



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 15, Issue, 03, pp. 68082-68085, March, 2025

<https://doi.org/10.37118/ijdr.29438.03.2025>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

IMPORTÂNCIA DO MONITORAMENTO DE UMIDADE E TEMPERATURA: UM ESTUDO DE CASO NO ARMAZÉM DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO DA EMPRESA X

Aleksander de Oliveira Reis, Cleomara Guimarães da Silva, Geraldo Cunha Farias, Russiney Nery Mendes, Francisco Otávio Miranda Farias and Daniel Andrade Cunha

Pós Graduação em Processos Produtivos Inteligentes, Universidade do Estado do Amazonas - UEA, Brazil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 03rd January, 2025

Received in revised form

27th January, 2025

Accepted 14th February, 2025

Published online 30th March, 2025

KeyWords:

Umidade. Temperatura. Protótipo. ESP32

*Corresponding author:

Aleksander de Oliveira Reis

ABSTRACT

It belongs to a class of beta-blockers that is used to treat hypertension (high blood pressure) and angina (chest discomfort). The current research focusses mainly on the development of analytical and bioanalytical procedures, as well as the various techniques developed for the estimate of etoricoxib, whether in bulk or pharmaceutical dose form. Because they enable us to use sophisticated analytical techniques to acquire both qualitative and quantitative results, analytical methods are essential for determining compositions. Metoprolol succinate can be analyzed using spectroscopic, electrochemical, chromatographic, or hyphenated methods. These techniques minimize the effects of crucial process parameters on accuracy and precision while also assisting in their comprehension. The development of analytical methods is necessary to meet regulatory requirements and maintain high standards for the quality of commercial products. Standards and processes for granting approval, authentication, and registration have been established by regulatory bodies in a number of countries in response to the reference. The purpose of bioanalytical techniques is to measure the amount of a medication, metabolite, or common biomarker in a variety of biological fluids, such as tissue extracts, serum, urine, and saliva.

Copyright©2025, Aleksander de Oliveira Reis et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Aleksander de Oliveira Reis, Cleomara Guimarães da Silva, Geraldo Cunha Farias, Russiney Nery Mendes, Francisco Otávio Miranda Farias and Daniel Andrade Cunha. 2025. "Importância do monitoramento de umidade e temperatura: um estudo de caso no armazém de materiais de construção da empresa x". *International Journal of Development Research*, 15, (03), 68082-68085.

INTRODUCTION

Manter a umidade e temperatura sob controle é fundamental para o armazenamento de produtos. Essa regra, é claro, também se aplica à materiais de construção, uma vez que níveis de umidade elevados podem causar corrosão em metais e degradação de materiais por absorção de água. Já valores muito baixos podem ressecar determinados produtos, comprometendo sua qualidade. A umidade do ar é a expressão usada por especialistas para indicar a quantidade de vapor de água presente na atmosfera em um determinado momento, bem como a capacidade máxima que o ar tem de reter esse vapor cerca de 4%. No entanto, esse conceito não inclui as outras formas em que a água pode existir na atmosfera, como em estado líquido pequenas gotas ou sólido gelo (Toneli, 2009). Outro elemento que pode interferir no condicionamento do produto é a temperatura. Saber manter o ambiente do armazém em uma temperatura ideal é crucial. Dado o clima da nossa região, no caso, a região amazônica, torna-se necessário um olhar mais atento. O clima da Amazônia é frequentemente descrito de forma simplificada como quente e úmido, mas é importante realizar uma análise mais detalhada, levando em conta as particularidades de cada área dentro dessa extensa região equatorial (Junior et. al, 2018).

Essas particularidades como dito, muda de acordo com a região, por isso, a variação de temperatura deve ser monitorada com frequência.

Para esta pesquisa optou-se pelo estudo de caso, por ser um método de pesquisa ampla sobre um assunto específico, permitindo aprofundar o conhecimento sobre ele e, assim, oferecer subsídios para novas investigações sobre a mesma temática. Esse tipo de método é útil por que permite a observação não só dos acertos, mas também as falhas encontradas na busca por uma solução. O objetivo principal deste projeto é criar um protótipo para monitorar temperatura e umidade, utilizando o microcontrolador ESP32. Para a construção do protótipo, foram identificados os recursos de hardware e software essenciais. O microcontrolador ESP32 foi empregado, e o código-fonte que gerencia as variáveis de temperatura e umidade foi desenvolvido no ambiente Arduino IDE, utilizando a linguagem de programação Python.

REVISÃO TEÓRICA

Armazém de Produtos da Empresa: O Armazém anexo desempenha um papel crucial na organização e no armazenamento de produtos de construção, garantindo que a entrada e a saída de materiais aconteçam de maneira eficiente e controlada. Localizado estrategicamente, o armazém serve como ponto de estocagem para uma vasta gama de

produtos, incluindo argamassas, forros PVC, tubos PVC, portas, janelas, pisos, porcelanatos, ferros, entre outros. A gestão adequada do estoque é essencial para o bom funcionamento da empresa, permitindo que os itens sejam armazenados de forma segura, mantendo sua integridade e qualidade até o momento da distribuição. Com um sistema organizado de entradas e saídas, o armazém facilita o controle de inventário, ajudando a evitar excessos ou faltas de produtos. Isso também garante que a organização tenha sempre os materiais necessários para atender às demandas de seus clientes, seja para obras grandes ou pequenas. Além disso, a estrutura do armazém é projetada para preservar as condições ideais para os diversos tipos de produtos, como a proteção de pisos e porcelanatos contra umidade, e a organização de tubos PVC e ferros de maneira que facilite o acesso e a movimentação. Esse processo eficiente de armazenagem contribui diretamente para agilidade na entrega e a satisfação dos clientes, refletindo o compromisso da empresa com a qualidade e pontualidade de seus serviços.



Fonte: Imagem do Autor

Imagem 1. Área interna do armazém

Umidade do Ar: A umidade do ar é a expressão usada por especialistas para indicar a quantidade de vapor de água presente na atmosfera em um determinado momento, bem como a capacidade máxima que o ar tem de reter esse vapor cerca de 4%. No entanto, esse conceito não inclui as outras formas em que a água pode existir na atmosfera, como em estado líquido pequenas gotas ou sólido gelo (Toneli, 2009). Ainda segundo Toneli (2009), a umidade relativa do ar é o parâmetro mais amplamente reconhecido pela população em geral. A umidade relativa refere-se à razão entre a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera (umidade absoluta) e a quantidade máxima de vapor que o ar pode reter em determinadas condições de temperatura e pressão. Essa relação é expressa em porcentagem, variando de 0% (indicando a completa ausência de vapor d'água no ar) a 100% (quando o ar atinge seu ponto de saturação, ou seja, a máxima capacidade de retenção de vapor d'água). Esse índice é altamente sensível às variações de temperatura, uma vez que a capacidade do ar de reter vapor d'água aumenta com o incremento da temperatura e diminui com o seu decréscimo. A umidade relativa do ar não reflete diretamente a concentração de vapor d'água, mas sim a relação entre a quantidade presente e a capacidade máxima de retenção do ar a uma dada temperatura. Variações de umidade podem ocorrer sem mudanças na concentração de vapor d'água, sendo principalmente influenciadas pela temperatura: ao aumentar a temperatura. Na Amazônia, essa dinâmica é intensificada pelas flutuações térmicas diárias, resultando em variações cíclicas da umidade ao longo do dia, independentemente da quantidade absoluta de vapor d'água no ar (Junior et al., 2018). A umidade relativa do ar na região é geralmente alta, com índices que variam entre 80% e 90%, especialmente durante a estação chuvosa. O período de chuvas vai de novembro a maio, com maior intensidade entre março e abril. Durante esse período, as chuvas são frequentes e intensas, com médias anuais de precipitação de aproximadamente 2.000 mm a 3.000 mm, dependendo da localidade.

Temperatura: O clima da Amazônia é frequentemente descrito de forma simplificada como quente e úmido, mas é importante realizar

uma análise mais detalhada, levando em conta as particularidades de cada área dentro dessa extensa região equatorial (Junior et al., 2018). Dentro da região o autor Da Costa et al. (2013), afirmar que o índice de calor demonstra uma variabilidade espacial e sazonal significativa, com destaque para o período de estiagem. As maiores discrepâncias observadas ocorreram durante estação seca, em decorrência da diminuição da influência dos grandes sistemas meteorológicos, que normalmente atuam para uniformizar e mitigar os efeitos locais da temperatura. Por outro lado, as menores variações no índice de calor foram registradas durante o período chuvoso, devido à maior presença de nebulosidade e precipitação, que contribuíram para a redução das temperaturas do ar nessa época do ano. A média climática do estado do Amazonas é caracterizada por altas temperaturas e elevada umidade ao longo do ano. A temperatura média anual gira em torno de 27°C a 28°C, com variações pequenas, já que o clima é predominantemente tropical. As temperaturas podem atingir picos de até 34°C durante os meses mais quentes.

METODOLOGIA

Com o objetivo de desenvolver um protótipo para monitoramento de temperatura e umidade, utilizando o microcontrolador ESP32. Para isso, a metodologia adotada foi dividida em etapas específicas: (1) familiarização com as funcionalidades do microcontrolador, (2) desenvolvimento do protótipo e (3) revisão da literatura relacionada ao tema. Inicialmente, foi realizada uma busca por artigos científicos na área, com o intuito de fundamentar teoricamente o trabalho e apresentar conceitos básicos que facilitassem a compreensão do tema. Em seguida, foram mapeados os recursos de hardware e software necessários para a construção do protótipo, avaliando-se a relevância e os benefícios que o estudo poderia trazer para a empresa em questão. A transmissão dos dados obtidos pelos sensores de temperatura e umidade é realizada por meio do protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), que é bastante utilizado em sistemas IoT devido à sua alta eficiência e baixo consumo de recursos. O MQTT é um protocolo de comunicação leve, baseado no modelo publish/subscribe (publicação/assinatura), o que o torna ideal para dispositivos com limitações de processamento e energia, como o ESP32. O microcontrolador coleta as informações dos sensores e as envia para um servidor remoto, como o Adafruit IO, uma plataforma amplamente utilizada em IoT. O Adafruit IO permite gerenciar e visualizar dados em tempo real, sendo uma solução prática e de fácil integração com dispositivos IoT. (Klein, 2017). Por fim, na última etapa da pesquisa, foram realizados testes e a implantação do protótipo no armazém da empresa Ferragem Israel. Esses procedimentos permitiram identificar os principais benefícios e a relevância do sistema de monitoramento de umidade e temperatura para o ambiente estudado.

MATERIAIS

O sistema proposto é composto por três componentes principais: o microcontrolador ESP32, o sensor de temperatura e umidade DHT11. Além da fonte de alimentação Este sistema foi especificamente adaptado para o monitoramento de forma clara e eficiente com condições de verificação prática e abrangente.

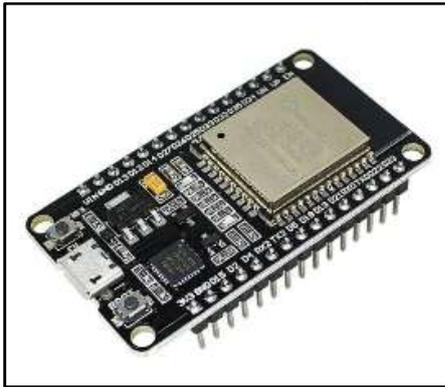
Microcontrolador ESP32

Consiste em um microcontrolador, que foi utilizado para receber o código do compilador, para realizar o acionamento e a leitura dos dados do Armazém de produtos.

Sensor de Umidade e Temperatura DHT11

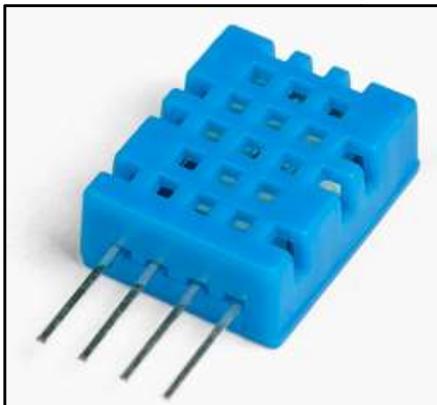
O sensor de umidade e temperatura DHT11 é um periférico econômico fabricado pela D-Robotics UK (www.droboticsonline.com). Ele é capaz de medir umidade relativa entre 20 e 90% UR dentro da faixa de temperatura operacional de 0 a 50°C com uma

precisão de $\pm 5\%$ UR. A temperatura também é medida na faixa de 0 a 50°C com uma precisão de $\pm 2^{\circ}\text{C}$. Ambos os valores são retornados com resolução de 8 bits (Gay, 2018)



Fonte: Imagem do Autor

Imagem 2. Microcontrolador ESP32



Fonte: Imagem do Autor

Imagem 3: Sensor DHT11

Fonte de Alimentação: O alimentador fonte USB 2A com cabo USB-V8 para Arduino e ESP32 é uma fonte chaveada 5V e a solução ideal para atender às demandas energéticas de uma variedade de dispositivos eletrônicos. Com sua capacidade de fornecer uma saída estável de 5V e uma corrente nominal de até 2A, essa fonte de alimentação garante o funcionamento confiável de projetos e aparelhos, tornando-se um componente essencial para quem busca eficiência.



Fonte: Imagem do Autor

Imagem 4. Fonte de alimentação

RESULTADOS E DISCURSÕES

No contexto de monitoramento de umidade e temperatura a partir do protótipo onde foi instalado dentro do armazém de produtos de construção da ferragem Israel pode se acompanhar a variabilidade no ambiente, tendo que levar em consideração todos os aspectos de fluxo

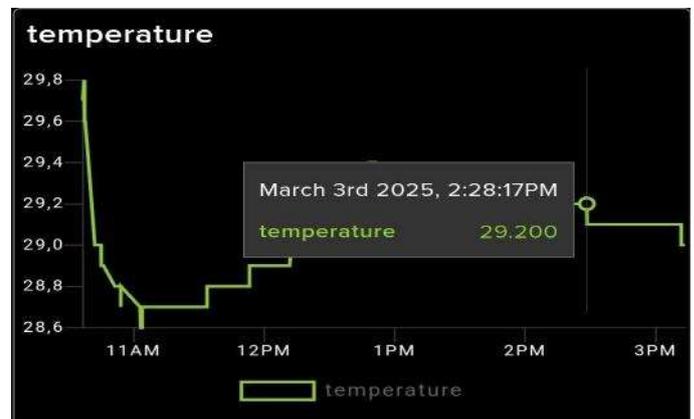
de entrada e saída de mercadorias. A umidade relativa do ar no armazém variou entre aproximadamente 81,0% e 84,0% ao longo do período analisado. A umidade registrada foi de 82%, indicando uma leve estabilidade na faixa observada. No entanto, oscilações pontuais foram identificadas, sugerindo possíveis influências externas, como ventilação, fluxo de pessoas ou materiais e condições climáticas externas. Pode observa na imagem a seguir o monitoramento em tempo real dos níveis umidade captados pelo protótipo que enviam dados para o ardafruit.io que gera os gráficos para acompanhamento remoto.



Fonte: Imagem do Autor

Imagem 5. Dashboard de visualização de umidade

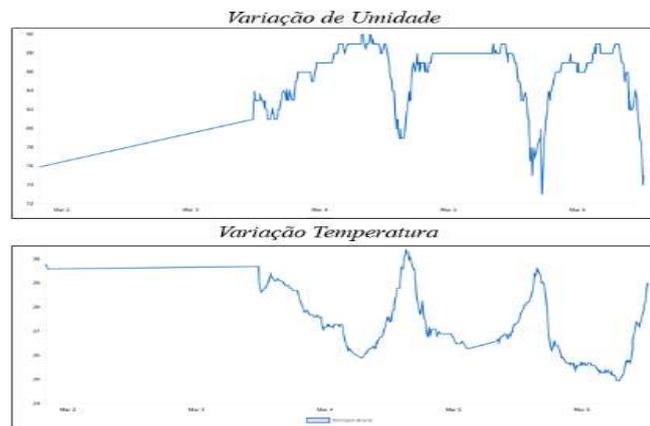
Manter a umidade sob controle é crucial, pois níveis elevados podem causar corrosão em metais e degradação de materiais por absorção de água. Já valores muito baixos podem ressecar determinados produtos, comprometendo sua qualidade. No caso da temperatura a mesma oscilou entre $28,6^{\circ}\text{C}$ e $29,8^{\circ}\text{C}$, com um registro específico às 14:28:17 de $29,2^{\circ}\text{C}$. A tendência geral aponta para um declínio da temperatura no período da manhã, seguido por um leve aumento no início da tarde. Essa variação pode estar associada a fatores como exposição solar sobre o armazém, funcionamento de equipamentos internos ou circulação de ar.



Fonte: Imagem do Autor

Imagem 6: Dashboard de visualização de temperatura

Temperaturas elevadas podem afetar a armazenagem de produtos como tintas, solventes e determinados compostos químicos, acelerando reações indesejadas ou reduzindo a vida útil dos materiais. Já temperaturas muito baixas podem afetar a viscosidade de certos produtos e até comprometer a resistência de materiais específicos. O monitoramento da umidade e temperatura no armazém revelou variações significativas ao longo do acompanhamento que podem impactar a qualidade dos materiais armazenados. Oscilações na umidade podem causar degradação em produtos sensíveis, como cimento e madeira, enquanto mudanças bruscas de temperatura afetam adesivos e produtos químicos. Esses fatores indicam a necessidade de controle ambiental eficiente, com monitoramento contínuo, ventilação adequada e isolamento térmico para evitar perdas e garantir a integridade dos insumos.



Fonte: Imagem do Autor

Imagem 7. Gráfico de visualização de variação

Manter o armazém em conformidade com os padrões de umidade e temperatura não só preserva a qualidade dos produtos de construção, mas também reforça a reputação como uma empresa comprometida com a excelência e a satisfação do cliente. Investir em tecnologias e práticas de controle ambiental é, portanto, uma estratégia inteligente e necessária para garantir a integridade dos materiais e a eficiência operacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou a importância de monitorar de maneira eficaz a temperatura e umidade no armazenamento de materiais de construção, destacando como essas variáveis impactam diretamente a qualidade e a integridade dos produtos. O protótipo desenvolvido com o microcontrolador ESP32, que permitiu o monitoramento em tempo real, demonstrou ser uma ferramenta eficaz, permitindo a coleta e análise contínua de dados sobre o ambiente do armazém. A análise das variações de temperatura e umidade ao longo do período de monitoramento revelou que os níveis de umidade no armazém permanecem estáveis, mas com oscilações ocasionais, o que pode indicar influências externas como o fluxo de mercadorias ou mudanças climáticas. A temperatura, por sua vez, também apresentou variações típicas do clima amazônico, com flutuações durante o dia, que precisam ser consideradas no planejamento do armazenamento adequado de produtos sensíveis à temperatura. Esses resultados enfatizam a necessidade de um controle ambiental mais rigoroso para evitar danos aos materiais armazenados.

A implementação de sistemas como o proposto, que utilizam tecnologias como o ESP32 e protocolos eficientes de comunicação como o MQTT, mostra-se essencial para manter a qualidade dos produtos e garantir a continuidade dos processos logísticos com maior precisão e eficiência. Além disso, o projeto evidencia o papel fundamental que as tecnologias de monitoramento podem desempenhar no setor de materiais de construção, não apenas para a proteção dos produtos, mas também para a reputação da empresa frente aos seus clientes. A empresa, ao adotar soluções tecnológicas para melhorar o controle de seu armazém, reforça seu compromisso com a qualidade e a inovação, alinhando-se às demandas do mercado e garantindo a satisfação de seus consumidores. A utilização de sistemas de monitoramento de temperatura e umidade, como o desenvolvido neste estudo, abre portas para futuras pesquisas e desenvolvimentos, visando aprimorar ainda mais as condições de armazenamento e melhorar a eficiência operacional, com benefícios a longo prazo para a empresa e para o setor de materiais de construção como um todo.

REFERÊNCIAS

- DA COSTA JOÃO, Antonio Carlos Lôla et al. Índices de conforto térmico e suas variações sazonais em cidades de diferentes dimensões na Região Amazônica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 6, n. 03, p. 478-487, 2013.
- GAY, Warren; GAY, Warren. DHT11 sensor. *Advanced Raspberry Pi: Raspbian Linux and GPIO Integration*, p. 399-418, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3948-3_22
- JUNIOR, Altamar Lopes Pedreira et al. Temperatura, umidade relativa do ar e índice de desconforto térmico (IDT) no município de Boca do Acre-Amazonas. *EDUCAmazônia*, v. 20, n. 1, p. 75-86, 2018.
- Klein, S., Cabirol, A., Devaud, J. M., Barron, A. B., & Lihoreau, M. (2017). Why bees are so vulnerable to environmental stressors. *Trends in Ecology & Evolution*, 32(4), 268-278. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.02.012>
- RODRIGUES, Luan D.; PEREIRA, Rodrigo M.; PALMEIRA, David Willy F.; SILVA, Guilherme Henrique A.; LEITE, Marco Antonio F.; SILVA, Juliana S. Controle de temperatura e de umidade de uma composteira utilizando o ESP32. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA (SBIAGRO), 13, 2021, Evento Online. Anais [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. p. 53-61. ISSN 2177-9724. DOI:<https://doi.org/10.5753/sbiagro.2021.18375>.
- TONELLI, João Marcelo de Moraes. Monitoramento e controle de temperatura e umidade de ambientes. 2009.
