



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO TECNOLOGIA EM ALIMENTOS**

LARISSA DE MACEDO MARTINS

**APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE E TECNOLOGIAS DIGITAIS
NO CONTROLE HIGIÊNICO-SANITÁRIO EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS E
SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO**

**TERESINA
2025**

LARISSA DE MACEDO MARTINS

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE E TECNOLOGIAS DIGITAIS NO
CONTROLE HIGIÊNICO-SANITÁRIO EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS E
SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico) apresentado como exigência parcial para obtenção do diploma do Curso de Tecnologia em Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Layane Ribeiro de Araújo Leal.

Coorientadora: Prof^ª. Ma. Livia de Sousa Oliveira Macedo.

TERESINA

2025

APLICAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE E TECNOLOGIAS DIGITAIS NO CONTROLE HIGIÊNICO-SANITÁRIO EM INDÚSTRIAS DE ALIMENTOS E SERVIÇOS DE ALIMENTAÇÃO

Larissa de Macedo Martins¹

Layane Ribeiro de Araújo²

Lívia de Sousa Oliveira Macedo³

RESUMO

Este estudo analisa a aplicação de ferramentas da qualidade e tecnologias digitais no controle higiênico-sanitário em indústrias de alimentos e serviços de alimentação, com ênfase no uso da inteligência artificial como suporte à gestão da segurança dos alimentos. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, realizada nas bases SciELO, PubMed, Portal de Periódicos CAPES e Google Scholar, considerando publicações entre 2018 e 2024, nos idiomas português, inglês e espanhol. Após aplicação dos critérios de inclusão, os estudos selecionados foram organizados em tabela sinóptica e categorizados tematicamente. Os resultados evidenciam avanços relevantes na inspeção automatizada por meio de visão computacional, no monitoramento ambiental com sensores inteligentes, na rastreabilidade com uso de blockchain e na análise preditiva de riscos sanitários por sistemas baseados em aprendizado de máquina. Os achados indicam melhora significativa na precisão das inspeções, redução de falhas operacionais e fortalecimento da prevenção de não conformidades, com impacto direto na proteção da saúde pública. Apesar dos benefícios, os estudos apontam desafios relacionados aos custos de implementação, à necessidade de infraestrutura tecnológica e à capacitação profissional. Conclui-se que a adoção integrada de ferramentas tradicionais da qualidade e tecnologias emergentes contribui para a modernização do setor alimentício, desde que acompanhada de planejamento estratégico e investimento em formação técnica, fortalecendo a eficiência operacional e a confiabilidade dos processos. Recomenda-se ampliar pesquisas aplicadas no contexto nacional para avaliar impactos econômicos e sanitários de longo prazo.

Palavras-chave: rastreabilidade; análise de riscos; inspeção automatizada; sistemas digitais; prevenção sanitária.

ABSTRACT

This study analyzes the application of quality tools and digital technologies in hygienic- sanitary control in food industries and food services, emphasizing the use of artificial intelligence as support for food safety management. An integrative literature review was conducted using the SciELO, PubMed, CAPES Periodicals Portal, and Google Scholar databases, including studies published between 2018 and 2024 in Portuguese, English, and Spanish. After applying inclusion criteria, selected studies were organized into a synoptic table and categorized thematically. Results indicate significant advances in automated inspection through computer vision, environmental monitoring using intelligent sensors, traceability through

¹ Graduanda em Tecnologia em Alimentos. Instituto Federal do Piauí. Larimartinss11@gmail.com

² Mestrado em Alimentos e Nutrição. Universidade Federal do Piauí. Layaner.leal@ifpi.edu.br

³ Mestrado em Alimentos e Nutrição. Universidade Federal do Piauí. Liviamacedo@ifpi.edu.br

blockchain, and predictive analysis of sanitary risks using machine learning systems. The findings reveal improvements in inspection accuracy, reduction of operational failures, and stronger prevention of nonconformities, directly impacting public health protection. However, challenges remain related to implementation costs, technological infrastructure, and professional training. It is concluded that the integrated adoption of traditional quality tools and emerging technologies contributes to the modernization of the food sector, provided it is accompanied by strategic planning and technical training, enhancing operational efficiency and process reliability. Further national applied research is recommended to assess long-term economic and sanitary impacts

Keywords: traceability; risk analysis; automated inspection; digital systems; sanitary prevention.

Data de aprovação: 17/12/2025

1 INTRODUÇÃO

O controle de qualidade em alimentos compreende o conjunto sistemático de ações técnicas, administrativas e operacionais aplicadas em todas as etapas da cadeia produtiva com o propósito de assegurar que os produtos atendam aos requisitos de segurança, identidade, qualidade e conformidade legal (Campbell-Platt, 2015; Lélis, 2018). Essas ações incluem controle de matérias-primas, higienização de instalações e equipamentos, padronização de processos, rastreabilidade, monitoramento de condições ambientais e validação de procedimentos, constituindo um eixo estruturante da confiabilidade dos produtos ofertados à população e da sustentabilidade das organizações.

A relevância do controle de qualidade é inequívoca no campo da saúde pública. A Organização Mundial da Saúde estima que cerca de 600 milhões de pessoas adoecem anualmente em decorrência do consumo de alimentos contaminados, com aproximadamente 420 mil óbitos por ano (WHO, 2023). No Brasil, os surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA) permanecem recorrentes e são monitorados pelo Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN, evidenciando impacto significativo sobre o sistema de saúde e sobre a produtividade da população (Brasil, 2022). Esses dados reforçam que falhas nos sistemas de controle da qualidade extrapolam o âmbito organizacional e configuram problema sanitário de natureza coletiva.

No contexto regulatório brasileiro, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) estabelece diretrizes obrigatórias para a produção de alimentos seguros, destacando-se a Resolução RDC nº 275/2002, que dispõe sobre Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) e Boas Práticas de Fabricação (BPF) para estabelecimentos produtores e industrializadores de alimentos, e a RDC nº 216/2004, que regulamenta os serviços de alimentação (Brasil, 2002; Brasil, 2004). Tais instrumentos normativos orientam condições estruturais, higienização, controle de tempo e temperatura, manejo de resíduos, capacitação de manipuladores e documentação, visando prevenir perigos físicos, químicos e microbiológicos ao longo do processo produtivo.

Nesse cenário, as ferramentas da qualidade assumem papel estratégico na organização, no controle e na melhoria contínua dos processos. Métodos como fluxograma, diagrama de Ishikawa, cartas de controle, diagrama de Pareto e folhas de verificação permitem mapear etapas críticas, identificar causas-raiz de falhas e monitorar a variabilidade operacional (Seleme; Stadler, 2008; Lélis, 2018). Quando integradas a sistemas de gestão da segurança dos alimentos, como BPF, POP e o sistema APPCC (Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle), essas ferramentas fortalecem a abordagem preventiva, reduzem não conformidades e elevam a confiabilidade dos produtos (Salgado *et al.*, 2020; Artilha-mesquita *et al.*, 2021).

Paralelamente, observa-se a intensificação da transformação digital no setor alimentício. A adoção de sistemas informatizados e aplicativos móveis para registro de auditorias, checklists, monitoramento de temperaturas e consolidação de indicadores em tempo real tem ampliado a rastreabilidade e a agilidade na tomada de decisão (Lindberg *et al.*, 2015; Campelo, 2019). Mais recentemente, a incorporação de técnicas de Inteligência Artificial e aprendizado de máquina vem permitindo inspeção automatizada, análise preditiva e detecção precoce de desvios de processo, com repercussões positivas sobre a eficiência operacional e o gerenciamento de riscos sanitários (Liakos *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2020; Wang, 2022).

Assim, esse estudo visa analisar a aplicação da inteligência artificial e de tecnologias digitais no controle da qualidade e na segurança dos alimentos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

2.1.1 Ferramentas da qualidade

As ferramentas da qualidade consistem em métodos sistêmicos utilizados para analisar, controlar e melhorar processos produtivos, sendo amplamente aplicadas na indústria e em serviços de alimentação como instrumentos de diagnóstico e prevenção de falhas. As chamadas “sete ferramentas da qualidade”, fluxograma, diagrama de Ishikawa, folha de verificação, diagrama de Pareto, histograma, diagrama de dispersão e cartas de controle, constituem a base do controle estatístico de processos (Lélis, 2018).

Essas ferramentas permitem o monitoramento da variabilidade, a identificação de desvios e a construção de soluções estruturadas para problemas recorrentes. O diagrama de Ishikawa, por exemplo, favorece a análise de causa-raiz ao organizar fatores em categorias como método, mão de obra, material, máquina e meio ambiente. Já o gráfico de Pareto possibilita priorizar problemas conforme sua relevância, permitindo que gestores concentrem esforços nos fatores responsáveis pelo maior impacto operacional.

Na indústria de alimentos, a aplicação das ferramentas da qualidade amplia a confiabilidade do processo produtivo e contribui para a padronização das atividades. Segundo Artilha-Mesquita *et al.* (2021), empresas que utilizam sistematicamente essas ferramentas apresentam maior organização interna, redução de retrabalho e maior controle sobre não conformidades. Além disso, a adoção de ferramentas estatísticas permite que decisões sejam tomadas com base em evidências, e não apenas em percepções empíricas, o que fortalece a gestão orientada por dados.

Em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN), as ferramentas da qualidade também desempenham papel fundamental no controle de processos, sobretudo no monitoramento de temperaturas, avaliação de conformidade de fornecedores e inspeção de rotinas de higienização. Nesses ambientes, a utilização de checklists e cartas de controle garante maior estabilidade dos processos e reduz significativamente os riscos de contaminação cruzada e falhas humanas).

2.1.2 Bpf, pop e appcc

O sistema de Boas Práticas de Fabricação (BPF), os Procedimentos Operacionais Padronizados (POP) e o sistema APPCC formam o alicerce da gestão da segurança dos alimentos nas organizações. O sistema APPCC, reconhecido internacionalmente pela FAO e OMS, baseia-se na identificação, avaliação e controle de perigos ao longo da cadeia produtiva (Fho/Who, 2022).

No Brasil, a aplicação desses sistemas é regulamentada pela ANVISA, que estabelece diretrizes para implementação e monitoramento, especialmente por meio da RDC nº 275/2002 (Salgado *et al.*, 2020). O APPCC opera de forma preventiva, concentrando-se em pontos críticos do processo onde falhas podem gerar riscos significativos à saúde pública. Dessa forma, o enfoque desloca-se da inspeção do produto final para o controle dos processos, promovendo maior eficiência e confiabilidade.

As BPF e os POP garantem a padronização das operações rotineiras, estabelecendo critérios claros para higienização, controle de pessoal, fluxo de produção, manutenção e registros. Segundo Salgado *et al.* (2020), a adoção integrada desses programas reduz significativamente os riscos de contaminação e eleva o nível de maturidade sanitária das organizações.

Entretanto, a implantação dos sistemas não é suficiente se não houver treinamento contínuo e supervisão efetiva. Estudos apontam que falhas na execução do APPCC estão frequentemente relacionadas à insuficiente capacitação técnica e ao baixo comprometimento da alta gestão (Benedito Júnior *et al.*, 2019).

2.2 TECNOLOGIAS APLICADAS À QUALIDADE E SEGURANÇA DOS ALIMENTOS

2.2.1 Inteligência artificial aplicada à qualidade de alimentos

A Inteligência Artificial (IA) refere-se ao conjunto de técnicas computacionais que permitem a sistemas realizar tarefas tradicionalmente associadas à inteligência humana, como reconhecimento de padrões, aprendizado a partir de dados e tomada de decisão automatizada. No setor de alimentos, a IA tem sido amplamente utilizada para inspeção de produtos, controle de processos e análise de riscos sanitários (Liakos *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2020).

Um dos principais campos de aplicação da IA na indústria de alimentos é a visão computacional, que utiliza algoritmos capazes de interpretar imagens e vídeos

para identificar defeitos, contaminantes, alterações de cor e textura, além de irregularidades no formato de produtos alimentícios. Essa tecnologia permite inspeções mais consistentes e menos suscetíveis a falhas humanas, aumentando a precisão dos controles de qualidade (Mohammad *et al.*, 2022).

Além disso, técnicas de aprendizado de máquina (*machine learning*) possibilitam que sistemas aprendam padrões a partir de grandes bases de dados operacionais. Com isso, passam a reconhecer tendências de falhas, prever situações de risco e sugerir intervenções preventivas. Wang (2022) demonstrou que modelos de aprendizagem supervisionada são eficazes na identificação antecipada de riscos microbiológicos, o que amplia a confiabilidade dos processos produtivos.

A aplicação de análise preditiva, uma vertente da IA, representa um avanço expressivo na gestão da qualidade, pois antecipa falhas antes que ocorram. Segundo Misra *et al.* (2023), a análise de padrões operacionais permite reduzir não conformidades e desperdícios, tornando os processos mais eficientes e sustentáveis.

2.2.2 Internet das coisas (IoT) e sensores inteligentes

A Internet das Coisas (*IoT*) constitui um sistema no qual dispositivos físicos estão interligados por meio de redes digitais, possibilitando coleta, transmissão e análise contínua de dados. No contexto alimentar, sensores conectados à *IoT* permitem o monitoramento em tempo real de variáveis ambientais críticas, como temperatura, umidade e atmosfera de armazenamento (Zhang *et al.*, 2021).

Esses sistemas possibilitam que gestores acompanhem remotamente o desempenho de equipamentos e processos, ampliando o controle sanitário e reduzindo perdas associadas a falhas térmicas ou de conservação inadequada. Kamble *et al.* (2020) destacam que a *IoT* promove maior estabilidade de processos e fortalece a rastreabilidade.

2.2.3 Big data e sistemas digitais de gestão

O termo Big Data refere-se ao processamento e análise de grandes volumes de dados gerados constantemente por sistemas digitais. No setor alimentício, esses dados são provenientes de sensores, registros de produção, inspeções, auditorias e sistemas administrativos (Rong *et al.*, 2019).

A utilização de Big Data permite identificar gargalos operacionais, correlacionar variáveis de qualidade e antecipar padrões de ocorrência de falhas. Dessa forma, decisões passam a ser orientadas por dados e evidências, substituindo modelos reativos por estratégias preventivas (Kamilaris *et al.*, 2019).

2.2.4 Blockchain e rastreabilidade alimentar

A tecnologia *blockchain* é caracterizada por um sistema descentralizado de registros digitais, no qual cada transação é registrada de forma imutável e transparente. Na área de alimentos, essa tecnologia tem sido utilizada para registrar informações sobre origem, transporte, processamento e distribuição de produtos (TIAN, 2020).

O uso de blockchain aumenta a confiabilidade dos dados de rastreabilidade, dificultando fraudes e ampliando a segurança ao consumidor. Kamilaris *et al.* (2019) afirmam que cadeias produtivas com blockchain apresentam maior transparência e melhor capacidade de resposta em situações de recall.

2.2.5 Indústria 4.0 e automação inteligente

O conceito de Indústria 4.0 envolve a integração entre sistemas automatizados, sensores, IA e análise de dados em tempo real, criando ambientes produtivos inteligentes. Segundo Kamble *et al.* (2020), a Indústria 4.0 possibilita maior controle da variabilidade de processos produtivos e eleva os padrões de qualidade.

Na indústria de alimentos, a automação inteligente permite ajustar processos dinamicamente, reduzir riscos sanitários e aumentar a eficiência operacional. Sistemas automatizados contribuem para o controle rigoroso de padrões de higiene, temperatura e fluxo de produção.

3 METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, com abordagem qualitativa, voltada à análise de pesquisas que investigaram a aplicação da inteligência artificial e de tecnologias digitais no controle da qualidade e na segurança dos alimentos. A seleção dos estudos ocorreu nas bases de dados *SciELO*,

PubMed, Portal de Periódicos CAPES e *Google Scholar*, considerando publicações entre 2018 e 2024, nos idiomas português, inglês e espanhol, que abordassem de forma direta a relação entre qualidade de alimentos, segurança alimentar e uso de tecnologias emergentes.

Foram utilizados descritores combinados, tais como: artificial intelligence, food safety, quality control, blockchain, Internet of Things, machine learning, food industry e digital technologies. Os critérios de inclusão contemplaram artigos científicos publicados em periódicos revisados por pares e documentos técnicos oficiais de organismos reconhecidos, enquanto foram excluídas fontes não científicas, trabalhos sem texto completo e publicações fora do escopo da pesquisa.

Após a leitura dos títulos, resumos e textos completos, os estudos elegíveis foram organizados em um banco de dados e sistematizados em uma tabela sinóptica contendo autor/ano, objetivo, tecnologia empregada, resultados e conclusões. A análise dos dados foi conduzida por meio de categorização temática, permitindo identificar padrões de aplicação, benefícios e limitações das tecnologias investigadas no contexto da qualidade e segurança dos alimentos.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

Os estudos analisados mostram que o uso de tecnologias digitais e da Inteligência Artificial (IA) tem provocado mudanças importantes na forma como a qualidade e a segurança dos alimentos são gerenciadas. De modo geral, os autores concordam que essas ferramentas tornam as inspeções mais precisas, reduzem erros humanos e tornam os processos mais rápidos e confiáveis (Liakos *et al.*, 2018; Yang *et al.*, 2020).

A Tabela 1 apresenta a síntese dos principais estudos incluídos nesta revisão, destacando o objetivo, a tecnologia aplicada, os principais resultados e as conclusões relacionadas à aplicação de inteligência artificial e tecnologias digitais no controle da qualidade e na segurança dos alimentos.

Tabela 1 – Estudos sobre Qualidade de Alimentos, Segurança Alimentar, IA e Novas Tecnologias

Autor e Ano	Objetivo do Estudo	Tecnologia do Estudo	Principais Resultados	Conclusões

Liakos et al., 2018	Revisar aplicações de <i>Machine Learning</i> na indústria alimentar	<i>Machine Learning</i>	Alta precisão em classificação e detecção de defeitos	IA reduz falhas humanas na inspeção
Kamilaris et al., 2019	Analisar blockchain e Big Data na cadeia alimentar	<i>Blockchain</i> e <i>Big Data</i>	Aumento da rastreabilidade e transparência	Tecnologias fortalecem confiança do consumidor
Yang et al., 2020	Avaliar IA na indústria de alimentos	IA e Visão Computacional	Redução de erros de inspeção e maior velocidade	IA melhora eficiência operacional
Wang, 2022	Aplicar IA em inspeção sanitária	Modelos preditivos e redes neurais	Antecipação de riscos sanitários	IA é estratégica para segurança alimentar
Misra et al., 2023	Usar IA na gestão da qualidade	Análise preditiva	Redução de não conformidades em até 30%	IA fortalece controle sanitário
Zhang et al., 2021	Avaliar <i>IoT</i> no controle da qualidade	Sensores inteligentes e <i>IoT</i>	Monitoramento térmico em tempo real	<i>IoT</i> reduz perdas
Tian, 2020	Aplicar <i>blockchain</i> em rastreabilidade	<i>Blockchain</i>	Maior confiabilidade dos dados	Rastreabilidade fortalece segurança alimentar
Mohammad et al., 2022	Automatizar inspeção de alimentos	Visão computacional	Alta precisão na detecção de falhas	Inspeção automática supera modelos tradicionais
Rong et al., 2019	Digitalizar gestão de segurança alimentar	Sistemas digitais	Redução de erros documentais	Digitalização melhora controle

Kamble et al., 2020	Avaliar Indústria 4.0 na produção	IA, IoT, automação	Estabilidade dos processos	Indústria 4.0 eleva eficiência
------------------------	---	-----------------------	-------------------------------	-----------------------------------

Fonte: Autoria própria (2025).

Um dos avanços mais relevantes apontados na literatura é a automação das inspeções visuais de alimentos. Sistemas baseados em visão computacional conseguem identificar defeitos, contaminações e irregularidades com mais rapidez e consistência do que a inspeção manual, que depende da experiência e da atenção do operador. De acordo com Liakos *et al.* (2018), esse tipo de tecnologia contribui para padronizar a avaliação da qualidade e reduzir variações nos julgamentos entre diferentes profissionais. Yang *et al.* (2020) acrescentam que, além de aumentar a precisão, essas ferramentas também reduzem custos operacionais a médio prazo, ao diminuir retrabalho e desperdício.

Outro aspecto amplamente discutido nos estudos é a melhoria da rastreabilidade dos alimentos por meio da digitalização dos processos. Tecnologias como blockchain e sistemas integrados de dados permitem acompanhar cada etapa da produção, desde a origem da matéria-prima até o consumidor final. Kamilaris *et al.* (2019) e Tian (2020) destacam que isso aumenta a transparência e facilita a identificação da origem de problemas quando ocorrem falhas, como em casos de contaminação. Com isso, torna-se possível realizar ações mais rápidas e direcionadas, como o recolhimento de lotes contaminados, reduzindo riscos à saúde pública.

Os sensores inteligentes e os sistemas conectados à Internet das Coisas (IoT) também se mostraram ferramentas relevantes. Esses dispositivos permitem monitorar, em tempo real, fatores críticos como temperatura e umidade durante o armazenamento e o transporte de alimentos. Segundo Zhang *et al.* (2021), esse tipo de monitoramento contribui para a redução de perdas e para o controle mais rigoroso das condições que afetam diretamente a qualidade e a segurança dos produtos alimentícios.

No que se refere à análise preditiva, os estudos apontam que a Inteligência Artificial possibilita antecipar problemas antes que eles ocorram. Wang (2022) e Misra *et al.* (2023) demonstram que, a partir da análise de grandes volumes de dados, os sistemas inteligentes conseguem identificar padrões que indicam risco de falhas sanitárias. Isso permite que gestores adotem medidas preventivas, evitando prejuízos

e problemas de saúde relacionados ao consumo de alimentos contaminados. Essa abordagem preventiva está alinhada aos princípios do sistema APPCC, que prioriza a prevenção em vez da correção de falhas.

Além dos benefícios tecnológicos, os estudos também tratam dos desafios envolvidos na implantação dessas ferramentas. O custo elevado de aquisição e manutenção, a necessidade de infraestrutura adequada e a escassez de profissionais qualificados representam obstáculos, especialmente para pequenas e médias empresas (Misra *et al.*, 2023; Wang, 2022). Outro ponto recorrente é a resistência de funcionários às mudanças tecnológicas, o que exige investimento em capacitação e ações que estimulem a adaptação às novas rotinas de trabalho.

A literatura destaca ainda que a tecnologia, por si só, não resolve problemas de qualidade se não estiver associada a boas práticas de gestão e ao comprometimento da organização. Conforme Liakos *et al.* (2018), os melhores resultados são alcançados quando sistemas inteligentes são utilizados como ferramentas de apoio, e não como substitutos completos da atuação humana. Dessa forma, as tecnologias aumentam a eficiência dos profissionais, mas não eliminam a necessidade de supervisão e tomada de decisão qualificada.

Diante disso, fica evidente que as tecnologias digitais e a Inteligência Artificial não substituem as ferramentas tradicionais da qualidade, mas ampliam sua eficácia. A integração entre métodos clássicos e soluções tecnológicas modernas permite criar sistemas mais robustos de controle sanitário, beneficiando tanto as empresas quanto os consumidores. Essa combinação fortalece a gestão da segurança dos alimentos e contribui de forma direta para a proteção da saúde pública.

Em síntese, os estudos analisados indicam que o uso de tecnologias emergentes no controle da qualidade de alimentos é uma tendência irreversível, impulsionada pela necessidade de maior eficiência, transparência e segurança. No entanto, para que esses benefícios se consolidem, é essencial que organizações invistam não apenas em tecnologia, mas também em treinamento, planejamento e fortalecimento da cultura da qualidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo evidenciou que a aplicação da inteligência artificial e de tecnologias digitais tem contribuído de forma significativa para o aprimoramento do controle da

qualidade e da segurança dos alimentos em indústrias e serviços de alimentação. As tecnologias analisadas, como visão computacional, aprendizado de máquina, Internet das Coisas e *blockchain*, demonstraram potencial para elevar a precisão das inspeções, ampliar a rastreabilidade e reduzir falhas operacionais, promovendo maior confiabilidade dos processos e proteção da saúde pública.

Entretanto, os estudos apontam que, apesar dos benefícios, ainda existem desafios relacionados aos custos de implantação, à necessidade de infraestrutura adequada e à qualificação profissional. Assim, conclui-se que a adoção dessas tecnologias requer planejamento estratégico, capacitação contínua e fortalecimento da cultura organizacional, de modo que sua integração aos sistemas tradicionais de gestão da qualidade produza resultados consistentes e sustentáveis no setor alimentício.

REFERÊNCIAS

BENEDITO JÚNIOR, J. et al. Doenças transmitidas por alimentos e seus impactos na saúde pública. *Higiene Alimentar*, v. 33, n. 282/283, p. 83–90, 2019.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados a estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 23 out. 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004**. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 16 set. 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN): doenças transmitidas por alimentos**. Brasília, 2022.

FAO/WHO. **Food safety risk analysis: a guide for national food safety authorities**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2022.

KAMILARIS, A.; FONTS, A.; PRENAFETA-BOLDÚ, F. X. The rise of blockchain

LIAKOS, K. G. et al. Machine learning in agriculture: a review. *Trends in Food Science & Technology*, v. 81, p. 1–15, 2018.

MOHAMMAD, S. et al. Computer vision for food quality inspection: a review. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 198, 107005, 2022.

RONG, G. et al. Digital transformation and food safety management: a systematic review. *Food Control*, v. 98, p. 503–518, 2019.

SALGADO, R. L. et al. Implantação do sistema APPCC em indústrias de alimentos: desafios e perspectivas. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 9, p. 71380–71400, 2020. technology in agriculture and food supply chains. *Trends in Food Science & Technology*, v. 91, p. 640–652, 2019.

TIAN, F. A supply chain traceability system for food safety based on blockchain technology. *Journal of Food Engineering*, v. 270, 109751, 2020.

WANG, Y. Application of artificial intelligence in food safety inspection. *Journal of Food Safety*, v. 42, n. 2, e12984, 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Food safety**. Geneva, 2023.

YANG, H. et al. Artificial intelligence in the food industry: innovations and future trends. *Food Control*, v. 123, 107834, 2020.

ZHANG, Y. et al. Smart sensing systems for food quality monitoring and evaluation. *Food Research International*, v. 140, 109868, 2021.