

Desenvolvimento de Datalogger e Servidor de Banco de Dados Via Embarcados: um Estudo de Coleta de Dados de Transectos Móveis Georreferenciados

Development of Datalogger and Database Server Using Embedded System: a Study of Data Collection of Georeferenced Mobile Transects

Bruno Santos Abdala*^a; Carlo Ralph De Musis^b; Marcela Cebalho Sales^c

^aUniversidade de Cuiabá, bacharel em Ciência da Computação,

^bUniversidade de Cuiabá, bacharel em Engenharia Civil.

^cUniversidade de Cuiabá, Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

*E-mail: bsabdalla@hotmail.com.

Resumo

Este trabalho propõe um registrador de dados baseado em hardware livre, Raspberry Pi e Arduino, para coleta de dados de transectos móveis de temperatura e umidade relativa. Graças às capacidades e recursos nativos, o aparato provou ser adequado para cenários extremos, como o Cerrado mato-grossense, oferecendo bons desempenhos obtidos a um custo baixo. Testes preliminares realizados em campo demonstraram sua confiabilidade e curva de aprendizagem adequada. O dispositivo tem como função de coletar a temperatura e umidade relativa do ar e em seguida os transmitir, através de uma rede sem fio padrão, nativa dos equipamentos, para um local adequado ao armazenamento dos dados, no caso cartão SD. Após a montagem e a calibragem do sistema de coleta, foram realizados transectos moveis georreferenciados de teste no Parque Mãe Bonifácia (Cuiabá, Mato Grosso), sendo validado o equipamento quanto sua operação, robustez e estabilidade dos sensores.

Palavras-chave: Arduino. Raspberry-pi, Mãe Bonifácia. Transectos Móveis. Datalogger.

Abstract

This work offers a data logger based on free hardware, Raspberry Pi and Arduino, for data collection of mobile transects of temperature and relative temperature. Thanks to the native settings and features, the device proved to be suitable for extreme scenarios, such as the Savanna in Mato Grosso State, offering good performances obtained at a low cost. Preliminary tests carried out in the field demonstrated its capacity and adequate learning curve. The device has the function of collecting the temperature and calculating the relative amount of air and then transmitting them, through a standard wireless network, native to equipment, to a suitable location for data storage, in the case of SD card. After assembling and calibrating the collection system, transects were carried out using georeferenced tests in the Parque Mãe Bonifácia (Cuiabá, Mato Grosso), being validated or used as operating equipment, robustness and stability of the sensors.

Keywords: Arduino. Raspberry-pi. Mãe Bonifácia. Mobile Transects. Datalogger.

1 Introdução

O clima é marcado por irregularidade dos fenômenos atmosféricos, tornando o seu estudo complexo, portanto não é possível descrevê-lo apenas com as medias aritméticas da temperatura, umidade e precipitação, visto que, dois lugares com as mesmas médias anuais podem ter climas distintos.

Sendo assim, o estudo do clima deve abranger o maior número de dados, além das condições médias do tempo de uma determinada área, incluindo considerações dos desvios em relação às médias, variações extremas e as probabilidades de ocorrência em determinadas condições de tempo (AYOADE, 2004).

Devido ao fluxo de entrada de dados há a necessidade de coletar dados por meio de um complexo de registradores, unidades de armazenamento e sensores que, devido a presença de cabos e conexões, possuem um certo ônus na sua mobilidade. Os aparelhos sem fios são mais versáteis e tornaram-se, recentemente, boas alternativas para aquisições de baixo custo.

Nesse sentido, a criação de equipamentos sem fio de custo acessível e de fácil construção, tornou-se uma alternativa vantajosa e importante no que se refere a coleta de dados microclimáticos.

Para sua construção optou-se pela utilização de sistemas embarcados devido possuir o acoplamento da maior parte das funções do computador multitarefa em um único *chip*, que juntamente com um software específico, realiza funções características o qual o equipamento foi construído. Esses dispositivos podem ser usados para interagir com objetos, receber dados de um complexo de sensores e interruptores, além de controlar outros tipos de dispositivos de entrada e saída (D'AUSILIO, 2011).

A utilização de tecnologias *open source* permitiria reduzir o custo do equipamento e o desenvolvimento de aparatos prestante a pesquisa científica. A confecção do equipamento aqui apresentado teve a finalidade de possibilitar a coleta e registro de dados microclimáticos georreferenciados, no caso a temperatura e a umidade relativa, sem conexões por fio, de manuseio e montagem não especializados, e a um custo menor

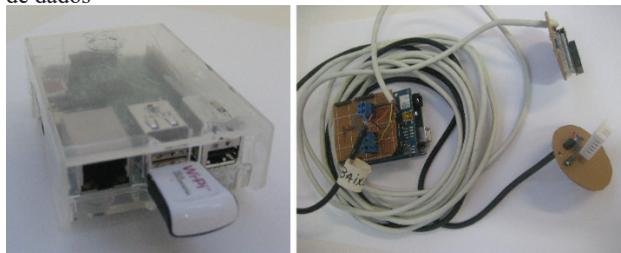
do que os equipamentos encontrados no mercado.

Após a finalização da construção do instrumento, foi realizada uma coleta piloto em um parque localizado na região oeste da cidade de Cuiabá/MT, denominado Parque Mãe Bonifácia. O local apresenta três características: mata ciliar, nas margens dos córregos, o cerrado e, nos terrenos mais elevados, o cerrado *stricto sensu* (GUARIM; VILANOVA, 2008).

2 Material e Métodos

O equipamento foi composto por duas estruturas principais, o módulo de interface de coleta, responsável pela coleta dos dados, representada pela figura 1 (b), os dados lidos pelo sensor, serão pré-processadas no Arduino UNO e então enviados, através do protocolo TCP/IP via *Wifi* para o segundo equipamento, ou módulo de armazenamento, mostrado na Figura 1 (a), encarregado pelo armazenamento desses dados.

Figura 1 - (a) Módulo de armazenamento, (b) Interface de coleta de dados



Fonte: Os autores.

A interface de coleta dos dados contém um sensor do tipo DHT22, um sensor digital de temperatura e umidade relativa do ar, que possui toda a sua estrutura encapsulada em um plástico branco. O sensor funciona com uma tensão de 3.3 a 6V DC, a faixa de temperatura em que o sensor consegue registrar é de -40°C até 80°C e de umidade relativa de 0% até 100%, com uma precisão aproximada de $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ para temperatura e $\pm 2\%$ para umidade, já tempo mínimo para o sensor realizar uma medição é de aproximadamente 2 segundos.

O sensor foi montado em uma estrutura de suporte, em que consiste de uma placa circular, com diâmetro de aproximadamente 49 mm, onde foi fixado o sensor juntamente com um resistor *pull-up* para o aumento da estabilidade do sinal e um capacitor de 10 uF para reduzir o ruído do sistema de fornecimento de energia. A conexão dos sensores no Arduino *UNO* utilizou um cabo de três vias, duas delas foram utilizadas pela alimentação de 5V e o terra, e a terceira para a comunicação através do *one wire bus*, utilizando um barramento para aquisição de dados de baixa velocidade.

Para proteger o sensor de radiação solar direta foi construído um abrigo de 50 mm, permitindo a circulação de ar pelos sensores.

O GPS utilizado no equipamento foi o SKM53 (LIU, 2015), sendo para a sua proteção construído uma estrutura constituída de uma placa circular, de diâmetro de aproximadamente

49mm, com dois capacitores e duas resistências *pull-up* para aumentar a estabilidade do sinal serial.

Após ser realizado as ligações dos sensores e do GPS com a placa de conexão, é encaixada juntamente com a *Shield Wifi*, responsável por realizar a conexão sem fio entre o Arduino UNO e o *Raspberry Pi*.

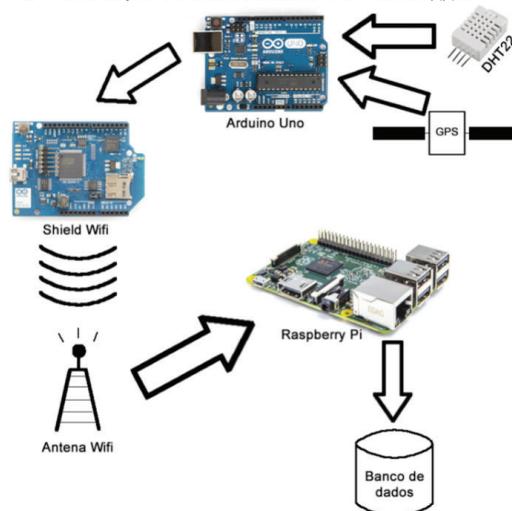
O *software* utilizado no Arduino operacionaliza o georreferenciamento assim como o registro e envio dos dados coletados pelos sensores via *Wifi*, por uma requisição *Web*, para o módulo de armazenamento. O código utilizado foi disponibilizado para uso livre no repositório online *Github*, podendo ser acessado no link <https://github.com/brabdalla/LaMAlgger>.

O módulo de armazenamento consistia em um *Raspberry Pi*, modelo B+, com um *Dongle Wifi*, protegido com um abrigo. Neste, através de um servidor web, os dados são recebidos e em seguida armazenados no banco de dados *MySQL*, podendo ser acessados através do gerenciador de *PHPMyAdmin*.

O Data Serve foi implementado em um *Raspberry Pi*, onde foi concentrado todas as informações lidas dos sensores, foi instalado o sistema operacional *Raspbian*. Uma das características do aparato desenvolvido é possuir os sensores instalados em unidade separada do servidor de banco de dados. Com essa abordagem seria possível ter diversos sensores em um mesmo ambiente e todos eles conectados em um único módulo armazenador, facilitando a aquisição dos dados, pois o pesquisador irá coletar as informações apenas do concentrador ao invés de coletar de cada sensor, outra vantagem dessa estrutura é a possibilidade de ter acesso aos dados coletados de um sensor que por um motivo qualquer parou de funcionar.

O GPS e os sensores colherão os dados como coordenadas, temperatura, umidade relativa do ar e o horário do GPS, em seguida os enviarão através de uma conexão cabeada para o Arduino, o qual é responsável por realizar um pré-processamento dos dados e conectar, com o auxílio da *Shield Wifi*, na rede sem fio roteada pelo *Raspberry Pi* (Figura 2).

Figura 2 – Ilustração do funcionamento do datalogger



Fonte: Os autores.

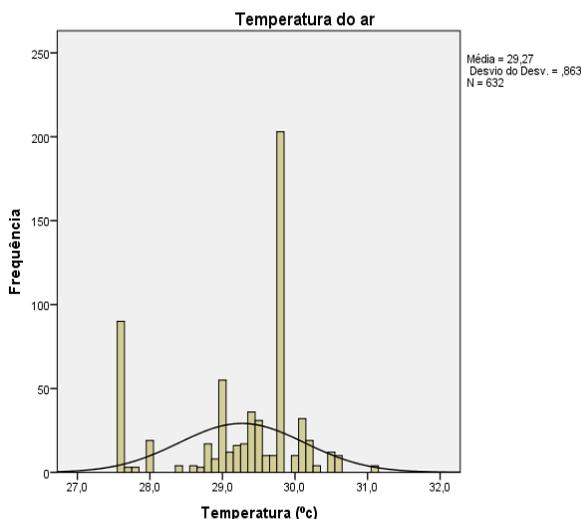
3 Resultados e Discussão

Para validar o equipamento desenvolvido realizou-se teste de campo. Os dados coletados pelo Datalogger móvel foram referentes a temperatura, umidade relativa do ar, latitude, longitude, altitude e datação. A realização da coleta foi feita no verão no dia 22 de março de 2015, apresentou céu claro, com características da região no período chuvoso sem precipitação. A estação do Aeroporto Marechal Rondon registrou no dia uma temperatura média de 30 °C e uma umidade relativa média do ar de 62%. A coleta iniciou às 10h e finalizou às 10h54m do mesmo dia, levando em consideração que os horários não estão no horário de verão, a quantidade de leituras realizadas nesse período foi de 632 registros, a escolha do momento da coleta foi de modo a maximizar a variabilidade das condições ambientais.

A temperatura do ar registrou a mínima de 27,60°C e uma temperatura máxima de 31,10 °C, já a média foi de 29,26 °C, não muito diferente da mediana que apresentou uma temperatura de 29,50 °C e a temperatura modal foi de 29,80°C. Já a umidade relativa do ar apresentou uma mínima de 65,20 % e uma máxima de 87,50 %, a média ficou em 79,90 %, a mediana em 74,80% e a moda foi de 73,50 %.

Na Figura 3 é apresentado o histograma da temperatura do ar, é possível notar que a temperatura de maior frequência possui 203 leituras, já a segunda maior frequência de leituras foram registradas 90 leituras, a temperatura que possui esse número de registro é a de 27,60°C. O desvio padrão encontrado nas leituras da temperatura foi de 0,863 e uma variância de 0,745.

Figura 3 - Histograma temperatura do ar do Datalogger móvel

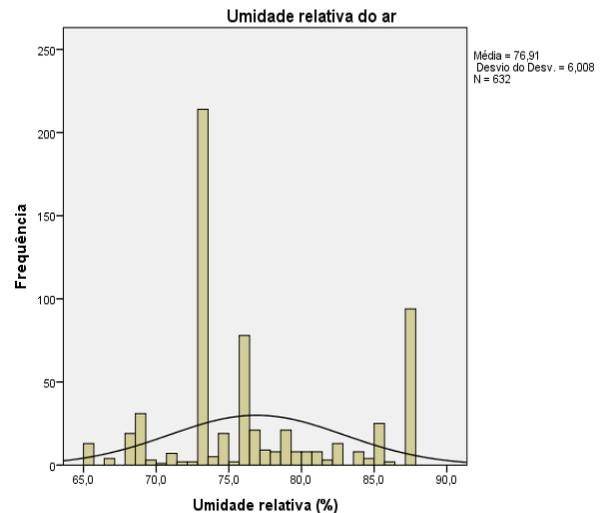


Fonte: Os autores.

O histograma da umidade relativa do ar é apresentado na Figura 4, nele pode – se observar a umidade relativa de maior frequência, com 195 registros, o segundo maior número de registros encontrado foi de 94 leituras, correspondendo a umidade relativa do ar de 87,50%, o desvio padrão e a variância encontrada foi maior que o da temperatura, um

desvio padrão de 6,008 e uma variância de 36,094.

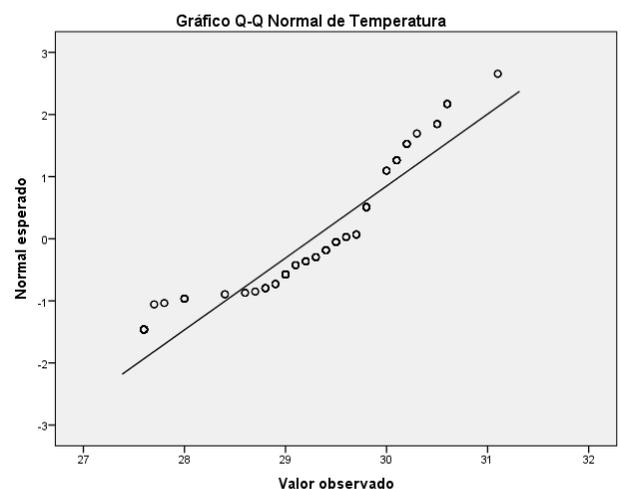
Figura 4 - Histograma umidade relativa do ar do Datalogger móvel



Fonte: Os autores.

No teste Kolmogorov-Smirnov os dados coletados pelo sensor de temperatura apresentaram um nível de significância de 0.197, não rejeitando a hipótese de aderência dos dados a normal. Na Figura 5 é possível observar a distribuição normal da temperatura.

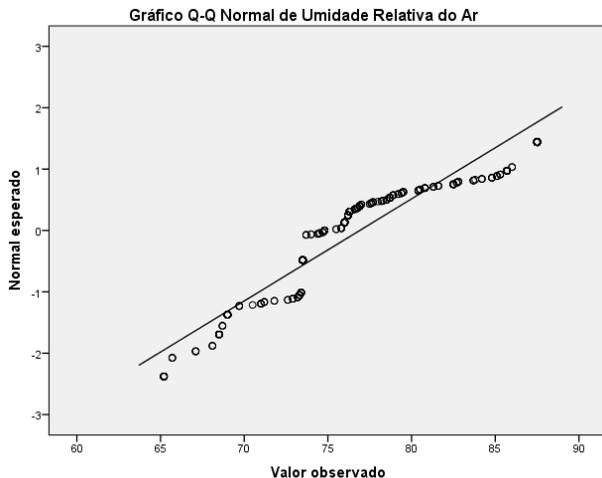
Figura 5 - Gráfico Q-Q Normal da temperatura do ar do Datalogger móvel



Fonte: Os autores.

Para a umidade relativa do ar, o teste Kolmogorov-Smirnov apresentou um nível de significância de 0.183, portanto também não se deve rejeitar a normalidade, a distribuição normal é apresentada na Figura 6.

Figura 6 - Gráfico Q-Q Normal da umidade relativa do ar do Datalogger móvel



Fonte: Os autores.

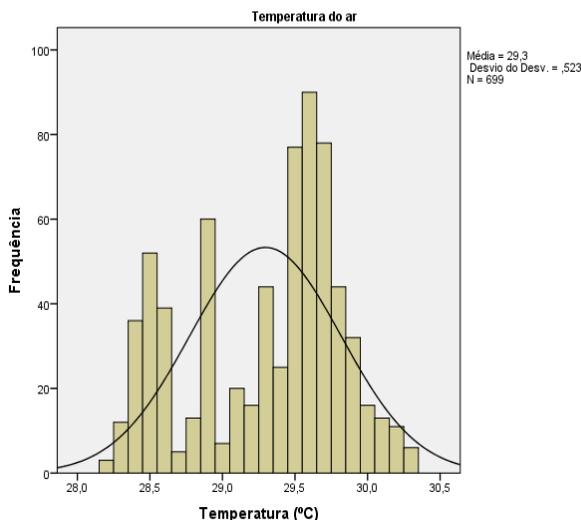
Os dados coletados pelo Datalogger fixo foram referentes a temperatura, a umidade relativa do ar e datação. O local o qual o dispositivo coletou os dados foi o centro de exercício próximo ao estacionamento da avenida Miguel Sutil.

O dispositivo foi ligado juntamente com o Datalogger móvel, sendo realizadas, pelo Datalogger fixo, 699 leituras. A temperatura máxima registrada foi de 30,30°C, já a temperatura mínima do ar no período foi de 28,20°C.

A média da temperatura do ar foi de 29,29°C, a mediana 29,50°C e a moda 29,6°C. No mesmo período a umidade relativa do ar apresentou uma mínima registrada de 64,40%, máxima de 89%, sua média ficou em 75,19%, a mediana foi 74,70% e os valores com maior número de registro foram 69% e 83%.

O histograma é apresentado na Figura 7, a temperatura modal foi a 29,70°C, sendo o desvio padrão 0,523, confirmando uma homogeneidade desta durante o período da coleta.

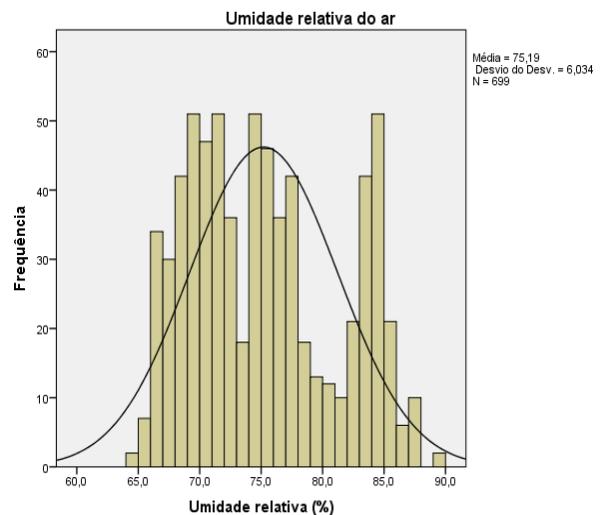
Figura 7 - Histograma temperatura do ar do Datalogger fixo



Fonte: Os autores.

No histograma da umidade relativa do Datalogger fixo, representado na Figura 8, é possível observar a umidade relativa com maior frequência, contendo 14 registros, são a umidade relativa de 69,00% e 83,30%, já a segunda maior frequência da umidade foi de 84,50% com 13 registros. O desvio padrão foi de 6,0338 e teve uma variância de 36,406, portanto a umidade relativa do ar teve uma oscilação maior que a temperatura relativa do ar.

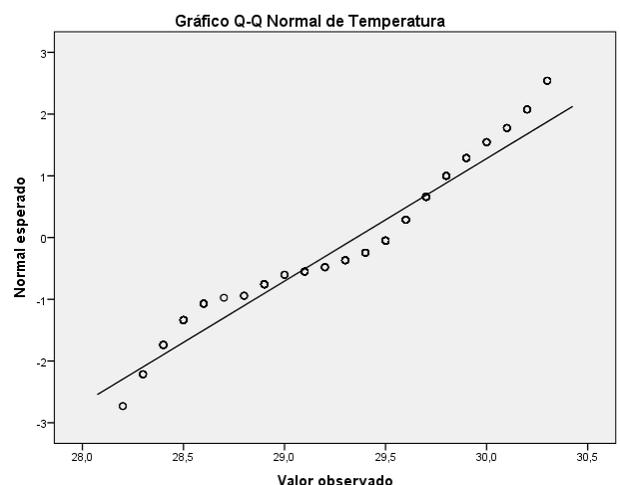
Figura 8 - Histograma umidade relativa do ar do Datalogger fixo



Fonte: Os autores.

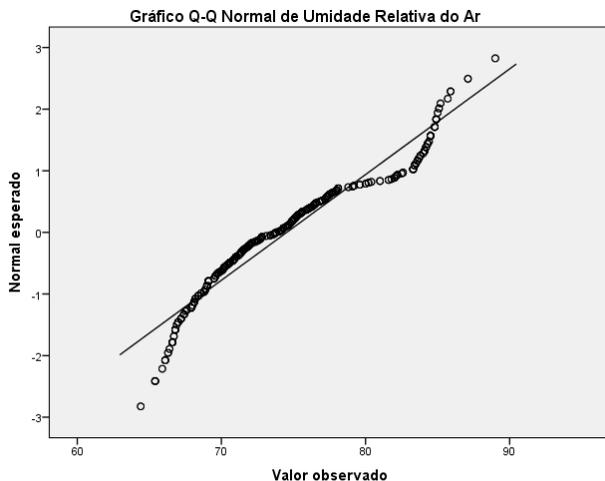
A distribuição dos dados da temperatura e da umidade do ar apresentou respectivamente os valores de 0,194 e 0,097 para o teste de Kolmogorov-Smirnov. O gráfico de distribuição normal da temperatura é apresentado pela Figura 9, já em relação a umidade relativa do ar a distribuição normal é demonstrada na Figura 10.

Figura 9 - Gráfico P-P Normal da temperatura do ar do Datalogger fixo



Fonte: Os autores.

Figura 10 - Gráfico P-P Normal da umidade relativa do ar do Datalogger fixo



Fonte: Os autores.

4 Conclusão

A construção do Datalogger permitiu a realização de coletas de dados de maneira eficiente com um baixo custo, cerca de 80% menor que o aparelho Kestrel 4500, proporcionando um tempo de criação e montagem reduzido. Desta maneira o equipamento possibilitou de maneira estável e satisfatória a coleta e armazenamento dos dados microclimáticos.

A utilização da rede sem fio através da *Wifi* foi a alternativa que apresentou um melhor desempenho na transmissão de dados e com o menor tempo de desenvolvimento.

A *Shield Wifi* funcionou de acordo com as especificações, porém o consumo de energia da *Shield* foi muito elevado, o

que causaria contratempos em medições muito longas. Outra dificuldade ocorrida com a *Shield Wifi*, foi referente no que tange aos terminais de conexão com o Arduino, por serem sucessíveis a ocorrer isolamento entre os contatos, devido a movimentação do artefato ou até mesmo a corrosão dos terminais causado pela umidade do ar.

Quanto ao sensor de temperatura e umidade relativa do ar e o GPS funcionaram conforme o programado, sem nenhum tipo de inconveniência. Já no módulo concentrador, o *Raspberry Pi* e o *Dongle Wifi* apresentaram uma estabilidade considerável, tanto em laboratório, quanto em campo.

Os dados coletados no Parque Mãe Bonifácia em Cuiabá, pelo Datalogger possibilitou registrar as diferenças de temperaturas e umidades relativas do ar em diversos pontos diferentes do parque, ressaltando nesse sentido que o equipamento desenvolvido poderá ser utilizado futuramente para novas e importantes pesquisas.

Referências

- AYOADE, J. O. *Introdução a Climatologia para os Trópicos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- D'AUSILIO, A. *Arduino: a low-cost multipurpose lab equipment*. *Behavior Res. Methods*, v.44, n. 2, p.305-313, 2011.
- GUARIM, V.L.M.S.; VILANOVA, S.R F. *Parques Urbanos de Cuiabá, Mato Grosso: Mãe Bonifácia e Massairo Okamura*. Cuiabá: Entrelinhas-EdUFMT, 2008.
- LIU, T. *Digital-output relative humidity & temperature sensor/module DHT22 (DHT22 also named as AM2302)*. Disponível em: <<https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2020.