



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE DO PARANÁ
CAMPUS LUIZ MENEGHEL - CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
SISTEMAS DE INFORMAÇÃO

ADALBERTO PASSAFARO FILHO

**UMA PROPOSTA DE DISPOSITIVO DE BAIXO
CUSTO BASEADO EM ARDUINO PARA APOIAR
ATIVIDADES DE SENSORIAMENTO CLIMÁTICO E
DA BIODIVERSIDADE**

Bandeirantes
2015

ADALBERTO PASSAFARO FILHO

**UMA PROPOSTA DE DISPOSITIVO DE BAIXO
CUSTO BASEADO EM ARDUINO PARA APOIAR A
ATIVIDADE DE SENSORIAMENTO CLIMÁTICO E DA
BIODIVERSIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido
às Faculdades Luiz Meneghel da
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
como requisito parcial para a obtenção do
grau de Bacharel em Sistemas de Informação
Orientador: Prof. M. Sc. Thiago Adriano Coleti

Bandeirantes

2015

ADALBERTO PASSAFARO FILHO

**UMA PROPOSTA DE DISPOSITIVO DE BAIXO
CUSTO BASEADO EM ARDUINO PARA APOIAR A
ATIVIDADE DE SENSORIAMENTO CLIMÁTICO E DA
BIODIVERSIDADE**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Universidade Estadual do Norte do Paraná,
como requisito parcial para obtenção do grau
de Bacharel em Sistemas de Informação.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Me. Thiago Adriano Coleti
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Prof. Me. Neimar Neitzel
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Prof. Me. Luiz Fernando Legore do
Nascimento
UENP – *Campus* Luiz Meneghel

Bandeirantes, __ de _____ de 2015

RESUMO

Considerando a grande dificuldade em obter informações mais precisas e com menor tempo possível, a fim de que biólogos e demais pesquisadores possam fazer uso das informações sobre a fauna silvestre, bem como a redução dos custos dos equipamentos empregados neste processo, propôs-se a construção, teste e validação de um dispositivo de sensoriamento. O referido equipamento é capaz de efetuar a coleta de dados em ambientes como em uma floresta, onde não há a existência de infraestrutura adequada, o qual possa prover recursos de energia elétrica e de comunicação restritas.

Foi criado um dispositivo de sensoriamento e para isto utilizou-se *hardware* livre *Arduino* em sua confecção, em conjunto com demais sensores tais como de movimento, umidade relativa do ar e temperatura. A coleta de dados foi realizada a fim de verificar a funcionalidade e precisão dos sensores, e, validá-los para uso no trabalho.

O dispositivo criado apresentou-se capaz de coletar dados do ambiente e armazená-los para posterior análise.

Palavras-chave: *Arduino*; Sensoriamento; baixo custo.

Abstract

Considering the great difficulty in obtaining more accurate information and less time as possible, so that biologists and other researchers can make use of the information on wildlife, as well as reducing the cost of equipment used in this process, it was proposed the construction , test and validation of a monitoring device. It is proposed that this equipment is capable of performing data collection in environments such as in a forest, where there is not the existence of adequate infrastructure, which can provide energy resources and limited communication. A sensing device was created, it was used free hardware Arduino in its making, together with some sensors like motion, relative humidity of air and temperature. Data collection was necessary in order to verify the functionality and accuracy of the sensors, and validate them for use at work. The device created is able to collect environmental data and store them for later analysis.

keywords: Arduino; Sensing; Low coast.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Arduino Uno R2 (www.arduino.cc)	15
Figura 2 Armadilha Fotográfica BUSHNELL – 119439(www.bushnell.eu)	19
Figura 3 (www.aprenderelectronica.com.br)	20
Figure 5 Câmera ov7670: Fonte: (www.dx.com/)	30
Figure 6 LinkSprite JPEG COLOR camera (learn.linksprite.com)	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Pinagem Sensor de movimento	28
Tabela 2 Pinagem sensor de umidade e temperatura	28
Tabela 3 Pinagem módulo RTC	29
Tabela 4 Pinagem módulo cartão SD	29
Tabela 5 Amostra da coleta de dados	33
Tabela 2 Consumo energético	34
Tabela 3 Média do desvio padrao dos testes	35
Tabela 4 Custo do equipamento	36

LISTA DE SIGLAS

LIM	Laboratório de Instrumentação Meteorológica
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado.
LDR	Resistor Dependente de Luz
IFMS	Instituto Nacional do Mato Grosso do Sul
SMT	Tecnologia em Montagem Superficial
WIFI	Fidelidade sem Fio.
GCC	GNU Compiler Collection.
EEM	Espectro Eletro Magnético.
SD	Secure Digial (cartão de memória).
VCC	Tensão Corrente Continua.
GND	Filtro Graduado de densidade Neutra.
SDA	Serial Data.
SLC	Serial Clock.
LIM	Laboratório de Instrumentação tecnológica.
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.
IFMS	Instituto Federal do Mato Grosso do Sul.
MS	Mato grosso do Sul.
SMT	Sistema de Monitoramento de Temperatura.
UENP	Universidade Estadual do Norte do Paraná

SUMÁRIO

ABSTRACT	24
LISTA DE FIGURAS	25
LISTA DE TABELAS	26
LISTA DE SIGLAS	27
SUMÁRIO	28
1. INTRODUÇÃO	11
1.1 PROBLEMA	12
1.2 JUSTIFICATIVA	13
1.3 OBJETIVOS	13
1.3.1 OBJETIVO GERAL	13
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO	14
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1 ARDUINO	15
2.2 MONITORAMENTO	17
2.3 SENSORIAMENTO	17
2.4 BIODIVERSIDADE	17
2.5 ARMADILHA FOTOGRÁFICA	19
2.6 SENSORES	19
2.7 ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS	21
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
4. METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO	25
5. DESENVOLVIMENTO	26
6. VALIDAÇÃO E RESULTADOS	32
6.1 CONSUMO DE ENERGIA	33
6.2 QUALIDADE DOS DADOS	34
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
8. TRABALHOS FUTUROS	38
REFERÊNCIAS	39

1. Introdução

Devido aos avanços tecnológicos nos ramos da comunicação sem fio, da eletrônica digital e dos sistemas micro-eleto-mecânicos, o mundo atravessa uma revolução no sensoriamento remoto.

A aplicação mais comum de sensores é na medição de condições ambientais, como temperatura, pressão, umidade e condições do clima ou do solo, mas eles também são bastante utilizados para monitorar movimentos, controlar velocidades e detectar materiais perigosos (Gonçalves, 2007).

Como descrito acima, podemos utilizar sensores para coletar dados das condições ambientais, a fim de avaliar e acompanhar a perda da biodiversidade, já que de acordo com o Ministério do Meio Ambiente é uma das mais sérias e urgentes ameaças resultantes da ação do homem na Terra, agravada pelas mudanças climáticas globais¹. Lidar com estes problemas para subsidiar a tomada de decisão em diferentes níveis exige formação técnico-científica competente, avançada e integrada especialmente nas áreas de Biodiversidade e Computação, mas com forte aporte também das outras ciências.

Segundo Santana et al.(2008), atividade de sensoriamento climático é amplamente utilizada no monitoramento das condições do tempo, como feito no Laboratório de Instrumentação Meteorológica – LIM, do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). Estudos avançados na área de engenharia, biotecnologia, computação, eletrônica, informática, astrofísica e cosmologia permitiram um grande desenvolvimento da meteorologia moderna, os processos de medições que eram feitos manualmente, passaram a ser feitos de forma automática, aproveitando os avanços em eletrônica, computação e informática, trazendo uma melhoria para a área (SANTANA et al., 2008).

Com a finalidade de reduzir o tempo que a informação é de fato disponibilizada pra uso dos pesquisadores, a informática pode ser uma forte aliada nesse processo. Contudo, a instalação, a durabilidade e a comunicação entre equipamentos de sensoriamento instalados em locais onde não há fonte de energia constante tão pouco rede de internet, torna-se um grande problema.

¹ http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/gbo3_72.pdf

Com a ajuda dos dispositivos de sensoriamento essas práticas tornam-se mais palpáveis. Segundo Tomaz & Miranda (2003), as armadilhas consistem basicamente em uma câmera fotográfica digital ou analógica, a qual está acoplada a um "disparador", ou seja, um sistema que permite controlar a câmera e enviar um sinal para que haja captura da imagem no momento em que houver alteração no ambiente, podendo ser um sensor de movimento, de presença ou até mesmo de temperatura corporal. Todo sistema é envolto de um material resistente e a prova d'água, a fim de mitigar os riscos de dano no aparelho.

Dispositivos de sensoriamento que por sua definição é um dispositivo o qual permite realizar um processo de captação dos fenômenos e feições terrestres por meio de sensores, associado à metodologias, técnicas de armazenamento, tratamento e análise dessas informações².

Este trabalho apresentou um estudo para confecção, teste e validação de um dispositivo de sensoriamento com o objetivo de auxiliar a coleta de informações (umidade relativa do ar, temperatura e horário) em ambientes, utilizando a ferramenta *Arduino*, ou seja, *hardware* computacional personalizável, onde acopla-se a esse, câmeras e sensores para realizar a coleta de dados.

1.1 Problema

A coleta de dados de observações de animais silvestres em um ambiente se dá através de um grande investimento de esforço humano, recursos financeiros e de equipamentos, tais como helicópteros e carros. O uso de sensores de movimento, temperatura, umidade relativa do ar em conjunto com equipamentos fotográficos, podem ajudar na resolução desses problemas. Por ser um ambiente em que não há uma infraestrutura, é necessário levar em conta algumas dificuldades como a queda de galhos de árvores, ataque de animais nos sensores, pouca luminosidade e energia elétrica³.

Com o intuito de apoiar a coleta de dados de avistamentos de animais silvestres, bem como minimizar os recursos gastos nesse processo, foi desenvolvido

² http://www.conab.gov.br/conabweb/download/SIGABRASIL/manuais/conceitos_sm.pdf

³ http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_chm_rbbio/_arquivos/gbo3_72.pdf

um dispositivo de sensoriamento que consiga trabalhar nesse tipo de ambiente, onde uma infraestrutura adequada não está totalmente disponível.

1.2 Justificativa

Realizar a coleta de dados climáticos e da biodiversidade podem exigir um grande investimento de recursos financeiros, de tempo e pessoal, incluindo viajar por vários quilômetros até chegar aos lugares da atividade de coleta

Há quem faça uso das armadilhas fotográficas e dispositivos de sensoriamento para tornar essa prática um pouco menos maçante, porém os preços elevados desses equipamentos, variando de oitocentos a dois mil reais, muitas vezes os tornam inacessíveis segundo (Sberk-araujo e Chiarello, 2007).

Por esses motivos deparamo-nos a uma grande barreira de tempo, onde os dados da coleta da biodiversidade feitos manualmente podem delongar muito para estar disponíveis aos interessados. Além do tempo, o custo também é uma desvantagem que pretendeu-se reduzir. A utilização da plataforma *Arduino* tornou o dispositivo de sensoriamento mais acessível, pelo seu baixo custo e facilidade de programação.

1.3 Objetivos

Nesta seção são apresentados os objetivos alcançados no decorrer do trabalho.

1.3.1 Objetivo Geral

Com o objetivo principal deste trabalho, pretendeu-se estudar os equipamentos livres de baixo custo e menor consumo de energia disponíveis no mercado, com o intuito de confeccionar um dispositivo de sensoriamento, a fim de coletar dados da biodiversidade da fauna em uma determinada região.

1.3.2 Objetivos Específicos

Para atingir os objetivos gerais, os seguintes objetivos específicos foram alcançados:

- Determinar quais equipamentos a serem usados a fim de prover menor consumo de energia e maior tempo de vida ao sistema;
- Disponibilizar um protótipo para fins de teste do dispositivo de sensoriamento;
- Validar a ferramenta com experimentos em ambiente real.

1.4 Organização do Trabalho

Neste capítulo foram abordados o contexto, os objetivos e a motivação do presente trabalho. No capítulo 2 é apresentado a fundamentação teórica do trabalho, que inclui a contextualização do *Arduino*, o conceito de monitoramento e da biodiversidade e a estrutura do dispositivo de sensoriamento. Também neste mesmo capítulo é descrito o conceito de sensor, seus tipos de funcionamento e áreas mais utilizadas. No capítulo 3 é realizada uma revisão bibliográfica, a qual contém os principais trabalhos relacionados ao tema proposto, o desenvolvimento e os resultados obtidos. No capítulo 4 é apresentada a metodologia utilizada no desenvolvimento deste trabalho. É apresentado no capítulo 5 todo o desenvolvimento do trabalho. Já no capítulo 6 é exposto como foram validados os dados obtidos em relação a preço, precisão dos dados e consumo de energia. No capítulo 7 é exposta as considerações finais do trabalho, como foi realizado o trabalho e os resultados esperados e obtidos. E por fim no capítulo 8 são apresentados os possíveis trabalhos futuros e quais os benefícios do mesmo para o trabalho.

2. Fundamentação Teórica

Este capítulo apresenta a fundamentação teórica do trabalho, são exibidos assuntos pertinentes ao mesmo, como *Arduino*, monitoramento, biodiversidade, armadilha fotográfica, estações meteorológicas e sensores.

2.1 Arduino

O *Arduino* fabricado na Itália é uma plataforma de prototipagem eletrônica que torna a robótica mais acessível à todos. Projeto italiano iniciado em 2005 tinha primeiramente cunho educacional e interagia com aplicações escolares⁴.

Existem diversas versões das placas *Arduino* como Mega, Uno, Ethernet, Duemillanove, entre outros, cada versão com algumas propriedades peculiares, a Figura 1 a baixo apresenta um *Arduino* Uno R3.

As unidades são constituídas por uma controladora *Atmel* AVR de 8 bits, pinos digitais e analógicos de entrada e saída, entrada USB – o que permite conexão com computadores (EVANS; NOBEL; HOCHENBAUM, 2014).

Segundo o fabricante, a fonte de alimentação recebe energia externa por uma tensão de, no mínimo, 7 volts e máximo de 35 volts com corrente mínima de 300mA. A placa e demais circuitos funcionam com tensões entre 5 e 3,3 volts. Embutido ao *Arduino* há ainda um *firmware* – que combina memória ROM para leitura e um programa gravado neste tipo de memória – carregado na memória da placa controladora, que aceita Windows, Linux e Mac OS X. Pode-se observar algumas características dessa placa na Figura 1:

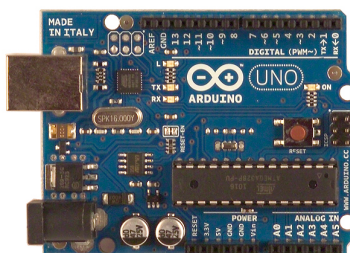


Figura 1 *Arduino* Uno R2 (www.arduino.cc)

⁴ www.arduino.cc/en/Guide/Introduction

- Baixo custo - Uma pessoa pode comprar um *Arduino* pagando em torno de \$ 24,00;
- *Software* para várias plataformas *Microsoft Windows*, *Mac OS X* e *Linux*.
- Linguagem simples - Os desenvolvedores do *Arduino* tentam manter sua linguagem fácil de usar para iniciantes, mas flexível o bastante para usuários avançados;
- *Software* livre - O *Arduino* é um *software* livre, capaz de criar e/ou modificar sua programação. Além disso, o Web site oficial do *Arduino* contém um *wiki* extensivo no qual amostras de código e exemplos são compartilhados livremente;
- Existe uma comunidade ativa para usuários, assim, há uma quantidade enorme pessoas que podem ajudar.

Em termos de *software*, o *Arduino* pode ter suas funcionalidades desenvolvidas por meio da linguagem C/C++, uma linguagem tradicional, conhecida e muito funcional, a qual utiliza uma interface gráfica escrita em Java. As funções IDE do *Arduino* permitem o desenvolvimento de *software* que possa ser executado pelo dispositivo⁵.

Com o *Arduino* é possível também enviar e receber informações de praticamente qualquer outro sistema eletrônico. Desta forma, é permitido construir um sistema de captação de dados de sensores, como temperatura, iluminação, bem como processar e enviar esses dados para um sistema remoto, por exemplo.

Dentre os mais utilizados pode-se destacar duas placas o *Arduino Uno* e o *Arduino Mega 2560*; o *Uno* possui 14 pinos (entrada e/ou saída de dados), sendo 5 deles digitais, possui também memória *flash* de 32 KB, SRAM com 2 KB, EEPROM com 1KB e seu chip controlador é o ATmega 328. Já o *Mega* possui 54 pinos, sendo 15 dele digitais, possui/com 256 KB de memória *flash* SRAM com 8 KB, EEPROM com 8 KB e seu chip controlador é o ATmega 2560, sendo mais robusto e obtendo melhor desempenho (EVANS; NOBEL; HOCHENBAUM, 2014).

Outra característica importante é que todo material (*software*, bibliotecas, *hardware*) é open-source, ou seja, pode ser reproduzido e usado por todos sem a necessidade de pagamento de royalties ou direitos autorais.

⁵ www.arduino.cc/en/Guide/Introduction

O *Arduino* utiliza um compilador GCC (C e C++) baseado em *Wiring* (Uma plataforma de prototipagem eletrônica de *hardware* livre) e que usa uma interface gráfica construída em Java baseado no projeto *Processing*.

2.2 Monitoramento

Segundo Bartle (2011), monitoramento consiste em checar os registros de uma certa atividade, avaliar sistematicamente o progresso das atividades de um projeto, é um processo rotineiro de obtenção de armazenamento de informação para um determinado fim.

Monitorar também é criar um relatório dos dados obtidos a fim de prover informações específicas para tomada de decisão de uma certa atividade, a fim/com intuito de prover aperfeiçoamentos ao projeto.

2.3 Sensoriamento

Segundo o dicionário Aurélio, sensoriamento é um procedimento no qual é possível mensurar as condições climáticas ou geológicas da terra, desta forma fazendo/faz-se um levantamento de solos, dos acidentes geográficos, mapeamento, condições climáticas, como temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento, entre outros.

É possível ainda realizar o sensoriamento à distância, ou seja, realizar as medições das condições climáticas a uma determinada distância dos dispositivos que as coletam, seja através da visão sinóptica (panorâmica) ou pelo espectro eletromagnético (EEM) inacessíveis a visão humana (CROSTA, 1997).

2.4 Biodiversidade

Biodiversidade refere-se à variedade de natureza viva no planeta terra, incluindo a variedade genética dentro das populações e espécies, a variedade de fauna, da flora, de fungos macroscópicos e de microrganismos, a variedade de funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas⁶.

⁶ www.biodiversidade.gov.br

A biodiversidade refere-se tanto ao número (riqueza) de diferentes categorias biológicas, quanto a abundância relativa (equitabilidade) dessas categorias⁷.

Possui três grandes níveis, cada uma abrangendo uma área específica. São eles:

- **Diversidade genética:** Mesmo os indivíduos da mesma espécie não são geneticamente iguais, cada um tem um uma combinação única de genes que permite que alguns sejam mais altos que outros, uns tem olhos azuis, enquanto outros os tem castanhos; genes que podem diferenciar formatos diferentes para a mesma parte do corpo, como orelhas maiores ou menores, narizes mais pontiagudos e outros mais achatados. Essa variedade genética permite que a terra tenha uma grande variedade de vida;
- **Diversidade ecológica:** é mais abrangente e diz respeito a um nível maior. As populações de mesma espécie e de espécies diferentes interagem com o ambiente formando os comunidades, e as comunidades, por sua vez, interagem com o ambiente formando ecossistemas, os quais interagem entre si formando paisagens, e por fim, formam os biomas. Desertos florestas oceanos são exemplos de biomas⁸;
- **Diversidade orgânica:** diz respeito ao processo evolutivo dos animais, cada um deles passa por um processo evolutivo diferente, onde esse processo faz com que cada espécie tenha características particulares que não são compartilhadas com as outras. Já se tem o conhecimento e o cadastro de cerca de 1,75 milhões de espécies, contudo essa é uma pequena parte, estima-se que exista de 10 a 30 milhões de espécies na terra.

Boa parte da matéria prima usada em nossas indústrias, bem como, as usadas na fabricação de remédios, além de alimentar nossa espécie, vêm das

⁷ www.biodiversidade.gov.br

plantas e dos animais, por esses e por outros motivos que deve-se dar bastante atenção a natureza⁹.

2.5 Armadilha fotográfica

Segundo Tomaz & Miranda (2003), as armadilhas consistem basicamente de uma câmera fotográfica digital ou analógica onde está acoplada a um "disparador", ou seja, um sistema que permite controlar a câmera e enviar um sinal para que haja uma captura de imagem assim que for detectado uma alteração no ambiente, podendo ser um sensor de movimento, de presença ou até mesmo de temperatura corporal, todo sistema é envolto de um material resistente e a prova d'água, a fim de mitigar os riscos de dano no aparelho como pode-se observar na Figura 2.



Figura 2 Armadilha Fotográfica BUSHNELL – 119439(www.bushnell.eu)

2.6 Sensores

Existem diversos tipos de sensores utilizados em equipamentos eletrônicos, podendo ser simples chaves de acionamento mecânico momentâneo, até transdutores especiais que convertem alguma grandeza física ou química em uma grandeza elétrica, como por exemplo, uma tensão¹⁰.

Um sensor é definido como um dispositivo capaz de responder em sua maioria com um sinal elétrico a um sinal ou ação externa, normalmente ele é composto de um transdutor, um dispositivo que converte um tipo de energia em outra, não necessariamente um sinal elétrico (Wendling, 2010).

⁹ www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/biodiversidade/

¹⁰ www.sabereletronica.com.br/artigos/1532-todos-os-tipos-de-sensores

O uso de sensores é bastante expressivo na medicina, indústria e robótica, dentre outras¹². São usados em veículos a fim de detectar se a velocidade corrente está maior que a permitida, emitindo, assim, um alarme sonoro para informar ao motorista e aos passageiros. Há também aqueles que são instalados nas casas a fim/com o propósito de detectar uma presença humana, ora para ascender uma luz, ora para ativar o alarme residencial. Termômetros também são sensores, que fazem uso da capacidade do mercúrio reagir com a temperatura, permitindo detectar se uma pessoa está com febre, e até mesmo as condições do ambiente¹³.

Pela alta quantidade de tipos de sensores presente será apresentado os principais encontrados nas aplicações eletrônicas. Os sensores fotoelétricos, ou seja, aqueles que trabalham com a luz, não tem partes móveis.

O tipo mais simples desses sensores consiste em um elemento fotossensível que tem a luz incidente interceptada em sua superfície, como o LDR, apresentado na Figura 3.



Figura 3 (www.aprendereltronica.com.br)

Sensores térmicos piroelétricos, como o próprio nome já diz, são sensores que reagem com a temperatura. Nestes tipos de sensores existe uma substância que polariza na presença de radiação infravermelha, gerando assim uma tensão que pode ser mensurada, e são usados nos sistemas contra incêndio.

Tem-se também os sensores ultra-sônicos, bastante utilizados para detectar objetos a certa distância, desde que não sejam muito pequenos e capazes de refletir a radiação. O funcionamento desses sensores consiste em emitir ondas ultra-sônicas e captando a reflexão das mesmas.

¹² www.nomads.usp.br/pesquisas/design/dos/Capacitacao/arquivos/sensores.pdf

¹³ www.conceito.de/sensor

2.7 Estações meteorológicas

A aquisição de conhecimento das condições do tempo é um objetivo de estudo da área da meteorologia. Os estudos contemplados por essa área é uma avaliação ou medida de um ou vários parâmetros meteorológicos, como observações, experiências e métodos científicos de análise dos fenômenos. As observações são feitas por dois diferentes meios: sensoriais e instrumentais; sensoriais quando são adquirida por um observador sem ajuda de um instrumento, e instrumentais quando realizadas com algum instrumento¹⁴.

Os instrumentos meteorológicos ou equipamentos utilizados para adquirir dados meteorológicos são, em sua maioria, termômetros, barômetros, higrômetros, sensores de umidade relativa do ar e pressão atmosféricas, entre outros. O agrupamento desses dispositivos em um mesmo local é denominada estação meteorológica, e o conjunto dessas estações distribuídas geograficamente é denominado rede de estação meteorológica¹⁵.

Nessas estações trabalham os meteorologistas e cientistas que estudam o tempo e as condições atmosféricas, fazendo uso dos dados coletados por esses equipamentos¹⁶.

¹⁴ www.inmet.gov.br/html/informacoes/sobre_meteorologia/instrumentos/

¹⁵ www.inmet.gov.br/html/informacoes/sobre_meteorologia/instrumentos/

¹⁶ www.sobiologia.com.br/conteudos/Ar/Ar9.php

3. Revisão Bibliográfica

Muitos trabalhos no ramo de automação de equipamentos eletroeletrônicos, como alarmes residenciais, dispositivos automáticos para acender luz ou acionar eletrodomésticos, coleta de dados das condições ambientais como temperatura, umidade relativa do ar e do solo, acionamento de motores e bombas hidráulicas automaticamente dentre outros, fazem uso de placas *Arduino*.

Por ser relativamente fácil de programar, por ter custo reduzido e podendo atingir uma certa rapidez no desenvolvimento de um projeto, o presente trabalho, assim como outros, utilizam a plataforma *Arduino*. Por esse e outros motivos, de maneira geral, a utilização de placas de controle I/O *Open-Source*, chamada *Arduino*, para projetos de automação cresce de forma significativa no mercado brasileiro segundo McRoberts (2011).

Dos trabalhos estudados no ramo de automação quase que em sua totalidade os resultados obtidos foram satisfatórios, indicando uma boa chance de o conquistar.

Pode-se observar no trabalho de Sousa (2013), que seu objetivo foi a construção de uma armadilha fotográfica obrigatoriamente de baixo custo, para verificar as espécies existentes nas áreas de reserva da IFMS, verificando/observando a presença e abundância da mesma, além de permitir analisar seu comportamento, utilizando a plataforma *Arduino* para isso. A pesquisa aconteceu no *campus* do IFMS de Nova Andradina - MS. Os seguintes passos foram seguidos: a primeira fase constituiu no planejamento e construção dos protótipos, a segunda constituiu em analisar o tamanho da área a ser pesquisada, para, assim, verificar a melhor posição para alocar a armadilha, levando em consideração áreas onde existe vestígios (como pegadas) de animais de diversos portes, e utilizar locais que proporcionem refúgio, como oco em árvores, tocas ou ainda que proporcione alimentos como árvores frutíferas. A terceira fase contemplou a utilização dos protótipos pelos docentes das áreas de Ciências e Biológicas para suas pesquisas. Para a montagem do protótipo foi utilizado a placa *Arduino UNO*, um sensor de presença e uma câmera acoplada ao mesmo. O protótipo foi totalmente satisfatório com o resultado esperado, conseguindo capturar diversas imagens do comportamento de animais nessa área.

Com Marquisan (2012), o objetivo foi estudar e desenvolver um sistema autônomo de gerenciamento residencial de baixo custo confiável e eficiente, que possa ser acessado através da internet utilizando ferramentas livres para tal. Metodologia aplicada ocorreu em 4 fases, inicialmente foi feita uma revisão bibliográfica sobre todas as tecnologias e equipamentos que poderiam ser empregadas na execução do projeto. Após esta primeira fase, foram adquiridos: protótipo de hardware e sensores magnéticos. Na segunda etapa, foram desenvolvidos os algoritmos necessários para o funcionamento do protótipo de hardware, seguindo as especificações do projeto proposto. Em seguida, desenvolveu-se um sistema WEB, visando coletar eventos ocorridos no protótipo. Na quarta e última etapa, criou-se o sistema de monitoramento e o instalou em uma maquete para verificar o funcionamento do mesmo. Os resultados obtidos dos teste realizados no protótipo da casa, mostraram que o sistema apresentou-se estável, tornando-se passível/possível para ser implementado em uma residência, seu custo também mostrou-se acessível.

No trabalho de Brito (2013), seu objetivo foi desenvolver um sistema de monitoramento de temperatura para uma sala SMT utilizando a *Shield Ethernet* como *web server* tornando o projeto com baixo custo de desenvolvimento. A metodologia aplicada para a montagem do sistema consistiu em utilizar a placa *Arduino R3* que é responsável por controlar todo o sistema, onde foi acoplada também a placa *ethernet Shield*, foram adicionados os sensores nas portas analógicas do *Arduino*, e a última etapa foi a montagem de um servidor dentro da placa *Shield ethernet*, acoplada na placa principal, montando assim uma página, a fim de monitorar as medições e informar ao responsável as temperaturas ponto a ponto. Ao final do trabalho pode-se observar que o medidor de temperatura contribuiu com a segurança dos operadores, assim como um bom rendimento de todos os maquinários em operação.

E com Neto (2011), o objetivo geral do trabalho foi desenvolver um protótipo que visava automatizar a iluminação de uma residência via WIFI ligado a um microcontrolador *Arduino* usando como plataforma de comunicação um *tablete* móvel *iPad*, possibilitando acender e apagar à distância as luzes de uma residência. A proposta inicial é aplicada à automação das luzes residenciais, porém pode-se alcançar vários outros objetivos. A camada de comunicação com o usuário será utilizada em um *tablet*, sendo este o responsável por enviar sinais via WIFI a um

computador que serviu de camada de comunicação entre o tablete e o *hardware* microcontrolador. A aplicação funcionou como o esperado, o controle das luzes residenciais foram satisfatórios, todos os componentes funcionaram de forma ótima levando a um bom resultado.

4. Metodologia de Desenvolvimento

O presente trabalho caracteriza-se como uma pesquisa experimental, onde representa a realização de estudos experimentais em situações controladas, ela ocorre em um ambiente criado especialmente para testar hipóteses, através da manipulação das variáveis independentes, e da verificação de como as variáveis dependes se alteram, segundo Nascimento (2012).

Para desenvolvimento desse trabalho foram necessários os seguintes passos:

- a) Fundamentação teórica: Abordar temas, como, *Arduino*, sensores, armadilhas fotográficas, biodiversidade e monitoramento;
- b) Estudar de trabalhos relacionados aos temas abordados, com o intuito de averiguar o desenvolvimento desses trabalhos juntamente com os resultados obtidos;
- c) Pesquisae da melhor relação de *software* livre, com o intuito de confeccionar uma armadilha fotográfica de baixo custo, a fim de coletar dados da biodiversidade em ambientes desprovidos de infraestrutura, como rede de energia e comunicação;
- d) Selecionar dos equipamentos a serem usados a fim de prover baixo custo, menor consumo de energia e maior tempo de vida ao sistema;
- e) Desenvolver um protótipo de armadilha fotográfica;
- f) Realizar de teste de campo em ambientes análogos para averiguar a eficácia do protótipo produzido;
- g) Avaliar os resultados obtidos com o propósito de verificar eficácia e eficiência do dispositivo.

5. Desenvolvimento

O primeiro passo para o desenvolvimento de todo o trabalho foi a definição do tema abordado limitando sua área de atuação. O tema escolhido é de grande importância para todas as áreas, pois ter informações seguras e rápidas sobre a biodiversidade atual é de suma importância para o estudo da natureza e compreensão de sua realidade atual, para, assim, realizar as ações necessárias para manter o equilíbrio da mesma.

Tratando-se de uma proposta de dispositivo de baixo custo, os componentes utilizados foram selecionados criteriosamente considerando o valor do mesmo, sendo composto por: uma placa *Arduino Uno R3*, uma câmera fotográfica para *Arduino*, um sensor de temperatura e umidade relativa do ar, um módulo *real time clock* (RTC), um módulo de cartão SD para e um cartão SD.

O próximo passo para a realização do trabalho foi o desenvolvimento do protótipo do dispositivo de sensoriamento que pode ser observado na Figura 4.

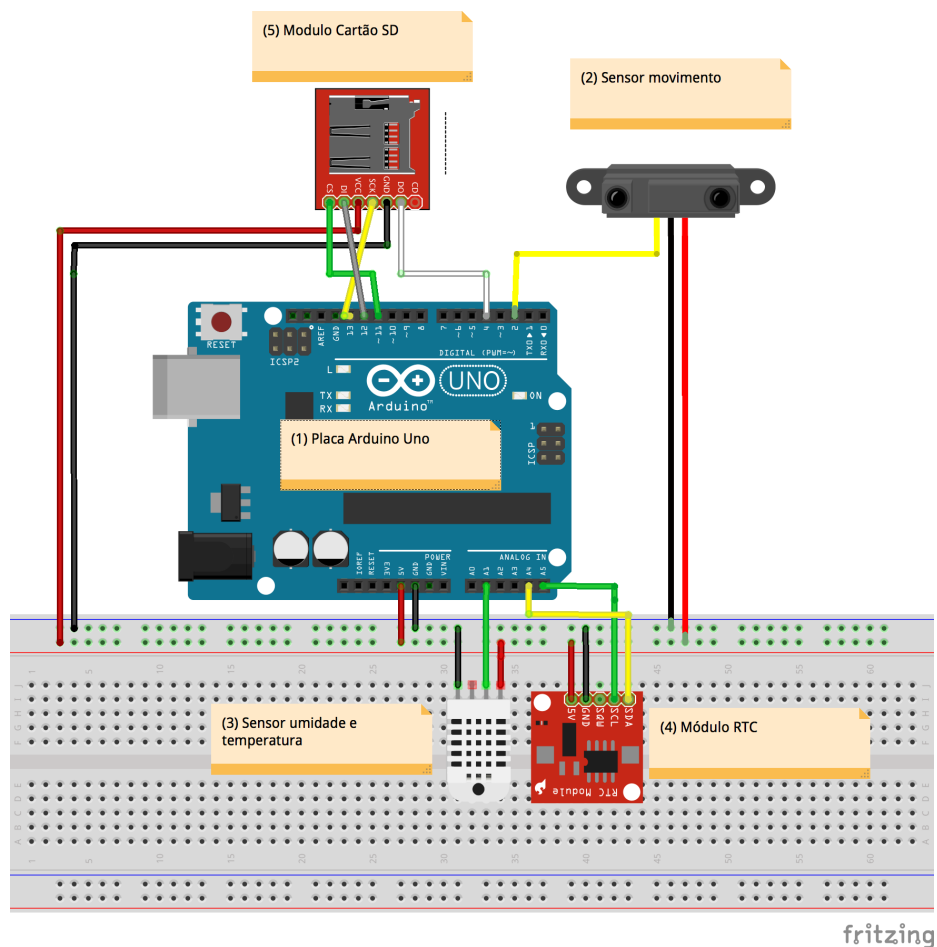


Figure 4 Protótipo do dispositivo de sensoriamento

O protótipo apresentado representa fielmente os dispositivos, pinos e suas respectivas ligações.

Esse dispositivo foi criado com o objetivo de detectar movimentos a seu alcance, a partir disso o sistema faz uma leitura das condições atmosféricas que são armazenadas em um cartão de memória SD presente na placa *Arduino*, contendo o horário, data, umidade relativa do ar e temperatura, para posterior análise.

Ele é composto por:

- (1) uma placa *Arduino* UNO R3, a qual satisfaz os requisitos de baixo custo e capacidade de processamento para o projeto proposto;
- (2) sensor de movimento PIR, que detecta movimentos no ambiente através da capacidade de “tirar uma foto” e comparar periodicamente com a situação atual do mesmo. Este sensor possui 3 pinos para ligação, VCC, GND e OUT; o pino VCC do sensor foi ligado ao pino 5v do *Arduino*, o pino GND do sensor foi ligado ao pino GND do *Arduino* e o pino OUT do sensor ao pino digital 2 do *Arduino*;
- câmera fotográfica para *Arduino LinkSprite JPEG*, possui resolução VGA/QVGA/160*120;
- (3) sensor de umidade e temperatura DHT11, possui um range de temperatura de 0 a 50°C com erro de +/- 2°C e range de umidade de 20 a 90% RH com erro de +/- 5%, possui 4 pinos VCC, DATA, NC, GND, o pino DATA do sensor foi conectado ao pino analógico 1 do *Arduino* o NC não foi utilizado;
- (4) Módulo *real time clock (RTC)*, informa a data e hora atual; possui 4 pinos VCC, SDA, SDA, SCL, o pino SCL foi ligado ao pino analógico 5 do *Arduino* e o SDA ao pino analógico 4 do *Arduino*;
- (5) *Arduino Shield Micro SD*, possui a capacidade de utilizar um cartão de memória do tipo Micro SD; possui 6 pinos VCC, CS, MOSI, SCK, MISO e GND, o pino CS foi ligado ao pino digital 4 do *Arduino*, o pino MOSI ao pino digital 11 do *Arduino*, o pino SCK ao pino digital 12 do *Arduino* e o pino MISO ao pino digital 13 do *Arduino*;
- Cartão de memória Micro SD, será utilizado para armazenar os dados obtidos pelo dispositivo;
- Fonte de energia utilizada foi uma bateria de 9v;

- Para a proteção do dispositivo foi usado uma caixa plástica com furos para ventilar o dispositivo.

As tabelas apresentadas a seguir mostram melhor o esquema de pinagem do dispositivo.

Tabela 1 Pinagem Sensor de movimento

Movimento	Arduino
Pino	Pino
VCC	5v
GND	GND
DATA	D2

Tabela 2 Pinagem sensor de umidade e temperatura

DHT11	Arduio
Pino	Pino
VCC	5V
Data	A1
NC	-
GND	GND

Tabela 3 Pinagem módulo RTC

RTC	Arduino
Pino	Pino
VCC	5v
GND	GND
SLC	A5
SDA	A4
SQ	-
BAT	-

Tabela 4 Pinagem módulo cartão SD

Cartão	Arduino
Pino	Pino
VCC	5v
GND	GND
MISO	D12
SCK	D13
MOSI	D11
CS	D4

Todos os equipamentos funcionaram em conjunto como o esperado, exceto a câmera, Figura 5, visto que alguns problemas e limitações de conhecimento específicos de outras áreas de estudo impediram o seu funcionamento. A câmera

adquirida para o projeto é o modelo ov7670 da fabricante *Omni Vision* como exemplificado na imagem a seguir.



Figure 5 Câmera ov7670: Fonte: (www.dx.com/)

Segundo o *datasheet* (documento que apresenta todas as características e técnicas de um equipamento), do produto disponibilizado pelo fabricante, para o funcionamento da câmera em conjunto com o *Arduino*, faz-se necessário um hardware adicional, pois a frequência de operação do *Arduino* e da câmera são diferentes, resultado em perda de sincronismo, alteração na imagem além de outros problemas de conexão entre eles.

Por tais motivos optou-se por adquirir uma segunda câmera, Figura 6, esta, porém com um preço maior, mas que já se faz presente o *hardware* adicional requerido.



Figure 6 LinkSprite JPEG COLOR camera (learn.linksprite.com)

Ao trabalhar com a segunda câmera no dispositivo criado, a mesma apresentou conexão com o *Arduino* salvando a imagem capturada no cartão SD, porém ao tentar acessar essa imagem, apresentava-se corrompida e não podia ser visualizada, foi então encaminhada para o fabricante para análise do produto. A

partir disso constou-se um defeito na mesma, impedindo a captura correta da imagem, e por esse motivo ela também não pode ser usada no projeto.

Após a montagem do dispositivo de sensoriamento, foram realizados testes de campo, posteriormente foram analisados os resultados obtidos.

A imagem a seguir traz uma foto real do dispositivo.

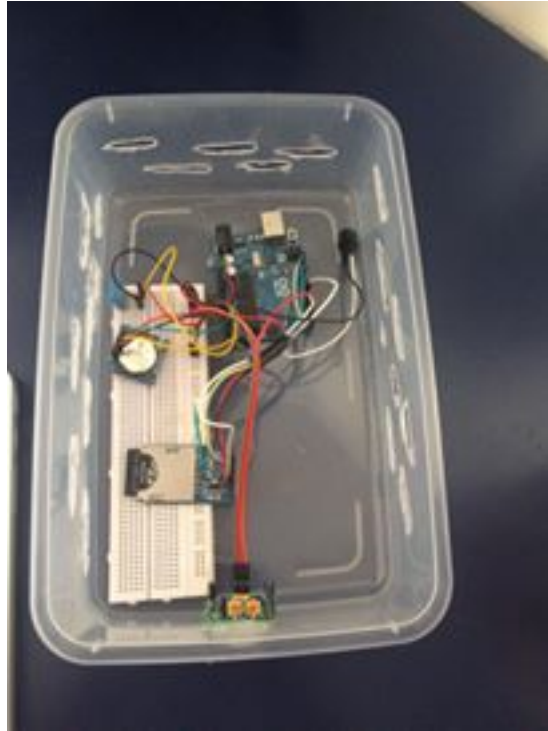


Figure 7 Dispositivo

6. Validação e resultados

Com o propósito de validar o funcionamento dos componentes presentes no dispositivo, bem como sua eficiência para o trabalho, foram realizados diversos testes em diferentes situações como fontes de alimentação, métodos de disparo e algoritmos distintos. Os dois algoritmos usados estão presentes no apêndice A e B.

Foram realizados quatro diferentes testes no período de 19/07/2015 ao dia 10/08/2015 utilizando duas fontes de energia diferentes e dois métodos de coleta de dados.

As fontes de energia utilizadas foram: uma bateria de 9v e a rede elétrica residencial de 110v fazendo uso de um transformador de corrente de 110v para 9v. Foram utilizadas duas fontes a fim de verificar a precisão dos sensores trabalhando em diferentes meios de alimentação, também foram utilizados dois métodos de disparo para realizar as coletas de dados no dispositivo: disparado por movimento e controlado por tempo. Semelhante a fonte de energia, utilizou-se estas duas técnicas visando analisar o tempo de vida da bateria trabalhando com diferentes métodos de disparo. Ao usar o disparo por movimento fez-se uso da função *sleep* contida no *Arduino*, a fim de economizar bateria aumentando o tempo de vida do dispositivo.

Foram realizados o total de 9.063 coletas de dados em todos os métodos de teste, em uma área aberta em que havia circulação de ar e coberta para que não houvesse incidência direta de raios solares aumentando a temperatura dos sensores. A Tabela 5 a seguir representa uma amostragem dos dados coletados.

Tabela 5 Amostra da coleta de dados

Umidade:	38.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	12:54:00
Umidade:	38.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	12:55:00
Umidade:	38.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	12:56:01
Umidade:	37.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	12:57:00
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	12:58:00
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	12:59:01
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	13:00:00
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	13:01:00
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	13:02:01
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	13:03:00
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	27.00	°C	Data:	04/08/15	13:04:00
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	28.00	°C	Data:	04/08/15	13:05:01
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	28.00	°C	Data:	04/08/15	13:06:00
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	28.00	°C	Data:	04/08/15	13:07:00
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	28.00	°C	Data:	04/08/15	13:08:01
Umidade:	36.00	%	Temperatura:	28.00	°C	Data:	04/08/15	13:09:00
Umidade:	37.00	%	Temperatura:	28.00	°C	Data:	04/08/15	13:10:00
Umidade:	37.00	%	Temperatura:	28.00	°C	Data:	04/08/15	13:11:01
Umidade:	37.00	%	Temperatura:	28.00	°C	Data:	04/08/15	13:12:00

Com a finalidade de analisar os dados obtidos pelo foram utilizados dados disponibilizados pela estação meteorológica da UENP – Campus Luiz Meneghel – PR, a qual realiza medições de temperatura e umidade relativa do ar em horários programados seguindo o mesmo princípio utilizado na coleta de dados do dispositivo criado (local aberto com proteção dos raios solares).

6.1 Consumo de energia

Foi feito uma análise dos testes a fim de analisar o consumo de energia do dispositivo criado, para tal análise foram desconsiderado os testes realizados com a energia residencial como fonte de alimentação, já que a energia é constante e sempre satisfatória para funcionamento do disposto.

Para esta análise foram utilizados os testes com a bateria como fonte de alimentação do dispositivo, afim de analisar seu consumo de energia observando alguns dados como tempo total de operação, numero de coletas realizadas e modo de disparo para captura de dados.

Foram efetuados dois testes distintos, em um desses o modo de disparo utilizado foi por meio do sensor de movimento, ao ser detectado um movimento o dispositivo captou as informações climáticas salvando no cartão SD, caso não houvesse movimento o dispositivo permaneceria em *sleep* esperando alguma movimentação, esse teste foi realizado nos dias 31/07/2015 e 01/08/2015 realizou o total de 86 captura de dados, e funcionou por 696 minutos ininterruptos até o fim da bateria.

O outro teste diferiu apenas no modo de disparo para a coleta de dados, este funcionou como um *timer* armazenando as condições climáticas de hora em hora, foi realizado no dia 03/08/2015 realizando o total de 16 coletas de dados e funcionando por 612 minutos ininterruptos até o fim da bateria, informações estas que podem ser visualizadas na Tabela 6 a seguir.

Tabela 6 Consumo energético

	Num. coleta	Minutos
Bateria movimento	86	696
Bateria Tempo	16	612

Este teste evidenciou que apesar do tempo de duração das baterias serem relativamente parecidas, o teste realizado com disparo por movimento fazendo uso do modo *sleep* influenciou na economia de energia já que foram realizadas 6 vezes mais coletas de dados nesse caso.

6.2 Qualidade dos dados

Com o propósito de análise da qualidade dos dados obtidos pelo dispositivo de sensoriamento, utilizou-se dados disponibilizados pela estação meteorológica, foram realizados quatro tipos de testes no mesmo local mas com características diferentes entre eles:

- Alimentação: Bateria, modo de disparo: movimento;
- Alimentação: Bateria, modo de disparo: *timer*;

- Alimentação: Rede elétrica, Modo de disparo: movimento;
- Alimentação: Rede elétrica, modo de disparo: *timer*.

Pode-se observar na Tabela 7 a seguir a média do desvio padrão da umidade e temperatura.

Fica claro que o desvio padrão entre as medidas de temperatura da estação meteorológica da UENP e as temperaturas obtidas pelo dispositivo de sensoriamento criado foi de aproximadamente de 2 graus e a umidade cerca de 8% em média, com isso concluímos que apesar de pequena existe uma diferença entre as duas medidas.

Para o presente trabalho assume-se como correta as medições da estação meteorológica, logo outro fator ocasionou tal diferença nas medições, pode-se acentuar alguns possíveis problemas como a capa de proteção do dispositivo, o local onde foi realizado as coletas ou até defeito ou imprecisão regular do sensor.

Tabela 7 Média do desvio padrao dos testes

	Desv. Padr. Temp.	Desv. Padr. Umidade
Energia Tempo	2,13	4,15
Bateria Tempo	2,25	10
Energia Movimento	1	14,25
Bateria Movimento	2,2	5
Média	1,895	8,35

6.3 Custo do equipamento

Como apresentado anteriormente no trabalho, a prática de coleta de dados pode demandar um alto investimento de tempo, de pessoal e financeiro para a realização dessa tarefa, uma alternativa para minimizar o tempo de coleta e o numero do pessoal envolvido é a utilização de dispositivos de sensoriamento. Essa prática pode ficar custosa considerando o valor do dispositivo que pode varias de oitocentos a dois mil reais (Sberk-araujo e Chiarello, 2007).

Por tal motivo foi proposto um dispositivo de baixo custo, para mitigar os gastos nessa prática, foi preciso adquirir um *Arduino*, um sensor de movimento, um sensor de umidade e temperatura, um Módulo RTC, uma bateria 9v para a alimentação do sistema, um bateria para alimentação do módulo RTC, um módulo de cartão SD para *Arduino* e um cartão SD. O valor dos componentes e o total do dispositivo pode ser observado na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8 Custo do equipamento

Arduino	49,00
Sensor Movimento	11,90
Sensor Umidade e Temperatura	11,90
Módulo cartão SD	11,90
Cartão SD	9,90
RTC	9,90
Bateria RTC	10,00
Bateria 9v	12,90
Total	126,50
Câmera	300
Total com câmera	426,50

Pode-se constatar uma diferença de preço do produto disponibilizado no mercado e o dispositivo criado, o objetivo de desenvolver um dispositivo de baixo custo foi atingido, já que o valor deste ficou 9% do valor médio de um disponibilizado no mercado atualmente.

7. Considerações finais

Em suma, realizou-se a criação, teste e validação de um dispositivo de sensoriamento de baixo custo para apoiar a obtenção de dados da biodiversidade, e, assim, auxiliar biólogos e demais pesquisadores no estudo de animais e das condições climáticas em um ambiente.

Com a finalidade de alcance dos objetivos desta pesquisa, alguns passos metodológicos foram atingidos. São eles:

- Fundamentação teórica com revisão de literatura em áreas pertinentes;
- Selecionar os equipamentos a serem usados a fim de prover menor custo;
- Desenvolver um protótipo do dispositivo de sensoriamento;
- Realização de testes a fim de validar e avaliar a precisão e o funcionamento dos sensores;
- Análise dos resultados obtidos comparando com outra fonte de dados;
- Interpretar os resultados;
- Avaliar o baixo custo do dispositivo.

Após todas essas etapas descrita a cima, chegou-se a um dispositivo de sensoriamento onde realiza coletas de dados climáticas(temperatura, umidade relativa do ar, data e horário) automaticamente salvando essas informações em um cartão SD, a precisão dos sensores não foi tão satisfatória assim, o baixo custo pode ter acarretado em uma precisão baixa. O baixo custo do equipamento foi atingido, o valor do dispositivo é de 9% menor em média comparado aos valores presentes no mercado.

Com isso conclui-se que o dispositivo criado atende em parte os objetivos do trabalho, variando um pouco apenas na precisão dos sensores.

8. Trabalhos Futuros

Como sugestão de trabalhos futuros pode-se apontar:

- Câmera fotográfica;
Integrar uma câmera ao dispositivo trabalhando em conjunto com o sensor de movimento a fim de capturar imagens de possíveis animais ao passar em frente ao dispositivo;
- Aprimorar a uso de energia;
Como pode-se observar o tempo de duração da bateria no dispositivo criado não foi satisfatória, funcionou por cerca de 10 horas, um tempo de vida maior de bateria soma grande valor ao dispositivo, já que o mesmo poderá funcionar por mais tempo coletando mais dados sem a necessidade de algum tipo de intervenção para a substituição da bateria;
- Comunicação em tempo real;
A obtenção dos dados passa a ser de forma automática, mas ainda sim para torna-los disponíveis para estudo faz-se necessário a intervenção humana onde o pesquisador terá que se dirigir até o local do dispositivo e coletar a informações contidas no cartão de memória. Se o dispositivo fizesse uso de comunicação com a rede a informação estaria disponível em tempo real, o que aumentaria mais ainda a facilidade de obtenção dos dados.

Referências

BARROS, Wagner Rocha. SISTEMA DE AUTOMAÇÃO VEICULAR COM ARDUINO E ANDROID. 2012. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Sistemas Para Internet, Centro Universitário Adventista de São Paulo, São Paulo, 2012.

BARTLE, Phil. O QUE É MONITORAMENTO E AVALIAÇÃO. 2011. Disponível em: <<http://cec.vcn.bc.ca/mpfc/modules/mon-whtp.htm>>. Acesso em: 13 out. 2014.

BASCONCELLO FILHO, Daniel O. O Hardware do Arduino. 2013. Disponível em: <http://www.robotizando.com.br/curso_arduino_hardware_pg4.php>. Acesso em: 10 out. 2014.

CROSTA, Alvaro P., Sensoriamento Remoto. Anuário Fator Gis 97: o guia de referência de geoprocessamento. Curitiba: SAGRES, 1997. 188p.

EVANS, Martin; NOBEL, Joshua; HOCHENBAUM, Jordan. Arduino em ação. São Paulo: Novatec, 2014. 424 p. Tradução Camila Paduan.

FONSECA, Érika Guimarães Pereira da Fonseca. BEPPU, Mathyan Motta. Apostila Arduino, Rio de Janeiro: Universidade Federal Fluminense, 2010.

GONÇALVES, Rodrigo Trindade. MULTI-K: UM PROTOCOLO DE ROTEAMENTO PARA REDES DE SENSORES SEM FIO USANDO ÁRVORES DE ESPALHAMENTO PARCIAIS. 2007. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

L. B. Ruiz, L. H. A. Correia, L. F. M. Vieira, D. F. Macedo, E. F. Nakamura, C. M. S. Figueiredo, M. A. M. Vieira, E. H. Bachelane, D. Camara, A. A. F. Loureiro, J. M. S. Nogueira, D. C. S. Jr., A. O. Fernandes, Arquiteturas para Redes de Sensores Sem Fio, SBRC - 2004.

MARCHESAN, Marcelo. SISTEMA DE MONITORAMENTO RESIDENCIAL UTILIZANDO A PLATAFORMA ARDUINO. 2012. 62 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Redes de Computadores, Universidade Federal de Santa Maria Colégio Técnico Industrial de Santa Maria Curso Superior de Tecnologia em Redes de Computadores, Santa Maria, 2012.

NASCIMENTO, Luiz Paulo do. Elaboração de Projetos de Pesquisa. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 149 p.

PEREZ, Felipe Pereira; QUEIROZ, Dalton Pedroso de. IMPLEMENTAÇÃO DE UM ROBÔ MÓVEL PARA TRANSPORTE DE UM BRAÇO ROBÓTICO. 2012. 6 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência da Computação, Unidade Universitária de Dourados, Dourados, 2012.

PINHEIRO, Simon Pedro da F.; MORAES, Fábio F. M. de; SILVA, Roger R. da. AUTOMAÇÃO PREDIAL EM SALAS COMERCIAIS UTILIZANDO O LABVIEW E ARDUINO. 2011. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Análise e

Desenvolvimento de Sistemas, Instituto de Estudos Superior da Amazônia - IESAM, Belém, 2011.

PROGRAMAÇÃO para Arduino - Primeiros Passos. 2014. Disponível em: <<https://www.circuitar.com.br/tutoriais/programacao-para-arduino-primeiros-passos/#linguagem-de-programacao>>. Acesso em: 23 nov. 2014.

SANTANA, Márcio Antonio Aparecido et al. RASTREABILIDADE METROLÓGICA E OS CRITÉRIOS DE ACEITAÇÃO PARA A INSTRUMENTAÇÃO METEOROLÓGICA/AMBIENTAL. Enqualab - Congresso da Qualidade em Metrologia. São Paulo, p. 13-30. 12 jun. 2008.

SANTOS-FILHO, Manoel dos; SILVA, Maria Nazareth Ferreira da. Uso de habitats por mamíferos em área de Cerrado do Brasil Central: um estudo com armadilhas fotográficas. Zoociências, Juiz de Fora, v. 5, n. 8, p.1-17, 1 jun. 2002.

SANTOS, Luís Henrique dos; CHAIM, Matheus de Oliveira; SILVA, Vera Lúcia da. ESTUDO DO SOFTWARE SCADABR PARA APLICAÇÃO NA AUTOMAÇÃO E SUPERVISÃO PREDIAL. In: 5 CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO IFSP, 24., 2014, São João da Boa Vista. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. São João da Boa Vista: Sbeb, 2014. p. 1 - 14.

SBERK-ARAUJO, Ana C.; CHIARELLO, Adriano G.. ARMADILHAS FOTOGRAFICAS NA AMOSTRAGEM DE MAMÍFEROS: CONSIDERAÇÕES METODOLOGICAS E COMPARAÇÕES ENTRE EQUIPAMENTOS. 2007. 11 f. Monografia (Especialização) - Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

SOUZA, Eucilene Soares de. Protótipo de Armadilha Fotográfica de Baixo Custo para Análise da Fauna Existente na Área do Câmpus Nova Andradina do IFMS. 2013. 2 f. TCC (Graduação) - Curso de Curso Técnico em Manutenção e Suporte em Informática (proeja), Instituto Federal de Mato Grosso do Sul (ifms), Nova Andradina, 2013.

VIANNA, Plínio Victor Palmezano de Velloso. APLICAÇÃO DO ARDUÍNO NO MONITORAMENTO AMBIENTAL. 2014. 5 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Ambiental da Universidade de Uberaba, Uberlândia, 2014.

APÊNDICE A – CÓDIGO MODO SLEEP

```

#include <avr/sleep.h>
#include "DHT.h"
#include <SD.h>

#include <Wire.h>
#include <RTClib.h>

#define umidadeTemperatura A1
#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(umidadeTemperatura, DHTTYPE);

int pinobuzz = 7;
int pinopir = 2;           // pino usado pelo sensor de movimento
int count = 0;           // Contador
File Arquivo;
RTC_DS1307 RTC;
void acordarAgora() {

}

void setup() {
  pinMode(pinopir, INPUT);
  pinMode(pinobuzz, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  attachInterrupt(0, acordarAgora, LOW); // usando pino para acordar 0 (pino 2), a
  funcao acordarAgora quanto o pinopir for LOW

  dht.begin();
  Wire.begin();
  RTC.begin();
  Serial.print("Inicializando cartao SD...");
  pinMode(10, OUTPUT);

  if (!SD.begin(4)) {
    Serial.println("Falha na inicializacao do carta!");
    return;
  }
  Serial.println("Cartao SD inicializado com sucesso.");

  if (!RTC.isrunning()) {
    Serial.println("RTC is NOT running!");
    //Ajusta a data/hora do Clock com a data/hora em que o codigo foi compilado,
    basta descomentar a linha
    // RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
  }
}

```

```

void dormirAgora() {      // Colocando o Arduino pra dormir

    set_sleep_mode(SLEEP_MODE_PWR_DOWN); // Modo sleep eh definido aqui
    sleep_enable();      // enables the sleep bit in the mcucr register so sleep is
    possible. just a safety pin
    attachInterrupt(0, acordarAgora, 1); // usar interrupção 0 (pino 2) e função run
    acordarAgora quando o pino 2 fica baixo
    sleep_mode(); // Aqui o arduino eh colocado para dormi, o codigo continua apos
    acordar deste ponto
    lendosensordht();
    digitalWrite(pinobuzz, HIGH);
    delay(100);
    digitalWrite(pinobuzz, LOW);
    delay(100);

    sleep_disable();      // Primeiro passo depois de acordar do sono eh desalidar o
    modo sleep
    detachInterrupt(0);   // desabilita interromper 0 no pino 2 para que o código
    acordarAgora não será executado durante o tempo normal de funcionamento.
}

void loop() {
    Serial.print("Acordado por ");
    Serial.print(count);
    Serial.println("sec");
    count++;
    delay(1000);

    // verificar se ele deve entrar em Sleep
    if (count >= 10) {
        Serial.println("Entrando no modo Sleep");
        delay(100);
        count = 0;
        dormirAgora(); // Chamando a funcao Sleep
    }
}

void lendosensordht(){

    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
    if (isnan(t) || isnan(h))
    {
        Serial.println("Falha ao ler DHT");
    }
    else
    {
        Serial.println("Sensor de umidade e temperatura lido com sucesso");
    }
}

```

```

    escrevendocartao(h,t);

}

}

void escrevendocartao(float h,float t){

    Arquivo = SD.open("test.txt", FILE_WRITE);
    if (Arquivo) {
        Serial.println("escrevendo no text.txt");
        DateTime now = RTC.now();//Recuperando a data e hora atual
        // gravando no cartao SD
        Arquivo.print("Umidade: ");
        Arquivo.print(h);
        Arquivo.print(" % ");
        Arquivo.print(" Temperatura: ");
        Arquivo.print(t);
        Arquivo.print(" *C");
        Arquivo.print(" Data: ");
        Arquivo.print(now.day(),DEC);
        Arquivo.print("/");
        Arquivo.print(now.month(),DEC);
        Arquivo.print("/");
        Arquivo.print(now.year(),DEC);
        Arquivo.print(" ");
        Arquivo.print(now.hour(),DEC);
        Arquivo.print(":");
        Arquivo.print(now.minute(),DEC);
        Arquivo.print(":");
        Arquivo.println(now.second(),DEC);
        //mostrando no serial monitor
        Serial.print("Umidade: ");
        Serial.print(h);
        Serial.print(" % ");
        Serial.print(" Temperatura: ");
        Serial.print(t);
        Serial.print(" *C");
        Serial.print(" Data: ");
        Serial.print(now.day(),DEC);
        Serial.print("/");
        Serial.print(now.month(),DEC);
        Serial.print("/");
        Serial.print(now.year(),DEC);
        Serial.print(" ");
        Serial.print(now.hour(),DEC);
        Serial.print(":");
        Serial.print(now.minute(),DEC);
        Serial.print(":");
        Serial.println(now.second(),DEC);
    }
}

```

```
Arquivo.close();
Serial.println("Escrito com sucesso.");
} else {
    // Se ocorrer algum erro ao abrir o arquivo:
    Serial.println("erro ao abrir test.txt");
}
// lendocartao();
}

void lendocartao(){

    // Abre o arquivo :
    Arquivo = SD.open("test.txt");
    if (Arquivo) {
        Serial.println("test.txt:");

        // Le todo o arquivo texto:
        while (Arquivo.available()) {
            Serial.write(Arquivo.read());
        }
        // Fecha o arquivo:
        Arquivo.close();
    } else {
        //Se ocorrer algum erro ao abrir o arquivo:
        Serial.println("erro ao abrir text.txt");
    }
}
}
```

APÊNDICE B – CÓDIGO MODO TIMER

```

#include "DHT.h"
#include <SD.h>

#include <Wire.h>
#include <RTCLib.h>

#define umidadeTemperatura A1
#define DHTTYPE DHT11

DHT dht(umidadeTemperatura, DHTTYPE);

int pinobuzz = 7;
int count = 0;           // Contador
File Arquivo;
RTC_DS1307 RTC;
void acordarAgora() {

}

void setup() {
  pinMode(pinobuzz, OUTPUT);
  pinMode(2, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);

  dht.begin();
  Wire.begin();
  RTC.begin();
  Serial.print("Inicializando cartao SD...");
  pinMode(10, OUTPUT);

  if (!SD.begin(4)) {
    Serial.println("Falha na inicializacao do carta!");
    return;
  }
  Serial.println("Cartao SD inicializado com sucesso.");

  if (! RTC.isrunning()) {
    Serial.println("RTC is NOT running!");
    //Ajusta a data/hora do Clock com a data/hora em que o codigo foi compilado,
    basta descomentar a linha
    // RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
  }
}

void loop() {
  delay(1000);
}

```

```

//lentosensordht();
DateTime now = RTC.now();
RTC.squareWave (SQWAVE_1_HZ);

Serial.println(digitalRead(2));
}

void lentosensordht(){

float h = dht.readHumidity();
float t = dht.readTemperature();
if (isnan(t) || isnan(h))
{
Serial.println("Falha ao ler DHT");
}
else
{
Serial.println("Sensor de umidade e temperatura lido com sucesso");
escrevendocartao(h,t);

}

}

void escrevendocartao(float h,float t){

Arquivo = SD.open("test.txt", FILE_WRITE);
if (Arquivo) {
Serial.println("escrevendo no text.txt");
DateTime now = RTC.now();//Recuperando a data e hora atual
// gravando no cartao SD
Arquivo.print("Umidade: ");
Arquivo.print(h);
Arquivo.print(" % ");
Arquivo.print(" Temperatura: ");
Arquivo.print(t);
Arquivo.print(" *C");
Arquivo.print(" Data: ");
Arquivo.print(now.day(),DEC);
Arquivo.print("/");
Arquivo.print(now.month(),DEC);
Arquivo.print("/");
Arquivo.print(now.year(),DEC);
Arquivo.print(" ");
Arquivo.print(now.hour(),DEC);
Arquivo.print(":");
Arquivo.print(now.minute(),DEC);
Arquivo.print(":");
Arquivo.println(now.second(),DEC);
//mostrando no serial monitor

```

```

Serial.print("Umidade: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" % ");
Serial.print(" Temperatura: ");
Serial.print(t);
Serial.print(" *C");
Serial.print(" Data: ");
Serial.print(now.day(),DEC);
Serial.print("/");
Serial.print(now.month(),DEC);
Serial.print("/");
Serial.print(now.year(),DEC);
Serial.print(" ");
Serial.print(now.hour(),DEC);
Serial.print(":");
Serial.print(now.minute(),DEC);
Serial.print(":");
Serial.println(now.second(),DEC);

Arquivo.close();
Serial.println("Escrito com sucesso.");
} else {
  // Se ocorrer algum erro ao abrir o arquivo:
  Serial.println("erro ao abrir test.txt");
}
// lendocartao();
}

void lendocartao(){

  // Abre o arquivo :
  Arquivo = SD.open("test.txt");
  if (Arquivo) {
    Serial.println("test.txt:");

    // Le todo o arquivo texto:
    while (Arquivo.available()) {
      Serial.write(Arquivo.read());
    }
    // Fecha o arquivo:
    Arquivo.close();
  } else {
    //Se ocorrer algum erro ao abrir o arquivo:
    Serial.println("erro ao abrir text.txt");
  }
}
}

```