

# AUTOMAÇÃO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO NO PLANTIO DE MARACUJÁ:

## Utilização de arduino para desenvolver um sistema de irrigação automatizado do plantio de maracujá no sudoeste da Bahia

Amanda Luisa Fagundes Amorim, Djan Almeida Santos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA)  
CEP 45078-300 – Av. Sérgio Vieira de Melo, 3150 – Zabelê, Vitória da Conquista – BA – Brasil

amandamorim08@gmail.com, djan.santos@ifba.edu.br

**Abstract.** *Due to the increasing production of passion fruit in the state of Bahia, this work was implemented in the southwestern region of Bahia. The main objective is to develop an automated irrigation system for this type of plantation using Arduino, and additionally, to analyze the development and production of this crop with the support of technology. This is an experimental research, where soil moisture is used as a parameter to automate the plantation's irrigation system. Finally, the obtained results are presented, such as the differences observed in the leaves of the passion fruit plants, the importance of low-cost technologies for users, and the benefits of automation. It is noted that the cost to create the drip irrigation system in the locality, for 6 hectares of plantation, was 23 thousand reais.*

**Resumo.** *Devido à crescente produção de maracujá no estado da Bahia, este trabalho foi implementado no sudoeste baiano, cujo objetivo principal é o desenvolvimento de um sistema de irrigação automatizado neste tipo de plantação, usando arduino, além disso, visa analisar o desenvolvimento e a produção desta cultura com o apoio da tecnologia. É uma pesquisa experimental, na qual a umidade do solo é usada como parâmetro para automatizar o sistema de irrigação da plantação. Finalmente, são apresentados os resultados obtidos, tais como, as diferenças observadas nas folhas das plantas de maracujá, a importância das tecnologias de baixo custo para os usuários, e os benefícios da automação. Ressalta-se que o custo para criar o sistema de irrigação por gotejamento na localidade, para 6 hectares de plantação, foi de 23 mil reais.*

## 1. Introdução

Com base nos dados do (IBGE, 2022), a Bahia é o estado que mais produz maracujá no Brasil, com rendimento médio de 12.268 Kg por hectare. “O plano de investimento prevê um desembolso inicial no valor aproximado de R\$15.900,00, considerando os itens de investimento necessários para a área de produção de 1 hectare (10.000 m<sup>2</sup>) e produzir 30 toneladas por hectare, mais os itens necessários ao funcionamento geral”, conforme explica o (Sebrae, 2017).

O maracujazeiro é uma planta de clima tropical e subtropical. A temperatura, a disponibilidade hídrica, a umidade relativa do ar, a luminosidade e a ocorrência de ventos são fatores de clima que exercem grande influência sobre as plantas, principalmente na longevidade, qualidade de frutos e produtividade (Neto et al., 2015).

Seu plantio requer áreas que apresentem baixa umidade relativa, sem geadas, sem ventos fortes e com incidência solar superior a 11 horas por dia. Por ser trepadeira exige estruturas de sustentação para sua produção (Sebrae, 2016). Condições contrárias a estas, como excesso de umidade e sombreamento, causam o aparecimento de fungos, bactérias e doenças que afetam o plantio.

“O método de irrigação mais comumente usado em plantações de maracujá é a irrigação localizada, particularmente a irrigação por gotejamento. Embora apresente um alto custo inicial, esse método é o mais eficiente e o que demanda menos energia”, conforme explica de Sousa and Borges (2023), no livro *Irrigação e fertirrigação na cultura do maracujá*, da Embrapa.

Na plantação usada como objeto de estudo, a irrigação é feita de forma manual. Outrossim, de acordo com o produtor Odinilson Amorim, para uma área de 6 hectares, foi investido em torno de 23 mil reais em materiais, além dos gastos relacionados à energia, que mensalmente variam entre 1.800 e 2.000 reais. Para que esse controle seja feito de forma automática, é necessária a aquisição de softwares embarcados, cujo custo é elevado.

O avanço da tecnologia tem trazido vários benefícios em diversos setores, inclusive na agricultura. A modernização e o aperfeiçoamento dos sistemas nesta área, culmina no aumento da competitividade econômica e da produção de insumos.

Entre os principais fatores do crescimento da produtividade “situam-se os investimentos em modernização – implantação de equipamentos de irrigação, sementes melhoradas, variedades de maior resposta, racionalização do plantio, aplicação de alta tecnologia, manejo do sistema de produção e desenvolvimento de capacidades dos produtores”(Christofidis, 2013).

Considerando que automação consiste em aliar a tecnologia às atividades cotidianas, executando tarefas com o mínimo de ação humana possível, suas vantagens para este tipo de plantação são: redução de mão de obra, economia de recursos hídricos, economia de energia, monitoramento da umidade do solo, otimização do tempo e boa distribuição de água.

Diante deste cenário, este trabalho consiste na criação de um sistema de irrigação automatizado, usando arduino, uma alternativa de baixo custo para os agricultores. O arduino é uma plataforma eletrônica de código aberto (open-source) e hardware livre e pode ser usado para desenvolver objetos interativos independentes, ou conectados a

softwares de computador, e trata-se de um ambiente multiplataforma, capaz de realizar inúmeras operações e automações pré-programadas.

Este projeto tem como finalidade, desenvolver um sistema de irrigação automatizado de uma plantação de maracujá, com uso de arduino, e analisar o desenvolvimento e a produção desta cultura com o apoio da tecnologia.

A estrutura deste artigo, divide-se da seguinte maneira: O capítulo 1, que possui a Introdução, a qual apresenta o tema do trabalho, além de fundamentar a motivação para realização desta pesquisa e a finalidade deste estudo, o capítulo 2, mostra os Trabalhos Correlatos, ou seja, estudos feitos anteriormente que são relevantes para o desenvolvimento deste artigo, o capítulo 3, contém a metodologia usada, o capítulo 4, onde é exposto os resultados obtidos, capítulo 5, que é a Conclusão e os capítulos 6 e 7, que são Trabalhos futuros e Referências, respectivamente.

## **2. Trabalhos Correlatos**

### **2.1. Gerência e automação de irrigação de plantio com a utilização de arduino.**

Em um trabalho anterior, conduzido por Cunha (2022), realizado na PUC - Goiás, foi desenvolvido um modelo de protótipo para um sistema de irrigação por aspersão automatizado tendo como base o uso para o plantio de soja. O modelo de arduino usado foi o Mega 2560 rev3. Este arduino possui 256 KB de memória flash para armazenamento de código (dos quais 8 KB são usados para o bootloader), 8 KB de SRAM (Static random access memory) e 4 KB de EEPROM (Electrically erasable programmable read-only memory).

O trabalho usou a faixa de umidade ideal para o plantio de soja em solos arenosos, ou seja, entre 60-80% (Embrapa, 2021). O sistema de irrigação era acionado automatização no período que o solo estivesse abaixo da faixa ideal de umidade.

Os sensores de umidade foram configurados utilizando os parâmetros condicionais referentes ao grão da soja, inicialmente foram declaradas três variáveis globais para leitura dos valores dos sensores de umidade. Após isto, foram definidos os pinos analógicos 0, 1 e 2 no modo INPUT, que são os pinos dos sensores de umidade. Foram definidos os pinos digitais 30, 31, 32 e 33 no modo OUTPUT, que são os pinos referentes às entradas do relé (Cunha, 2022).

A válvula solenóide e a motobomba usadas no projeto são ligadas, caso os valores obtidos pelos sensores forem menores 60% de umidade.

Destaca-se que o que difere os trabalhos são os métodos de irrigação utilizados pelos produtores, e os tipos de plantação, visto que, o trabalho feito por Cunha (2022) trata do cultivo de soja, e este trabalho será executado na cultura do maracujá, além das condições climáticas de cada região.

### **2.2. Uso do arduino na irrigação de hortas verticais.**

Em um trabalho recente, realizado por Marinho (2022), na universidade do Estado do Amazonas, “discorre sobre a aplicabilidade da plataforma de prototipagem Arduino para o monitoramento e registro das mudanças das variáveis umidade e temperatura do solo no cultivo de hortas, com enfoque para aquelas estabelecidas verticalmente”.

Foi usado a placa Arduino Mega R3 2560, que possui um controlador ATmega2560, a escolha se deu pelo fato dela possuir maior número de portas de entrada e saída em relação a outros modelos de Arduino. Além da placa de prototipagem, sensores de umidade e de temperatura compõem o sistema, e os dados são coletados e registrados.

O trabalho de Marinho (2022), trata de hortas verticais e usa umidade e temperatura como parâmetros para que a irrigação de hortaliças: *Allium schoenoprasum* (cebolinha), *Lactuca sativa* L. (alface) e *Coriandrum sativum* (coentro) seja feita, já neste projeto será usado apenas a umidade como variável para automatizar a irrigação do maracujá que é uma planta de clima tropical.

### **2.3. Protótipo de um sistema de irrigação por gotejamento automatizado utilizando plataforma arduino com o uso da internet das coisas.**

Um trabalho anterior de Guimarães e Conceição (2019), na Universidade Rural da Amazônia, buscou-se automatizar um protótipo de um sistema de irrigação por gotejamento utilizando a plataforma Arduino vinculada a comunicação via Internet das Coisas (IoT) para o monitoramento e controle do sistema.

Foi utilizada uma placa Arduino Mega R3 2560, cujo motivo da escolha foi seu baixo custo e o fato desta placa apresentar alta integração com diversos dispositivos, componentes como sensor de umidade do solo, Shield wifi, fonte chaveada, módulo relé, protoboard, jumpears, e uma válvula solenóide, também foram utilizados no desenvolvimento deste projeto.

Além disso, foi usado um aplicativo chamado Blynk para integrar aplicações criadas pelos autores com a plataforma arduino através da conexão desta, à internet, para que assim fossem geradas informações a respeito da umidade do solo, permitindo monitorar e controlar remotamente todo o sistema de irrigação por gotejamento e enviar estas informações ao usuário em tempo real (Guimarães and Conceição, 2019).

Nota-se que Guimarães e Conceição (2019) usaram IoT e enviavam as informações para um aplicativo móvel, utilizando dispositivos eletrônicos via wifi, já no trabalho que será desenvolvido, não haverá este tipo de conexão, outra diferença, será o comparativo entre a produção de maracujá entre um grupo usando a irrigação automatizada e um grupo com a irrigação manual.

## **3. Metodologia**

Este trabalho categoriza-se como uma pesquisa experimental. A umidade do solo é a característica usada como parâmetro na área em que o sistema de irrigação automatizado será implementado.

Considerando que existem estudos relacionados ao uso de arduino para automatizar irrigação de plantações, a fonte da pesquisa é classificada como secundária. Os resultados serão tratados como quantitativos, pois será possível observar e comparar os dados da plantação, e também como qualitativos, devido aos benefícios que o projetopropocionará ao agricultor.

De acordo com um estudo realizado pelo Ipea (2023), dentre os fatores que influenciam positivamente nas lavouras e na pecuária está a tecnologia, gerando bons resultados no setor agropecuário do Brasil, neste trabalho ela é associada ao plantio e cultivo

do maracujá, automatizando um sistema de irrigação deste tipo de plantação, visto que, para Reis (2015), “um sistema de irrigação bem projetado, além de garantir um melhor desenvolvimento de culturas diversas, também proporciona um maior aproveitamento dos insumos, contribuindo para um menor impacto ao meio ambiente”, trazendo economia de recursos hídricos e de energia, além de tornar a tecnologia mais acessível para o agricultor familiar.

A criação de projetos de baixo custo tornou-se comum com o passar dos tempos, além do fácil acesso a componentes capazes de desenvolver projetos complexos, como é o caso do arduino, o qual é uma plataforma de prototipagem eletrônica de código aberto que facilita o desenvolvimento de projetos de hardware e software. Ele é composto por duas partes principais: o hardware, que inclui a placa com seus componentes eletrônicos, e o software, que permite a programação e controle da placa. O principal componente da placa arduino é o microcontrolador, “responsável por processar o software e manipular as portas de entrada e saída. É o cérebro do sistema e funciona como um computador dentro de um pequeno chip” (USP, 2024). Essa integração de hardware e software torna-o uma ferramenta poderosa para a criar diversos projetos tecnológicos, de dispositivos simples a sistemas mais complexos.

Para o cultivo de maracujá existem alguns fatores para uma boa plantação, dentre estes, pode-se citar a umidade do solo, que pode ser controlada por meio da irrigação.

Conforme explica (Costa et al., 2000), “para o seu ideal desenvolvimento, a cultura do maracujá requer pelo menos 70 mm de água por mês ou 800 mm a 1.750 mm de chuvas bem distribuídas ao longo do ano”.

No experimento, foi usado o método de irrigação por gotejamento, uma técnica empregadas, especialmente em regiões com irregularidades ou baixa ocorrência de chuvas. Os gotejadores são conhecidos por aumentar a eficiência da produção e contribuir para a preservação do meio ambiente.

Dessa forma, “a água chega à superfície do solo através de gotas, as quais passam por emissores chamados gotejadores, que aplicam a água em pontos específicos no terreno”(Costa et al., 2000). Logo, a água é aplicada diretamente na área de maior concentração das raízes, aperfeiçoando o uso dos recursos hídricos.

Uma boa produção está relacionada ao método de irrigação, que deve ser preferencialmente por gotejamento, fornecendo água na quantidade certa, além de não molhar as folhas do maracujazeiro, evitando o aumento na incidência de doenças.

O estudo usa a umidade como parâmetro para que a irrigação aconteça, considerando a faixa de umidade ideal para solo arenosos, ou seja 60%, com margem de erro de 5% para menos, desta forma, a automatização do processo sempre será acionada quando o solo estiver abaixo da faixa ideal de umidade.

### **3.1. Região do estudo**

Este estudo será desenvolvido no Distrito de Itaquaraí, zona rural pertencente ao município de Brumado, localizado no sudoeste do estado da Bahia. A vegetação típica desta região é a caatinga, e o clima que predomina é o semiárido.

A Fig. 1 mostra a localização geográfica da área do estudo, retirada do cadastro

do INEMA do produtor.

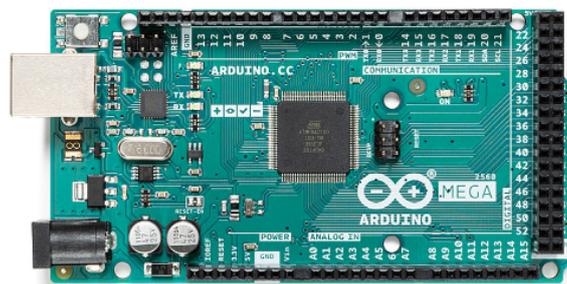


**Figura 1. Localização Geográfica da área do estudo. Fonte: Cadastro do INEMA do produtor, 2023.**

### 3.2. Materiais

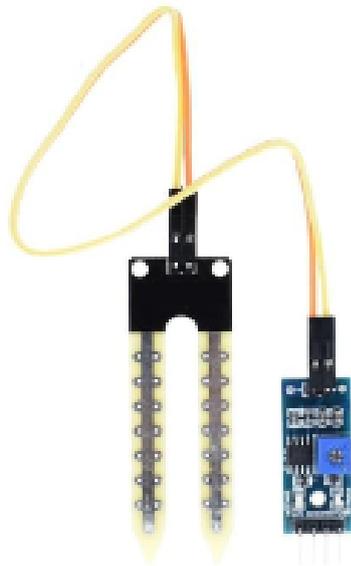
Para criação do sistema, foi usado o Arduino Mega 2560, o qual é uma placa microcontroladora baseada no ATmega2560, possui 54 pinos de entradas e saídas digitais onde 15 destes podem ser utilizados como saídas PWM, 16 entradas analógicas, 4 portas de comunicação serial e a alimentação pode ser feita tanto pela USB, como por uma alimentação externa, a qual, é feita através do conector Jack com positivo no centro, onde o valor de tensão da fonte externa deve estar entre os limites 6V. a 20V.

A Fig. 2 mostra o modelo do Arduino Mega 2560.



**Figura 2. Arduino Mega 2560. Fonte: arduino.cc.**

Para medir a umidade do solo é necessário um higrômetro, sensor capaz de detectar o nível de umidade do solo através de suas hastes, seu funcionamento ocorre de maneira inversamente proporcional em relação a sua saída, ou seja, quando o nível de umidade do solo estiver baixo, seu sinal de saída será alto, e quando a umidade estiver alta no solo, seu sinal de saída estará baixo. Utilizamos um sensor simples que contém um módulo HW-080 e um comparador HW-103, apresentado na Fig.3:



**Figura 3. Sensor de umidade. Fonte: Curto circuito, 2022.**

O sensor mede de 0 a 1023, de maneira inversamente proporcional, dessa forma, quando o sensor medir 0, o solo estará completamente úmido, já quando a umidade marcar 1023, indicará que o solo está completamente seco.

Também usamos o módulo relé, o qual tem como função facilitar o acionamento de cargas através de um microcontrolador. Neste trabalho, ele atua como uma ferramenta para ligar ou desligar um equipamento.

O Módulo Relé comum funciona como uma espécie chave que trabalha em três posições, Normal Aberto, Normal Fechado e Comum, sendo chaveada quando recebe uma tensão de 5V através do comando do microcontrolador.

Um relé pode ser ativado com uma pequena tensão de 5v por exemplo, vinda do Arduino, e controlar a válvula solenóide que opera em uma tensão maior (Guimarães and Conceição, 2019).

O relé pode ser observado na Fig.4:



**Figura 4. Módulo Relé. Fonte: Eletogate, 2024.**

Além dos componentes citados, usamos jumpers, que são peças plásticas que pos-

suem um pequeno filamento de metal responsável pela condução de eletricidade. Protoboard, uma placa de ensaio que serve como um protótipo de um aparelho eletrônico, com uma matriz de contatos que possibilita construir circuitos de teste sem que haja necessidade de solda e, assim, garantindo segurança e agilidade em diferentes atividades.

Nas Fig.5 e 6 exemplificam o que são Jumpers e Protoboard, respectivamente.



**Figura 5. Jumpers. Fonte: Robo-core.**



**Figura 6. Protoboard. Fonte: Casa da robótica.**

A válvula solenóide, que é um dispositivo eletromecânico usado para controlar o fluxo de líquido ou gás. Esta, é controlada pela corrente elétrica, que passa por uma bobina. Quando a bobina é energizada, um campo magnético é criado, fazendo com que um êmbolo dentro da bobina se mova. Logo, neste trabalho, ela controla o fluxo de água do sistema de irrigação por gotejamento do protótipo.

A Fig. 7 mostra a válvula solenóide que será utilizada neste projeto.



**Figura 7. Válvula solenóide. Fonte: Robocore.**

É uma mini fonte que serve para alimentar o projeto, que possui uma saída de 12V e 5W de potência, oferecendo a energia necessária para manter dispositivos funcionando com estabilidade.

A Fig. 8 é a mini fonte usada no projeto.



Figura 8. Mini fonte Hi-Link Fonte: Mercado livre.

### 3.3. Funcionamento do sistema

O fluxograma abaixo (Fig. 9) demonstra como é o funcionamento do protótipo do sistema de irrigação por gotejamento automatizado.

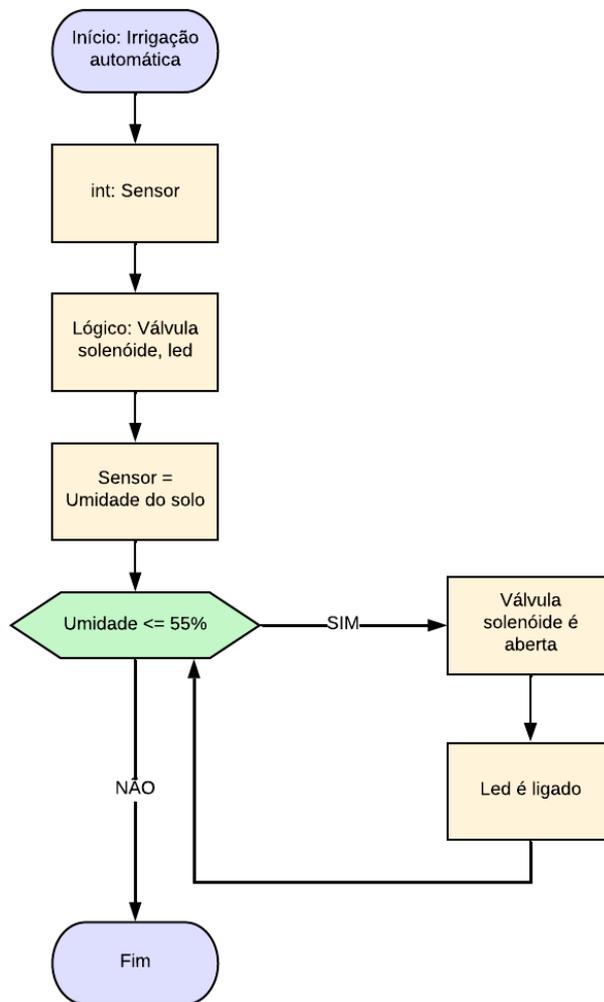


Figura 9. Fluxograma do projeto. Fonte: Autoria própria, 2024.

O sensor mede a umidade do solo, em seguida o arduino processará esse dado, caso a umidade do solo seja menor ou igual a 55% a válvula solenóide é aberta, fazendo com que a planta seja irrigada de forma automática. Porém, quando estiver medindo 60% ou mais a válvula solenóide não será acionada.

### 3.4. Montagem do sistema de automação

A Fig.10, ilustra a montagem do sistema de irrigação automática, desenvolvido neste trabalho. Os equipamentos usados no projeto possuem os seguintes pinos:



Figura 10. Irrigação automática. Fonte: Autoria própria, 2024.

- **sensor de umidade:** VCC, GND, A0;
- **Arduino:** VCC, GND, pinos analógicos e digitais;
- **Módulo relé:** VCC, GND, IN;
- **Válvula solenóide:** Pinos de alimentação;
- **Mini fonte:** Pinos de entrada e saída de energia;
- **Protoboard:** Linhas de alimentação;
- **LED:** Ânodo, Cátodo.

Conforme mostrado nas imagens acima, o pino VCC (Voltagem em corrente contínua) do sensor de umidade está conectado ao 5V do arduino, pois assim, o sensor recebe a tensão necessária para seu funcionamento. O GND (Filtro de densidade neutra) do sensor com o GND do arduino, e o pino de entrada A0 do sensor conectado ao pino A0 do Arduino, para que a leitura da umidade seja captada.

No módulo relé o VCC, também, está conectado ao 5V do arduino e o GND do relé ao GND do arduino e o pino IN conectado ao pino digital 8 do arduino, já a válvula solenóide, está ligada na entrada normalmente fechada e comum do relé, e na mini fonte, cuja, alimentação é de 12V, além disso, a fonte também está conectada ao arduino. No esquema do projeto a protoboard, funciona como uma fonte de alimentação e também serve para deixar as conexões mais organizadas, o ânodo do led está ligado ao pino 13 do arduino e o cátodo ao GND do arduino.

### 3.5. Orçamento do projeto

A Tab.1 traz o orçamento que será gasto neste projeto, destaca-se que este será um investimento do produtor, e a cotação dos materiais foi realizada em maio de 2023.

Componente	Valor unitário - frete incluso(R\$)	Quantidade	Total (R\$)
Arduino Mega 2560	R\$ 175,48	1	R\$ 175,48
Sensor de umidade	R\$ 15,21	1	R\$ 15,21
Relé 5V	R\$ 19,90	1	R\$ 19,90
Válvula Solenóide	R\$ 35,55	1	R\$ 35,55
Jumpers	R\$ 9,90	1	R\$ 9,90
Protoboard	R\$ 42,29	1	R\$ 42,29
Mini fonte 5V	R\$ 45,00	1	R\$ 45,00
CUSTO TOTAL:			<b>R\$ 343,33</b>

**Tabela 1. Custos do projeto. Fonte: Autoria própria, 2024.**

### 3.6. Código-fonte

Com base na documentação, o arduino “é uma plataforma eletrônica de código aberto baseada em hardware e software de fácil uso, ele funciona nos sistemas operacionais Linux, Windows e MacOS, suas placas são capazes de ler entradas e transformá-las em uma saída, além de que o arduino pode ser usado para aplicações IoT, impressão 3D e ambientes embarcados”(Arduino, n.d.).

A programação em Arduino é feita em uma estrutura setup-loop, que separa o código que será rodado apenas uma vez no começo da execução e o código que será rodado várias vezes durante a execução (Bandeira, 2020).

No setup(),<sup>1</sup> foi configurado os pinos que são usados nos trabalho, sendo eles:

- **sensor**, como input (entrada);
- **led**, como output (saída);
- **relé**, também como output.

Já na função loop(), está as funcionalidades do sistema, na seguinte ordem:

1. Leitura do valor analógico do sensor de umidade;
2. Conversão do valor lido no sensor (0-1023) para umidade percentual (100-0), colocando-o em uma relação inversamente proporcional, utilizando a função map;
3. Impressão do valor lido no monitor serial;
4. Por fim, Verificação da umidade e controle do relé.

Destaca-se, que a leitura do sensor para ativação/desativação do relé é feita de 1 em 1 hora.

A Fig. 11 ilustra um teste do projeto, mostrando a medida do sensor no solo seco e no solo úmido.

<sup>1</sup>Código-fonte: <https://github.com/amandafagundesamorim/Irriga-o-Autom-tica>

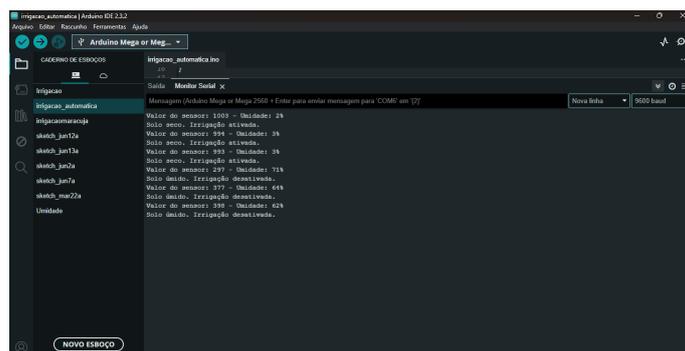


Figura 11. Teste do projeto. Fonte: Autoria própria.

#### 4. Resultados

O trabalho foi implantado no dia 01 de julho de 2024, no período da tarde, a plantaçaõ está dividida em duas “ruas”, sendo uma irrigada manualmente e a outra de forma automática, configurando assim, um grupo para teste e outro para controle como mostra a Fig.12.

No processo de irrigação manual o produtor, molha a plantaçaõ de forma intuitiva, pela manhã e pela tarde, o setor é irrigado até o que o local onde o maracujazeiro está plantado seja encharcado de água.



(a) Rua com automação



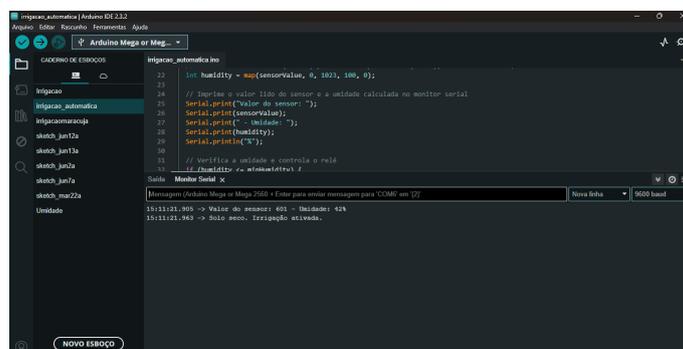
(b) Rua sem automação

Figura 12. Comparação entre ruas. Fonte: Autoria própria, 2024.

Em contrapartida, na irrigação automática o sensor faz a leitura da umidade a cada 1 hora, quando a umidade é menor igual a 55% o relé é acionado, ligando a válvula solenóide e irrigando a plantaçaõ até que a umidade atinja 60%. O sistema de irrigação automática fica ligado o dia todo realizando 24 leituras da umidade por dia.

Outro ponto de destaque, é que o solo já havia sido irrigado pelo produtor no dia 01 pela manhã para que as mudas fossem plantadas, entretanto, apresentava folhas murchas e a umidade do solo estava medindo 42%.

A Fig.13, explicita a medida da umidade do solo no dia que o projeto foi implementado.



```
1 // humidity = analog(sensoValue, 0, 1023, 100, 0);
2
3 // Imprime o valor lido do sensor e a unidade calculada no monitor serial
4 Serial.print("Valor do sensor: ");
5 Serial.println(sensoValue);
6 Serial.print(" - Umidade: ");
7 Serial.println(humidity);
8 Serial.println("°C");
9
10 // verifica a umidade e controla a rede
11 // humidity <= minUmidade ?
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
2567
2568
2569
2570
2571
2572
2573
2574
2575
2576
2577
2578
2579
2580
2581
2582
2583
2584
2585
2586
2587
2588
2589
2590
2591
2592
2593
2594
2595
2596
2597
2598
2599
2600
2601
2602
2603
2604
2605
2606
2607
2608
2609
2610
2611
2612
2613
2614
2615
2616
2617
2618
2619
2620
```

justificar as folhas do maracujazeiro que está sendo irrigado manualmente apresentarem um aspecto queimado nas bordas e no centro das folhas, pois, no processo de irrigação o produtor deixa o solo encharcado de água, com a alta temperatura da região, a água seca e a planta absorve o sal.

A Fig. 15 mostra a comparação entre dois pés de maracujá da plantação.



**(a)** Maracujazeiro com automação



**(b)** Maracujazeiro sem automação

**Figura 15. Comparação entre maracujazeiros. Fonte: Autoria própria, 2024.**

A Fig.16 mostra a plantação de maracujá na Fazenda Lagoa da Estrada usada no experimento.



**Figura 16. Plantação usada no experimento. Fonte: Autoria própria, 2024.**

A utilização do arduino torna a tecnologia mais acessível aos pequenos produtores, visto que, na agropécuaaria os equipamentos tecnológicos disponíveis no mercado possuem um custo elevado, além disso, a automação tem papel importante na eficiência do processo, na qualidade e disponibilidade das frutas produzidas, e também, com o uso da tecnologia é possível estabelecer um padrão na produção dos insumos.

## **5. Conclusão**

A finalidade deste projeto, foi desenvolver um sistema de irrigação automatizado de uma plantação de maracujá, com uso de arduino, e analisar o desenvolvimento e a produção desta cultura com o apoio da tecnologia, desse modo, foi realizado uma pesquisa sobre a monocultura explorada no trabalho, bem como, os tipos de irrigação, além de uma revisão e aprofundamento dos estudos em relação a desenvolvimento de projetos eletrônicos.

Usou-se Arduino, para criação do sistema de irrigação autônomo, pois, além de ser aplicado em programação e robótica, sua usabilidade está associada a diversas áreas, sendo capaz de construir instrumentos científicos de baixo custo, suas funções podem ser utilizadas em projetos relacionados ao dia a dia e em até instrumentos científicos complexos. No contexto deste trabalho, considera-se os dados coletados pelo sensor de umidade como entrada e a ativação do sistema de irrigação como saída.

Suas instruções são enviadas para o microcontrolador na placa, para que aconteça a execução, e é usado a linguagem de programação Arduino (baseada em Wiring), e o Software Arduino (IDE), baseado em Processamento (Arduino, n.d.).

Observa-se que o sistema desenvolvido atendeu às necessidades identificadas no início do projeto. A automação da plantação mostrou-se benéfica ao produtor, propor-

cionando economia de mão de obra, uma vez que com seu uso não há necessidade de monitorar manualmente a irrigação ou retornar ao campo para desativar o fluxo de água. Também, houve economia de recursos hídricos, pois em dias de alta umidade, a irrigação não acontece, influenciando da mesma forma na redução de custos, já que apenas a quantidade necessária de água é utilizada, e otimização do tempo, permitindo que o produtor foque em outras atividades.

Analisando o plantio, nota-se as diferenças descritas na Tab.2, a seguir:

Características	Rua com automação	Rua sem automação
Coloração	Verde (normal)	Verde (normal)
Folhas com aspecto queimado	Não	Sim
Presença de doenças	Não	Não
Presença de fungos	Não	Não
Presença de bactérias	Não	Não

**Tabela 2. Comparação das características entre os maracujazeiros. Fonte: Autoria própria, 2024.**

Portanto, os maracujazeiros, onde o sistema de irrigação está implantado, apresentam um crescimento estável, sem a presença de doenças, fungos e bactérias. As folhas também demonstram uma colocação verde saudável.

As tabelas Tab.3 e Tab.4 apresentam comparações entre as medidas da altura, largura e diâmetro do caule de quatro amostras. A Tabela 3 mostra as medidas das amostras coletadas em ruas com automação, enquanto a Tabela 4 apresenta as medidas para as amostras de ruas sem automação. Essas comparações atuam como métricas para avaliar o impacto da automação nas características do caule das amostras analisadas.

Rua com automação			
Amostras	Altura (cm)	Largura (cm)	Diâmetro (cm)
Amostra 1	260	4	1,1
Amostra 2	210	3,3	1
Amostra 3	250	3,6	1
Amostra 4	230	4	1,1

**Tabela 3. Tabela de medidas do caule da rua com automação. Fonte: Autoria própria, 2024.**

Rua sem automação			
Amostras	Altura (cm)	Largura (cm)	Diâmetro (cm)
Amostra 1	200	3,5	1
Amostra 2	180	3	1
Amostra 3	225	4	1,2
Amostra 4	200	3,3	1

**Tabela 4. Tabela de medidas do caule da rua sem automação. Fonte: Autoria própria, 2024.**

A Tab.5 e a Tab.6 apresentam comparações entre as medidas do comprimento e largura das folhas de quatro amostras. Enquanto a Tabela 5 mostra as medidas das

amostras coletadas em ruas com automação, a Tabela 6 apresenta as medidas para as amostras de ruas sem automação.

Rua com automação		
Amostras	Comprimento (cm)	Largura (cm)
Amostra 1	21,5	24
Amostra 2	18	20
Amostra 3	21,2	22
Amostra 4	24	24

**Tabela 5. Tabela de medidas das folhas da rua com automação. Fonte: Autoria própria, 2024.**

Rua sem automação		
Amostras	Comprimento (cm)	Largura (cm)
Amostra 1	16,5	19
Amostra 2	19,5	23,5
Amostra 3	22,5	24
Amostra 4	18	23

**Tabela 6. Tabela de medidas das folhas da rua sem automação. Fonte: Autoria própria, 2024.**

## 6. Trabalhos futuros

Futuramente, será possível acrescentar novas funcionalidades ao projeto, bem como explorar novas áreas e tecnologias, por exemplo, inserir um display LCD para que o produtor veja a porcentagem da umidade do solo, estabelecer uma conexão com a internet, usando IoT (Internet das coisas) para monitorar e coletar os dados da plantação em tempo real e automatizar outros fatores que são essenciais para uma boa produção, como a luminosidade.

Além de usar o sistema em outras culturas que são cultivadas na localidade, como melancia e tomate, tanto para irrigação de mudas quanto para a irrigação de toda plantação.

## Referências

- Arduino. Arduino documentation, n.d. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/Guide>. Acesso em: 01 Jul. 2024.
- Bandeira. Programação arduino, 2020. Disponível em: <http://adaec.icmc.usp.br/wiki/programacao-arduino>. Acesso em: 01 Jul. 2024.
- A.J.C. de Carvalho, D.P. Martins, P.H. Monerat, and B. Salassier. Produtividade e qualidade do maracujazeiro amarelo em resposta à adubação potássica sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 21(3):333–337, 1999. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/ybjjtdDvMMXkhh6YsTcn9dc/>. Acesso em: 06 Ago. 2024.
- Demetrios. Christofidis. Água, irrigação e agropecuária sustentável. *Revista de Política Agrícola*, 22(1):115–127, Maio 2013. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/286/247>. Acesso em: 24 Abr. 2023”.
- Edio Luiz da Costa, Valdemicio Ferreira de Sousa, Luís Carlos Nogueira, and Heloísa Mattana Saturnino. A cultura do maracujazeiro. *Informe Agropecuário*, 21(206):59–66, setembro/outubro 2000. Disponível em: <https://www.livrariaepamig.com.br/docs/ia-206-a-cultura-do-maracujazeiro/>. Acesso em: 19 maio 2023.
- J. R. M. Costa, C. A. A. Lima, E. D. P. A. Lima, L. F. Cavalcante, and F. K. D. Oliveira. Caracterização dos frutos de maracujá-amarelo irrigado com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5(1):143–146, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/qRBBvDcPBfFTyVgzkpbWv9y/>. Acesso em: 06 Ago. 2024.
- Mateus Spindula Souza Cunha. Gerência e automação de irrigação de plantio com a utilização de arduino. Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC), Goiânia, 2022. Disponível em: <https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/4431>. Acesso em: 20 Mar. 2023.
- Valdemício Ferreira de Sousa and Ana Lúcia Borges. Irrigação e fertirrigação na cultura do maracujá. In *Irrigação e Fertirrigação em Fruteiras e Hortaliças*, chapter 17, pages 501–507. Embrapa, 2023. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/915597>. Acesso em: 20 Mar. 2023.
- Embrapa. *Cultivo de Soja no Cerrado de Roraima*. Embrapa Roraima, Roraima, Brasil, 3<sup>a</sup> edition, 2021. ISBN ISSN 1809-2675. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1155482/cultivo-de-soja-no-cerrado-de-roraima>. Acesso em: 18 Ago. 2024.
- R. dos S. Guimarães and R. C. da Conceição. Protótipo de um sistema de irrigação por gotejamento automatizado utilizando plataforma arduino com o uso da internet das coisas, 2019. Disponível em: <http://bdta.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1401>. Acesso em: 18 Mar. 2023.
- IBGE. Produção agropecuária de maracujá na bahia, 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/maracuja/ba>. Acesso em: 20 Jun. 2024.
- Ipea. *Agropecuária Brasileira: evolução, resiliência e oportunidades*. Rio de Janeiro, 2023. ISBN 978-65-5635-053-0. Disponível: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/12242>. Acesso em: 21 Mar. 2024.

- P. F. Marinho. Uso do arduino na irrigação de hortas verticais, 2022. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br//handle/riuea/4573>. Acesso em: 19 Mar. 2023.
- Romeu de Carvalho Andrade Neto, Jacson Rondinelli da Silva Negreiros, Fábio Gelape Faleiro, Keize Pereira Junqueira, Sônia Regina Nogueira, Rodrigo Souza Santos, Ueliton Oliveira de Almeida, and Ana Maria Alves de Souza Ribeiro. Recomendações técnicas para o cultivo do maracujazeiro-amarelo cvs. brs gigante amarelo e brs sol do cerrado. Technical Report 187, Embrapa, Rio Branco, AC, July 2015. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1029147>. Acesso em: 20 Jun. 2024.
- J. S. Reis. Sistema de controle aplicado à automação de irrigação agrícola. Monografia (Graduação) – Tecnologia em Automação Industrial, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015. 73p. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/27319>. Acesso em: 19 maio 2023.
- Rogério Ritzinger, Ivo Manica, and João Riboldi. Efeito do espaçamento e da época de colheita sobre a qualidade do maracujá amarelo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 24(2):241–245, 1989. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/14275/8191>. Acesso em: 06 Ago. 2024.
- Sebrae. O cultivo e o mercado do maracujá, 2016. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-maracuja,108da5d3902e2410VgnVCM100000b272010aRCRD>. Acesso em: 19 Mar. 2023.
- Sebrae. Perfil de negócios - maracujá, 2017. Disponível em: <https://sebrae.com.br/Sebrae/Portal>
- USP. Introdução, 2024. Disponível em: <https://sites.usp.br/ltsi/introducao/>. Acesso em: 17 Ago. 2024.