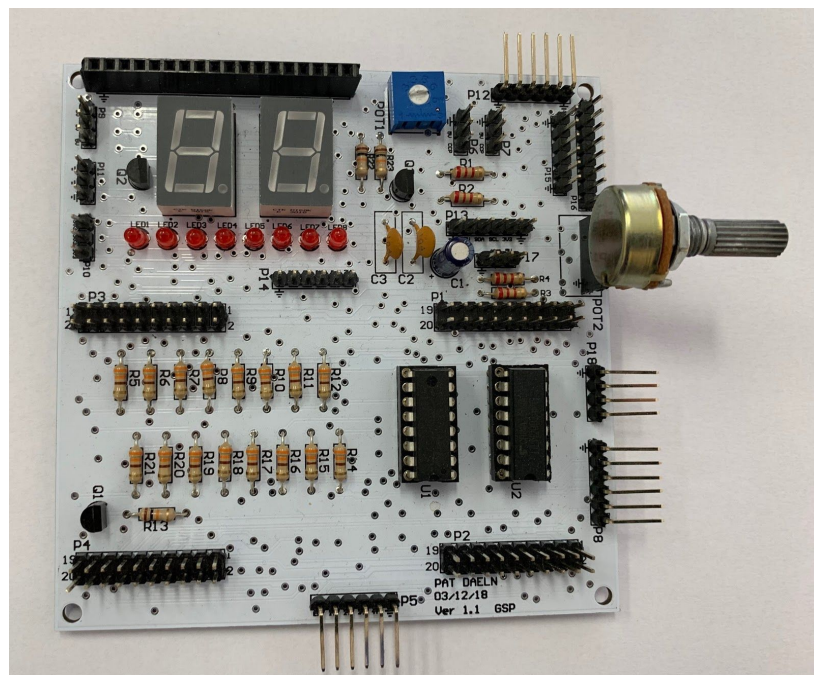


Figura 3. Placa PAT v1.1.

Os sinais monitorados foram temperatura e umidade. Para tanto, foram usados os sensores DS18B20, um sensor digital de temperatura que utiliza o protocolo 1-wire, e o sensor “Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2”, analógico e capacitivo. A justificativa para utilizar um sensor capacitivo é a de que os sensores mais comuns, resistivos, corroem muito rápido devido a estarem completamente expostos e sofrerem com a eletrólise, já que circula uma corrente elétrica que dependerá do meio em que estiver. Os capacitivos, por outro lado, não requerem este tipo de exposição e variam a tensão com base na permissividade elétrica do meio.



**Figura 4. Sensor DS18B20.**



**Figura 5. Sensor “Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2.”**

O sensor de umidade foi conectada ao PORT P17 da placa PAT, onde o conversor analógico-digital da TIVA estava mapeado na PAT, e alimentado com 5 V.

O sensor de temperatura, por outro lado, foi conectado no PORT P16.0, mapeado ao pino PL.0 da TIVA, em um pino de GPIO e alimentado com 5 V.



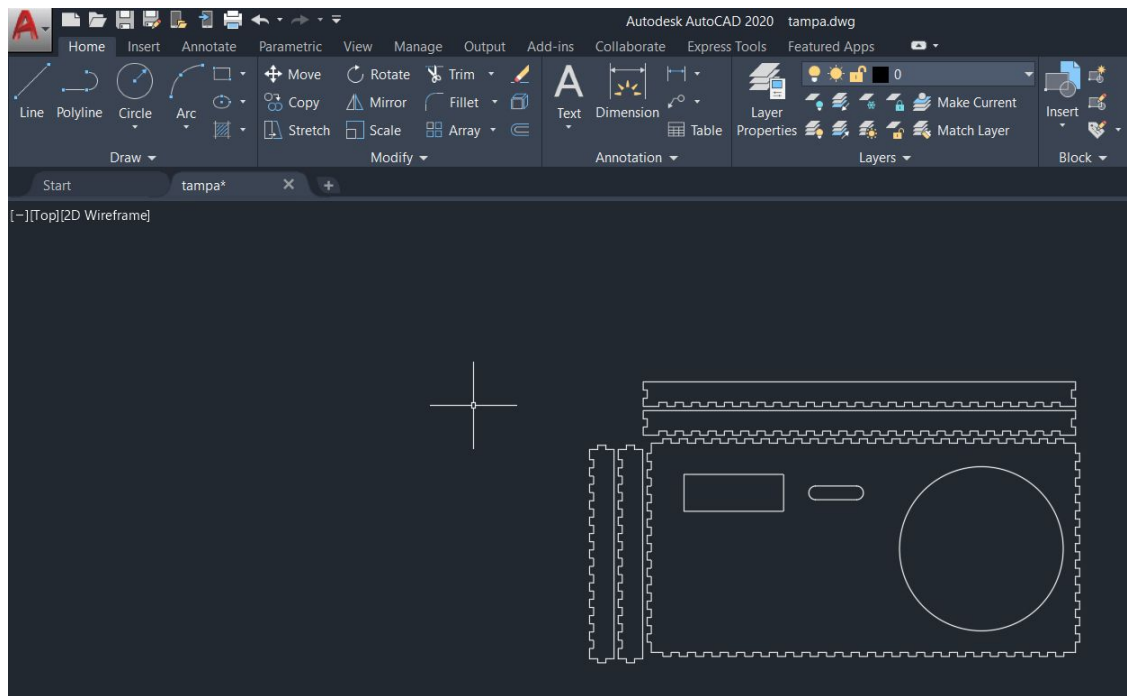
A bomba d'água utilizada foi de um modelo comercial simples de até 6V de alimentação, e por opção de projeto, tendo em vista que não havia demanda de alta pressão, ela foi alimentada com 5 V do microcontrolador.

Para a estrutura física do projeto, foi desenhada uma caixa com o auxílio do website MakerCase <<https://www.makercase.com/>> e o software AutoCAD. Então, no laboratório de corte à laser LaserWorks, em Curitiba, foram feitos recortes em MDF para montá-la.

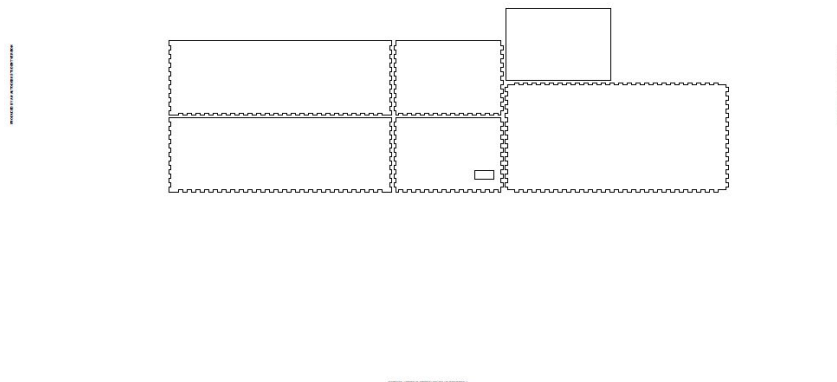
The image shows a web form for configuring a laser-cut box. It includes input fields for dimensions (Largura: 303 mm, Altura: 100 mm, Profundidade: 145 mm), a dropdown for material thickness (3mm), and radio buttons for internal/external dimensions (Dentro selected), open/closed box (Aberta selected), and edge joints (Dedo selected). A slider for 'Tamanho de um dedo' is set to 6.

Field	Value	Unit
Largura	303	mm
Altura	100	mm
Profundidade	145	mm
Essas dimensões são internas ou externas?	Dentro	
Essura do material	3mm	
Caixa aberta ou fechada?	Aberta	
Junções das bordas	Dedo	
Tamanho de um dedo	6	

**Figura 6. Menu de especificação do website MakerCase.**



**Figura 8. Ajustes realizados na projeto da tampa com o Software AutoCAD.**



**Figura 9. Arquivo PDF gerado a partir do AutoCAD para realizar os recortes.**

Foram também utilizados uma mangueira de nível para a conexão com a bomba, uma caixa plástica como o reservatório de água, jumpers e fio telefônico para a conexão dos sensores.

Para visualizar os dados, foi empregado o protocolo UART para a comunicação com o computador e um display LCD 16x2 modelo WH1602A, da marca Winstar.

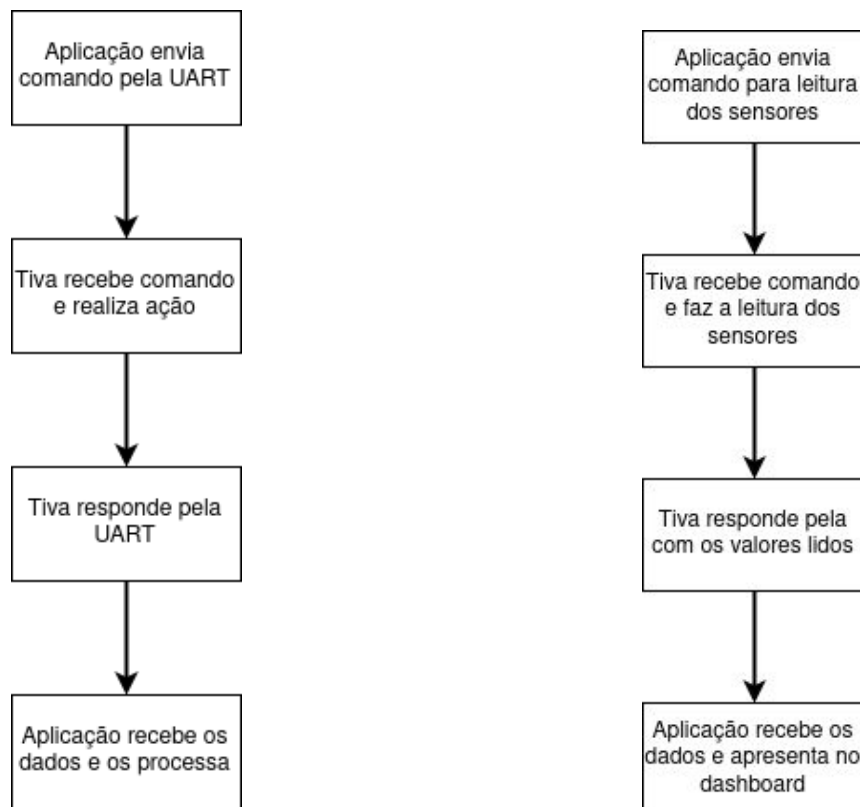
Para a visualização dos dados coletados e também para que as medições fossem salvas para posterior análise, foi desenvolvido um aplicativo desktop capaz de apresentar e armazenar as medições.

O editor de texto utilizado foi o VisualStudio Code, e a IDE utilizada para compilar os códigos para o microcontrolador foi a Keil uVision 5. Também foi utilizado o Github para manter o controle de versionamento de código e gestão do projeto.

Utilizando o framework Wails (<https://wails.app>) foi possível desenvolver a aplicação utilizando a linguagem Go para o *backend* (parte lógica, comunicação serial e banco de dados) e tecnologias Web para o *frontend* (visualização e interação com o usuário).

Para o banco de dados optamos pelo uso do SQLite3, por sua simplicidade (o banco é apenas um arquivo normal) e sua consequente facilidade mover os dados entre computadores.

De maneira geral, o fluxo de funcionamento do sistema segue o seguinte padrão:



**Figura 10 - Fluxo geral entre a aplicação e o Tiva (esquerda) e caso exemplo da leitura dos sensores (direita)**

De maneira similar, o acionamento da bomba de água segue o padrão apresentado na figura acima.

### 3 Resultados e Discussões

A especificação do sistema resultante é a seguinte:

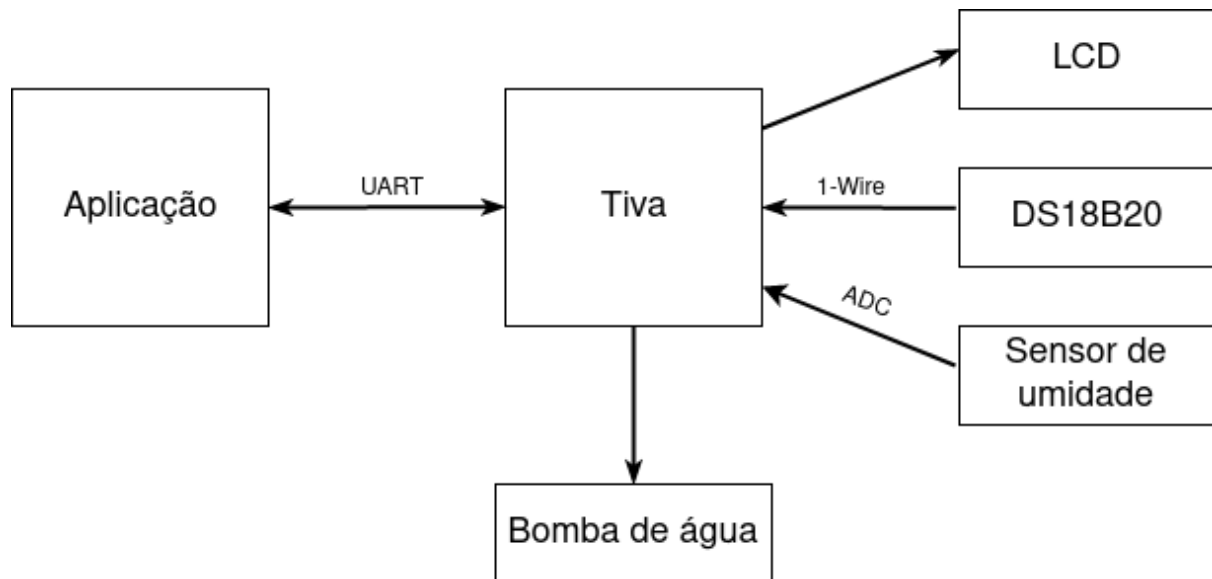


Figura 10. Diagrama de blocos que descreve a implementação do sistema.

O sistema montado ficou disposto desta forma:



Figura 11. Sistema resultante em operação.

Os dados monitorados da planta podem ser visualizados em tempo real no display LCD na tampa e na tela do software desenvolvido:



**Figura 11. Tampa do protótipo em operação. Temperatura em 20.25°C e umidade relativa em 91.4%.**

O sensor de umidade foi calibrado de forma a mostrar a umidade relativa a um solo completamente molhado (lama) e um solo seco, onde 100% representa a lama e 0% o solo bem seco. Recomenda-se calibrar o sensor novamente desta forma para cada tipo de solo utilizado, já que a concentração de sais e a absorção de água é diferente conforme as suas características naturais, e esses fatores podem afetar a leitura do sensor, já que alteram a permissividade elétrica do meio.

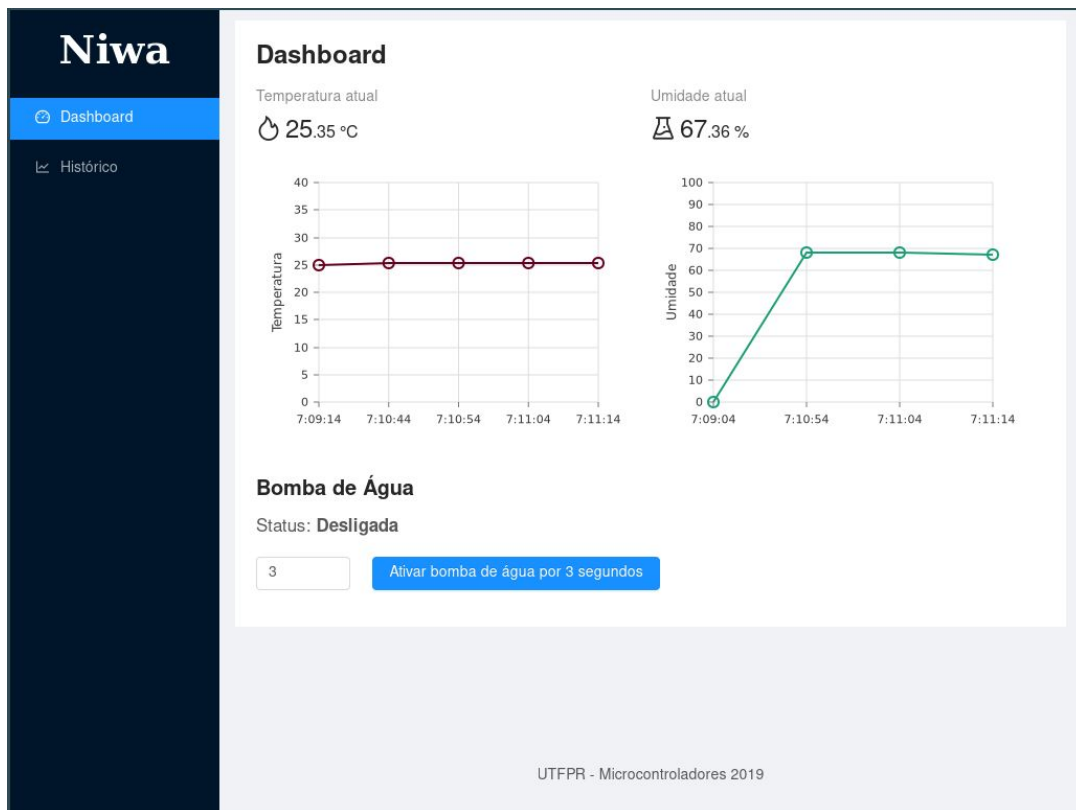
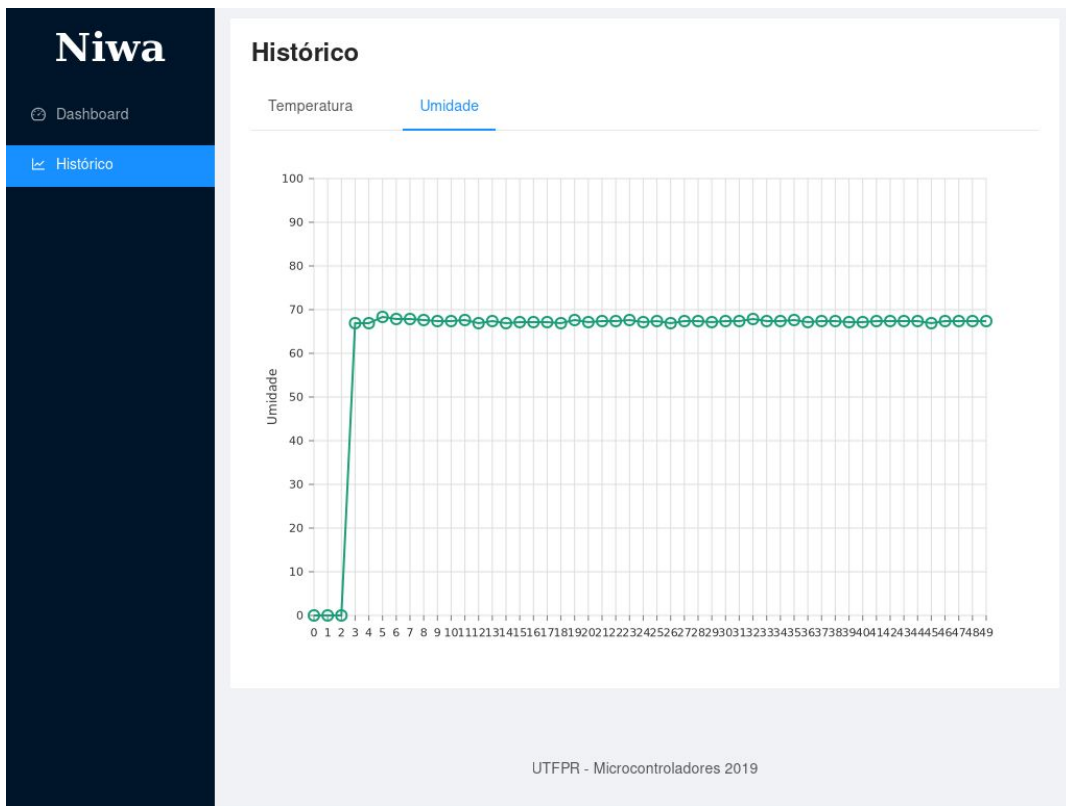


Figura 12. Software em operação.



Figura 13. Histórico de medições de temperatura.



**Figura 13. Histórico de medições de temperatura.**



## 4 Conclusões

O protótipo desenvolvido possibilita a aplicação de uma abordagem quantitativa na botânica e na agricultura profissional ou mesmo na jardinagem amadora, e abre espaço para o estudo e determinação de parâmetros e métodos para a automatização do cultivo de plantas.

Como sugestão para a otimização futura do sistema, pode-se monitorar a quantidade de frutos, folhas ou sementes colhidos de determinada planta sob diferentes condições, e então desenvolver um modelo estatístico-matemático baseado nos dados coletados e utilizar o acionador empregado para tornar as condições mais propícias para a saúde da planta e a potencialização da colheita. É também possível adicionar mais acionadores, como um aquecedor ou uma cobertura, que permita o melhor controle das trocas de calor da planta, de forma a ajustar a temperatura.