

## EMBALAGENS INTELIGENTES NA LOGÍSTICA DE CARGA: DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO

Gabriel Bulgarelli Nunes\*, Orlando Fontes Lima Jr., Sérgio Adriano Loureiro, Ana Paula Reis Noletto.

### Resumo

A pesquisa teve como objetivo identificar as características que compõem um sistema de embalagem inteligente e desenvolver um protótipo, utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica Arduino. O protótipo tem como função medir e controlar a temperatura do ambiente de distribuição, enviando e registrando pela internet.

### Palavras-chave:

Embalagens Inteligentes, Internet das Coisas, Logística.

### Introdução

As atividades logísticas são fundamentais para a dinâmica de um centro urbano. Em 2011 as perdas mundial no transporte de alimentos chegou a 1/3 da produção, aumentar a eficiência e segurança na distribuição de cargas que requerem um alto controle sobre as condições do meio é um grande desafio para as empresas<sup>1</sup>, as embalagens não devem ter mais um papel passivo na proteção e comercialização do produto. As embalagens inteligentes monitoram as características do ambiente e do produto, podendo fornecer informações em tempo real e tomar decisões sobre suas condições e trajetórias<sup>2</sup>. Com o maior desenvolvimento e aplicação das embalagens e suas informações compartilhadas em grande escala, será possível o gerenciamento da cadeia de suprimentos dentro do conceito de Internet das Coisas (IoT).

### Resultados e Discussão

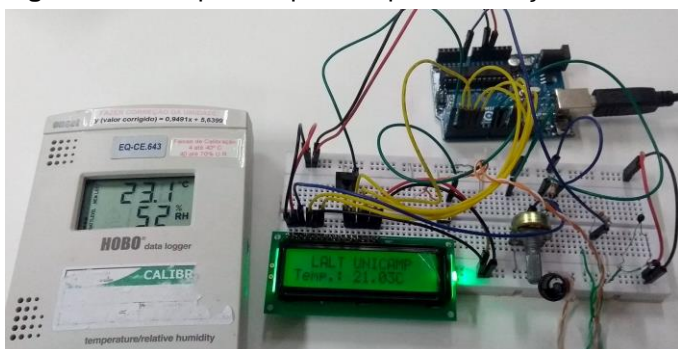
A revisão da bibliografia sobre embalagens inteligentes identificou as principais características e tecnologias utilizadas atualmente dentro das redes de distribuição.

Tabela 1. Tecnologias em embalagens inteligentes.

Internet of Things (IoT)
Radio frequency identification (RFID)
Electronic Product Code (EPC)
Wireless Sensor Networks (WSN)
Intelligent Transportation System (ITS)

O protótipo desenvolvido na plataforma Arduino é composto por um sensor de temperatura NTC, um display LCD, um módulo WiFi ESP8266 e um emissor de infravermelho. O protótipo é programado para se conectar a rede WiFi disponível e manter a temperatura do ambiente em uma faixa predeterminada.

Figura 1. Protótipo e dispositivo para calibração.

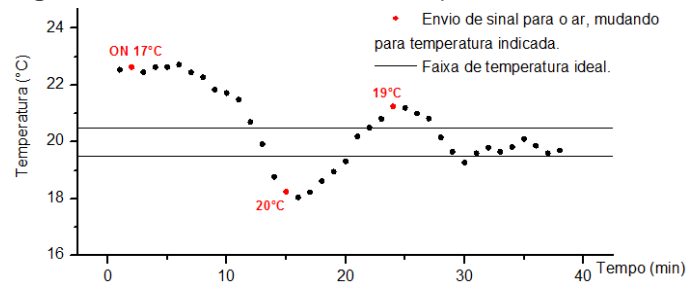


As medições feitas pelo sensor de temperatura foram comparadas ao de um dispositivo calibrado, a curva de calibração foi obtida por meio do método de regressão linear.

A temperatura ambiente é medida no intervalo de 1 minuto e registrada na internet, a partir da variação, o protótipo toma a decisão de aumentar ou diminuir a potência do sistema de refrigeração.

Foram realizados testes em uma sala de 36m<sup>2</sup>, simulando um container, onde a temperatura do ar-condicionado era controlada.

Figura 2. Gráfico do controle da temperatura.



O protótipo se comunicou com o ar-condicionado buscando manter a temperatura na faixa predeterminada, respondendo as perturbações no ambiente.

O controle do meio sem a interface humana e o registro do histórico na nuvem possibilitando que todos os agentes da cadeia de suprimentos tenha acesso às informações, arquiteta uma plataforma de gerenciamento da cadeia dentro do conceito Internet das Coisas.

### Conclusões

O uso do protótipo para controle de temperatura em um ambiente controlado indicou resultados satisfatórios, mostrando ser uma opção viável para ser empregado no mercado, sendo fundamental para o controle da segurança e redução das perdas de produtos dentro da rede logística. Outros dispositivos de controle como sensores de umidade, luminosidade, GPS e RFID, podem ser adicionados ao protótipo.

### Agradecimentos

Ao PIBIC, ao CNPq e a toda equipe do Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes (LALT).

<sup>1</sup>GEBRESENBET, Girma, et al. "Potential for optimised food deliveries in and around Uppsala city, Sweden." Journal of transport geography 19.6 (2011): 1456-1464.

<sup>2</sup>NOLETTA, Ana Paula Reis et al. Intelligent Packaging and the Internet of Things in Brazilian Food Supply Chains: The Current State and Challenges. In: Dynamics in Logistics. Springer International Publishing, 2017. p. 173-183.