



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
ESCOLA AGROTÉCNICA**



**KAIO GUILHERME FERRAZ DE SOUSA SILVA
PAULO VICTOR DE SENA REIS DE SOUZA**

**PRECISÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA BASEADA EM ARDUINO PARA
USO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Boa Vista

2020

KAIO GUILHERME FERRAZ DE SOUSA SILVA
PAULO VICTOR DE SENA REIS DE SOUZA

**PRECISÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA BASEADA EM ARDUINO PARA
USO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

**Relatório de estágio supervisionado apresentado
como pré-requisito para conclusão do curso Técnico
em Agropecuária da Escola Agrotécnica da
Universidade Federal de Roraima - UFRR.**

**Orientadora: Prof.. Esp. Jhionatan Cavalcante L.
Aguar**

Boa Vista
2020

KAIO GUILHERME FERRAZ DE SOUSA SILVA

PAULO VICTOR DE SENA REIS DE SOUZA

**PRECISÃO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA BASEADA EM ARDUINO PARA
USO NA AGRICULTURA FAMILIAR**

Relatório apresentado como pré-requisito para conclusão do curso Técnico em Agropecuária da Escola Agrotécnica da Universidade Federal de Roraima. Área de concentração: Agropecuária. Defendido em 27 de novembro de 2020 e avaliada pela seguinte banca examinadora:

Prof. Prof.. Esp. Jhionatan Cavalcante L. Aguiar
Orientadora/Curso Técnico em Agropecuária – Eagro/UFRR

Prof. Maria Helena Cantuário Alves
Curso Técnico em Agropecuária – Eagro/UFRR

Prof. MSc. Jorge Luiz Cremonetti Filho
Curso Técnico em Agropecuária – Eagro/UFRR

Boa Vista
2020

AGRADECIMENTOS

Ao nosso orientador Prof.. Esp. Jhionatan Cavalcante L. Aguiar que apesar da intensa rotina de sua vida acadêmica aceitou ser nos orientar nesse trabalho. As suas valiosas indicações fizeram toda a diferença.

Ao Prof.. MSc. Francisco dos Santos Silva pela paciência, toda a influência positiva e a toda ajuda que ele pode atribuir a nossa jornada.

A minha equipe de trabalho, pelo incentivo nos momentos de desânimo, tornar as horas de trabalho mais leve e menos cansativa. E dessa forma esse trabalho possível.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1. IDE.....	14
FIGURA 2. ARDUINO MEGA 2560.....	15
FIGURA 3. SENSOR TERMO HIGRÔMETRO.....	16
FIGURA 4. SENSOR LDR.....	16
FIGURA 5. SENSOR DE CHUVA	17
FIGURA 6. MÓDULO MICRO SD.....	17
FIGURA 7. FONTE 9V.....	18
FIGURA 8. ESTAÇÃO COMPLETA.....	20
FIGURA 9. MONTAGEM DO SISTEMA INTERNO.	21
FIGURA 10. NOVO COMPARTIMENTO EXTERNO.	21
FIGURA 11. NOVO SISTEMA INTERNO.	22
FIGURA 12. GANCHOS DE FIXAÇÃO.....	22
FIGURA 13. REQUISIÇÃO DE DADOS PELA ESTAÇÃO NO MONITOR SERIAL.....	24
FIGURA 14. DADOS EM TEMPO REAL APÓS A CONFIGURAÇÃO.	25
FIGURA 15. ARQUIVO BRUTO DOS DADOS COLETADOS DA ESTAÇÃO.....	25

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. TABELA DA PINAGEM DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS.....	19
TABELA 2. DIMENSÕES DA ESTAÇÃO.....	23

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICOS 1. COMPARAÇÃO DE TEMPERATURA 1º DIA.....	26
GRÁFICOS 2. COMPARAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR PARA O 1º DIA.	27
GRÁFICOS 3. COMPARAÇÃO DO HORÁRIO DE CHUVA PARA O 1º DIA.	28
GRÁFICOS 4. COMPARAÇÃO DE TEMPERATURA 2º DIA.....	29
GRÁFICOS 5. COMPARAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR PARA O 2º DIA.	30
GRÁFICOS 6. COMPARAÇÃO DO HORÁRIO DE CHUVA PARA O 2º DIA.	30
GRÁFICOS 7. COMPARAÇÃO DE TEMPERATURA 3º DIA.....	31
GRÁFICOS 8. COMPARAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR PARA O 3º DIA.	32
GRÁFICOS 9. COMPARAÇÃO DO HORÁRIO DE CHUVA PARA O 3º DIA.	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1 JUSTIFICATIVA	10
1.2. OBJETIVOS.....	10
1.2.1 OBJETIVO GERAL.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 AGROMETEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA.....	11
2.2 CONDICIONANTES DO CLIMA E DO TEMPO PARA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA	11
2.3 ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM BASE EM ARDUINO	12
3. METODOLOGIA	14
3.1 MATERIAIS	14
3.1.1 CENTRAL DE PROCESSAMENTO.....	15
3.1.2. TERMO HIGRÔMETRO	15
3.1.3. LUXÍMETRO	16
3.1.4. SENSOR DE CHUVA	17
3.1.5. DATALOGGER	17
3.1.7 ALGORITMO	18
3.2 MONTAGEM DO SISTEMA	18
3.2 CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA.....	20
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
4.1 CONFIGURAÇÃO DA ESTAÇÃO É COLETA DE DADOS	24
4.2 ANÁLISE DOS DADOS	26
5. CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS.....	35
APÊNDICE	37

1. INTRODUÇÃO

Em diversos setores da sociedade há necessidade de monitoramento de dados meteorológicos e climatológicos, em especial, em atividade econômicas. Dois conceitos próximos, mas distintos, são o Tempo atmosférico e o Clima atmosférico. O Tempo será o estudo de fenômenos meteorológicos Num dado momento (Algumas horas..., ou períodos do dia: manhã, tarde ou noite); o Clima é o estudo correspondendo a um tempo maior de fenômenos atmosféricos, como, por exemplo, as análises nos períodos das estações do ano. Dessa forma, a Meteorologia é um campo que estuda as Ciências Atmosféricas, compreendendo o Tempo e o Clima do passado, do presente e realizando previsões para o futuro (LAZZAROTTO, PEIXOTO, 1995).

Tendo como critério a influência das condições atmosféricas sobre as atividades humanas, a Meteorologia possui divisões especializadas com objetivos bem focados sendo uma delas a Agrometeorologia (ou Meteorologia Agrícola), voltada para as condições atmosféricas e suas consequências no ambiente rural. As condições climatológicas indicam o tipo de atividade agrícola mais viável de um local, e as condições meteorológicas determinam o nível de produtividade para aquela atividade, num certo período (PEREIRA, ANGELOCCI, SENTELHAS, 2007, p.1).

Sobre o quesito de sistema de irrigação o produtor tende a não utilizar sistemas convencionais devido a seu alto custo, falta de conhecimento e orientação técnica. Dessa forma, nas vezes quando o utiliza, todo o controle e monitoramento são feitos de forma manual, sem o auxílio de máquinas e essa prática pode acarretar inúmeros problemas proveniente da desuniformidade de aplicação de água devido o desperdício, gasto de energia e déficit na produção. É difícil saber quando irrigar, ou quanto de água aplicar no cultivo, juntando com as variáveis de temperatura do ar, umidade do solo e atmosfera, tipo de solo e etc. (CUNHA & ROCHA, 2015).

Os sistemas de irrigação automáticos surgem com ótima uma ferramenta para essas reduções dificuldades, pois conseguem ter valores muito precisos em relação a água se correlacionando com a umidade do solo. . Outro fator importante, com a automação o agricultor vai ter mais tempo para outras atividades.

1.1 JUSTIFICATIVA

O presente projeto de pesquisa tem como finalidade estudar o comportamento das variáveis climáticas (grandezas físicas) do ar e do solo de importância para o estudo da Agrometeorologia e Climatologia, através do monitoramento de informações coletadas através dos sensores eletrônicos da Microestação Meteorológica.

Até o presente momento, não há informações sobre a viabilidade de uma Microestação construída por meio de Prototipagem com Arduino, para suporte em todos os aspectos do início, meio e fim das espécies cultivadas na região. Há necessidade no P.A. Nova Amazônia de ter informações quanto aos três itens afirmados por Cunha (2001 apud Radin, Matzenauer, 2016): a previsão propriamente dita, a comunicação de previsões, e o uso das previsões para tomada de decisões.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma estação meteorológica utilizando a plataforma arduino, objetivando comparar os resultados obtidos dos valores capturados com os dados coletados da estação meteorológica do aeroporto internacional de Boa Vista/RR.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver uma estação meteorológica automática, usando a plataforma Arduino.
- Coletar dados dos sensores de temperatura e umidade relativa do ar, luminosidade e chuva buscando avaliar o funcionamento da estação meteorológica automática em exposição a condições climáticas.
- Avaliar a viabilidade econômica dos componentes usados na automação da estação meteorológica.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 AGROMETEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA

A Agrometeorologia (ou Meteorologia Agrícola) é um dos ramos da Meteorologia (ciência que estuda fenômenos físicos atmosféricos) com foco na pesquisa aplicada no setor agrícola. É um ramo que analisa as condições do Tempo (situação atmosférica num instante). Os pesquisadores desse ramo têm o intuito de não somente acompanhar diariamente a situação do Tempo, mas realizar previsões futuras, com base em dados do presente e do Clima de períodos anteriores, para tomada de decisões nos cultivos da agricultura (PEREIRA, ANGELOCCI, SENTELHAS, 2002).

Assim, é de suma importância a análise estatística dos valores médios sequências (características do Clima) ao longo do ano, tendo parâmetros científicos para diagnosticar quais os cultivos e tomada de decisões mais apropriados para o próximo ano. Enquanto a Agrometeorologia estuda o Tempo instantaneamente, sinalizando o nível de produtividade dos cultivos; a Climatologia analisa o Clima por períodos médios, indicando quais os possíveis cultivos mais viáveis num local (PEREIRA, ANGELOCCI, SENTELHAS, 2002).

2.2 CONDICIONANTES DO CLIMA E DO TEMPO PARA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

A disponibilidade periódica de energia e água (dois itens do meio ambiente) numa região determinará o potencial da produtividade agrícola. As variáveis climáticas influenciam diretamente no desenvolvimento dos cultivos, dos insetos, dos microrganismos, e na energia por biomassa. O potencial de uma cultura a ser desenvolvida num local é feita por Modelos Agroclimáticos, subsidiando a previsão de safras (PEREIRA, ANGELOCCI, SENTELHAS, 2002).

A temperatura do ar é uma das variáveis que influenciam nas fases e no ciclo da produção dos vegetais e no desenvolvimento de insetos. Essa correlação é feita por um índice bioclimático: Graus – dias, que avalia o quanto de temperatura num dia interferiu positivamente

no desenvolvimento (metabolismo) de uma espécie. O fotoperíodo (máximo de número de horas de raios solares) é outro índice bioclimático, pois tem espécies vegetais que só entram no estágio de reprodução num valor crítico específico de fotoperíodo (PEREIRA, ANGELOCCI, SENTELHAS, 2002).

Os fungos fitopatógenos (que invadem as plantas para subsistência) têm três fases típicas: pré – penetração, penetração, pós – penetração. A pré – penetração e a penetração ocorrem de acordo a temperatura e o tempo de umidade (por conta do orvalho e chuva) sobre os cultivos são fatores diretos para germinação dos esporos e penetração nos tecidos vegetais.

O Vento também é um elemento que diretamente influencia a produção, pois devido o atrito nos cultivos pode lesioná – las favorecendo a penetração de fitopatógenos. Dessa forma, a análise criteriosa dessas condicionantes possibilitará o agente inferir das condições ambientais para os cultivos e o gerenciamento de defensivos agrícolas (PEREIRA, ANGELOCCI, SENTELHAS, 2002).

O Balanço Hídrico Climatológico é a análise da disponibilidade de água no solo, demonstrando se há excesso ou escassez de água. Esse balanço é realizado entre chuva e evapotranspiração e das variáveis atmosféricas (radiação solar, umidade do ar, velocidade do vento). Todos os aspectos atmosféricos e da superfície interferem na qualidade dos cultivos (PEREIRA, ANGELOCCI, SENTELHAS, 2002).

Os efeitos das variáveis climatológicas não só interferem na agricultura, mais também na pecuária. Assim, todas variáveis físicas do clima implicam diretamente na fecundidade, na gestão e na eficiência da produção animal. O ganho de massa corporal do animal, a qualidade de: ovos, leite e pele está relacionado ao seu estado de estresse físico diante da temperatura do ambiente, de ventos, de chuvas, etc. O crescimento do pasto e a ocorrências de pragas também são influenciados diretamente (PEREIRA, ANGELOCCI, SENTELHAS, 2002)

2.3 ESTAÇÃO METEOROLÓGICA COM BASE EM ARDUINO

A plataforma Arduino é uma interface Open Source, permitindo a construção de produtos eletrônicos e automatizados para diversas aplicações, com custo-benefício reduzido. A prototipagem com Arduino consiste em duas partes: no Arduino IDE – é o ambiente desenvolvido na linguagem de programação em C++, onde toda a programação de automação

é realizado; e na configuração da conexão dos componentes, sensores eletrônicos na placa Arduino. Toda a programação da operação fica armazenada no microcontrolador, que é um Circuito Integrado (CI) que fica acoplado na placa de interface do Arduino. É por meio do microcontrolador que toda ação e coleta de informações dos sensores são controladas e armazenadas (por exemplo, num cartão de memória ou na WEB, via Ethernet) (MOTA, 2015; REIS, 2017; ROCHA et al., 2017; SILVA, 2015; SOUSA, 2015).

Segundo Reis (2017); Sabo (2011), a Microestação com Arduino atenderam as expectativas e foi eficiente no monitoramento de variáveis climáticas, podendo a estação ser aplicado em qualquer setor que necessite de dados climáticos, bastando alteração no código fonte da programação para cada necessidade; em seu trabalho, Reis (2017) observou que alguns sensores tiveram oxidação, necessitando de serem substituídos por produtos de melhor qualidade, e que o sensor de humidade do solo não é eficiente para o monitoramento do teor de água menor que 20%.

Moura (2018) apresenta a existência de viabilidade econômica, comparado à Estações Comerciais, que custa cerca de sete (7) vezes a mais; o mesmo conclui que o seu trabalho teve 98% de acurácia ao comparar as medidas obtidas com estações comerciais, porém necessitando calibração dos sensores para ter dados confiáveis; além disso, em suas análises, ao comparar os resultados de sua Microestação com os dados da Estação do INMET, houve de 92% a 100% de precisão, contudo, o referido autor cita que há necessidade de avaliar de forma mais profunda a confiabilidade e a durabilidade dos componentes eletrônicos. Porém, Rocha (2015) afirma que algumas medidas apresentaram valores errôneos em seu trabalho, mas que poderá ser corrigidos com uso de sensores de melhor precisão

3. METODOLOGIA

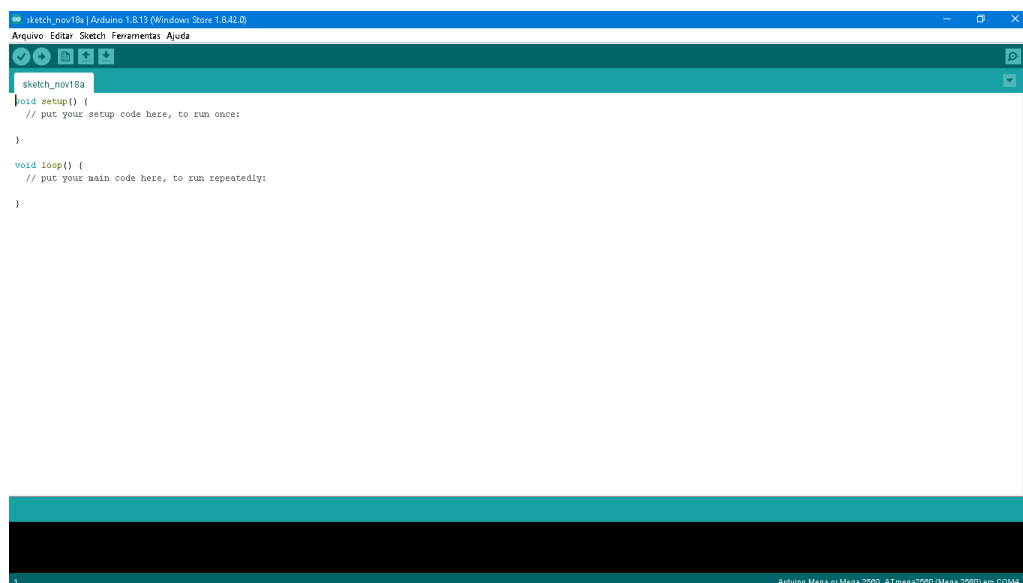
3.1 MATERIAIS

Todos os materiais utilizados para a construção da estação são baseados na plataforma arduino de Eletrônicos embarcados, É a escolha dessa plataforma foi devido tanto ao baixo preço na aquisição de peças quanto na facilidade de montagem.

É Como o Arduino é uma plataforma Open Source (código livre) e de domínio público, boa parte da lógica de programação, da operação dos sensores de leitura de variáveis físicas climáticas e do armazenamento das informações (quer seja num cartão de memória, quer seja via Ethernet) serão realizadas através de bibliotecas (informações do código da programação) de domínio público. Alguns fabricantes de sensores, que serão utilizados no projeto, disponibilizam essas bibliotecas, podendo realizar alterações e disponibilizar para o público geral interessado nas informações. Além disso, no próprio site oficial do Arduino (<http://www.arduino.cc/>) há essa facilidade de encontrar as bibliotecas para cada módulo/sensor que foi implementado no projeto.

A IDE(Ambiente de desenvolvimento integrado) é um software de programação que auxilia na criação de códigos é envia eles para a placa arduino de forma segura, Ele é disponibilizado pela própria arduino no link:<<https://www.arduino.cc/en/software>> sendo totalmente gratuito além de ter total compatibilidade com todas as placas da família arduino.

Figura 1. IDE



Fonte: arquivo pessoal.

3.1.1 CENTRAL DE PROCESSAMENTO

A central de processamento em questão é a plataforma arduino mais especificamente o arduino Mega com o processador atmega2560 como vemos na figura 2 , Cujos todos os dados são recebidos por essa placa, Processados e analisados de acordo com o código que lhe foi programado,

Figura 2. ARDUINO MEGA 2560.



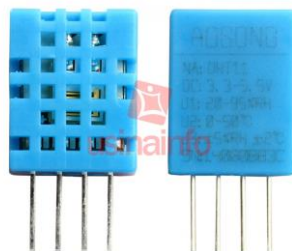
Fonte: [USINA INFO](#)

A escolha desse modelo arduino foi por sua grande disponibilidade de portas digitais totalizando 54 portas, Isso acaba dando mais flexibilidade quanto ao número de sensores e periféricos, Pois isto possibilita possíveis melhorias futuras, Como adição de mais sensores ou até mesmo funcionalidade mais complexa como um módulo de wi-fi, Que possibilitaria o acesso remoto em tempo real aos dados da estação além de que esse modelo específico conta com um dos microprocessadores mais potentes no mercado de embarcado e pode ser facilmente substituído por outras placas da mesma família arduino.

3.1.2. TERMO HIGRÔMETRO

O sensor utilizado foi o DHT11 que permite fazer leituras de temperaturas entre 0 a 50 graus Celsius e umidade entre 20 a 90%, Com uma precisão de leitura de temperatura de $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ e de umidade $\pm 5.0\% \text{ UR}$, de acordo com fabricante,

Figura 3. SENSOR TERMO HIGRÔMETRO.



Fonte: [USINA INFO](#)

3.1.3. LUXÍMETRO

Dispositivo capaz de alterar sua resistência de acordo com a quantidade de luz que lhe incide tendo assim dados de incidência luminosa dada em lux,

O sensor utilizado foi o LDR de 5mm do modelo: GL5528, Medição foi feita Analisando a resistência do sensor pelas portas analógicas do arduino, O sensor passava os valores de 0 à 1024 dependendo da luz que incidia sobre ele, É de acordo com o fabricante sua Resistência no escuro: $1\text{ M}\Omega$ (Lux 0) e sua Resistência na luz: $20\text{ K}\Omega$ (Lux 10) que seria o valor máximo de luminância que ele seria capaz de medir.

Esses valores quando lidos pela porta analógica do arduino se transformão em unidade eletrônicas que pode ser de 14 à 1024, cuja valor 0 equivale a resistência mínima do ldr, É 1024 equivale a resistência máxima logo 10 lux,

Figura 4. SENSOR LDR.



Fonte: [BAÚ DA ELETRÔNICA](#)

3.1.4. SENSOR DE CHUVA

Sensor capaz de identificar quando gotículas de água lhe encosta assim retornando um valor para o arduino, logo sendo utilizado em conjunto com um relógio programado dentro do código, podemos assim identificar hora de início e fim além da duração total da chuva.

Figura 5. SENSOR DE CHUVA .



Fonte: [USINA INFO](#)

3.1.5. DATALOGGER

O DataLogger é o dispositivo que armazena as informações captadas pelos sensores, nesse projeto foi utilizado o módulo de cartão micro sd para arduino assim todos os dados seriam de fácil acesso, assim sendo utilizado um micro cartão sd de 2 gigas.

Figura 6. Módulo micro sd.



Fonte: [USINA INFO](#)

Os periféricos são equipamentos utilizados em conjunto com o arduino que auxiliam em seu funcionamento, os periféricos utilizados foram: uma fonte de energia de 5 v 1A, leds para informar o funcionamento do dispositivo e botões para iniciar funções manuais.

Figura 7. Fonte 9v.



Fonte: [USINA INFO](#)

3.1.7 ALGORITMO

Algoritmos são uma série de instruções que ao serem realizadas em tais ordem conseguem realizar algo, geralmente elas são feitas em formato de código utilizando de determinadas linguagens e programação, o algoritmo utilizado neste projeto foi feito na linguagem do arduino baseada em C. toda a documentação da linguagem está disponível no próprio site da arduino, cuja o método ao qual é utilizado para se instalar o código no arduino é por meio de um cabo usb que acompanha o arduino. o código Fonte está no apêndice é neste link: [https://github.com/Kaioguilherme1/Estacao Meteorologica De baixo custo Arduino](https://github.com/Kaioguilherme1/Estacao_Meteorologica_De_baixo_custo_Arduino).

3.2 MONTAGEM DO SISTEMA

Para a montagem da estação foram utilizados: 1 Arduino mega2560, 1 Resistor fotossensível(ldr), 1 sensor de temperatura e umidade relativa do ar (dht11), 2 leds, 3 resistores de 100 ohms, 1 pushbuttons, 20 jumpers (fios) cabos para fazer as conexões , 1 sensor de chuva, 1 módulo de cartão micro sd , 1 micro sd card 2 gigas, 1 fonte 9v, 2 linhas de protoboard.

A ordem de conexão dos cabos aos arduino é de acordo com a tabela a seguir:

Tabela 1. TABELA DA PINAGEM DOS COMPONENTES ELETRÔNICOS.

Tabela de montagem de componentes no arduino		
Componente respectivo	Entradas no arduino	Saída de dados dos componentes
sensor de luz (LDR)	A0	Saída de dados do sensor
sensor temperatura	A1	Saida analogica do dht11
sensor de chuva	A2	Saida analogica do sensor de chuva
Sensor de umidade do solo	A3	Saida analogica do sensor de umidade do solo
botão da SD	D25	Terminal positivo do botão
led verde	D4	Entrada positiva do led
led Amarelo	D5	Entrada positiva do led
sd card pinos	D50	MISO (saida do modulo)
sd card pinos	D51	MOSI (saida do modulo)
sd card pinos	D52	CK (saida do modulo)
sd card pinos	D53	CS (saida do modulo)

As demais conexões dos componentes são vcc (entrada de energia) que serão conectados a fonte de energia que tem no próprio arduino todos no 5v, exceto o módulo do micro sd que será ligado no 3,3v, É toda entrada GND(entrada terra) vão ligados respectivamente na saída terra da placa arduino e com o nome GND.

Para realizar essas conexões de energia dos componentes foi necessário utilizar de uma protoboard. Com a finalidade de estender as saídas vcc e GND da placa arduino, Para o fornecimento de energia para as demais peças.

Depois da montagem do sistema é ligação dele na energia através da fonte de 9v agora carregamos o código através da IDE do arduino.

3.2 CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

A estrutura foi feita apenas para da suporte e proteção aos componentes sensíveis a água, podendo ela ser feita tanto de plástico quanto de madeira de preferência sendo feita de materiais recicláveis, ficando a critério de quem for montar, tendo em mente apenas que deve suportar água é longos períodos exposta ao tempo, além de poder armazenar de forma eficiente todos os componentes elétricos, a mesma deve ser pintada totalmente de branco para refletir o calor solar que irá lhe incidir, ela deve ser projetada de tal forma que deva fácil adicionar mais periféricos externos como por exemplo um pluviômetro, e que de fácil acesso aos componentes elétricos caso precise realizar manutenção futuramente ou adicionar mais funcionalidades com uma saída para todos os cabos tanto de sensores quanto de alimentação de energia.

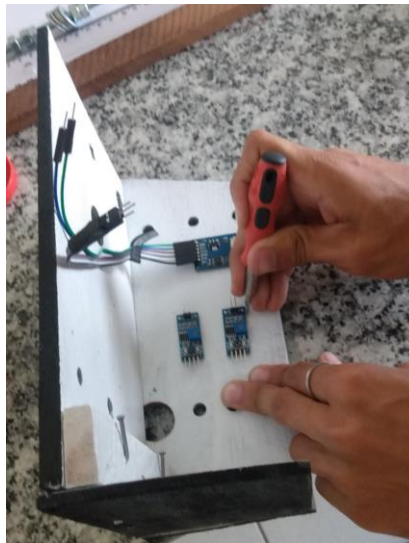
A estrutura foi montada a base de canos pvc de 25mm é madeira com o fim de reduzir ainda mais o custo total do projeto, como podemos ver na imagem abaixo, além de termos feitos dois dispositivos de medição totalmente visuais sendo um do lado esquerdo que indica a direção do vento sendo necessário uma bússola ou a orientação correta da base no momento em que for instalada, e um que mostra se está ventando sendo totalmente opcional a construção desse em questão, ambos foram construídos com latas de alumínio recicladas cortadas e prensadas de forma manual e pequenas hastes feitas de madeira.

Figura 8. ESTAÇÃO COMPLETA.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 9. MONTAGEM DO SISTEMA INTERNO.



Fonte: Arquivo Pessoal

Devido a infiltração de água que ocorria quando chovia, é pelo perigo que isso trazia para os componentes eletrônicos, que estavam lá dentro cuja eram sensíveis a água. tivemos que substituir todo o compartimento que protegia esses circuitos por outro, e a escolha de material para esse novo compartimento, foi uma vasilha plástica com tampa sem nenhuma grande abertura com tamanho o suficiente para caber todos os componentes, cuja além de ser mais fácil fazer ou achar acaba por oferecer mais proteção contra chuvas, outra grande alteração que realizamos foi a pintura do exterior do compartimento de branco em vez de preto pois notamos que acaba havendo um aquecimento grande dentro do compartimento é isso poderia interferir na longevidade dos eletrônicos que ali estavam, logo pelo fato de que a cor branca reflete boa parte da luz é calor, Isso acaba por diminuir um pouco a temperatura interna durante dias quente ao sol.

Figura 10. NOVO COMPARTIMENTO EXTERNO.



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 11. NOVO SISTEMA INTERNO.



Fonte: Arquivo pessoal.

Para ajudar na fixação ao solo da estação, para que ela não caia com ventos forte e intempéries. foi feito 3 ganchos de fixação de 10 cm como vemos na figura abaixo. eles são presos na estrutura próximo ao topo da estação com fios de 2,50 m nylon, durante a montagem prendemos esse ganchos no chão com o auxílio de uma martelo as três distante da base e em forma de um triângulo para que a estação tenha mais estabilidade.

Figura 12. GANCHOS DE FIXAÇÃO



Fonte: Arquivo pessoal.

Tabela 2. DIMENSÕES DA ESTAÇÃO.

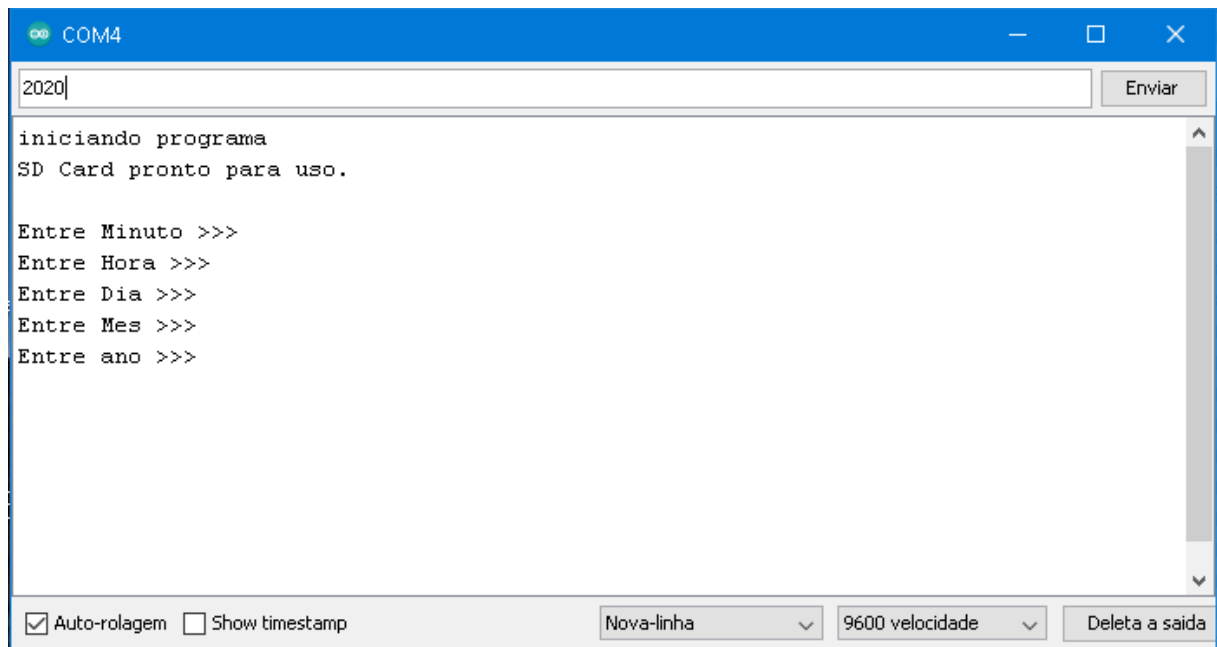
Dimensões da estrutura			
	altura(cm)	largura(cm)	comprimento(cm)
Estrutura de suporte	125 cm	42 cm	30 cm
caixa de instrumentos	27 cm	17,5 cm	7 cm

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CONFIGURAÇÃO DA ESTAÇÃO É COLETA DE DADOS

A estação trabalha com um sistema de horário e data que define o momento em que vai ser armazenado todos os dados que estão sendo analisado, no momento em que se liga a estação na energia ela vai pedir as informações de data e hora no monitor serial que seria uma subinterface que tem dentro da IDE do arduino que permite a comunicação direta com o arduino durante seu funcionamento. Como mostra na abaixo

Figura 13. REQUISIÇÃO DE DADOS PELA ESTAÇÃO NO MONITOR SERIAL.



Fonte: Arquivo pessoal

Após a configuração de data e hora, A estação irá enviar os dados em tempo real para o monitor serial como vemos na figura 14.

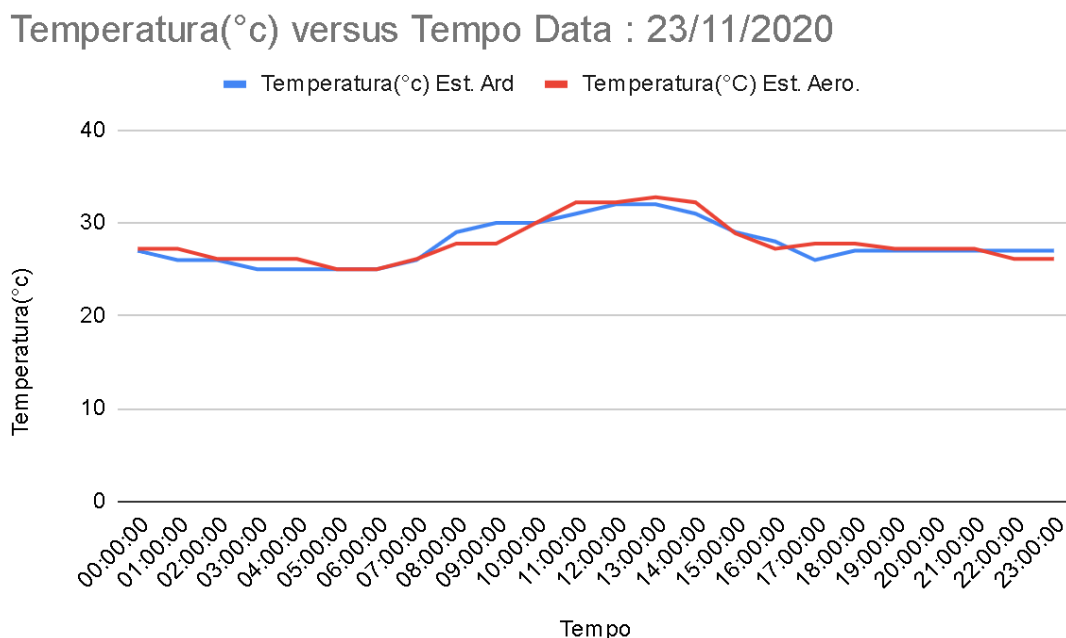
4.2 ANÁLISE DOS DADOS

Todos os dados coletados pela estação Arduino foram estudados pelo modo de comparação com a estação meteorológica do Aeroporto Internacional de Boa Vista, RR.

A estação Meteorológica que foi utilizada para comparação de dados foi a Estação Meteorológica do Aeroporto Internacional De Boa Vista cuja todos o dados foram tiradas do banco de dados wunderground, que estão disponíveis no Link a seguir: <<https://www.wunderground.com/history/daily/0e57ef0e986c994348a02a3fe872923df68d70552ac71f7c5120678d61ce3b86/yesterday>>.

Para a comparação fizemos a coleta de três dias seguidos de três fatores específicos que foram Temperatura, Umidade Relativa do Ar e horário de chuva conforme o gráfico 1, é como essa estação não disponibiliza a intensidade luminosa por hora, acabamos por não fazer a comparação de dados, mesmo assim esse instrumento é de bastante importância para a agricultura, pois com sua informações podemos decidir horários com menor iluminação para irrigar as culturas logo diminuindo a perda de água por evaporação, sendo a linha azul os dados coletado pela estação Arduino e a linha vermelha a estação do Aeroporto .

Gráficos 1. COMPARAÇÃO DE TEMPERATURA 1º DIA.



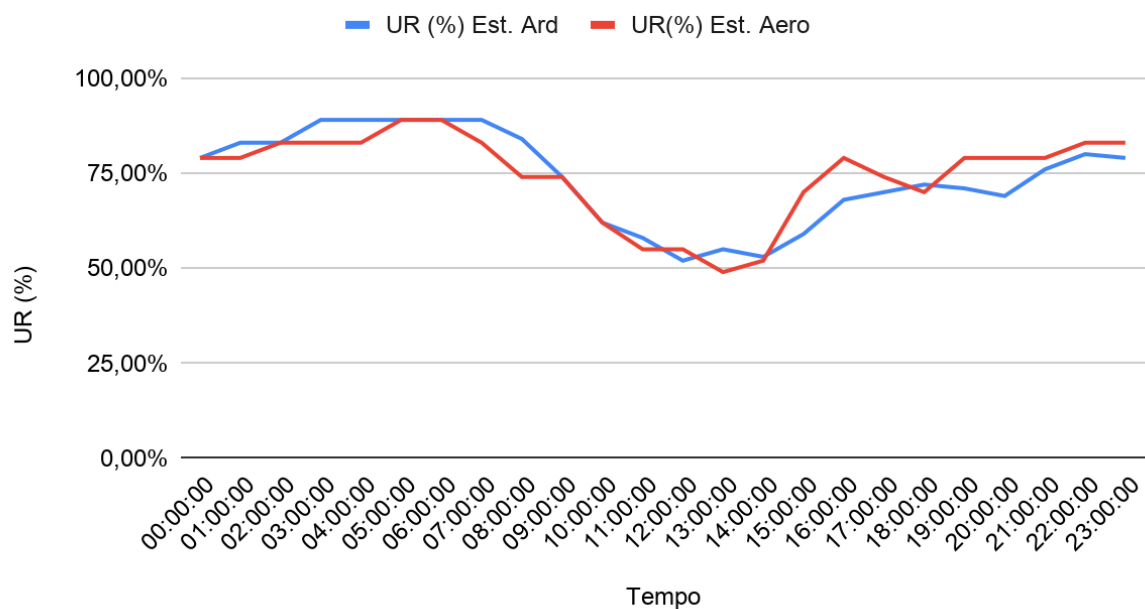
No primeiro dia a questão da temperatura não houve muita diferença quanto às temperaturas medidas em ambas as estações como demonstra o gráfico nos momento como das 5:00 as 8:00 ou das 19:00 as 21:00 horas, como também pequenas diferenças nos horários de

8:00 as 10:00 e das 16:00 as 18:00 , podendo muito bem ser explicada por passagem de nuvem sobre determinada estação ou não, isso devido a distância entre ambas.

Gráfico de comparação entre a estação arduino sendo a linha azul e a estação do aeroporto sendo a linha vermelha, levando em conta a umidade relativa do ar no primeiro dia de teste no caso dia 23 de novembro de 2020.

Gráficos 2. COMPARAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR PARA O 1º DIA.

UR (%) versus Tempo Data : 23/11/2020



para a observação e comparação da umidade relativa do ar é importante observá-la em conjunto com o gráfico de comparação de chuva, pois a mesma interfere diretamente na umidade do ar da área em questão logo o gráfico abaixo deve ser considerado em conjunto a esse, como o sensor utilizado foi de baixa custo ele não consegue determina intensidade da chuva mas sim, se ou não choveu, logo o gráfico abaixo só diz se houve ou não chuva em determinado momento.

Como podemos observar em ambos os gráficos no primeiro momento das 2:00 as 8:00 horas houve um aumento da umidade por parte da medição da estação arduino devido a chuva que houvera.

Gráfico que compara os períodos de chuva das duas estações sendo em azul a estação arduino e em vermelho a estação do Aeroporto sendo de grande importância por interferir diretamente nas leituras de umidade.

Gráficos 3. COMPARAÇÃO DO HORÁRIO DE CHUVA PARA O 1º DIA.

chuva versus Tempo Data : 23/11/2020

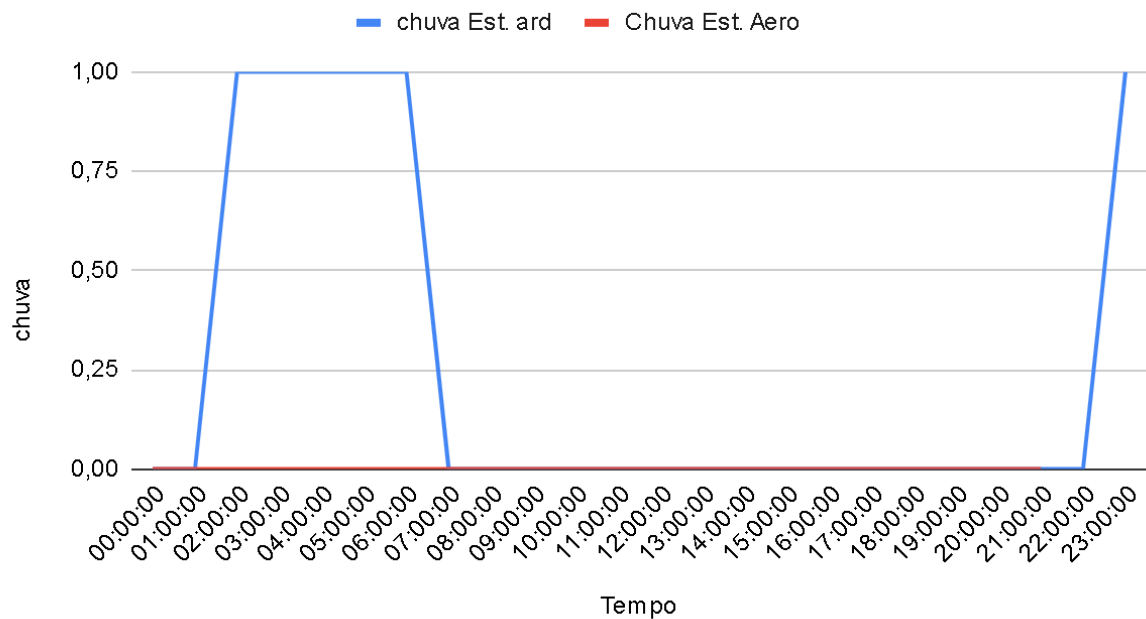
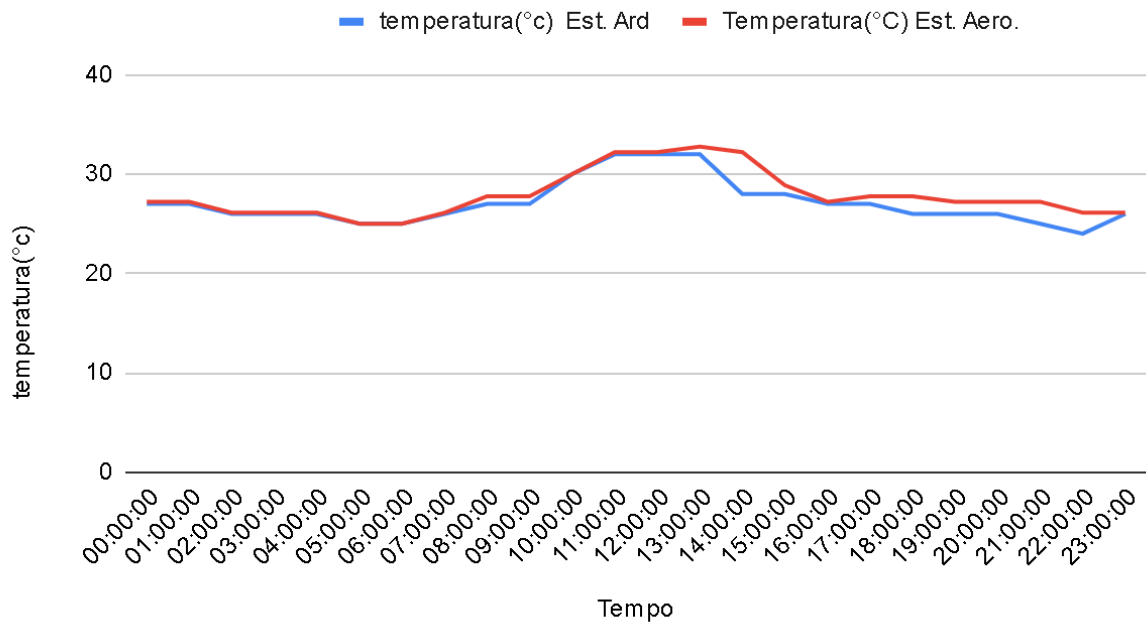


Gráfico contendo os dados de temperatura analisado no segundo dia de coleta 24 de novembro de 2020, estando em azul os dados da estação arduino e em vermelho o da estação do aeroporto.

Gráficos 4. COMPARAÇÃO DE TEMPERATURA 2º DIA.

temperatura(°c) versus Tempo Data : 24/11/2020

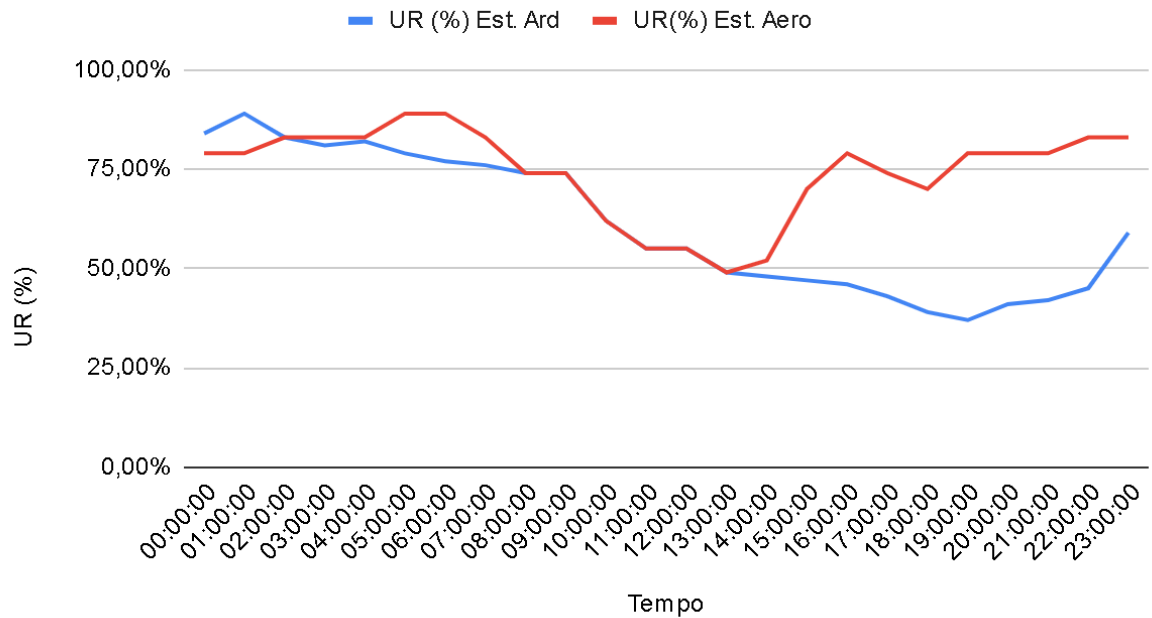


No segundo dia mais uma vez não houve disparidades muito grandes quanto a temperatura marcada em ambos os sensores, somente no horário entre 1:00 é 3:00 da tarde que pode ter sido ocasionado pelo aparecimento de nuvens carregadas(Ceú nublado) na área da estação arduino logo ocasionando o abaixamento da temperatura no local.

Nos dois gráficos a seguir são demonstrados respectivamente os dados coletados em ambas as estações sendo ele umidade relativa do ar e período de chuva, sendo de grande importância analisá los juntos pois um interfere no outro, assim sendo a linha azul os dados da esta arduino e a linha vermelha os dados da estação aeroporto.

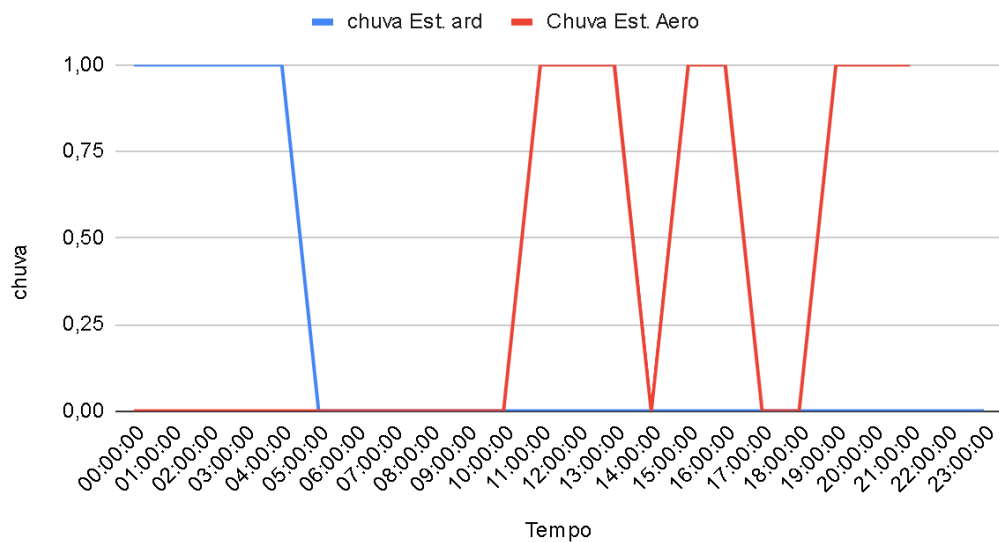
Gráficos 5. COMPARAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR PARA O 2º DIA.

UR (%) versus Tempo Data : 24/11/2020



Gráficos 6. COMPARAÇÃO DO HORÁRIO DE CHUVA PARA O 2º DIA.

chuva versus Tempo Data : 24/11/2020



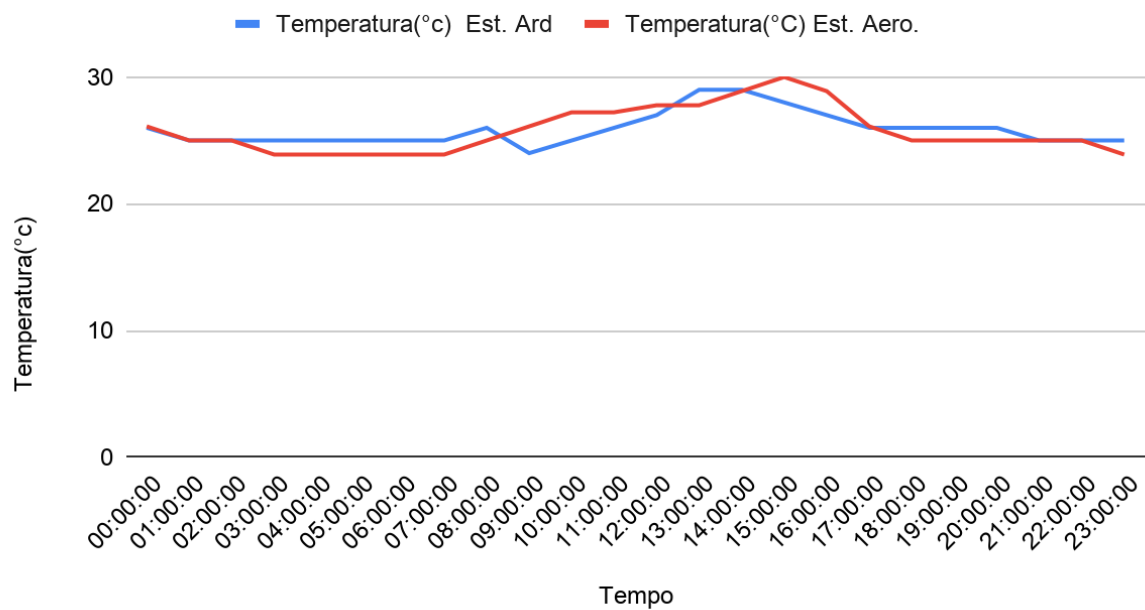
Quanto a umidade do ar no segunda dia tivemos por um breve instante 8:00 as 13:00 horas uma sincronia dos valores lidos logo após isso houve uma grande divergência entre ambas que pode ser explicada ao olharmos para o Gráfico 6. onde podemos observar que choveu

durante o horário da tarde na estação do aeroporto logo isso poderia elevar a umidade do local enquanto que na estação arduino não houvera chuva pelo horário da tarde.

Gráfico contendo os dados de temperatura analisado no segundo dia de coleta 24 de novembro de 2020, estando em azul os dados da estação arduino e em vermelho o da estação do aeroporto.

Gráficos 7. COMPARAÇÃO DE TEMPERATURA 3º DIA.

Temperatura(°c) versus Tempo Data : 25/11/2020

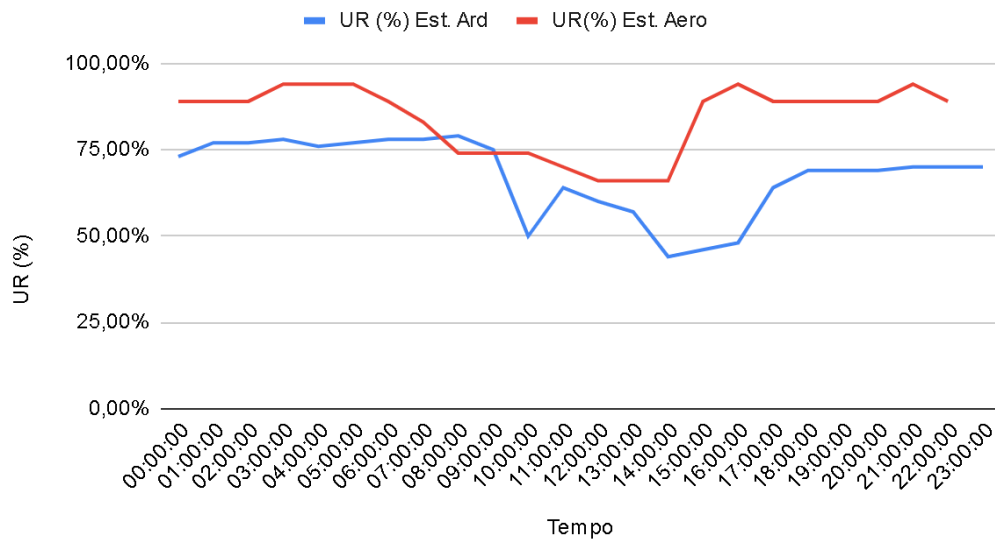


Como podemos observar no gráfico acima, no 3º dia houve uma maior variação entre os dados coletados do que os outros dias, porém ao observar o gráfico 9, vemos que essa variação pode ter ocorrido por causa de chuvas intensas que ocorreram em ambas estações porém em horários diferentes.

Nos dois gráficos a seguir são demonstrados respectivamente os dados coletados em ambas as estações sendo ele umidade relativa do ar e período de chuva, sendo de grande importância analisá los juntos pois um interfere no outro, assim sendo a linha azul os dados da esta arduino e a linha vermelha os dados da estação aeroporto.

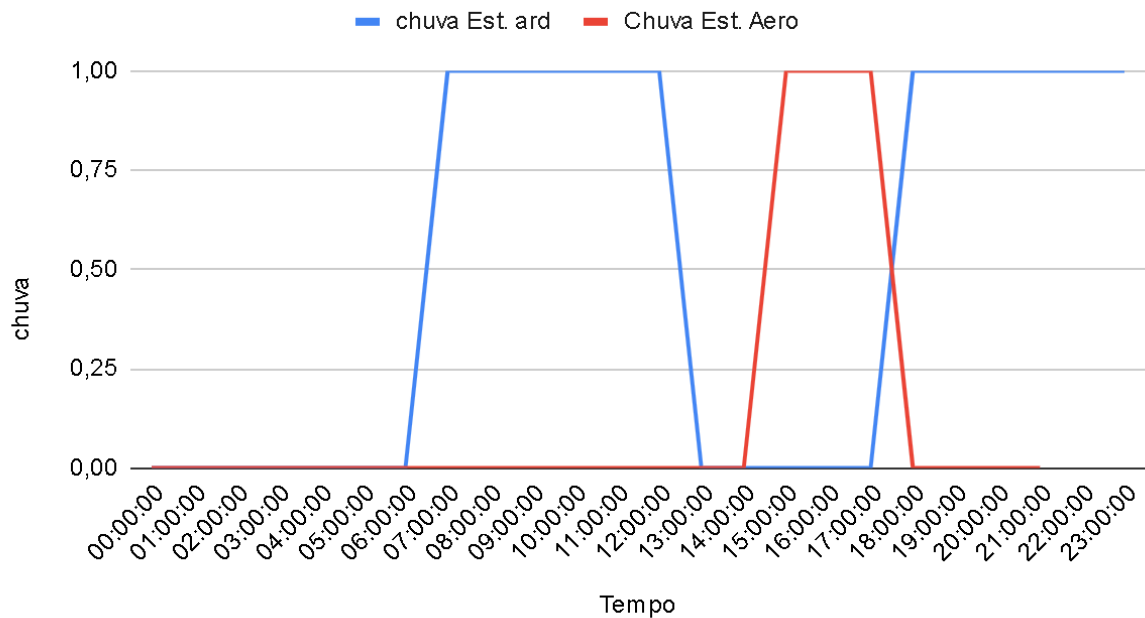
Gráficos 8. COMPARAÇÃO DE UMIDADE RELATIVA DO AR PARA O 3º DIA.

UR (%) versus Tempo Data : 25/11/2020



Gráficos 9. COMPARAÇÃO DO HORÁRIO DE CHUVA PARA O 3º DIA.

chuva versus Tempo Data : 25/11/2020



A umidade relativa do Ar no 3º dia, Podemos observar com os gráficos acima que houve uma diferença significativa entre as estações das 00:00 as 23:00 horas, Mesmo considerando que houve um aumento de umidade em ambas durante as chuva, Entretanto a estação arduino quanto a umidade neste caso ficou a abaixo da estação do aeroporto, há duas hipóteses para essa

disparidade, A primeira pode ser que a longa duração de uso pode ter interferido em sua precisão de medição de umidade é que ao longo do tempo ele pare de funcionar, A outra é que essa diferença pode ser explicada pela taxa de precisão podendo variar $\pm 5.0 \%$ de acordo com fabricante logo se for esse o caso essa diferença é totalmente aceitável dentro do objetivo de ser baixo custo, Toda os dados organizados em forma de tabela estão disponíveis no link a seguir <https://github.com/Kaioguilha/Estacao_Meteorologica_De_baixo_custo_Arduino/tree/main/Documents> .

5. CONCLUSÃO

Foi possível concluir que o presente trabalho atendeu às expectativas iniciais de construir uma estação meteorológica baseada totalmente na plataforma arduino, além de averiguarmos sua resistência á intempéries climáticas, e demonstrar precisão satisfatória dos sensores utilizados levando em conta seu baixo custo tendo performances próximas a de estações sofisticada como podemos ver nos resultados com valores bem maiores do que a do projeto em questão, utilizando de dados básicos como temperatura, umidade relativa do ar, período de chuva e luminância.

Logo uma estação baseada em arduino pode ser utilizada como forma de aumentar a eficiência de irrigação para pequenos produtores que com o auxílio da estação em questão pode decidir a quantidade de água que vai ser utilizada e melhor horário para irrigação que acaba por diminuir a perda de água por evapotranspiração ao ser irrigada no horário indicado ou até mesmo monitoramentos climáticos da região, é pelo fato de ser baseado em arduino várias melhorias podem ser realizadas futuramente como a adição e novos sensores ou até mesmo um controle automático de bombas de água utilizando módulos relés é algoritmos de tomada de decisões com base nas variáveis climáticas no qual quando determinadas condições de tempo forem alcançadas a estação mandaria o comando para se iniciar a irrigação.

REFERÊNCIAS

- ARDUINO. **Documentação de Referência da Linguagem Arduino**, Disponível em <<https://www.arduino.cc/reference/pt/>>. Acesso em 12 de fev. 2020.
- BAÚ DA ELETRÔNICA. **Catálogo Online**, Disponível em <<https://www.baudaeletronica.com.br/>>. Acesso em 12 de fev. 2020.
- COELHO, E. F. et al. **Sistemas de irrigação para agricultura familiar**. 2012. 7p. Circular Técnica (INFOTECA-E) - Embrapa Mandioca e Fruticultura - Circular Técnica (INFOTECA-E) Disponível em Acesso em: 19 de out. 2020
- CUNHA, K. C. B.; ROCHA, R. V. **Automação no processo de irrigação na agricultura familiar com plataforma Arduino**. RECODAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v.1, n.2, p.62-74, jul./dec. 2015. Disponível em <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/13-54-1- PB%20(2).pdf>. Acesso em 07/07/2017.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478p.
- MOTA, ALLAN DEANGELLE. **Apostila Arduino Básico**. Vol. 1. Serra – ES: Vida de Silício, 2015. 40p
- MOURA, R. M. **Estação meteorológica de baixo custo: uma contribuição para o monitoramento meteorológico das cidades**. 2018. 57 f. Monografia (Bacharelado em Geografia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.
- REIS, H. M. **Desenvolvimento de uma estação meteorológica para controlar sistemas de irrigação**. 2017. 89 f. Monografia (Engenharia de Controle e Automação). Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.
- ROCHA, F. G.; et al. **Protótipo de microestação meteorológica para pesquisa de dados atmosféricos na região do Pantanal Matogrossense**. In: Computer on the Beach, IX, [2017], [S.l.],[s.n.], 2017, p. 334 – 343
- SILVA, R. B.; et al. **Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico**. Revista Brasileira de Ensino de Física, Rio de Janeiro, v. 37, n. 1, 1505.1 – 1505.8, 2015.
- SOUSA, H. C. F. **Desenvolvimento de uma estação meteorológica reduzida (emr) para otimização de processo de irrigação**. 2015. 40 f. Monografia (Bacharelado em Sistemas de Informação), Universidade Estadual de Montes Claros, Montes Claros, 2015.

USINAINFO. **Usinainfo. Catálogo Online**. Disponível em: <<https://www.usinainfo.com.br/>>. Acesso em: 19 nov. 2020.

wunderground. **Boa Vista, Roraima, Brazil Weather History**, Disponível em<<https://www.wunderground.com/history/daily/0e57ef0e986c994348a02a3fe872923df68d70552ac71f7c5120678d61ce3b86/yesterday>>. Acesso em 25 de nov. 2020.

APÊNDICE

Código fonte utilizado no projeto com os algoritmos que operam todo o sistema, é que dá o comando de gravar os dados a cada hora.

```
/* Título: Programa de estação meteorológica baseada em arduino
```

```
Auth: kaio guilherme Ferraz de sousa silva
```

```
Data: 10/03/2020
```

```
*/
```

```
#include "DHT.h"
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <SD.h>
```

```
#include <SPI.h>
```

```
//define pinos analogicos
```

```
#define ldrP A0 //LDR no pino analógico 0
```

```
#define DHTPIN A1 //DHT no pino analogico 1
```

```
#define sdcP A2 //sdc no pino analogico 2
```

```
//define pinos digitais
```

```
#define botaoM 25 //botão memory pino digital 25
```

```
#define ledAP 22 //led azul pino digital 22
```

```
#define ledAP 24 //led vermelho pino digital 24
```

```
#define pinoSS 53 //pino 53 para Mega/ pino 10 para uno
```

```
#define DHTTYPE DHT11 // DHT 11
```

```
// posição dos pinos na placa de cada periferico
```

```
// sensor de luz (LDR)          A0          fio branco
```

```

// sensor temperatura      A1      dados
// sensor de chuva         A2      dados A0
// botão da SD             D25     terminal de contato
// led verde               D4      positivo
// led vermelho            D5      positivo
// sd card pinos           D50     MISO
// sd card pinos           D51     MOSI
// sd card pinos           D52     SCK
// sd card pinos           D53     CS

```

```
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
```

```
File myFile;
```

```
//define variaaves
```

```
//numero com casas decimais
```

```
float temperatura = 0;
```

```
float umidade     = 0;
```

```
float Lux         = 0;
```

```
float Tmax        = 0;
```

```
float Tmed        = 0;
```

```
float Tmin        = 50;
```

```
//texto
```

```
String ErroA;
```

```
String Data;
```

```
String Hora;
```

```
String direcao;
```

```
String chuvaE;
```

```
String nome;
```

```
String Cinicio = "00:00:00" ;
```

```

String Cfim  = "00:00:00" ;
String so;
String HI    = "++++++";
//numeor inteiros
int tempo    = 0;
int segundo  = 0;
int minuto   = 0;
int hora     = 0;
int dia      = 0;
int mes      = 0;
int ano      = 0;
int ldrValor = 0; //Valor lido do LDr
int tela    = 1; //define tela inicial
int Ti      = 0; //tempo de irrigação em minutos
int sdc     = 0;
int us      = 0;
int td      = 0;
int I       = 0; // define numeros de vezes irrigados no dia como parametro
//bytes
byte btT    = 0; //define posição do botão A
byte btM    = 0; //define posição do botão B
byte btI    = 0; //define posição do botão C
int sd      = 0; //define se msg do sd card ja foi mostrada
//condições
boolean Display = true;
boolean irrigar = false;
boolean erro    = false;
boolean chuva   = false;
boolean bCW;    //VARIÁVEL DE CONTROLE DO SENTIDO (HORÁRIO / ANTI-
HORÁRIO)

```

```

boolean sdcard = false;
unsigned long UtilTime;

boolean G      = false;
boolean in     = false;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("iniciando programa");
  dht.begin();

  //define pinos Digitais
  pinMode(botaoM , INPUT);    //Definindo pino digital 3 como de entrada do sinal.
  pinMode(ledaP , OUTPUT);    //define o pino digital 5 para o led verde como saída
  pinMode(ledAP , OUTPUT);    //define o pino digital 6 para o led vermelho como saída
  pinMode(pinoSS , OUTPUT);    // Declara pinoSS como saída

  //define pinos analogicos
  pinMode(ldrP , INPUT);      //Define pino analogico 0 como entrada de dados
  pinMode(sdcP , INPUT);      //Define pino analogico 2 como entrada de dados

  //zera as variaveis do relógio
  UtilTime = 0;
  delay(200);

  //verificação do cartão sd
  if (SD.begin()) { // Inicializa o SD Card
    Serial.println("SD Card pronto para uso."); // Imprime na tela
    delay(500);
  }

  else {
    Serial.println("SD Card não encontrado");
  }
}

```



```
    return;  
}
```

```
//pagina de configuração do relógio é timer pelo monitor Serial
```

```
Serial.print("\nEntre Minuto >>> ");  
while (minuto == 0)  
{  
    if (Serial.available() > 0)  
    {  
  
        minuto = Serial.parseInt();  
  
    }  
}
```

```
Serial.print("\nEntre Hora >>> ");  
while (hora == 0)  
{  
    if (Serial.available() > 0)  
    {  
  
        hora = Serial.parseInt();  
  
    }  
}
```

```
Serial.print("\nEntre Dia >>> ");
while (dia == 0)
{
    if (Serial.available() > 0)
    {

        dia = Serial.parseInt();

    }
}
Serial.print("\nEntre Mes >>> ");
while (mes == 0)
{
    if (Serial.available() > 0)
    {

        mes = Serial.parseInt();

    }
}
Serial.print("\nEntre ano >>> ");
while (ano == 0)
{
    if (Serial.available() > 0)
    {

        ano = Serial.parseInt();

    }
}
```

```

}

Serial.println("carregando programa");
delay(2500);

Serial.println("=====
=====
=====");

Serial.println("| temperatura atual | Temp max | Temp min | Temp med | umidade relativa |
Luminosidade | chuva | inicio | Fim | Hora | tempo de funcionamento |");

Serial.println("=====
=====
=====");

}

void loop() {

    //inicia o ledverde de funcionamento a cada 10 segundos

    if (segundo == 10 || segundo == 20 || segundo == 30 || segundo == 40 || segundo == 50 ||
segundo == 15 || segundo == 25 || segundo == 35 || segundo == 45 || segundo == 55 && erro
== false) {

        //acende o led pelo terminal digital 4

        digitalWrite(ledaP, HIGH);

    } else {

        digitalWrite(ledaP, LOW);

    }
}

```

```

//leitura dos botões

btM = digitalRead(botaoM);

//leitura dos sensores

ldrValor = analogRead(ldrP);    // leitura da luz
umidade = dht.readHumidity();   // leitura da umidade
temperatura = dht.readTemperature(); // leitura da temperatura
sdc = analogRead(sdcP);         // leitura de chuva

// testa se a erro no DHT.
if (isnan(temperatura) || isnan(umidade))
{
    //Serial.println("erro na leitura de temperatura");
    ErroA = ("sensor temp/umd");
    //Serial.println(tela);
    erro = true;
}

//função de temperatura
if (temperatura > Tmax) {
    Tmax = temperatura;
} else {
    if (temperatura < Tmin) {
        Tmin = temperatura;
    }
}

//função de zera temperatura max e min no final do dia
if (hora == 23 && minuto == 59 && segundo == 59) {
    Tmax = temperatura;
    Tmed = temperatura;
}

```

```

    Tmin = temperatura;
}

//funções de conversão
//temperatura media
Tmed = (Tmax + Tmin) / 2;
//conversor para lux do ldr
Lux = 10 - 0.009775171065 * ldrValor;
//algoritmo de hora de chuva
Serial.print(sdc);
if (sdc < 450) {
    chuva = true;
    chuvaE = "SIM";
} else {
    if (sdc > 450) {
        chuva = false;
        chuvaE = "NAO";
    }
}
if (chuva == true && in == false) {
    Cinicio = Hora;
    in = true;
} else {
    if (chuva == false && in == true ) {
        Cfim = Hora;
        in = false;
    }
}
}

```

```
//inicia a contagem das horas
if (millis() - UtlTime < 0)
{
    UtlTime = millis();
} else
{
    segundo = int((millis() - UtlTime) / 1000);
}
if (segundo > 59)
{
    segundo = 0;
    minuto++;
    UtlTime = millis();

    if (minuto > 59)
    {
        hora++;
        minuto = 0;
        if (hora > 23)
        {
            dia++;
            hora = 0;

            //inicia a contagem dos dias
            if (mes == 1 || mes == 3 || mes == 5 || mes == 7 || mes == 8 || mes == 10 || mes == 12)
            {
```

```
if (dia > 31)
{
    dia = 1;
    mes++;
    if (mes > 12)
    {
        ano++;
        mes = 1;
    }
}
}
else if (mes == 2)
{
    if (ano % 400 == 0)
    {
        if (dia > 29)
        {
            dia = 1;
            mes++;
        }

    }
    else if ((ano % 4 == 0) && (ano % 100 != 0))
    {
        if (dia > 29)
        {
            dia = 1;
            mes++;
        }
    }
}
```

```
    }  
    else  
    {  
        if (dia > 28)  
        {  
            dia = 1;  
            mes++;  
        }  
    }  
}  
else  
{  
    if (dia > 30)  
    {  
        dia = 1;  
        mes++;  
    }  
}  
}  
}
```

//guarda os dados em variáveis em formato de texto

Data = (dia);

Data += ("/");

Data += (mes);

Data += ("/");


```

Data += (ano);

Hora = (hora);
Hora += (":");
Hora += (minuto);
Hora += (":");
Hora += (segundo);
Hora += ("\n");

//Verifica se o sdcard está plugado constantemente
if (SD.begin()) { // Inicializa o SD Card
    Serial.println("SD Card pronto para uso."); // Imprime na tela
}

else {
    Serial.println("Falha na inicialização do SD Card.");
    return;
}

//marca uma nova tabela com data e hora
if (hora == 23 && minuto == 59 && segundo == 59) {
    myFile = SD.open("dado3.txt", FILE_WRITE); // Cria / Abre arquivo .txt
    myFile.println(Data);

    myFile.println("=====
=====
=====");

    myFile.println("|| temperatura atual | Temp max | Temp min | Temp med | umidade relativa |
Luminosidade | chuva | inicio | Fim | Hora | tempo de funcionamento |");

    myFile.println("=====
=====
=====");

```

```

myFile.close(); // Fecha o Arquivo após escrever
}

if (minuto == 59 && segundo == 59 ) {
    digitalWrite(ledAP, HIGH);
    td ++;
    myFile = SD.open("dado3.txt", FILE_WRITE); // Cria / Abre arquivo .txt
    if (myFile) { // Se o Arquivo abrir imprime:
        digitalWrite(ledAP, HIGH);
        Serial.println("Gravando dados"); // Imprime na tela
        myFile.print("|   ");
        myFile.print(temperatura);
        myFile.print(" °C   | ");
        myFile.print(Tmax);
        myFile.print(" °C | ");
        myFile.print(Tmin);
        myFile.print(" °C | ");
        myFile.print(Tmed);
        myFile.print(" °C |   ");
        myFile.print(umidade);
        myFile.print(" %   |   ");
        myFile.print(Lux);
        myFile.print(" lux  | ");
        myFile.print(chuvaE);
        myFile.print(" | ");
        myFile.print("00:00:00");
        myFile.print(" | ");
        myFile.print("00:00:00");
        myFile.print(" | ");
    }
}

```

```
myFile.print(Hora);
myFile.print(" |      ");
myFile.print(td);
myFile.println(" horas  |");
myFile.close(); // Fecha o Arquivo após escrever
Serial.println("Terminado."); // Imprime na tela
Serial.println(" ");

myFile = SD.open("dado3.txt"); // Abre o Arquivo

if (myFile) {
    Serial.println("Conteúdo do Arquivo:"); // Imprime na tela

    while (myFile.available()) { // Exibe o conteúdo do Arquivo
        Serial.write(myFile.read());
    }

    myFile.close(); // Fecha o Arquivo após ler

}

}

else {
    Serial.println("Erro ao Abrir Arquivo .txt"); // Imprime na tela
}

} else { // Se o Arquivo não abrir
```

```

    Serial.println("Erro ao Abrir DADO3.txt"); // Imprime na tela
}
digitalWrite(ledAP, LOW);

```

```

//retorna dados pro monitor serial

```

```

Serial.print("| ");
Serial.print(temperatura);
Serial.print(" °C | ");
Serial.print(Tmax);
Serial.print(" °C | ");
Serial.print(Tmin);
Serial.print(" °C | ");
Serial.print(Tmed);
Serial.print(" °C | ");
Serial.print(umidade);
Serial.print(" % | ");
Serial.print(Lux);
Serial.print(" lux | ");
Serial.print(chuvaE);
Serial.print(" | ");
Serial.print(Cinicio);
Serial.print(" | ");
Serial.print(Cfim);
Serial.print(" | ");
Serial.print(Hora);
Serial.print(" | ");

```

```
Serial.print(td);  
Serial.println(" horas  |");  
  
}
```