

SISTEMA ONLINE DE SENSORIAMENTO DE UNIDADES ARMAZENADORAS COM APLICAÇÃO EM SEGURANÇA DO TRABALHO

MARCOS ALVES DOS SANTOS¹, CRISTIANE CAUDURO GASTALDINI², PAULO CARTERI CORADI³

¹Estudante de Engenharia Elétrica, UFSM, Cachoeira do Sul-RS, marcos.santos@acad.ufsm.br;

²Prof.^a, CREA-RS 194200, UFSM, Cachoeira do Sul-RS, cristiane.gastaldini@ufsm.br

³Prof.^o, CREA-MG 91042D, UFSM, Cachoeira do Sul-RS, paulo.coradi@ufsm.br

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC
15 a 17 de setembro de 2021

RESUMO: Este trabalho objetivou desenvolver um sistema online de sensoriamento de unidades armazenadoras para ser aplicado em segurança do trabalho. Especificamente, estuda-se o uso de tecnologias de baixo custo e alta eficiência para auxiliar no controle da conformidade das normas utilizadas em gestão de riscos inerentes aos trabalhadores de unidades armazenadoras em operações de pós-colheita. Para isso, é proposta uma aplicação web, e é desenvolvido um dispositivo microcontrolado capaz de mensurar as grandezas físicas a serem avaliadas de acordo com as normas vigentes. Através desse dispositivo e desse sistema é possível identificar, remotamente, quais operações estão ou não em conformidade com as normas, além de uma visão geral do comportamento, em termos das grandezas físicas consideradas, de cada operação na unidade armazenadora sob análise através de dashboards intuitivas. Com isso, espera-se que este sistema possa ser uma opção viável a ser utilizada no contexto de automação da agroindústria.

PALAVRAS-CHAVE: Agroindústria, aplicação web, python, automação de unidades armazenadoras, riscos ocupacionais.

ONLINE STORAGE UNIT SENSING SYSTEM WITH APPLICATION IN WORK SAFETY

ABSTRACT: This work aimed to develop an online storage unit sensing system to be applied in work safety. Specifically, it studies the use of low cost and high efficiency technologies to help control compliance with the standards used in the management of risks inherent to workers in storage units in post-harvest operations. For this, a web application is proposed, and a microcontrolled device capable of measuring the physical quantities to be evaluated according to current standards is developed. Through this device and this system, it is possible to remotely identify which operations are or are not in compliance with the standards, as well as an overview of the behavior, in terms of the physical quantities considered, of each operation in the storage unit under analysis through intuitive dashboards. Thus, it is expected that this system can be a viable option to be used in the context of agroindustry automation.

KEYWORDS: Agribusiness, web application, python, automation of storage units, occupational hazards.

INTRODUÇÃO

De acordo com MEDEIROS (2018), existem poucos estudos no setor agrícola que analisem questões de riscos ocupacionais inerentes à atividade laboral quando em comparação com os estudos que analisam questões financeiras e econômicas. Apesar disso, é possível encontrar uma forte relação entre trabalho agrícola e riscos ocupacionais tais como físicos, psicossociais, químicos, ergonômicos etc. Além disso, também existe uma significativa relação entre esses tópicos com doenças graves como câncer.

A situação tende a se agravar considerando o contexto em que este assunto se insere, isto é, a situação de riscos ocupacionais e de doenças ocasionadas em decorrência dessa atividade laboral tende a se intensificar considerando que o Brasil é um país cujo agronegócio é uma das maiores fontes de recursos financeiros. De acordo com QUASAR AGRO (2019), o Brasil é o único país do mundo que consegue produzir duas safras anuais e, além disso, existe um grande espaço para crescer, tanto em termos de ganho de produtividade, como em termos de aumento de área produtiva.

A Figura 1 ilustra o comportamento da produção e da capacidade estática de armazenamento de grãos no Brasil no período de 1980 até 2018. Observa-se que com o passar dos anos tanto a produção quanto a capacidade de armazenamento vêm crescendo consideravelmente. Embora essa Figura indique que existe uma maior produção do que capacidade de armazenamento, isso não configura um cenário contrário à situação-problema discutida neste texto. Isso ocorre porque com a necessidade de novas unidades armazenadoras para suprir as demandas de produção, novos trabalhadores serão expostos aos riscos ocupacionais mencionados acima.

Figura 1. Capacidade estática como porcentagem da produção de grãos no Brasil. Fonte: (Quasar Agro, 2019).



Em contrapartida, para que os trabalhadores possam ter seus direitos assegurados e sua saúde preservada, no Brasil estão em vigor algumas normas que as empresas responsáveis pelas atividades de armazenagem devem seguir e cumprir. Por exemplo, a norma regulamentadora número 15 (Governo Federal, 1978) classifica as atividades que devem ser consideradas insalubres, estabelecendo limites nos quais os trabalhadores podem ser expostos. Essa norma versa, entre outros, sobre os limites de tolerância para ruído contínuo ou intermitente, limites de tolerância para exposição ao calor, limites de tolerância para poeiras minerais, limites de tolerância para umidade etc.

Para a comprovação do cumprimento dessas normativas legais, as empresas podem fazer uso de mecanismos e de ferramentas manuais para a aferição dos dados necessários. Embora essa metodologia seja útil, considerando a expansão necessária às unidades armazenadoras, esse método pode apresentar inúmeros gargalos, os quais poderiam ser solucionados com o uso de novas tecnologias.

Assim, este trabalho estuda o uso de uma nova metodologia para a aquisição dos dados de temperatura, umidade, ruído e poeira, a partir de um hardware microcontrolado de baixo custo e de fácil aquisição no mercado nacional (visando a produção em grande escala), o qual pode enviar esses dados para serem consumidos por um sistema web desenvolvido. Com isso, é possível a implementação de rotinas de automação, as quais, entre outras funcionalidades, podem informar se as normas vigentes e cadastradas estão sendo respeitadas ou não, além de permitir modificações no algoritmo de checagem caso haja alterações nas normas e/ou especificações diferentes.

MATERIAL E MÉTODOS

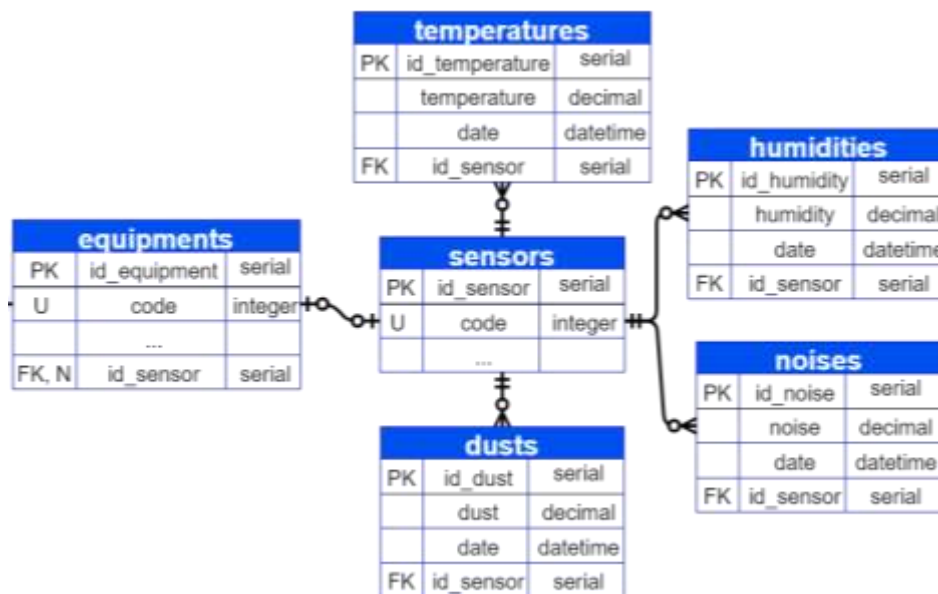
O sistema sob análise possui uma aplicação web composta, resumidamente, por duas grandes partes as quais podem ser denominadas de front-end e de back-end. Além disso, este trabalho propõe o

desenvolvimento de um hardware a ser utilizado para a aquisição dos dados, o qual pode ser entendido como o end node de um sistema IoT, por exemplo.

Em relação ao software, o front-end pode ser entendido como a parte da aplicação que engloba todas as ferramentas, funcionalidades etc que se relacionam à experiência do usuário do sistema, enquanto o back-end pode ser entendido como a parte da aplicação responsável por aquilo que ocorre “atrás” de páginas HTML, por exemplo.

Assim, a primeira etapa de desenvolvimento foi a modelagem do banco de dados para o sistema. Diante das necessidades e das características dos dados a serem armazenados, optou-se por um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Relacional (SGBDR) e, dentre os disponíveis, escolheu-se o PostgreSQL. Com o SGBDR escolhido, o Diagrama Entidade Relacionamento DER foi modelado e a Figura 2 ilustra essa modelagem.

Figura 2. Representação do DER do Banco de Dados Modelado. Fonte: Autores.



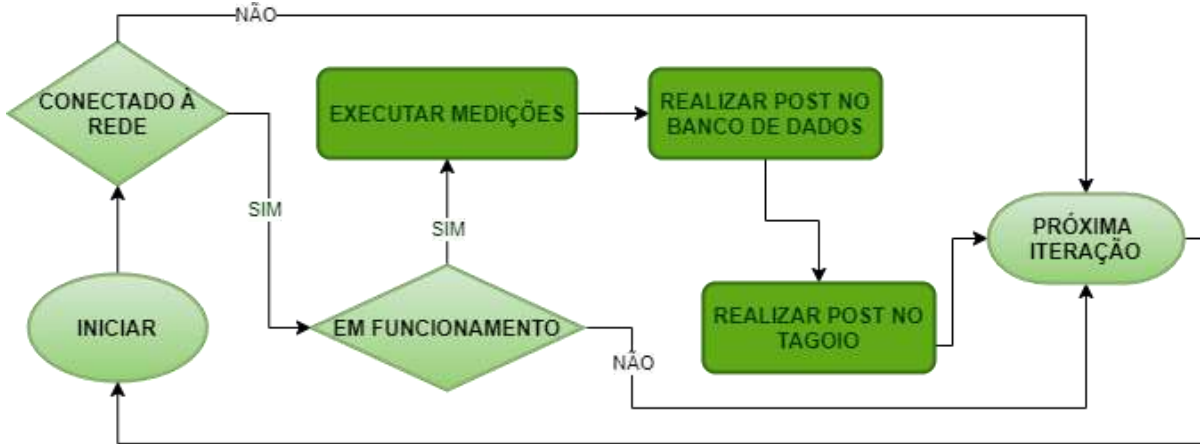
Para o acesso e controle do SGBDR, um servidor foi modelado utilizando-se a linguagem de programação Python e o framework Flask. Para que todo o sistema possa ser utilizado remotamente via internet, foi necessário a hospedagem desse servidor. Para isso, foi utilizada a Platform as a Service (PaaS) Heroku e, junto ao servidor, uma API para a comunicação entre servidor e microcontrolador foi desenvolvida e juntamente hospedada no Heroku. Com isso, tanto o banco de dados quanto o servidor foram hospedados em nuvem. O servidor foi hospedado na PaaS Heroku e o banco de dados foi hospedado nas dependências da UFSM.

Além do back-end, é necessário o uso de um sistema front-end para a visualização dos dados mensurados. Para isso, a PaaS TagoIO foi utilizada. Com essa plataforma, foi possível a criação de dashboards intuitivas, além de gráficos e outros serviços que permitem a interação usuário-sistema-hardware. Com o uso dessa plataforma, o dispositivo microcontrolado pode ser acessado remotamente de qualquer lugar via internet e de qualquer sistema, web ou mobile.

Para a etapa de desenvolvimento do hardware, foi escolhida a placa microcontroladora ESP32S por apresentar vantagens técnicas e financeiras em comparação com outras placas encontradas no mercado. Além disso, foram utilizados três tipos de sensores responsáveis pela geração dos dados a serem fornecidos à aplicação web. Esses sensores são de Som, de Poeira e Fumaça e de Temperatura e Umidade. Todos esses são compatíveis com a placa microcontrolada e estão dentro da faixa de operação necessária para a aplicação em unidades armazenadoras.

A Figura 3 apresenta o fluxograma lógico do algoritmo implementado no hardware. Com esse algoritmo, todas as necessidades de mensuração das grandezas físicas, bem como interações com o usuário do sistema foram atendidas.

Figura 3. Fluxograma Lógico do Algoritmo Implementado. Fonte: Autores.



A conexão do microcontrolador com a rede de internet é feita através de uma rede Wi-Fi e o envio e recebimento dos dados é feito através dos métodos HTTP POST e GET, respectivamente. Por questões de necessidade técnica, este sistema envia os dados tanto para o banco de dados hospedado na UFSM quanto para a PaaS TagoIO utilizada como front-end desta aplicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando o estado de desenvolvimento deste trabalho, os resultados obtidos a partir dos testes realizados têm mostrado vantagens significativas quando em comparação com sistemas manuais. A utilização da placa microcontroladora ESP32S juntamente com os sensores necessários para as medições apresentam uma vantagem de custo-benefício significativa.

O sistema web também apresenta vantagens pois faz uso de ferramentas robustas e capazes de atender altas demandas, sendo indicadas para aplicações em tempo real, as quais precisam, entre outros fatores, de baixos níveis de latência.

Além disso, este sistema apresenta outras vantagens como a facilidade de produção em larga escala do hardware, considerando o baixo custo de aquisição dos materiais e a grande disponibilidade no mercado. Também apresenta facilidade de instalação e a possibilidade de atualização remota dos indicadores de análise das normas para cada situação.

Por fim, este sistema também possui a vantagem de reunir em um único dispositivo ferramentas que atendam às demandas existentes para a checagem das normas vigentes e aplicadas às situações consideradas, podendo ser um diferencial competitivo em relação ao mercado devido à ausência de produtos como este no cenário nacional atual.

Figura 4. Exemplo de Visualização dos Resultados. Fonte: Autores.



A Figura 4 ilustra a forma como os dados são apresentados ao usuário do sistema. Por utilizar a PaaS TagoIO, os dados podem ser visualizados e o cliente pode interagir com o sistema tanto em um navegador web quanto em um smartphone através do aplicativo desenvolvido pela TagoIO. A partir

dessa plataforma, como ilustra a Figura 4, o usuário tem acesso às medições atuais em tempo real, bem como ao histórico dos dados armazenados.

Além disso, este sistema permite que o hardware seja ligado remotamente através do botão “ON/OFF”. Finalmente, pontua-se que a interface gráfica apresentada na Figura 4 é apenas um exemplo, ou seja, essa interface pode ser configurada de acordo com as necessidades desejadas, ficando ainda mais intuitiva.

CONCLUSÃO

Este trabalho versou sobre a relação entre a expansão da produção de grãos e a capacidade de armazenamento desses. Atrelado a isso, situa-se o crescimento dos possíveis problemas causados por conta da exposição dos trabalhadores aos riscos ocupacionais inerentes à atividade laboral nas unidades armazenadoras.

Nesse cenário, este trabalho propõe o uso de um sistema online de sensoriamento para a gestão de riscos no contexto de unidades armazenadoras. O uso da placa microcontroladora ESP32S, bem como dos sensores compatíveis com essa placa se mostrou vantajoso, principalmente, por conta do baixo custo necessário para sua utilização.

Nesse cenário de excelente custo-benefício, mais produtores podem se beneficiar do uso desta tecnologia e, conseqüentemente, aumentar o número de unidades armazenadoras dentro dos padrões de conformidade com as NR's, pois de acordo com Carvalho et al. (2008), existe uma forte correlação entre o baixo nível tecnológico presente em uma unidade armazenadora, a falta de conhecimento das normas e o descumprimento dessas normas.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, Cinara da Cunha Siqueira; BORÉM, Flávio Meira; RABELO, Giovanni Francisco. Levantamento dos riscos existentes à segurança e à saúde do trabalhador na pós-colheita de café (*Coffea arabica*) conforme as exigências das normas regulamentadoras. Scielo, [S. l.], p. 463-468, 1 abr. 2008. DOI <https://doi.org/10.1590/S1413-70542008000200018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/yws9XdCz5gp4swYgH5SDn5B/?lang=pt#>. Acesso em: 3 ago. 2021.
- GOVERNO FEDERAL (Brasil). Ministério do Trabalho. MTB. 3214. Norma Regulamentadora Número 15: Atividades Insalúbres, Brasil: Governo Federal, 8 jun. 1978. Disponível em: <https://www.gov.br/trabalho/pt-br/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/normas-regulamentadoras/nr-15.pdf/view>. Acesso em: 2 ago. 2021.
- MEDEIROS, Fernando Estevam de. Riscos ocupacionais na agricultura brasileira. 2018. 22 f. Artigo (Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2018.
- QUASAR AGRO. Mercado Logístico e Agronegócio: Armazenagem. Itaim Bibi: Quasar Agro, 2019-2019. Mensal. Disponível em: <https://fnet.bmfbovespa.com.br/fnet/publico/exibirDocumento?id=75783>. Acesso em: 2 ago. 2021.