



IMPLEMENTAÇÃO DE UMA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA DE BAIXO CUSTO UTILIZANDO RASPBERRY PI

THALÍA LOPES FRIEDRICH ^{1,2}, FABIANO CASSOL ^{2,3*}

1 Introdução

A partir dos avanços científicos, especialmente nas áreas de eletrônica e automação, surgiram alternativas tecnológicas para realizar o monitoramento e o controle de variáveis. Um exemplo é o microcomputador *Raspberry Pi*, que possui diversas vantagens e representa uma boa opção para pequenas automações que demandam baixo custo (ANDRADE; SOMA; EIKI, 2016). Conjuntamente, os algoritmos de aprendizagem de máquina, como por exemplo, Árvore de Decisão (AD), são métodos computacionais destinados à previsão ou classificação de dados que podem ser úteis para a previsão das condições do tempo, elevando, assim, o potencial de implementação de uma estação meteorológica de baixo custo.

2 Objetivos

O objetivo deste trabalho consiste na implementação de um sistema de monitoramento meteorológico utilizando o microprocessador *Raspberry Pi* para realizar a leitura e o registro de variáveis atmosféricas (temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica), além de utilizá-las para obter previsões de ocorrência de precipitação pluviométrica a partir de um algoritmo de AD.

3 Metodologia

No desenvolvimento da estação meteorológica foram utilizados os materiais listados na Tabela 1, que também apresenta o valor de cada item, bem como o custo total do sistema meteorológico desenvolvido. O sensor BME280 é responsável pela leitura da temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica.

1 Acadêmica de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo, contato: thalia.friedrich27@gmail.com

2 Grupo de Pesquisa em Recursos Energéticos e Tecnologias Limpas

3 Doutor em Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo, **Orientador**.

* Endereço para correspondência: fabiano.cassol@uffs.edu.br



Tabela 1 - Materiais utilizados e seus respectivos custos.

Material	Valor (R\$)
Raspberry Pi 3B+	329,90
Fonte de alimentação 5 V	39,90
Case Raspberry Pi B+ com suporte	32,90
Sensor BME280	65,32
4 Cabos de conexão (<i>jumper</i>)	3,89
Protoboard	18,29
Cartão micro SD	59,90
Total	550,10

Fonte: Autores, 2020.

Para treinar o algoritmo de AD foi utilizado o módulo *DecisionTreeClassifier*, da biblioteca *Scikit-Learn*, no ambiente de programação *Jupyter Notebook* 6.0.3, a partir do software *Anaconda* versão 3 (*Python* 3.7).

Para o aprendizado (treinamento) do modelo de AD utilizou-se as seguintes variáveis meteorológicas: temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), pressão atmosférica (hPa) e precipitação pluviométrica (como variável a ser prevista). Esses dados foram coletados da Estação Meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) *Campus Cerro Largo* do período de julho de 2016 a junho de 2019, os quais apresentam-se registrados a cada 10 minutos. O tratamento dos dados incluiu a eliminação de valores ausentes ou corrompidos, a normalização e a redução de dados sem ocorrência de chuva, a fim de obter a melhor proporção entre o número dados chuvosos e não chuvosos.

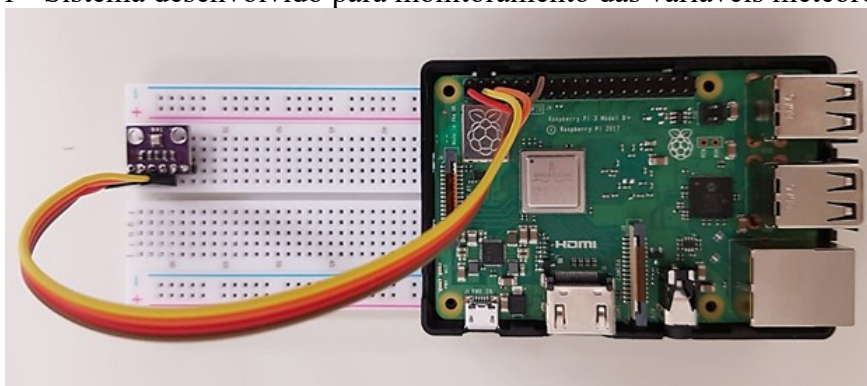
Como o objetivo consiste em prever a ocorrência ou ausência de precipitação, utilizou-se um modelo de classificação binária, o qual busca identificar as características do conjunto de dados de treinamento e, posteriormente, tornar-se hábil para classificar novos dados (FERREIRA, 2016). Para isso, a precipitação pluviométrica, dada em milímetros de chuva pela Estação Meteorológica da UFFS, foi convertida para rótulos de 1 ou 0, indicando a ocorrência ou não de chuva, respectivamente, para possibilitar o aprendizado do algoritmo, considerando o objetivo deste trabalho.

O desempenho do modelo foi avaliado a partir de uma Matriz Confusão, que agrupa os dados analisados em quatro classificações: verdadeiros positivos (VP), verdadeiros negativos (VN), falsos positivos (FP) e falsos negativos (FN), na qual os verdadeiros indicam classificações corretas e os falsos representam os erros (CASTRO; FERRARI, 2016).

4 Resultados e Discussão

O sistema de monitoramento meteorológico implementado está apresentado na Figura 1, construído a partir da conexão entre o *Raspberry Pi* e o sensor BME280. O sistema realiza a leitura da temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica, conforme o objetivo proposto, além de registrar essas informações a cada 10 minutos. Para a visualização do código e dos resultados na interface do *Raspberry Pi*, foi utilizada a plataforma *VNC Viewer*.

Figura 1 - Sistema desenvolvido para monitoramento das variáveis meteorológicas.



Fonte: Autores, 2020.

Posteriormente ao treinamento do algoritmo de AD, o modelo foi salvo e implementado no *Raspberry Pi*. Com os dados do sensor sendo recebidos pela plataforma, o algoritmo identifica, a partir das variáveis atmosféricas, se o momento deve ser classificado como chuva (VP) ou tempo seco (VN); dessa forma, o sistema realiza previsões a cada 10 minutos. Após um período de teste (monitoramento realizado durante 6 dias), as previsões obtidas com o sistema implementado foram comparadas com os dados registrados pela Estação Meteorológica local. Assim, obteve-se a matriz confusão, apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 - Desempenho do modelo considerando a Matriz Confusão.

VP = 41 (5,2 %)	FN = 0 (0 %)
FP = 223 (28,3 %)	VN = 524 (66,5 %)

Fonte: Autores, 2020.

Durante o período de monitoramento todos os casos positivos de precipitação (VP) foram identificados pelo *Raspberry Pi*, como pode ser verificado pela ausência de FN (identificação de tempo seco em um período de chuva), assim, nenhuma ocorrência de chuva deixou de ser prevista. No entanto, observou-se, durante o monitoramento, que o sistema previu a



ocorrência de chuva com algumas horas de antecedência, sendo um bom indicativo da sua habilidade de previsão; contudo, esse fato ocasiona a presença de muitos FP, que são os dados classificados como chuva quando ainda há condição de tempo seco, também conhecidos como “alarme falso”.

5 Conclusão

Conclui-se a partir desse estudo que é possível desenvolver um sistema de monitoramento meteorológico para obter informações locais de temperatura, umidade do ar e pressão atmosférica, apresentando custo relativamente baixo em comparação a uma Estação Meteorológica Automática, sendo o *Raspberry Pi* uma boa opção para esta finalidade, visto que o custo total foi de R\$ 550,10. Também verificou-se que o modelo de Árvore de Decisão apresenta bom potencial em relação a previsão de ocorrência de chuva, porém, ainda possui algumas dificuldades e limitações, sendo que um tempo maior de testes é necessário para a validação do modelo e conclusões definitivas acerca do método.

Referências

ANDRADE, A. A.; SOMA, A. T.; EIKI, C. A. N. **Automação de baixo custo baseada no *Raspberry Pi***. 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303544027_Automacao_de_baixo_custo_baseada_no_Raspberry_Pi>. Acesso em: 15 jun. 2020.

CASTRO, L. N.; FERRARI, D. G. **Introdução à mineração de dados: conceitos básicos, algoritmos e aplicações**. Editora Saraiva, 351 p., 2016.

FERREIRA, L. D. **Técnicas de aprendizado de máquina aplicadas à identificação de perfis de aprendizado em um ambiente real de ensino**. 2016. 73 p. Monografia (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Ciências de Computação e Matemática Computacional) - Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade Federal de São Paulo, São Carlos, 2016.

Palavras-chave: Monitoramento; Árvore de Decisão; Condições Atmosféricas.

Financiamento

Os autores agradecem à Universidade Federal da Fronteira Sul pela concessão de bolsa IC-UFFS e apoio financeiro à pesquisa pelo Edital 459/GR/UFFS/2019.