

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA SUL-RIO-
GRANDENSE

CÂMPUS VENÂNCIO AIRES

MOSTRA VENÂNCIO-AIRENSE DE CULTURA E INOVAÇÃO (MOVACI)

BRENDA K. VARGAS DOS SANTOS

JÚNIOR HOMEM HENRIQUE

MATHEUS DAMASCENO DE LIMA

DATA LOGGER AUTOSSUSTENTÁVEL DE BAIXO CUSTO

PROF. TIAGO BAPTISTA NORONHA

ORIENTADOR

PROF. LEANDRO CÂMARA NORONHA

CO-ORIENTADOR

VENÂNCIO AIRES, 2016.

BRENDA K. VARGAS DOS SANTOS

JÚNIOR HOMEM HENRIQUE

MATHEUS DAMASCENO DE LIMA

DATA LOGGER AUTOSSUSTENTÁVEL DE BAIXO CUSTO

Projeto de pesquisa apresentado como requisito parcial para aprovação na Mostra Venâncio-Airense de Cultura e Inovação (MOVACI), evento promovido pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, Câmpus Venâncio Aires.

Professor Orientador: Tiago Baptista Noronha.

VENÂNCIO AIRES, 2016.

RESUMO

Pesquisadores de diversas áreas de conhecimento que necessitem coletar dados remotos para suas pesquisas, atualmente, podem contar com a utilização de *Data Loggers* comerciais. A aquisição destes equipamentos pode influenciar drasticamente nos custos de um projeto de pesquisa, uma vez que os dispositivos que encontramos no mercado atualmente possuem valores relativamente elevados. Parte desse alto custo deve-se ao fato de contarem com excelentes interfaces de entrada, proteção contra interferência eletromagnética, além de baterias com alta capacidade de carga e circuitos com baixo consumo de potência. Este projeto visa a pesquisa e a construção de um sistema de aquisição e armazenamento de dados utilizando tecnologias de código aberto, como também a utilização de fontes de alimentação sustentáveis, com o intuito de atender projetos de pesquisa que não necessitem de instrumentos tão precisos e exatos quanto os oferecidos comercialmente. Objetiva-se que a documentação produzida ao longo desta pesquisa reduza os custos e/ou viabilize projeto de pesquisas que necessitem utilizar o sensoriamento remoto como ferramenta de coleta de dados.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto. Processamento digital de sinal. Instrumentação. Filtragem digital.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-------------------------------|
| Figura 1 - <i>Data Logger</i> Teste | Erro! Indicador não definido. |
| Figura 2 - Arduino Mega 2560 R3 | 5 |
| Figura 3 - Módulo <i>SD Card</i> | 5 |
| Figura 4 - Módulo <i>Ethernet Shield W5100</i> | 5 |
| Figura 5 - Projeto PCB Sensores | 6 |
| Figura 6 – Página WEB para acesso remoto dos dados..... | 6 |
| Figura 7 – Tabela de preços..... | 7 |

SUMÁRIO

| | |
|------------------------------------|----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 1 |
| 2 OBJETIVOS..... | 2 |
| 2.1 Objetivo geral | 2 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 2 |
| 3 REFERENCIAL TEÓRICO | 3 |
| 4 METODOLOGIA | 4 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 8 |
| REFERÊNCIAS | 9 |

1 INTRODUÇÃO

Diversos são os campos do conhecimento que necessitam coletar dados em seus projetos de pesquisa. Como exemplo, podemos citar as ciências agrícolas, geografia, biologia, entre outras [1][4]. Grande parte do orçamento de tais projetos é consumido por dispositivos de coleta e armazenamento de dados, pois as soluções encontradas no mercado apresentam elevado custo por conta da extrema exatidão e precisão de seus instrumentos. [2] Alguns dispositivos comerciais ainda contam com sistemas de proteção contra interferência eletromagnética, redutores de ruídos aditivos e outras técnicas que, por muitas vezes, fazem-se dispensáveis para projetos de determinadas naturezas.

Outro fator que contribui para o custo elevado na realização desses projetos, é a demanda por sistemas que funcionem utilizando baterias. Como muitas vezes, em experimentos, é necessário coletar dados por um grande período de tempo, *Data Loggers*¹ comerciais necessitam utilizar baterias de alta duração aliadas com sistema de baixo consumo de potência.

Este projeto visa reduzir o custo do dispositivo de coleta de dados através da utilização de técnicas de instrumentação mais simples e que, embora não sejam tão eficazes quanto as técnicas encontradas em dispositivos comerciais, sejam suficientes para projetos de certa natureza (e.g. quando o sinal a ser monitorado varie lentamente).

Também pretende-se explorar técnicas de alimentação renováveis, como é o caso da energia solar. Assim, mesmo para projetos que necessitem monitorar sinais por um grande período de tempo, não será necessário o uso de baterias de alta capacidade e/ou desenvolver uma eletrônica de baixo consumo de potência.

Pretende-se que o material desenvolvido nesta pesquisa permita que o dispositivo de aquisição e armazenamento de dados seja replicado, de maneira relativamente simples, para ser aplicado em projetos das mais diversas áreas do conhecimento. Viabilizando, assim, o estudo em determinadas áreas e contribuindo para o progresso da ciência nacional.

¹ Equipamento capaz de armazenar leituras de outros instrumentos de medição desde que estes transmitam a informação de alguma forma (analógica ou digital).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Projetar e desenvolver uma plataforma de coleta de dados (*Data Logger*) alimentada por energia solar e de custo reduzido (quando comparada com soluções comerciais).

2.2 Objetivos específicos

- Estudar as técnicas de instrumentação;
- Estudar técnicas de alimentação renovável;
- Estudar os módulos de *hardware*² necessários para construção do sistema;
- Realizar o diagrama de blocos do sistema, identificando quais partes serão resolvidas em *hardware* e quais pontos serão resolvidos em *software*³;
- Codificar os blocos do sistema capazes de coletar e armazenar as informações;
- Implementar filtros digitais capazes de mitigar os problemas acarretados devido a qualidade dos instrumentos utilizados;
- Desenvolver *software* capaz de ler as informações contidas na memória não volátil do equipamento;
- Desenvolver sistema mecânico capaz de comportar o circuito garantindo que o sistema possa ser exposto as intemperes;
- Desenvolver sistema sustentável de alimentação.

² Termo usado para designar as peças, circuitos, e componentes eletrônicos em geral.

³ Sequência de instruções escritas para serem interpretadas por um computador com o objetivo de executar tarefas específicas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Com o passar dos anos e o avanço na área de pesquisa para desenvolvimento de dispositivos tecnológicos, podemos notar o aumento de recursos que visam facilitar as nossas vidas e aumentar a efetividade de nossos trabalhos. Atualmente temos disponível no mercado vários dispositivos que tem como objetivo a leitura e o armazenamento de dados climáticos em locais mais específicos, como por exemplo em uma estufa ou em um projeto de pesquisa que necessite desses dados.

Segundo o site da produtora de equipamentos de medição Testo [6], o *Data Logger* Testo 176 P1 oferece ao usuário um sensor interno de pressão absoluta e duas conexões para sensores externos, um NTC⁴ e um sensor de humidade capacitivo, suporte do parede, cadeado, pilhas e protocolo de calibração por um preço de R\$ 3.569,00 o que é um custo demasiadamente alto para pequenos produtores ou grupos de pesquisa voltados para essa área.

Visamos com esse projeto construir um dispositivo que realize as mesmas funções que um *data logger* comercial, ou seja, realizar medições de dados climáticos armazenando os mesmos em um dispositivo de memória para que posteriormente sejam analisados e utilizados em prol do usuário que utilizá-lo, porém com o custo reduzido, assim possibilitando que um maior número de pessoas tenham acesso aos benefícios que este tipo de dispositivo proporciona. Nosso *Data Logger* possui diferenciais; um deles é a integração com a internet, possibilitando que o acesso seja feito pelo usuário remotamente; outro diferencial é o uso de fontes de alimentação renováveis, com o intuito de aumentar a autonomia da bateria e também diminuir a necessidade de manutenção, uma vez que a bateria totalmente carregada precisaria de dias para precisar ser carregada novamente.



Figura 1 - Data Logger Testo

⁴ São resistores semicondutores sensíveis à temperatura e têm, de acordo com o seu tipo, um coeficiente resistência / temperatura negativo.

4 METODOLOGIA

Algumas condições foram utilizadas como base para o desenvolvimento deste projeto. Como principais, podemos citar: encontrar as grandezas que iríamos medir, levando em consideração quais seriam mais importantes para que, posteriormente, pudessem ser analisadas e utilizadas diante do propósito que o projeto aborda; realizar a escolha dos sensores que seriam utilizados e que deveriam atender os requisitos nos quais o projeto está submetido: medições confiáveis e que o custo final não fique elevado, a fim de que seja viável a implementação do mesmo.

Criamos um protótipo inicial para a realização de testes a fim de verificar o funcionamento. Até o momento, conseguimos desenvolver o armazenamento dos dados em *SD Card* e o envio dos mesmos para a Internet, o que já nos dá um bom controle do estado atual do projeto.

Utilizamos o microcontrolador⁵ Arduino Mega 2560 R3 (Figura 1) este, por sua vez, é uma plataforma eletrônica de código aberto baseado em hardware e software de fácil utilização. É destinado para qualquer um fazer projetos interativos [7]. Além disso, possui um alto custo-benefício comparado aos demais microcontroladores encontrados atualmente no mercado. Também utilizamos um módulo *SD Card*⁶ para Arduino (Figura 2), o módulo aceita cartões formatados em FAT16 ou FAT32⁷, e utiliza a comunicação via interface SPI⁸ por meio dos pinos MOSI, SCK, MISO e CS [8], possibilitando o armazenamento de uma grande quantidade de dados, sendo que será gravado arquivos de texto, que ocupam pouco espaço. Para a comunicação com a internet, utilizamos o Módulo *Ethernet Shield W5100* (Figura 3). A coleta de dados foi feita a partir do uso de três sensores: LM35 (Figura 4) foi escolhido para ser o sensor de temperatura, em virtude de sua boa precisão e alta linearidade levando em conta o seu baixo custo de aquisição [9]. O DHT11 (Figura 5) é o sensor de umidade usado neste projeto, ele é o sensor que possui uma boa repetibilidade e também um curto tempo de resposta, obtendo leituras rápidas e valores relativamente precisos [10]. Como sensor de luminosidade foi utilizado o LDR (Figura 6), mesmo apresentando um tempo de resposta lento quando em comparação com outros sensores como fototransistores e fotodiodos, que têm a capacidade de perceber rápidas variações de luz (dezenas ou centenas de MegaHertz), ainda é um sensor viável para a aplicação dada neste projeto [11].

⁵ Máquina capaz de buscar e executar instruções de programas alocados na sua memória.

⁶ Dispositivo de memória flash que pode armazenar informações digitais para o consumidor.

⁷ São nomes de sistemas de arquivos (file systems) utilizados por padrão em versões antigas do sistema operacional Windows (Windows 98, por exemplo).

⁸ Protocolo que permite a comunicação do microcontrolador com diversos outros componentes.

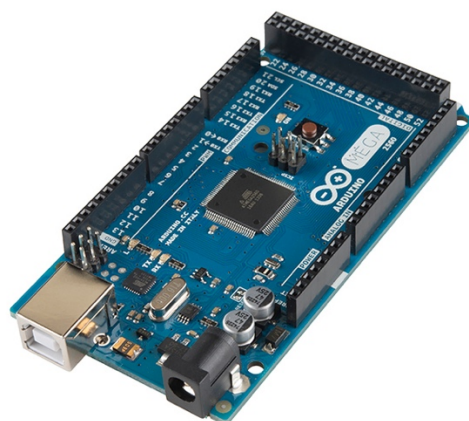


Figura 2 - Arduino Mega 2560 R3

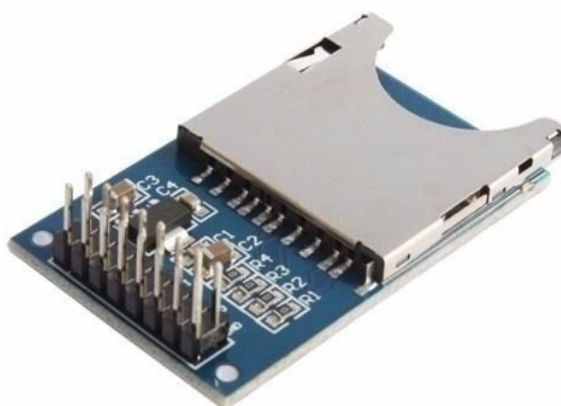


Figura 3 - Módulo SD Card



Figura 4 - Módulo Ethernet Shield W5100

Para a montagem desse protótipo, foi construído uma placa de circuito impresso para os sensores (Figura 8) utilizando o *software* de criação de PCB's ⁹ Eagle [12].

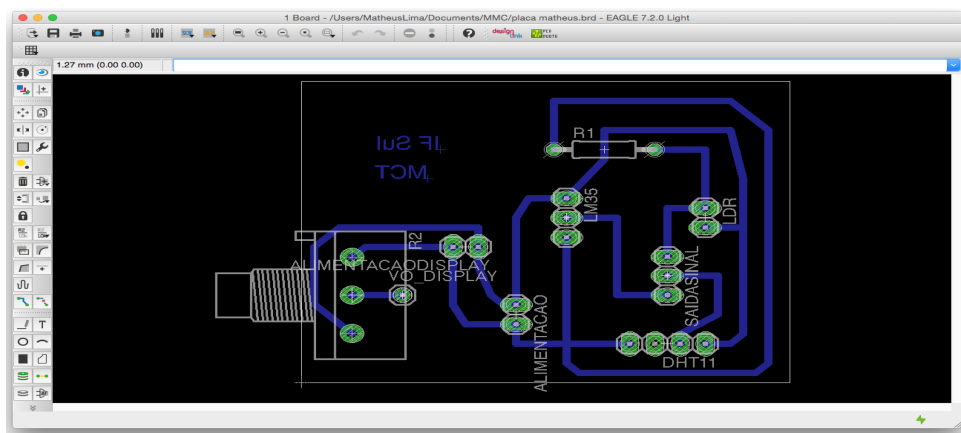


Figura 5 - Projeto PCB Sensores

Para o controle deste processo, foi desenvolvido um programa na IDE do Arduino. Para realizar as leituras dos sensores e apresentá-las no display LCD 16x2 e simultaneamente armazená-las no *SD Card*.

O desenvolvimento da página para acesso remoto (Figura 9) dos dados foi realizado em PHP¹⁰ e HTML¹¹. A formatação JSON¹²[13] foi usada na comunicação entre o Data Logger e a página, onde os dados eram enviados do Data Logger para o IP fixo da rede, por meio do Módulo Ethernet SHIELD, e então a página faz a requisição dos dados de um determinado canal de leitura em um determinado dia, mês e ano.

| Canal 1 | | Canal 2 | | Canal 3 | |
|----------|------------------|----------|--------------------|----------|-------------|
| Hora | Temperatura (°C) | Hora | Luminosidade (lux) | Hora | Umidade (%) |
| 18:24:43 | 15 | 18:24:43 | 0.0013 | 18:24:43 | 56 |
| 18:25:56 | 16 | 18:25:56 | 0.0013 | 18:25:56 | 56 |

Figura 6 – Página WEB para acesso remoto dos dados

⁹ Abreviação para “*printed circuit board*”, ou seja, “placa de circuito impresso”. É nela que os demais componentes dos dispositivos são soldados.

¹⁰ Um acrônimo recursivo para **PHP**: *Hypertext Preprocessor*. É uma linguagem de script open source de uso geral, muito utilizada, e especialmente adequada para o desenvolvimento web.

¹¹ *Hypertext Markup Language* ou em português Linguagem de Marcação de Hipertexto. O HTML é a linguagem base da internet.

¹² *JavaScript Object Notation* - Notação de Objetos JavaScript. Uma formatação leve de troca de dados.

Outro foco dessa pesquisa se dá na área da economia. O protótipo do sistema teve um custo consideravelmente menor do que os Data Loggers encontrados atualmente no mercado (Figura 25).

| Item | Preço |
|-------------------------------------|-------------------|
| Sensor LDR | R\$ 1,00 |
| Sensor LM35 | R\$ 4,00 |
| Sensor DHT11 | R\$ 6,00 |
| Potenciômetro 10kΩ | R\$ 1,50 |
| CI DS1307 | R\$ 4,00 |
| Bateria Lítio 3V | R\$ 6,00 |
| Cristal 32.768 kHz | R\$ 3,00 |
| Display LCD 16x2 | R\$ 12,00 |
| Módulo <i>SD Card</i> | R\$ 9,00 |
| Cartão de memória 4GB | R\$ 13,00 |
| 30 Jumper's | R\$ 9,00 |
| Arduino Mega 2560 R3 | R\$ 60,00 |
| Módulo <i>Ethernet SHIELD W5100</i> | R\$ 50,00 |
| Total | R\$ 178,50 |

Figura 7 – Tabela de preços

Durante as etapas anteriores, o sistema será alimentado por meio da rede elétrica, abordagem que visa isolar problemas de alimentação. Assim que o sistema for construído por completo, iniciar-se-á a pesquisa por fontes de alimentação renováveis. Pretende-se utilizar placas de energia solar de baixo custo [5] para alimentar o sistema; então, qualquer *hardware* adicional que necessitar ser confeccionado, será projetado e construído nesta etapa.

Após a construção do módulo de alimentação, o sistema será submetido a um teste de regressão a fim de verificar se os dados armazenados possuem a mesma qualidade ao serem comparados aos dados obtidos quando o sistema está conectado na rede elétrica. Assim que tudo estiver integrado e testado, será desenvolvida documentação para garantir que o projeto possa ser replicado por grupos de pesquisas que necessitem utilizá-lo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o desenvolvimento do protótipo descobrimos que era possível realizar a construção de um *Data Logger* que atenda às exigências inicialmente determinadas como base para a execução deste projeto, onde foram alcançadas as metas de preço e de eficiência.

Com o módulo de *SD Card* para Arduino encontramos uma maneira eficiente e barata para o armazenamento dos dados, que é uma das principais características de um *Data Logger*. Obtivemos sucesso na leitura dos sensores, na exibição dos valores dos mesmos em um display LCD e no funcionamento das placas de circuito impresso.

A grande dificuldade encontrada foi na apresentação dos dados lidos de forma remota com a utilização do Módulo *Ethernet Shield W5100*, onde utilizamos técnicas aprendidas fora da ementa do curso.

O protótipo ainda receberá alimentação por meio de placas solares, assim concluindo o que foi proposto inicialmente para execução do projeto.

REFERÊNCIAS

1. Zhang, C., and J. Zhang. **"Current Techniques for Detecting and Monitoring Algal Toxins and Causative Harmful Algal Blooms."** *J Environ Anal Chem* 2.123 (2015): 2.
2. Catálogo de produtos da Novus. Disponível em <<http://www.novus.com.br/site/default.asp?TroncoID=621808&SecaID=803220&SubsecaoID=0>>.
3. GUANZIROLI, C. E.; CARDIM, S. E. C. S. Novo Retrato da Agricultura Familiar: O Brasil Redescoberto. **Projeto de Cooperação Técnica INCRA / FAO: Ministério do Desenvolvimento Agrário**. Brasília, 2000.
4. Revista Galileu. **Campo Hackeado**. Disponível em <<http://revistagalileu.globo.com/Revista/noticia/2014/03/campo-hackeado.html>>. Data de acesso: 19 ago. 2015.
5. Beyond solar radiation management – the strategic role of low-cost photovoltaics in solar energy production. DOI:10.1080/14786451.2013.854244 Felix Hermerschmidt^a, Panayiotis D. Pouloupatis^a, George Partasides^b, Andreas Lizides^b, Stella Hadjiyiannakou^b & Stelios A. Choulis^{a*} pages 211-220
6. Testo 176 P1 - *Data logger* Pressão, temperatura e humidade. **Testo**. Disponível em: <https://www.testo.com.br/detalhes_do_produto/0572+1767/testo-176-P1-Data-loggerPressao-temperatura-e-humidade#tab-8>. Acesso em: 20 ago. 2015.
7. ARDUINO UNO. Site oficial do Arduino UNO. Disponível em: <<http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>>. Acesso em: 20 ago. 2015.
8. YARI, J. UNIVERSIDADE ANHANGUERA – UNIDERP Programa de Mestrado Profissional em Produção e Gestão Agroindústria. **Desenvolvimento de Miniplataforma de Coleta de Dados Meteorológicos para Pequenos Produtores Rurais Utilizando as Tecnologias Livres Arduino e Android**. Campo Grande - MS, 2013. Disponível em: <<https://s3.amazonaws.com/pgsskrotondissertacoes/4eb662f38545dafa08ddf3988dc7947c.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2015.

9. INSTRUCTABLES. **Using the ESP8266 module.** Disponível em:
<<http://www.instructables.com/id/Using-the-ESP8266-module/>>. Acesso em: 22 ago. 2015.
10. LIMA. DANIEL MARINO PEREIRA. Universidade Federal do Paraná. **Sensor de Temperatura - Modelo Im35 – National.** Disponível em:
<<http://www.eletrica.ufpr.br/edu/Sensores/20071/LM35.html>>. Acesso em: 22 ago. 2015.
11. AOSONG. **Temperature and Humidity Module – DHT11 Product Manual.** Disponível em:
<<http://akizukidenshi.com/download/ds/aosong/DHT11.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2015.
12. SCRIBD.. **Artigo LDR x Sensor de Luminosidade _teste3_rev4**, 2014. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/219049351/Artigo-LDR-x-Sensor-de-Luminosidade-teste3-rev4#scribd>>. Acesso em: 24 ago. 2015.
13. CADSOFT COMPUTER INC. Disponível em:
<<http://www.cadsoftusa.com>>. Acesso em: 24 ago. 2015.