

ANÁLISE DE DADOS MASSIVOS DE SECADORES DE GRÃOS VIA IOT: EFICIÊNCIA, RISCOS E OPORTUNIDADES

MASSIVE DATA ANALYSIS OF GRAIN DRYERS VIA IOT: EFFICIENCY, RISKS, AND OPPORTUNITIES

Daniel Schmidt¹
Miguel Afonso Sellitto²

Resumo – Este artigo apresenta um estudo aplicado de mineração de dados sobre registros operacionais de 352 secadores de grãos conectados via IoT, com o objetivo de identificar padrões críticos e oportunidades de melhoria no desempenho térmico, operacional e de segurança. Foram analisados mais de 18 milhões de registros coletados entre 2021 e 2023, contendo variáveis como temperatura de secagem, nível de produto e pressão em múltiplos pontos dos equipamentos. O tratamento dos dados incluiu pré-processamento rigoroso, integração de pacotes heterogêneos e geração de variáveis auxiliares. As análises revelaram que cerca de 30% dos equipamentos operaram acima do limite térmico seguro, 65% apresentaram secagem sem nível mínimo de grãos e sete unidades superaram o limite de temperatura de exaustão, indicando riscos operacionais. A correlação entre sensores evidenciou baixa associação entre variáveis térmicas e de nível, justificando o uso de abordagens multivariadas. Os resultados fornecem subsídios para ações técnicas e comerciais, como automação preditiva, manutenção preventiva e capacitação orientada por dados.

Palavras-chave: IoT. Mineração de dados. Eficiência operacional.

Abstract - This article presents an applied data mining study on operational records from 352 IoT-connected grain dryers, aiming to identify critical patterns and improvement opportunities in thermal, operational, and safety performance. More than 18 million records collected between 2021 and 2023 were analyzed, comprising variables such as drying temperature, grain level, and air pressure across multiple sensor points. Data processing involved rigorous preprocessing, integration of heterogeneous data packages, and generation of auxiliary variables. The analyses revealed that approximately 30% of the equipment operated above the safe thermal limit, 65% performed drying without minimum grain levels, and seven units exceeded the exhaust temperature threshold, indicating operational risks. Correlation among sensors showed weak association between thermal and level variables, reinforcing the need for multivariate analytical approaches. The results provide a basis for technical and commercial actions such as predictive automation, preventive maintenance, and data-driven training programs.

¹ Mestre em Engenharia de Produção e Sistemas (UNISINOS/São Leopoldo-RS); Bacharel em Ciência da Computação (UNICRUZ/Cruz Alta-RS); Estudante de doutorado em Engenharia de Produção e Sistemas (UNISINOS/São Leopoldo-RS). Contato: daniel.panambi@gmail.com.

² Professor Titular e Pesquisador na UNISINOS, membro do corpo docente internacional da UNIMORE, Itália. Contato: sellitto@unisinos.br.

Keywords: *IoT. Data mining. Operational efficiency.*

I. INTRODUÇÃO

A transformação digital da agricultura tem impulsionado a adoção de tecnologias avançadas capazes de otimizar processos, reduzir perdas e aumentar a sustentabilidade ao longo da cadeia produtiva. Dentre essas tecnologias, destaca-se o uso da Internet das Coisas (IoT), cuja aplicação no agronegócio tem promovido uma revolução silenciosa na coleta de dados, monitoramento remoto e tomada de decisão orientada por evidências.

Particularmente nas operações de pós-colheita, o monitoramento em tempo real de variáveis críticas como temperatura, umidade e níveis de grãos é fundamental para garantir a integridade do produto armazenado, bem como a eficiência energética e a segurança operacional dos equipamentos envolvidos. A secagem de grãos, etapa determinante para a conservação da qualidade dos produtos agrícolas, representa um dos maiores desafios técnicos do pós-colheita, tanto pela complexidade térmica envolvida quanto pelo impacto direto na eficiência operacional e nos custos energéticos.

Apesar dos avanços na instrumentação de equipamentos com sensores inteligentes e conectividade em nuvem, observa-se uma lacuna significativa na conversão dos dados gerados em insights acionáveis para a indústria. Nesse contexto, técnicas de mineração de dados emergem como ferramentas estratégicas para a análise de grandes volumes de dados oriundos de sensores embarcados, permitindo a identificação de padrões operacionais, correlações relevantes e oportunidades de melhoria.

Este artigo apresenta um estudo de caso baseado na análise de dados coletados por 352 secadores de grãos conectados, distribuídos em diferentes unidades de armazenagem no Brasil. Os dados, processados a partir de sensores IoT embarcados, foram analisados com foco em quatro dimensões principais: contribuição de dados por equipamento, eficiência térmica, desempenho operacional e segurança. A partir dessas análises, buscou-se não apenas compreender o comportamento dos equipamentos, mas também identificar oportunidades de atuação comercial e técnica por parte da indústria fornecedora dos sistemas.

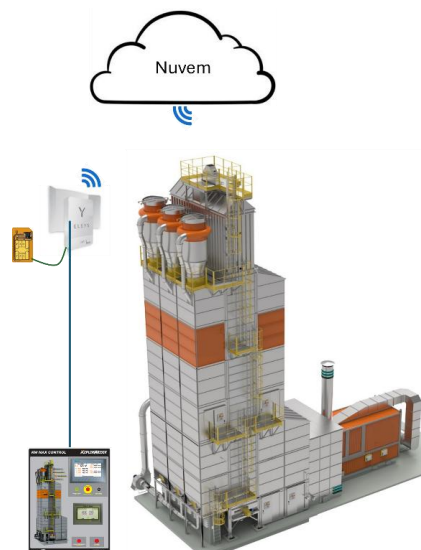
O objetivo deste trabalho é demonstrar como a aplicação de técnicas de mineração de dados pode potencializar a eficiência operacional e a geração de valor no setor de pós-colheita, contribuindo para uma agricultura mais inteligente, segura e sustentável.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A adoção de tecnologias digitais na agricultura tem avançado significativamente, impulsionada sobretudo pelo aumento da oferta de sensores, pela ampliação da conectividade e pela capacidade de processar grandes volumes de dados. Nesse contexto, destaca-se o papel da Internet das Coisas (IoT) como elemento central da Agricultura 4.0. A IoT possibilita a integração de dispositivos físicos com sistemas digitais, permitindo o monitoramento e o controle remoto, em tempo real, de variáveis consideradas críticas para o setor (Talavera et al., 2017).

No pós-colheita, e de modo particular na etapa de secagem de grãos, observa-se que o emprego de sensores embarcados e redes de sensores sem fio (Wireless Sensor Networks – WSNs) tornou-se fundamental para o controle preciso da temperatura, da umidade e do fluxo de produto. Estudos indicam que tais soluções tecnológicas promovem a melhoria da qualidade dos grãos, reduzem perdas e elevam a eficiência energética das operações (Oliveira et al., 2022; Schmidt et al., 2024). A Figura 1 apresenta o fluxo de informação estabelecido entre o equipamento e a nuvem.

Figura 1: Fluxo de dados entre equipamento e nuvem.



Fonte: Autores

Apesar desses avanços, a coleta contínua de dados por dispositivos IoT gera um volume expressivo de informações, cuja utilidade depende diretamente da capacidade de se extrair conhecimento relevante. Nesse sentido, a mineração de dados se destaca como um conjunto de métodos estatísticos e computacionais destinados a identificar padrões, relações e anomalias em grandes bancos de dados, fornecendo insights que muitas vezes não seriam captados por abordagens tradicionais (Kamilaris et al., 2017).

A literatura aponta diversas aplicações da mineração de dados na agricultura, como a classificação de solos (Wu et al., 2018; Taghizadeh-Mehrjardi et al., 2016), a previsão do rendimento de culturas (Shastri et al., 2019) e até a classificação de grãos a partir de imagens (Guevara-Hernandez et al., 2011). Por outro lado, observa-se uma carência de estudos voltados à utilização dessas técnicas para o controle e o diagnóstico do desempenho de equipamentos agrícolas em tempo real, sobretudo em processos térmicos como o de secagem de grãos.

Adicionalmente, aspectos relacionados à segurança operacional dos equipamentos também podem ser aprimorados por meio da análise preditiva fundamentada em dados históricos. O emprego de limites operacionais parametrizados em sistemas de automação embarcados, combinado com a identificação de comportamentos críticos como picos de temperatura, permite antecipar falhas e atuar preventivamente, favorecendo operações mais seguras e sustentáveis (Oliveira et al., 2019).

Diante desse panorama, este trabalho posiciona-se em um campo ainda pouco explorado, ao aplicar técnicas de mineração de dados diretamente sobre informações captadas em campo por secadores de grãos, com o objetivo de gerar inteligência operacional, comercial e estratégica para o setor de soluções pós-colheita.

III. METODOLOGIA

O presente estudo seguiu uma abordagem quantitativa, fundamentada na utilização de técnicas de mineração de dados aplicadas a registros operacionais provenientes de secadores de grãos dotados de sensores IoT. O delineamento metodológico foi estruturado em quatro grandes etapas: (1) coleta e organização dos dados; (2) pré-processamento e integração; (3) análise exploratória com aplicação de métodos de mineração de dados; e (4) interpretação dos resultados e extração de insights relevantes. Todas as análises foram realizadas na linguagem R, com o suporte de bibliotecas especializadas em manipulação, visualização e modelagem de dados.

3.1 Coleta e Estruturação dos Dados

A base utilizada neste estudo compreendeu 18.101.628 registros, transmitidos por 352 secadores de grãos instalados em diferentes unidades de armazenagem distribuídas pelo território brasileiro, no período de janeiro de 2021 a julho de 2023. Cada equipamento estava conectado a uma plataforma em nuvem, utilizando o protocolo MQTT para o envio dos dados. As informações eram transmitidas em pacotes JSON, que posteriormente foram convertidos em arquivos .csv para análise. A periodicidade do envio era determinada pela lógica do sistema de automação embarcado em cada secador. Os pacotes de dados incluíam variáveis como temperaturas (tempS1 a tempS4), níveis do produto (nivelMin1, nivelMin2, nivelMaximo) e pressões (pressaoP2 a pressaoP5), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Variáveis analisadas

ID	Código de identificação do equipamento
dataHora	Data e hora do registro
tempS1	Temperatura de secagem S1 (ar na torre de secagem)
tempS2	Temperatura de secagem S2 (ar na câmara de recirculação)
tempS3	Temperatura de secagem S2 (ar de exaustão)
tempS4	Temperatura de secagem S4 (massa de grãos)
nivelMin1	Nível mínimo de operação 1
nivelMin2	Nível mínimo de operação 2
nivelMaximo	Nível máximo de operação
pressaoP2	Pressão nos difusores de ar
pressaoP3	Pressão nos difusores de ar
pressaoP4	Pressão nos difusores de ar
pressaoP5	Pressão nos difusores de ar

Fonte: Autores

Ao todo, foram consolidados 18.101.628 registros, totalizando aproximadamente 15 GB de dados brutos.

3.2 Pré-processamento e Integração dos Dados

O pré-processamento dos dados foi realizado utilizando as bibliotecas dplyr, tidyr e lubridate na linguagem R. Em um primeiro momento, todas as variáveis de interesse foram convertidas para o tipo numérico, assegurando a uniformidade necessária para as análises estatísticas subsequentes. Registros contendo valores inconsistentes, como temperaturas superiores a 1000 °C, foram eliminados. Adicionalmente, procedimentos de normalização foram aplicados para compatibilizar pacotes de dados provenientes de diferentes versões de firmware. O processo incluiu rotinas de padronização, consolidando todos os registros em um único data frame, denominado dados_unidos. Foram também criadas variáveis auxiliares, tais como diff_temp (diferença entre leituras consecutivas de temperatura) e diff_min (intervalo de tempo entre registros), facilitando a identificação de oscilações térmicas e a avaliação da estabilidade operacional dos equipamentos.

3.3 Análise Exploratória e Mineração de Dados

A análise dos dados foi estruturada em seis subetapas, executadas por meio de scripts em R:

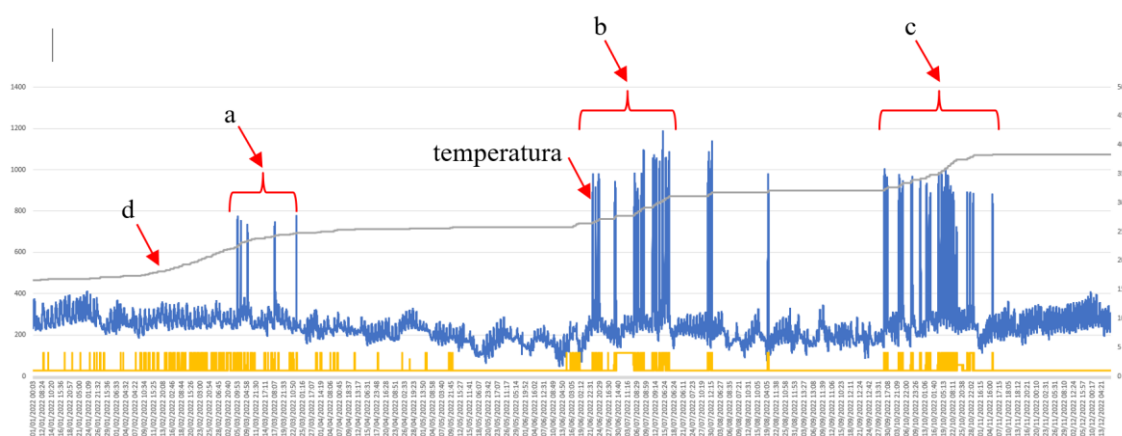
- i. Contribuição de Dados por Equipamento: Identificação dos secadores que mais contribuíram com registros válidos, utilizando a função `summarise(n())` e visualizações geradas pelo `ggplot2`.
- ii. Eficiência Térmica: Avaliação de ocorrências em faixas críticas de temperatura (`tempS1` acima de 110, 120, 140 e 160 °C), com apoio de histogramas e gráficos de violino.
- iii. Oscilações Críticas: Detecção de variações de temperatura iguais ou superiores a 5 °C em intervalos de até 5 minutos, por meio das funções `mutate()`, `lag()` e `filter()` aplicadas sobre as variáveis `diff_temp` e `diff_min`.
- iv. Operação sem Nível Mínimo: Identificação de eventos em que `nivelMin1` apresentou valor zero, indicando operação inadequada sem carga térmica.
- v. Temperatura de Exaustão Crítica: Análise de ocorrências com `tempS3` acima de 70 °C, considerado limite de segurança técnica, por meio de contagens por ID de equipamento.
- vi. Correlação entre Variáveis: Cálculo da matriz de correlação de Pearson entre variáveis térmicas e de nível, empregando `cor()` e visualização pelo `corrplot()`.

Cada uma dessas etapas permitiu identificar subconjuntos de equipamentos com maior incidência de anomalias, subsidiando inferências de caráter operacional e comercial.

3.4 Interpretação dos Resultados

Os resultados obtidos foram agrupados em quatro grandes eixos de análise: (1) desafios operacionais; (2) riscos relacionados à segurança; (3) oportunidades para automação e consultoria técnica; e (4) padrões sazonais de comportamento. A Figura 2 apresenta o histórico operacional de um secador ao longo de 2022, destacando picos de temperatura nos meses de março (a), julho (b) e outubro (c), que coincidem com os períodos das principais safras. Também é possível observar a evolução do tempo total de operação (d) entre as safras, evidenciando uma adaptação progressiva no uso do equipamento.

Figura 2: Gráfico de um equipamento durante o período de um ano



Fonte: Autores

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de técnicas de mineração de dados possibilitou uma análise detalhada dos registros operacionais coletados de 352 secadores de grãos conectados. Os achados

foram organizados em quatro frentes analíticas principais: contribuição de dados, eficiência térmica, desempenho operacional e segurança. Cada uma dessas dimensões forneceu subsídios técnicos relevantes para apoiar decisões, tanto em nível operacional quanto estratégico, para a empresa fornecedora de equipamentos.

4.1 Concentração de Registros por Equipamento

Na análise inicial, foi possível identificar quais equipamentos apresentaram o maior volume de registros válidos, parâmetro essencial para compreender o grau de atividade operacional e a estabilidade da comunicação dos secadores com a nuvem. Para isso, foram aplicados filtros amplos (tempS1 entre 0 °C e 2000 °C) e os dados agrupados por ID. Observou-se uma distribuição altamente assimétrica entre os 352 equipamentos analisados, com uma forte concentração em um número reduzido de secadores.

Os 20 secadores mais ativos responderam por aproximadamente 4,5 milhões de registros, o que equivale a 25% do total. O ID 182 se destacou com 503.230 registros (2,8%), seguido pelos IDs 310 (428.417), 245 (401.982), 157 (379.588) e 201 (342.761). Esses resultados evidenciam que determinadas unidades operaram de maneira mais intensa e confiável, enquanto outras apresentaram transmissão intermitente dos dados. Tal disparidade sugere potenciais candidatos para programas-piloto envolvendo tecnologias mais avançadas, além de indicar a necessidade de revisão das estratégias de conectividade em locais com baixo volume de informações transmitidas.

A distribuição dos registros segue a lógica de Pareto: cerca de 20% dos secadores concentraram mais de 60% da base de dados consolidada.

4.2 Identificação de Sobreaquecimento e Instabilidade Térmica

A eficiência térmica é um dos principais indicadores do desempenho dos secadores de grãos. Temperaturas superiores a 110 °C (limite técnico recomendado nos manuais dos fabricantes) podem comprometer a qualidade dos grãos, elevar o consumo de energia e aumentar a probabilidade de falhas operacionais.

Na faixa de 110,1 °C a 119,9 °C, 54 equipamentos operaram fora do padrão ao menos uma vez. O ID 34 foi o que mais apresentou registros nessa condição, com 32.361 ocorrências, seguido pelos IDs 78, 275 e 110, todos com mais de 15 mil registros, evidenciando falhas recorrentes no controle térmico.

Já na faixa de 120,0 °C a 139,9 °C, foram identificados 40 equipamentos em condição anormal. O ID 275, em particular, concentrou 7.931 registros, o que indica descontrole térmico e ausência de resposta operacional frente aos alertas do sistema.

Entre 140,0 °C e 159,9 °C, sete equipamentos apresentaram operação crítica, com destaque para o ID 111, que registrou 273 ocorrências, evidenciando risco à estrutura do equipamento e à segurança do processo. Em situações extremas, entre 160,0 °C e 179,9 °C, foram detectados 23 registros, todos atribuídos ao ID 220, caracterizando uma falha grave nos mecanismos de controle térmico.

A instabilidade térmica, caracterizada por oscilações de temperatura iguais ou superiores a 5 °C em intervalos de até 5 minutos, foi observada em 96 equipamentos. O ID 220 apresentou 3.965 registros desse tipo de oscilação, sugerindo um padrão crônico, possivelmente relacionado a falhas em sensores, no fluxo de ar ou no abastecimento de combustível.

Cerca de 30% dos equipamentos operaram acima dos limites térmicos em algum momento, sendo que muitos o fizeram de forma recorrente. A repetição dessas instabilidades evidencia a necessidade de avanços em automação e capacitação técnica. Do ponto de vista comercial, os equipamentos com desvios térmicos frequentes podem

ser considerados leads para soluções de automação, serviços de calibração e treinamentos focados em eficiência e segurança.

4.3 Análise de Condições Operacionais Críticas

A operação adequada dos secadores pressupõe que a torre esteja adequadamente preenchida com grãos, assegurando homogeneidade térmica e prevenindo perdas por arraste. A ausência dessa carga mínima compromete a eficiência do processo e pode ocasionar danos significativos. Nesta etapa da análise, foram identificadas situações em que os secadores operaram com temperatura ativa ($\text{tempS1} \geq 50^\circ\text{C}$), mas com o sensor `nivelMin1` indicando ausência de produto. Essa condição, identificada em 230 equipamentos (65% da amostra), corresponde a momentos em que o calor foi gerado sem que houvesse troca térmica eficiente.

O ID 220 concentrou 3.965 registros operando nessas condições. Outros equipamentos, como os IDs 118, 354 e 263, também apresentaram mais de 2.000 ocorrências, o que caracteriza uma falha recorrente. Esse tipo de comportamento pode ser consequência de problemas no abastecimento, dimensionamento inadequado da torre, ausência de supervisão em períodos de safra ou desconhecimento técnico por parte dos operadores. As consequências são claras: perda de eficiência térmica, maior consumo de combustível, risco de superaquecimento de componentes e aceleração do desgaste estrutural.

Do ponto de vista comercial, esses clientes representam oportunidades para a oferta de sistemas de controle de fluxo, alarmes operacionais inteligentes e treinamentos técnicos integrados à secagem e armazenagem. Paralelamente, a análise da temperatura de exaustão (`tempS3`) mostrou que sete equipamentos ultrapassaram o limite de 70°C mesmo com sensores de nível ativos, parâmetro que de acordo com o fabricante, aciona o desligamento automático do equipamento por risco térmico.

Esses casos sugerem falhas no sistema de desligamento, atrasos de resposta ou operação manual, todos representando riscos elevados à segurança. A recorrência dessas situações exige inspeção técnica, reconfiguração dos sistemas de proteção e reforço da capacitação dos operadores. Em síntese, a análise reforça que a secagem deve ser tratada como parte de um sistema integrado, cuja eficiência e segurança dependem da articulação entre infraestrutura, automação e formação técnica.

4.4 Interdependência Estatística entre Variáveis Monitoradas

Buscando identificar relações entre as variáveis medidas pelos sensores dos secadores, foi aplicada a correlação de Pearson sobre as principais variáveis numéricas: temperaturas (`tempS1` a `tempS4`) e níveis de produto (`nivelMin1`, `nivelMin2`, `nivelMaximo`). A análise, conduzida na linguagem R com uso da função `cor()` e visualização pelo pacote `corrplot`, considerou todas as variáveis previamente convertidas e padronizadas.

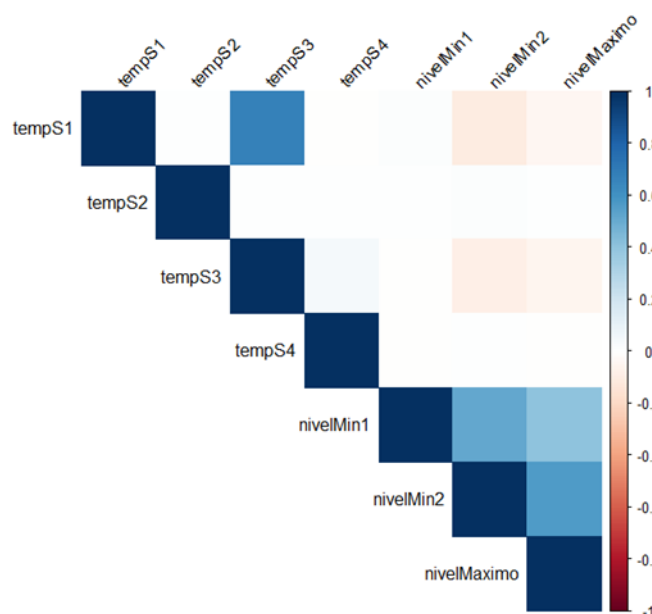
A principal correlação encontrada foi entre `tempS1` (ar quente na torre) e `tempS3` (temperatura de exaustão), com coeficiente de 0,676, evidenciando a coerência térmica entre a entrada e a saída do ar aquecido. Por outro lado, `tempS4`, referente à temperatura da massa de grãos, apresentou baixa correlação com as demais variáveis térmicas, o que

pode ser atribuído à sua maior inércia térmica, influenciada por fatores como densidade, umidade e o tipo de grão.

Em relação às variáveis de nível, observaram-se correlações moderadas: nívelMin1 e nívelMin2 ($r = 0,519$), nívelMin2 e nívelMaximo ($r = 0,565$), e nívelMin1 e nívelMaximo ($r = 0,409$), indicando uma interdependência parcial entre os sensores.

A Figura 3 apresenta a correlação entre as variáveis analisadas.

Figura 3: Correlação entre as variáveis



Fonte: Autores

Esses resultados demonstram que sensores térmicos e de nível capturam dinâmicas operacionais distintas. A baixa correlação entre tempS1 e os níveis de produto indica que falhas como a operação sem carga não podem ser detectadas apenas pelas leituras de temperatura, justificando a abordagem multivariada utilizada neste estudo.

A análise de correlação contribuiu para o entendimento integrado do funcionamento dos sensores, fundamentando o desenvolvimento de diagnósticos compostos, modelos preditivos e estratégias futuras para controle automatizado.

V. CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que a aplicação de mineração de dados a registros obtidos por sensores IoT embarcados em 352 secadores de grãos possibilita a geração de insights operacionais relevantes para o segmento de pós-colheita. A análise de mais de 18 milhões de registros, coletados entre 2021 e 2023, permitiu identificar padrões de utilização, anomalias recorrentes e oportunidades para aprimoramento técnico e comercial.

A principal contribuição desta pesquisa reside na integração entre tecnologia digital, métodos estatísticos e engenharia operacional, o que viabilizou uma compreensão sistêmica do desempenho da base instalada de secadores. Observou-se que um número reduzido de equipamentos concentrou a maior parte dos registros, indicando distintos níveis de uso e de conectividade entre os dispositivos. Em relação às variáveis térmicas, cerca de 29% dos secadores operaram acima de 110 °C, enquanto 27% apresentaram oscilações térmicas severas, evidenciando oportunidades de aprimoramento nos sistemas de controle. Sob a ótica operacional, verificou-se que 65% dos equipamentos

funcionaram em algum momento sem nível mínimo de produto, apontando falhas logísticas e lacunas na qualificação técnica. Apesar de apenas sete equipamentos terem excedido o limite crítico de temperatura de exaustão, esses episódios configuram riscos relevantes à segurança das operações.

A análise de correlação revelou uma interdependência parcial entre sensores térmicos, com baixa associação entre variáveis de temperatura e de nível, o que destaca a necessidade de diagnósticos compostos e de abordagens multivariadas. Esses resultados fundamentam o desenvolvimento de serviços digitais preditivos, programas de capacitação técnica baseados em dados reais e ofertas comerciais mais adequadas às necessidades do mercado.

Do ponto de vista científico, o trabalho reforça o potencial da IoT e da ciência de dados na modernização dos processos pós-colheita, contribuindo para práticas mais eficientes e seguras. Para avanços futuros, recomenda-se o desenvolvimento de modelos preditivos utilizando aprendizado de máquina, visando intervenções automáticas e a implementação de gêmeos digitais no contexto da secagem de grãos.

VI. REFERÊNCIAS

GUEVARA-HERNANDEZ, F.; GIL, J. G. A machine vision system for classification of wheat and barley grain kernels. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 3, p. 672–680, 2011.

KAMILARIS A., Andreas Kartakoullis, Francesc X. Prenafeta-Boldú, A review on the practice of big data analysis in agriculture, **Computers and Electronics in Agriculture**, Volume 143, 2017, Pages 23-37, ISSN 0168-1699, <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>.

OLIVEIRA, A. et al. Secagem, armazenamento e processamento de arroz: efeitos de operações de pós-colheita na qualidade de grãos. **Ciência do Arroz**, v. 29, p. 16–30, 2022.

OLIVEIRA, A.; VIJAYAKUMAR, P. A necessidade de programas de segurança alimentar baseados na prevenção para produtos frescos. **Tendências de Proteção de Alimentos**, v. 39, p. 572–579, 2019.

SCHMIDT, D.; Casagrande, L.F.; Butturi, M.A.; Sellitto, M.A. Digital Technologies, Sustainability, and Efficiency in Grain Post-Harvest Activities: **A Bibliometric Analysis. Sustainability** 2024, 16, 1244. <https://doi.org/10.3390/su16031244>

TAGHIZADEH-MEHRJARDI, R.; NABIOLLAHI, K.; KERRY, R. Digital mapping of soil organic carbon at multiple depths using different data mining techniques in Baneh region, Iran. **Geoderma**, v. 266, p. 98–110, 2016.

TALAVERA, J.M., et al. (2017) Review of IoT Applications in Agro-Industrial and Environmental Fields. **Computers and Electronics in Agriculture**, 142, 283-297. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.015>

WU, W. et al. A comparison of support vector machines, artificial neural network and classification tree for identifying soil texture classes in southwest China. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 144, p. 86–93, 2018.

VII. COPYRIGHT

Direitos autorais: Os autores são os únicos responsáveis pelo material incluído no artigo.