



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
CENTRO MULTIDISCIPLINAR DE ANGICOS
INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA

ALICIA MAYRA ARAÚJO DE OLIVEIRA

**PROTÓTIPO DE MINI-ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UTILIZANDO
PLATAFORMA ARDUINO**

ANGICOS-RN

2019

ALICIA MAYRA ARAÚJO DE OLIVEIRA

**PROTÓTIPO DE MINI-ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UTILIZANDO
PLATAFORMA ARDUINO**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido – UFERSA, Campus Angicos, para obtenção do título de Bacharela em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Marcos Vinicius Cândido Henriques

ANGICOS-RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

O48p Oliveira, Alicia Mayra Araújo.

Protótipo de mini-estação meteorológica
utilizando a plataforma Arduino / Alicia Mayra
Araújo Oliveira. - 2019.

32 f. : il.

Orientador: Marcos Vinicius Cândido Henriques.
Monografia (graduação) - Universidade Federal

Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2019.

1. Estação Meteorológica. 2. Arduino. 3.
Sensores. I. Henriques, Marcos Vinicius Cândido,
orient. II. Título

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

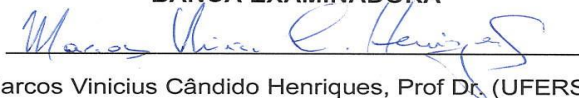
ALICIA MAYRA ARAÚJO DE OLIVEIRA

**PROTÓTIPO DE MINI-ESTAÇÃO METEOROLÓGICA UTILIZANDO
PLATAFORMA ARDUINO**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semiárido – UFERSA,
Campus Angicos, para obtenção do título
de Bacharela em Ciência e Tecnologia.

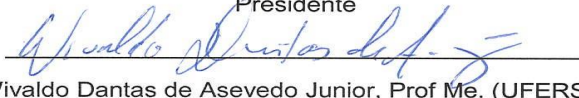
Defendida em: 21 / 03 / 2019.

BANCA EXAMINADORA



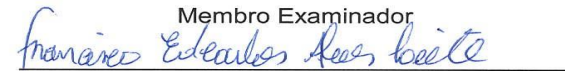
Marcos Vinicius Cândido Henriques, Prof Dr. (UFERSA)

Presidente



Wivaldo Dantas de Azevedo Junior, Prof Me. (UFERSA)

Membro Examinador



Francisco Edcarlos Alves Leite, Prof Dr. (UFERSA)

Membro Examinador

DEDICATÓRIA

À minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram, em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinho nessa caminhada.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, por ter me concebido o dom da vida e por me iluminar nessa jornada acadêmica.

Aos meus pais, Silvaneide e Júnior, que estão sempre ao meu lado me apoiando em tudo que eu faço sempre me falando palavras de conforto nos momentos difíceis.

As minhas irmãs, sobrinha e minha Tia Silvane, que são minhas companheiras e estão sempre me ajudando de forma direta ou indireta.

Agradeço também a todos os meus amigos, em especial a Monalisa, Beatriz, Bia, Antonio Neto, Paulo Henrique, Bebel, Sara, Tereza, Wesley, João Pedro, Joerdson, Erika, Gustavo, Fernando, Pedro e aqueles que não citei, mas que foram de grande importância nessa caminhada e estavam sempre ao meu lado.

E também agradeço ao meu orientador Marcos Vinicius, por toda atenção e comprometimento com o presente trabalho.

RESUMO

Nos dias de hoje, a tecnologia se torna essencial na vida de todos. Surgindo necessidades em utilizá-la como ferramenta para auxiliar no trabalho. Uma dessas necessidades acaba surgindo no meio rural, como forma de auxiliar esse meio tem a estação meteorológica que ajuda a informar dados das variáveis climáticas para contribuir na melhoria das plantações e até áreas de pesquisas envolvendo o semiárido. Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo apresentar uma mini estação meteorológica utilizando o Arduino de baixo custo, com sensores de temperatura, umidade e luminosidade que realizam a leitura dos dados das variáveis meteorológicas e transfere para o Arduino, onde serão processadas e interpretadas para a exibição. Por fim, realizou-se uma comparação dos dados obtidos na Mini Estação Meteorológica, com os dados fornecidos na internet.

Palavras-chave: Estação meteorológica. Arduino. Sensores.

ABSTRACT

Nowadays, technology becomes essential in everyone's life. Emerging needs in using it as a tool to assist in the work. One of these needs ends up appearing in the rural environment, as a way to help this medium has the meteorological station that helps to inform data of the climatic variables to contribute to the improvement of the plantations and to areas of research involving the semi-arid. In this context, this work aims to present a mini meteorological station using low cost Arduino, with temperature, humidity and luminosity sensors that read the data of the meteorological variables and transfer to the Arduino, where they will be processed and interpreted for the exhibition. Finally, a comparison of the data obtained in the Mini Meteorological Station with the data provided on the Internet was carried out.

Keywords: Weather Station. Arduino. Sensors.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Dados médios de temperatura e umidade medidos pela mini-estação nos dias 09/03 e 14/03.....	24
Tabela 2: Dados médios de temperatura e umidade fornecidos pelo Accuweather ..	25
Tabela 3: Custos da mini-estação meteorológica.....	28
Tabela 4: Custos da estação meteorológica automática	28

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Sensor de Temperatura e umidade DHT11	19
Figura 2: Placa Arduino UNO	20
Figura 3: Sensor de Luminosidade LDR	21
Figura 4: Protoboard, fios e cabos	22
Figura 5: Montagem do circuito	23
Figura 6: Gráfico comparativo entre dados de temperatura coletados pela mini- estação e os dados do Accuweather.....	26
Figura 7: Gráfico comparativo entre dados de umidade coletados pela mini-estação e os dados do Accuweather	26
Figura 8 – Gráfico da luminosidade coletados pela mini-estação	27

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADC	Conversor Analógico para Digital
CLP	Controlador Lógico Programável
EMA	Estação Meteorológica Automática
GND	Ground (Terra)
IDE	Internal Development Environment
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LDR	Light Dependent Resistor
NTC	Negative Temperature Coefficient
RN	Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi árido
USB	Universal Serial Bus
VCC	Tensão de Corrente Contínua
VDC	Tensão de Corrente Contínua

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1 OBJETIVOS GERAIS	14
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
3.1 Grandezas Físicas	15
3.1.1 Temperatura	15
3.1.2 Umidade do ar	15
3.1.3 Luminosidade	16
3.2 Prototipagem com microcontrolador.....	16
3.2.1 Arduino	16
3.2.2 Sensores.....	16
3.2.3 Sensores de temperatura e umidade de ar.....	17
3.2.4 Sensor de Luminosidade	17
3.2.5 Estação Meteorológica automática.....	18
3.2.6 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)	18
4. MATERIAIS E MÉTODOS	19
4.1 Sensor de temperatura e umidade (DHT11)	19
4.2 Arduino.....	20
4.3 Sensor de luminosidade LDR.....	21
4.4 Protoboard, cabos e fios	21
4.5 Software	22
4.7 Montagem do circuito	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
5.1 Temperatura e umidade	24
5.2 Luminosidade.....	27
5.3 Custos.....	28
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
APÊNDICE A – Código fonte para o sensor DHT11 e o sensor LDR	32

1. INTRODUÇÃO

Na região Nordeste o clima predominante é o semiárido o que propicia as atividades do meio rural. Para desenvolver tais atividades, é necessário o uso de algumas tecnologias que melhoram e auxiliam os agricultores com suas plantações. Uma dessas tecnologias são as estações meteorológicas automáticas, que segundo, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) é composto de vários sensores dos indicadores meteorológicos que coleta dados de pressão atmosférica, umidade relativa do ar, temperatura, entre outros, e informa dados atualizados a cada hora.

Durante muitos anos, a coleta desses dados das variáveis climáticas era realizada através de estações meteorológicas convencionais administradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Esse órgão federal instalava as estações meteorológicas em alguns locais e as pessoas responsáveis pelas estações coletavam os dados gerados por essas apenas três vezes ao dia. Esse número de coletas é muito pequeno, além de haver o fator humano nas medições o que pode causar grandes variações e erros em relação ao valor real.

No entanto com o decorrer do desenvolvimento tecnológico, tornou-se possível a criação de estações meteorológicas automáticas que não necessitam da interferência humana nas medições o que garante uma maior precisão comparadas com as antigas estações meteorológicas fornecidas pelo INMET. As estações automáticas caracterizam a melhor opção para medições das variáveis meteorológicas, com bom desempenho, praticidade e confiabilidade, porém possuem um custo muito elevado.

Com isso, essas estações auxiliam de diversas formas o manejo com a plantação, é possível informar dados de temperatura média num período de tempo, a predominância da direção dos ventos, além de quantificar as formas de entrada e saída de água para a planta que ajudam na irrigação.

Ainda de acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia, as informações fornecidas pela estação permitem auxiliar em pesquisas que envolvem hidrologia, oceanografia e para a elaboração da previsão do tempo para o interesse do público em geral (INMET,2019).

Diante disso, o presente trabalho tem por finalidade desenvolver um protótipo de baixo custo e de fácil montagem e estar preparado para auxiliar pesquisas de importância estratégica para o semiárido.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVOS GERAIS

Desenvolver um protótipo de estação meteorológica de baixo custo e fácil montagem, utilizando sensores e componentes, direcionado a auxiliar pesquisas de importância estratégica para o semiárido, como ligadas à agricultura.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudar a possibilidade de aprimorar a estação para auxiliar os agricultores nas plantações e atividades rurais;
- Comparar os dados obtidos com os dados de estação meteorológica real.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa seção serão abordados, conceitos e especificações das grandezas físicas e dos componentes envolvidos com o presente trabalho. Assim como, também explicar como cada item é importante para o protótipo da mini-estação.

3.1 Grandezas Físicas

3.1.1 Temperatura

A temperatura corresponde ao estado térmico do ar atmosférico, ou seja, de frio e calor. Essa variável meteorológica é medida por estações meteorológicas por meio de sensores que estão expostos diretamente, ou não, aos raios solares.

A temperatura do ar está relacionada aos movimentos de translação e rotação da Terra e também a outros fatores que influenciam a variação de temperatura, como o vento, a umidade do ar, a latitude, a altitude, a proximidade com corpos d'água e as circulações oceânicas e atmosféricas (YNOUE et al., 2017).

3.1.2 Umidade do ar

A umidade do ar está relacionada com a quantidade de água que existe no ar, porém em forma de vapor. Também influencia na temperatura, chuvas e sensação térmica.

Os efeitos da umidade estão diretamente relacionados ao regime de chuvas, pois quanto maior for umidade, menor será a variação de temperatura, ou seja, a diferença entre a maior e a menor temperatura.

Há também os efeitos da umidade sobre a sensação térmica, pois quanto mais úmido for o ambiente, maiores serão os efeitos da temperatura, ou seja, se estiver quente e a umidade aumentar, a sensação térmica será bem superior a temperatura real do ar. Por outro lado, se estiver frio e a umidade aumentar a sensação térmica irá diminuir e os efeitos do frio tendem a aumentar.

A umidade do ar é fator constante do dia a dia que influencia diretamente no clima e é uma das variáveis meteorológicas que mais influencia nas atividades rurais.

3.1.3 Luminosidade

A luminosidade vista pela astronomia é definida como a quantidade de energia que um corpo irradia em uma unidade de tempo. A mesma é uma constante intrínseca independente da distância.

No entanto, a luminosidade do sol ela é tida como a padrão, ou seja, quando a quantidade de energia que irradia de um objeto é comparado a quantidade de energia do sol.

3.2 Prototipagem com microcontrolador

3.2.1 Arduino

A plataforma arduino consiste em uma plataforma eletrônica de código aberto, de fácil manuseio e utilização, fundamentado em hardware e software, capaz de ler entradas e transformá-las em uma saída. O Arduino foi desenvolvido no Instituto Ivrea de Design de Interação, na Itália, destinado a estudantes sem muito conhecimento em programação e eletrônica, com o passar dos anos a placa Arduino foi moldada conforme as novas necessidades e desafios que iam surgindo. Para a programação utiliza a linguagem de programação de Arduino e o Software Arduino, baseado em processamento (ARDUINO, 2019).

A plataforma Arduino é composta de um microcontrolador Atmel, circuitos de entrada e saída, um conector USB (Universal Serial Bus), um regulador linear de 5 volts, uma tomada de alimentação externa. Para fazer a comunicação entre o computador e o arduino é necessário o uso de um software, o IDE (Internal Development Environment, ou Ambiente Interno de Desenvolvimento), utilizando uma linguagem baseada em C/C++ (FILIPEFLOP, 2019).

3.2.2 Sensores

Quando um sensor recebe um sinal de entrada proveniente do ambiente, ele emite uma saída, que geralmente é um sinal capaz de ser convertido e interpretado por outros dispositivos que poderia ser um CLP ou uma IHM capaz de mostrar esta informação em uma tela, por exemplo (CITISYSTEMS, 2019).

Esses dispositivos é tido como um transdutor, um componente capaz de transformar um tipo de energia em outra, a exemplo disso está o sensor de temperatura, transforma a energia térmica em energia elétrica, através de pulsos elétricos (ARAÚJO; MARIZ; SILVA,2015).

3.2.3 Sensores de temperatura e umidade de ar

Os sensores de temperatura e umidade de ar são capazes de detectar as temperaturas e umidade do meio que estão inseridos, mensurar esses dados e exibi-los. O sensor de temperatura utilizado no trabalho, foi o DHT11, que é capaz de realizar leituras de temperaturas entre 0° e 50°C, com precisão de ± 2.0 °C, e umidade entre 20% e 90%, com precisão de $\pm 5,0\%$. O elemento sensor de temperatura é um termistor do tipo NTC (Negative Temperature Coefficient), em que a resistência diminui com o aumento da temperatura e o sensor de umidade é do tipo HR202 e é composto de uma placa capacitiva, o circuito interno faz a leitura dos sensores e se comunica a um microcontrolador através de um sinal serial de uma via. Outras especificações deste sensor são: alimentação 3 - 5 VDC (5,5 VDC máximo), corrente de 200 μ A a 500 mA, tempo de resposta de 2s (GIDEONI,2016).

3.2.4 Sensor de Luminosidade

O sensor de luminosidade é um componente que muda sua resistência, ou seja, há uma variação, de acordo com a intensidade da luz, que incide sob o mesmo. Quanto menor for essa luz incidente, maior será a resistência, ou quanto maior for a luz, menor será a resistência. Este tipo de sensor possui várias aplicações relacionadas a automação residencial, e a projetos em arduino.

3.2.5 Estação Meteorológica automática

A estação meteorológica automática se baseia em uma unidade de memória central ligada a vários sensores que captam os parâmetros meteorológicos, como por exemplo, temperatura, umidade relativa do ar, direção dos ventos, e disponibilizam esses dados atualizados a cada determinado tempo. Nesse tipo de estação os sensores emitem sinais elétricos, que são captados por um sistema de aquisição de dados (Datalogger), possibilitando que o armazenamento e o processamento dos dados sejam informatizados (INMET, 2019).

Com o avanço da tecnologia durante os anos, os instrumentos mecânicos que constituem as estações convencionais estão sendo substituídos por sensores automáticos. Os motivos vão desde a maior capacidade de coleta de dados automaticamente até a possibilidade de operação em locais de difícil acesso. Porém, apesar das estações automáticas fornecerem dados com melhor definição das variáveis meteorológicas, em função da ação do tempo de uso, estão sujeitas a danos físicos (interferência no sinal, desconexão e oxidação de cabos, dentre outros) e, em razão disso, nessas condições, poderão gerar dados imprecisos ou interrupção na série de dados.

Na agricultura, o monitoramento automático dos elementos meteorológicos tem contribuído não somente para o aumento da produtividade como, também, para a melhoria da qualidade dos produtos e para a preservação dos recursos naturais (SENTELHAS et al., 1997; TORRE NETO, 1995).

3.2.6 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET)

O INMET é um órgão federal ligado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que tem por objetivo informar dados meteorológicos a partir de suas estações meteorológicas espalhadas por todo território brasileiro. O órgão informa dados climáticos atualizados automaticamente a cada minuto (INMET, 2019).

A missão do INMET é participar construtivamente no progresso de tomada de decisão, colaborando para o desenvolvimento sustentável do País. Esta missão é elaborada por meio de monitoramento, análise e previsão de tempo e de clima, que se baseiam em pesquisa aplicada e compartilhamento do conhecimento, com ênfase em resultados práticos e confiáveis (INMET, 2019).

O Sistema de Coleta e Distribuição de Dados Meteorológicos do Instituto (temperatura, umidade relativa do ar, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, precipitação, entre outras variáveis) é composto de estações de sondagem de ar superior (radiossonda), estações meteorológicas convencionais e automáticas.

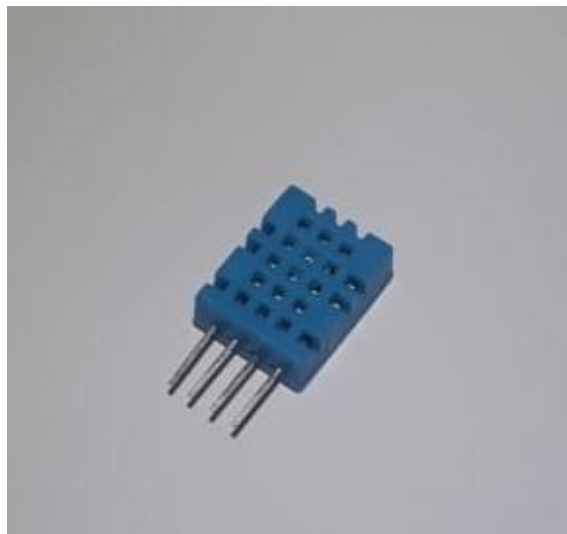
A rede de estações meteorológicas automáticas utiliza equipamentos modernos e de qualidade para uma melhor informatização de dados. Esses dados coletados pelas estações são disseminados, de forma democrática e gratuita, em tempo real, e têm aplicação em todos os setores da economia, de modo especial no agropecuário e em apoio à Defesa Civil (INMET, 2019).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Sensor de temperatura e umidade (DHT11)

A figura 1 mostra o sensor DHT11 usado para medir temperatura e umidade no presente trabalho. As conexões são compostas por 4 pinos identificados de 1 a 4 e possuem as funções específicas. Esses sensores são bastante simples de usar, mas requer cuidado com o tempo entre duas leituras consecutivas, uma vez que é necessário um intervalo de, no mínimo, 1 segundo entre uma leitura e outra.

Figura 1: Sensor de Temperatura e umidade DHT11



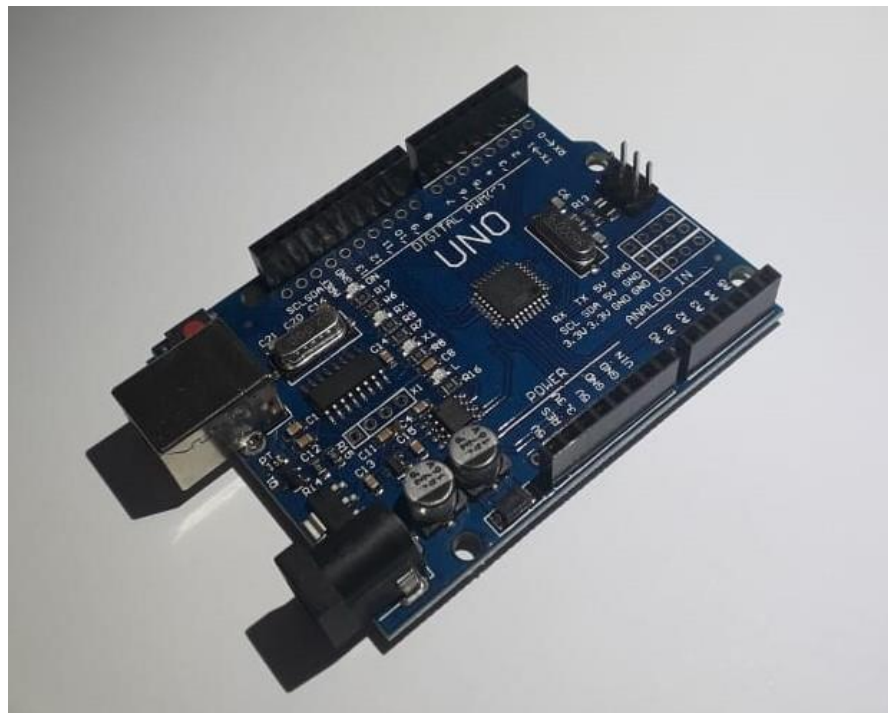
Fonte: (FILIPEFLOP,2019)

4.2 Arduino

A figura 2 mostra o Arduino UNO utilizado no presente trabalho. A placa apresenta 14 portas digitais, tensão de operação de 5V, um microcontrolador ATmega328, uma velocidade do clock de 16MHz, um botão reset, conexão USB e dimensões 6,8 x 5,5 x 1,0 cm (ARDUINO, 2019).

O Arduino é uma plataforma open-hardware e possui seu próprio ambiente de desenvolvimento baseado na linguagem C, deixando a programação bem intuitiva para iniciantes. A linguagem C é um tipo de linguagem de programação que está integrada ao sistema Unix, sua popularidade se deu pela sua eficiência e possibilidade, uma vez que esta não está associada a nenhuma ordem de sistema operacional e a nenhuma máquina especial, possibilitando assim o seus mais diversos usos (ARAÚJO; MARIZ; SILVA, 2015).

Figura 2: Placa Arduino UNO



Fonte: ARDUINO (2019)

4.3 Sensor de luminosidade LDR

A figura 3 mostra o sensor de luminosidade usado no presente trabalho. Esse tipo de sensor possui diâmetro de 5 mm, tensão máxima de 150 VDC, potência máxima de 100 mW, resistência no escuro de 1 M Ω (Lux 0), resistência na luz de 10-20 K Ω (Lux 10) (FILIPEFLOP,2019).

A resistência diminui neste tipo de sensor, quanto mais luz incidir. O mesmo é bastante utilizado em projetos com Arduino e outros microcontroladores para alarmes, automação residencial, sensores de presença e etc.

O funcionamento do LDR é dado quando os fótons (as partículas de luz) incidem sobre o eletrodo do sensor e causam a liberação de elétrons das moléculas. Com isso, quanto mais elétrons disponíveis, menor será a resistência elétrica.

Figura 3: Sensor de Luminosidade LDR



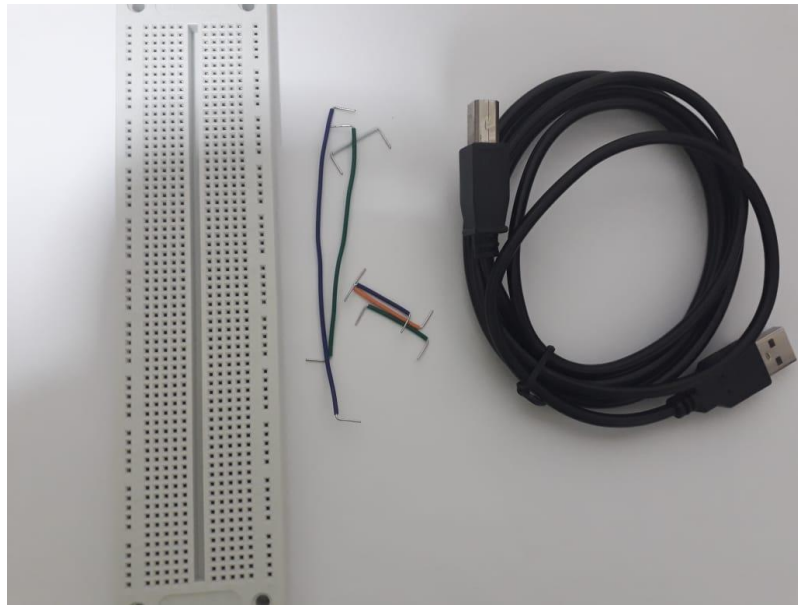
Fonte: FILIPEFLOP (2019)

4.4 Protoboard, cabos e fios

A figura 4 mostra o protoboard de 760 furos, fios e cabos utilizados para complementar o protótipo desenvolvido. O protoboard possui dimensões de

188x46x8 mm, corrente de 1,5 - 7A. Este tipo de componente possui aplicações em circuitos eletrônicos, protótipos, montagens de projetos temporários, entre outros. Os fios e cabos, são usados para a ligação dos componentes com o protoboard e o arduino, fazendo assim a conexão entre os mesmos.

Figura 4: Protoboard, fios e cabos



Fonte: Autoria Própria

4.5 Software

O software utilizado no projeto foi a versão 1.8.8 do Arduino. Foi utilizado também, a biblioteca do sensor de temperatura e umidade DHT11, o sensor de luminosidade LDR, não necessita de biblioteca para o seu funcionamento.

Para a leitura da biblioteca do sensor foi usado o código de programação

```
DHT.read11(A1)
```

onde o mesmo estabelece a classe de leitura DHT.

Para exibição dos valores medidos pelos sensores no monitor serial do software foi utilizado o

```
Serial.print("temperatura");  
Serial.print(DHT.temperature, 0);  
Serial.print(DHT.humidity);
```

```
Serial.print("umidade");  
Serial.write("Luminosidade");  
Serial.println(1023-lum);
```

Na programação “delay(1000)” foi estabelecido que as leituras eram feitas a cada 1 segundo.

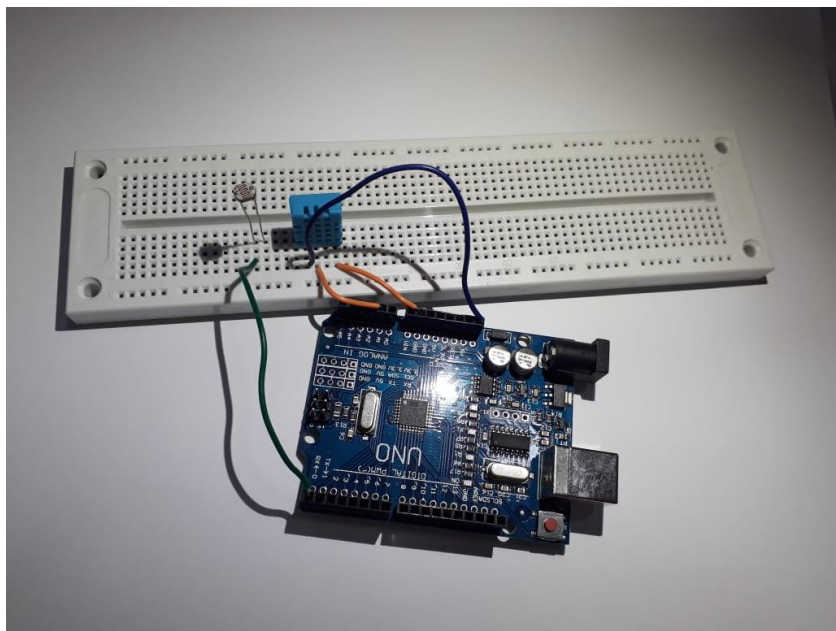
O código completo da programação da mini-estação pode ser consultado no apêndice.

4.7 Montagem do circuito

O sensor DHT11 possui quatro pinos, o VCC foi conectado ao pino de alimentação 5V do Arduino, o GND foi conectado ao GND do arduino e o pino de dados foi colocado na porta analógica A1 do Arduino.

O sensor LDR foi conectado no pino 0 digital do Arduino. Já o Arduino foi conectado através do cabo ao computador.

Figura 5: Montagem do circuito



5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste trabalho, os valores medidos pela mini estação meteorológica foram comparados com os dados locais de temperatura e umidade informados pela Accuweather.

5.1 Temperatura e umidade

Os valores foram obtidos através de um circuito montado no Arduino, com sensores. Esses valores foram colhidos durante períodos diferentes do dia, e uma hora a cada período (manhã e tarde). Ao final da medição, esses dados foram armazenados e posteriormente foi feita uma margem de erro desses dados.

A tabela 1 abaixo mostra os valores de temperatura e umidade coletados da mini estação meteorológica durante o período da manhã. A tabela 2 apresenta os valores de dados climáticos fornecidos pela internet.

Tabela 1: Dados médios de temperatura e umidade medidos pela mini estação nos dias 09/03 e 14/03.

Temperatura (°C)	Umidade(%)
28,0	76,0
29,0	76,0
29,0	76,0
29,0	77,0
30,0	76,0
29,0	81,0
27,0	83,0
28,0	84,0
30,0	85,0

Fonte: Autoria Própria (2019)

Tabela 2: Dados médios de temperatura e umidade fornecidos pelo Accuweather

Temperatura(°C)	Umidade(%)
28,0	77,0
30,0	77,0
30,0	77,0
30,0	77,0
30,0	76,0
26,0	85,0
29,0	85,0

Fonte: Aatoria Própria(2019)

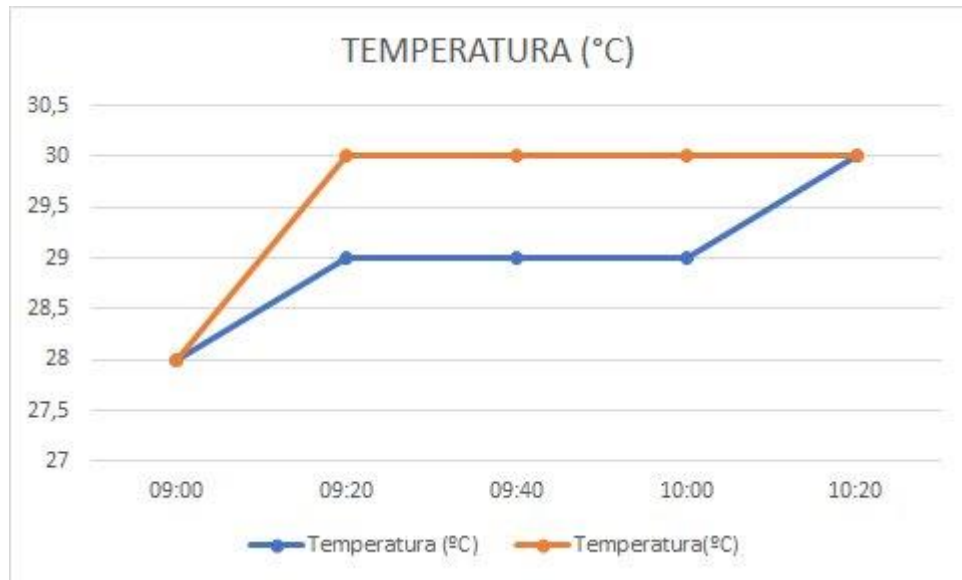
Esses dados das tabelas acima, foram medidos pelo o período da manhã do dia 09/03/2019 e pela tarde do dia 14/03/2019, e foram colocados na tabela alguns desses dados, visto que a temperatura e umidade em certas horas não variou nada. O que foi observado, é que existe uma variação de 1% de umidade e de 1° Celsius de temperatura, entre as medições da mini-estação e os valores fornecidos pelo Accuweather, que informa dados de estações meteorológicas do INMET atualizados a cada hora do dia.

Podemos certificar que os valores climáticos que a mini-estação coletou foram coerentes com os valores comparados, já que deu apenas uma pequena diferença.

Segundo o datasheet do sensor DHT11 pode haver uma variação de $\pm 2,0^{\circ}\text{C}$ na temperatura média, então os dados obtidos encontram-se dentro dessa taxa de variação informada pelo datasheet. Assim como também, a umidade relativa do ar está dentro da variação de 5% fornecido pelo datasheet (AOSONG, 2017).

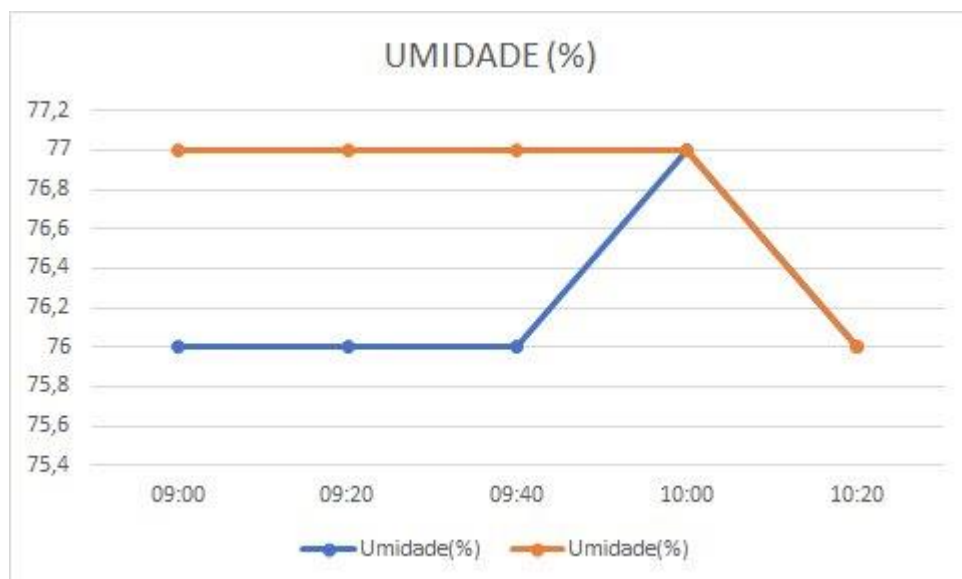
Também é notável que a temperatura informada pelo Inmet e Accuweather não variou muito durante o período da manhã, assim o valor obtido pelo sensor, ficou bastante estimável e próximo ao valor fornecido pela internet.

Figura 6: Gráfico comparativo entre dados de temperatura coletados pela mini-estação e os dados do Accuweather



Fonte: Autoria Própria (2019)

Figura 7: Gráfico comparativo entre dados de umidade coletados pela mini-estação e os dados do Accuweather



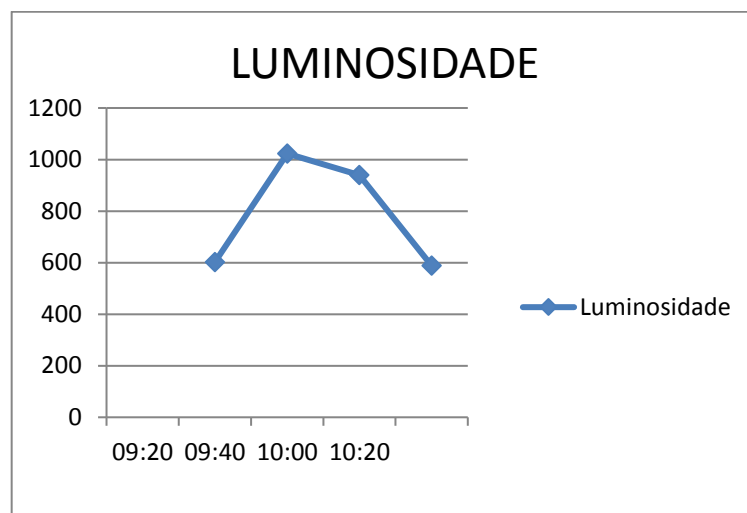
Fonte: Autoria Própria (2019)

Observando o gráfico da umidade relativa do ar, podemos observar que a umidade se manteve constante durante um certo período de tempo, visto que, os dias que foram feitas as coletas de dados estavam nublados e com o tempo chuvoso o que também houve uma semelhança muito grande com os dados fornecidos pela internet para a cidade de Caraúbas –RN.

5.2 Luminosidade

A finalidade de medir a luminosidade, é para saber a incidência da luz no momento da medição de temperatura e umidade. Com isso, também detectar a luz ao amanhecer e anoitecer.

Figura 8 – Gráfico da luminosidade coletados pela mini estação



Fonte: Autoria própria (2019)

Com os dados coletados e observando o gráfico de luminosidade, percebemos que esses dados variaram muito durante o período da manhã, visto que, em certas horas o tempo ficou nublado e em outras houve incidência da luz solar.

Os dados de luminosidade colhidos não correspondem diretamente à luminosidade, na unidade padrão. Os mesmos estão relacionados diretamente a voltagem, já que o LDR fornece uma tensão analógica e quando conectado ao Arduino, que possui seu ADC integrado (Conversor Analógico para Digital), o

componente converte a tensão analógica de 0-5V em um valor digital na faixa de (0-1023).

5.3 Custos

Os custos dos componentes da montagem do protótipo, possui uma diferença significativa em relação a uma estação meteorológica automática no mercado. Essa diferença de preços é bastante notável, e pode ser observada a partir das tabelas 3 e 4 que mostram os custos de cada componente da estação, e os resultados de uma pesquisa de mercado, para os preços das estações automáticas.

Tabela 3: Custos da mini-estação meteorológica

COMPONENTE DA MINI ESTAÇÃO	PREÇO(R\$)
Arduino Uno	60,00
Sensor DHT11	20,00
Sensor LDR	15,00
Protoboard	20,00
TOTAL	115,00

Fonte: Autoria Própria (2019)

Tabela 4: Custos da estação meteorológica automática

ALGUMAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	PREÇO (R\$)
Davis Pro2 -6153	9.990,00
Davis Vantage Pro2 - 6162	14.500,00
Solar completa	4.950,00
Davis Vantage Pro2 -6152	7.800,00

Fonte: Mundo Clima

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho foi mostrado como uma Estação Meteorológica Automática é de suma importância para diversas áreas, principalmente para auxiliar os agricultores nas suas plantações. Foi apresentada a forma de construção de uma mini-estação meteorológica de baixo custo, mas de resultados precisos quando comparados a estações maiores mesmo com algumas limitações do material e simplicidade do projeto.

Observando a diferença de preços entre o protótipo de estação desenvolvida e os demais modelos de estações meteorológicas automáticas nota-se que o modelo de mini-estação criada em Arduino possui um preço bastante acessível para qualquer usuário, apesar de não conter todos os sensores que caracterizam uma estação meteorológica automática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aosong Electronics Co.,Ltd. Datasheet: DHT11, 2017.

ARAÚJO, Jonathan Dantas de; MARIZ, Maria Isabel Medeiros; SILVA, Sergio Rair Medeiros. **REDE DE AQUISIÇÃO E CONTROLE DE TEMPERATURA**. 2015. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Eletrotécnica, Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2015.

ARDUINO. **What is Arduino?** Disponível em: <<https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>>. Acesso em: 01 mar. 2019.

BRASIL. INMET. (Org.). **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em: <www.inmet.gov.br>. Acesso em: 12 mar. 2019.

CITISYSTEMS. **Sensor: Você Sabe o Que é Quais os Tipos?** Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/sensor-voce-sabe-que-quais-tipos/>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

CLIMA, Mundo. **Estações Meteorológicas**. Disponível em: <<https://www.mundoclima.com.br/estacoes-meteorologicas/fixas/>>. Acesso em: 12 mar. 2019.

FILIFELOP. **Monitorando Temperatura e Umidade com o sensor DHT11**. Disponível em: <www.filipeflop.com>. Acesso em: 12 mar. 2019.

MAIA, Gideoni Quaresma. **MONTAGEM DE UMA MINI ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BAIXO CUSTO COM ARDUINO**. 2016. 45 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciencia e Tecnologia, Ufersa, Mossoró, 2016.

SENTELHAS,P.C.; MORAIS,S.O;PIEIDADE,S.M.S.;PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L.R.;MARIN,F.R. Análise comparativa de dados meteorológicos obtidos por estação convencional e automática.*Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 215-221, 1997.

TORRES, J. D. *et al.* Aquisição de dados meteorológicos através da plataforma Arduino: construção de baixo custo e análise de dados. **SCIENTIA PLENA**, [S. l.], 2015.

YNOUE, Rita Yuri et al. **Meteorologia: noções básicas**. São Paulo: Oficina de Texto, 2017.

APÊNDICE A – Código fonte para o sensor DHT11 e o sensor LDR

```
//Mini estação meteorológica: temperatura e umidade

//Autor(a): Alícia Mayra

#include <dht.h>

#define dht_pinA1

#define LDRpin 0

dht DHT;

int lum;

byte sensor=A4; //estabelece a porta analogica 4 como sensor

void setup() {

    Serial.begin(9600);

}

void loop() {

    DHT.read11(A1); // chama método de leitura da classe dht

    Serial.print("temperatura");

    Serial.print(DHT.temperature, 0);

    Serial.print("C");

    Serial.print("umidade");

    Serial.print(DHT.humidity);

    Serial.print("%");

    lum=analogRead(LDRpin);

    Serial.write("Luminosidade");

    Serial.println(1023-lum);

    delay(1000);

}
```