

Monitoramento de umidade de grãos por meio de sensores utilizando o conceito de IoT.

Monitoring of grain moisture by sensors using the IoT concept.

RESUMO

Na agricultura de precisão e na indústria 4.0 há a necessidade de monitorar todas as variáveis do produto ou serviço em tempo real. Este artigo tem como proposta o desenvolvimento de um sensor IoT sem fio de umidade, mais especificadamente da umidade do grão de café utilizando a reflexão difusa na faixa do infravermelho. Em vista disto, a partir da espectroscopia obtida pelo sensor é possível a obtenção da umidade do grão. Para a transmissão dos dados foi decidido a utilização da rede LoRa®. Apesar de adversidades ocorridas durante o projeto e a impossibilidade de transmitir via LoRa® foi utilizado o módulo termômetro infravermelho MCU90615 para receber a radiação infravermelha em várias situações simuladas. Os LED's com comprimento de onda de 1600nm foram utilizados para realizar a emissão e foi utilizado o pó de café devido indisponibilidade dos grãos. Por conseguinte, foram obtidos gráficos da variação da temperatura do pó de café conforme a umidade foi sendo alterada e relacionada umidade a essa variação. Desse modo, foi possível concluir que essas duas variáveis têm relação direta.

PALAVRAS-CHAVE: Espectroscopia. Infravermelho. Radiofrequência. Temperatura. Umidade.

ABSTRACT

In precision agriculture and industry 4.0 there is a need to monitor all products or service variables in real time. This paper proposes the development of a wireless IoT moisture sensor, specifically the coffee bean moisture using infrared diffuse reflection. In view of this, from the spectroscopy obtained by the sensor it is possible to obtain the grain moisture. For data transmission, it was decided to use the LoRa® network. Despite adversities during the project and the impossibility of transmitting via LoRa®, the infrared thermometer module MCU90615 was used to receive infrared radiation in various simulated situations. The 1600nm wavelength LEDs were used to perform the emission and the coffee powder was used due to unavailability of beans. Therefore, graphs of the variation of the coffee powder temperature were obtained as the humidity was changed and the humidity related to this variation. Thus, it was possible to conclude that these two variables are directly related.

KEYWORDS: Spectroscopy. Infrared. Radiofrequency. Temperature. Moisture.

Giovana Uzai Conceição
giovana.uzai@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procopio, Paraná, Brasil

Rodrigo Henrique Cunha Palácios
rodrigopalacios@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Cornélio Procopio, Paraná, Brasil

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autoral: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



INTRODUÇÃO

Os sensores de umidade de grãos que já existem atualmente no mercado são de modo geral caros ou são separados do processo. Dessa maneira precisam de uma pequena amostra do produto para aferição da umidade, ou seja, é retirada a amostra parando todo o processo e é colocada em um sensor em outro ambiente para obter o resultado.

Atualmente o processo padrão utilizado para medir a umidade do grão de café verde segundo a Organização Internacional de Café (*International Coffee Organization*) é o método ISO 6673:2003, o qual determina que tanto para a espécie de café *Coffea arábica* quanto para a *Coffea Robusta* serem exportadas o teor de umidade deve ser entre 8% e 12.5%. [1]

A ISO 6673:2003, segundo a Organização Internacional para Padronização (*International Organization for Standardization, ISO*) diz que para determinar a umidade do grão, é necessário medir a perda de massa do grão de café verde à 105°C [2]. Ou seja, um processo invasivo que deve ser realizado com uma quantidade de café especificada e separadamente de qualquer outro processo que envolve grãos.

Dessa maneira, este artigo tem como objetivo o desenvolvimento de um sensor infravermelho de umidade de baixo custo integrando a tecnologia da Internet das Coisas e utilizando a rede LoRa® como meio para transmissão dos dados, utilizando a umidade do grão obtida através da reflexão difusa do infravermelho deste.

ESPECTROSCOPIA DA ÁGUA NO INFRAVERMELHO

A espectroscopia de qualquer elemento é obtida quando se emite uma luz polarizada que contém vários comprimentos de onda sobre a matéria e obtém-se um espectro contínuo característico de cada elemento, tanto para a absorção quanto para a emissão de vários comprimentos de onda.

De acordo com o *National Institute of Standards and Technology (NIST)*, a água possui um espectro bem característico de absorção de infravermelho, no qual é possível observar que há um pico de absorção dos comprimentos de onda entre 0µm e 2,5 µm e aproximadamente entre 5 µm e 6,25 µm e também há uma absorção discreta após 10µm. [3]

Desse modo, este projeto tem como objetivo utilizar comprimentos de ondas já estipulados em outros artigos, como 970 nm, 1200nm, 1450 nm e 1940 nm. Esses comprimentos foram selecionados analisando os tipos de ligação moleculares da amostra. [4]

IOT (INTERNET OF THINGS)

A IoT é uma rede que interconecta objetos físicos reais e permite o monitoramento em tempo real. É um conceito onde todos os objetos são conectados entre si e é possível a coleta e transmissão de dados. O Fórum de IoT categoriza a arquitetura da Internet das Coisas em três etapas: aplicações, meios

de transporte e processadores. [5] O meio de transporte indicado para este trabalho dentro da IoT foi a rede LoRa®.

LORA (LONG RANGE)

A LoRa® é uma tecnologia criada pela companhia Semtech de modulação de espectro espalhado, que tem como sua origem a tecnologia de espalhamento espectral *chirp* (CSS).

Foi considerado o uso da LoRa®, pois apesar de exigir um alto investimento inicial e possuir baixa capacidade de transmissão, essa tecnologia possui baixo consumo de energia, instalação fácil e é ideal para grandes áreas. Para este trabalho considerou-se a utilização do módulo transceptor LoRa® RFM95W, que tem alta imunidade a interferências e fornece uma comunicação de espectro espalhado com ultra longo alcance.

MATERIAL DE MÉTODOS

DIAGRAMA LÓGICO DE LIGAÇÃO

Durante a realização do trabalho, foi elaborado o diagrama lógico de ligação do circuito. Como dito anteriormente não foi possível a transmissão via LoRa® devido às dificuldades encontradas ao longo da montagem e também ao protocolo de segurança da internet da UTFPR que impedia o funcionamento da rede LoRa. Na Figura 1 pode-se observar o diagrama do módulo de emissão e absorção do infravermelho idealizado, com os LED's de comprimentos diferentes emitindo na amostra e o módulo termômetro infravermelho MCU90615 que irá obter as diferenças de temperatura e associar com a variação de umidade.

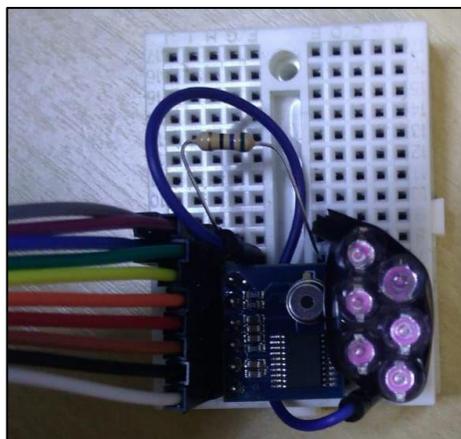
Figura 1 - Esquemático da placa de emissão



Fonte: Autoria própria

Foi feito um circuito diferente para a obtenção das temperaturas, pois não foi possível encontrar os LED's dos comprimentos de onda desejáveis e portanto a placa não foi confeccionada. Assim, foram utilizados LED's de comprimento de onda de 1600nm, juntamente com o módulo de temperatura dito anteriormente, como mostra a Figura 2.

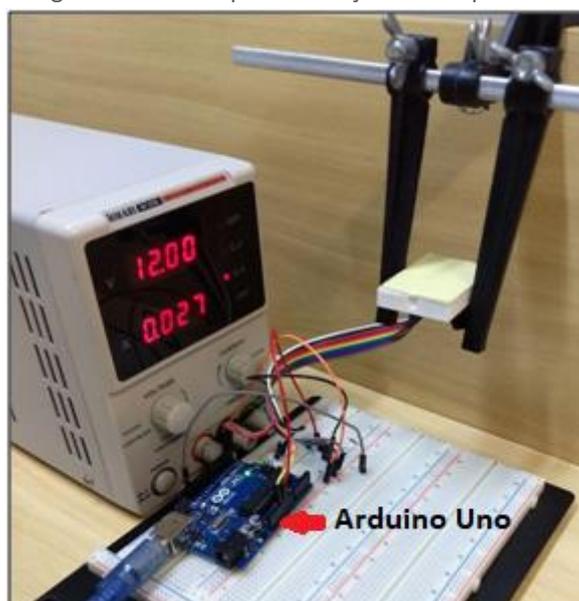
Figura 2 - Circuito do módulo de emissão



Fonte: Autoria própria

A Figura 3 mostra todo o circuito montado para a obtenção da variação de temperatura de acordo com a variação da umidade. Como é possível observar, foi utilizado o Arduino UNO® o para fazer o controle do módulo de temperatura e dos LED's.

Figura 3 - Circuito para obtenção da temperatura



Fonte: Autoria própria

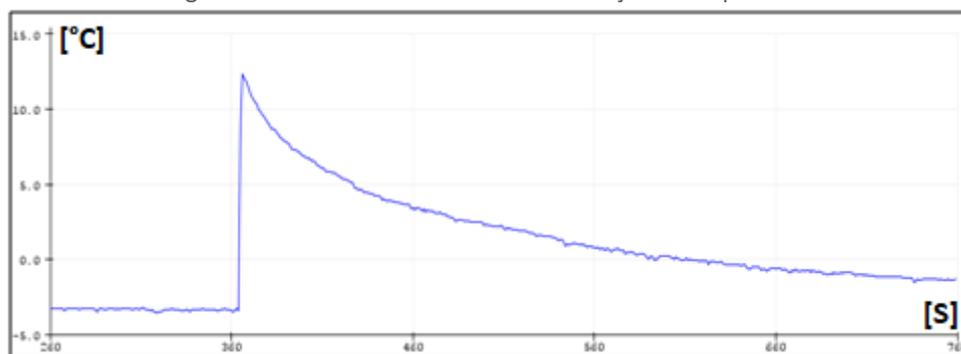
Desse modo, com o circuito montado, foram aferidas temperaturas de situações diferentes da amostra de pó de café.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o circuito montado, foi obtida a variação de temperatura quando colocada uma amostra de pó Três Corações® de 10 gramas seco (foi retirada a umidade esquentando o pó, pois a UTFPR não possui um equipamento para medir a umidade de acordo com a ISO 6673:2003) e foi esperado um tempo para a amostra resfriar.

Como é possível observar na Figura 4 do gráfico obtido, antes da adição da amostra abaixo do sensor, a diferença entre a temperatura do objeto (matriz de contato) e a temperatura do ambiente era negativa (entre -5.0°C e 0°C). Após acrescentar a amostra, é possível observar um aumento nessa diferença essa estava quente e sem umidade, e após o declínio da diferença.

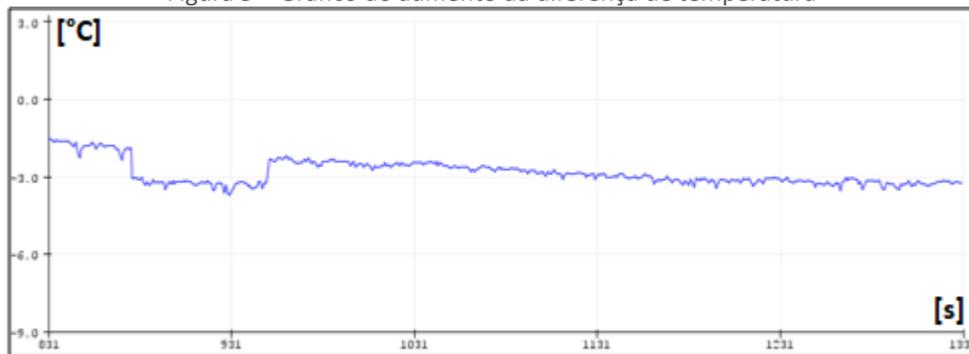
Figura 4 – Gráfico do aumento da diferença de temperatura



Fonte: Autoria própria

A taxa de amostragem do monitor serial do Arduino utilizada foi de 115200 bits por segundo. A temperatura ambiente padrão foi mantida pelo ar condicionado em 17°C , apesar de pequenas variações. Em seguida, 10 gramas de água foram acrescentadas à amostra para aumentar sua umidade. A Figura 5 indica que a diferença de temperatura da amostra com umidade se manteve em um valor acima da diferença sem a amostra (período de baixa no gráfico onde a amostra foi retirada para o acréscimo de água está entre 881 a 920 segundos aproximadamente).

Figura 5 – Gráfico do aumento da diferença de temperatura



Fonte: Autoria própria

Através dos dados obtidos é possível observar que a variação da umidade afeta diretamente na variação da temperatura, devido à absorção do infravermelho pela água.

CONCLUSÃO

Independentemente de imprevistos ocorridos durante o projeto e de o investimento inicial ser acima do esperado, se comparado a equipamentos já existentes este projeto ainda está acessível devido ao uso de equipamentos comuns. Pode-se observar que apesar do poder calorífico da água significativo, esta absorve os comprimentos de onda infravermelhos e transforma em energia cinética, ou seja, vibrações em sua molécula. Portanto, a quantidade de água que o café possui (sua umidade) influi diretamente no aumento da temperatura ao absorver o infravermelho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UTFPR por disponibilizar a oportunidade do voluntariado, acrescentando grande conhecimento à minha formação. Agradeço também ao meu Orientador Prof. Dr. Rodrigo Henrique Cunha Palácios e ao Prof. Dr. Wagner Fontes Godoy por acreditarem em mim e por ter oferecido essa oportunidade.

REFERÊNCIAS

- [1] INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. Improving Quality. Disponível em: <http://bit.ly/2m3NaWs>. Acesso em: 23 jun. 2019.
- [2] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISSO 6673:2003. Disponível em: <http://bit.ly/2IS1fXb>. Acesso em: 14 mar. 2019.
- [3] NATIONAL INSTITUTE OF STANDARDS AND TECHNOLOGY. Water. NIST Livro de Química na Web, SRD 69. Disponível em: <http://bit.ly/2losaJK>. Acesso em: 23 jun. 2019.
- [4] GENTILIN, Fábio Augusto. KOBO, Bruna Tiemi. RIBEIRO, Lucas de Souza. FRANÇA, José Alexandre de. FELÍCIO, Ana Lúcia de S.M. FRANÇA, Maria Bernadete de M. FILHO, Dari de O. Toguinho. Development and testing of a hardware platform for measuring instruments based on near infrared diffuse reflection. Departamento de Engenharia Elétrica, Departamento de Física, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, 2016.
- [5] MADAKAM, Somayya. RAMASWAMY, R. TRIPATHI, Siddharth. Internet of things (IoT): a Literature Review. National Institute of Industrial Engineering, Vihar Lake, Mumbai, India. 2015. Disponível em: <http://bit.ly/2nuv1S2>. Acesso em: 25 mai. 2019.