



Innovative techniques applied to food quality control: A systematic review

Técnicas inovadoras aplicadas ao controle de qualidade de alimentos: Uma revisão sistemática

SILVA, Wanessa Braz da⁽¹⁾; ANDRADE, Horasa Maria Lima da Silva ⁽²⁾; ANDRADE, Luciano Pires de⁽³⁾

⁽¹⁾ 0000-0003-0803-6609; Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Garanhuns, Pernambuco (PE), Brasil. wanessa.braz09@gmail.com.

⁽²⁾ [0000-0002-5366-6610](https://orcid.org/0000-0002-5366-6610); Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, Pernambuco (PE), Brasil. horasa.silva@ufrpe.br

⁽³⁾ 0000-0001-5818-711X; Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Garanhuns, Pernambuco (PE), Brasil. luciano.andrade@ufape.edu.br.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Globalization has enabled the use of quality systems within organizations to undergo a process of constant change that has been driven by economic and social factors worldwide. As a result, it has become one of the most worked on topics in the company based on international standards. The study refers to a systematic literature review based on the guiding question: What innovative solutions have been developed to manage food quality control? The selection of scientific documents was made in April 2022, by means of a survey in the Scielo, Scopus, and Web of Science databases, in which the keywords "quality management," "food quality control," "technological innovations," "quality management," "food quality control," and "technology innovations" referring to the last twenty years were used. As one of the results, we can highlight the use of neural networks for the characterization of different types of milk as a very viable option, presenting a 95% rate of correctly classified samples. Thus, the importance of developing effective and low-cost methods to ensure the quality and safety of food products for human consumption has been realized. Quality management is a very important tool within the food industry, because it is directly related to health and customer satisfaction, which also leads to greater profitability and competitiveness of enterprises.

RESUMO

A globalização possibilitou o emprego de sistemas de qualidade dentro das organizações passou por um processo de constantes mudanças que foram motivadas por fatores econômicos e sociais de abrangência mundial. E em função disso, tornou-se um dos temas mais trabalhados na empresa com base nos padrões internacionais. O estudo se refere a uma revisão sistemática da literatura baseada na pergunta norteadora: Quais as soluções inovadoras que vêm sendo desenvolvidas para gerenciar o controle da qualidade dos alimentos? A seleção dos documentos científicos foi feita em abril de 2022, por meio do levantamento nas bases de dados *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*, no qual utilizou-se as palavras-chaves "gestão de qualidade", "controle de qualidade de alimentos", "inovações tecnológicas", "quality management", "food quality control" e "technology innovations" referente aos últimos vinte anos. Como um dos resultados, podemos destacar a utilização das redes neurais para caracterização de diferentes tipos de leite como uma opção bastante viável, apresentando índice de 95% de amostras classificadas corretamente. Assim, percebeu-se a importância do desenvolvimento de métodos eficazes e de baixo custo para garantir a qualidade e segurança dos produtos alimentícios para o consumo humano. A gestão da qualidade é uma ferramenta muito importante dentro da indústria agroalimentar, pois está diretamente relacionada à saúde e satisfação dos clientes, o que remete também a uma maior rentabilidade e competitividade dos empreendimentos.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 14/09/2022

Aprovado: 03/10/2022

Publicação: 28/03/2024



Keywords:

food industry, innovation, methods, quality.

Palavras-Chave:

indústria de alimentos, inovação, métodos, qualidade.

Introdução

O emprego de sistemas de qualidade dentro das organizações passou por um processo de constantes mudanças que foram motivadas por fatores econômicos e sociais de abrangência mundial. Com destaque para a intensificação da concorrência, a alteração dos critérios de sucesso empresarial, além das pressões para a adoção de técnicas de gestão de qualidade adequadas. Esse processo de mudanças e inovações tecnológicas alteraram os desejos e necessidades dos consumidores obrigando as organizações a adotarem novas práticas para atenderem as exigências e as expectativas dos clientes com relação aos produtos (Gobis & Campanatti, 2012).

Nos últimos tempos, a qualidade tornou-se um dos temas mais trabalhados pelas organizações e, em função da globalização passou, dentro das indústrias, a ser avaliada com base em padrões internacionais, exigindo das estruturas produtivas, a padronização, registros, e principalmente uso das ferramentas. Assim, as empresas precisam adquirir certificações para serem competitivas tanto no mercado nacional quanto no internacional, pois a qualidade não é apenas mais um diferencial competitivo, mas uma condição para permanecer no mercado (Vanzella & Santos, 2015).

Porém, as ferramentas são apenas o veículo da melhoria da qualidade, de modo que sozinhas não são capazes de levar a companhia a um processo de melhoria contínua, satisfação dos clientes e consolidação da posição de mercado sem a condução apropriada da alta administração e dos colaboradores, além do suporte dos fornecedores. Assim, a melhoria da qualidade é induzida muito mais pela adoção pela alta direção de uma cultura de qualidade e menos por métodos técnicos (Barbosa et al., 2017).

A ausência de controle de qualidade, tanto em processos gerenciais, como nos de realização e do produto, acarreta consequências financeiras, custos desnecessários, retrabalhos, perdas, desperdícios e transtornos aos clientes, o que pode gerar grandes transtornos operacionais e perdas financeiras, até mesmo, de clientes (Paula et al., 2017).

O conceito de qualidade está associado a produtos e serviços, considerando fatores como satisfação do cliente, controle de processos, padronização, melhoria contínua, parcerias ou processos de apoio, com a finalidade de obter vantagens conjuntas e racionalizar tempo e insumos. Dessa forma, a gestão da qualidade desenvolve a organização, proporcionando vantagem competitiva para as empresas (Thomé et al., 2021).

A satisfação do cliente está relacionada à qualidade percebida no produto, no qual o consumidor, ao adquiri-lo, avalia sua expectativa inicial na compra com a percepção final ao consumi-lo. Essa mesma percepção pode levar à insatisfação, sendo este fator determinante para a escolha de outro produto. Assim, a identificação dos pontos fracos e a compensação com outro, de performance superior, é a mais valorizada pelo cliente, sendo fundamental para a excelência na prestação de serviços (Lima & Seleme, 2020).

Geralmente, o controle de qualidade de produtos alimentícios é conduzido através do uso de técnicas analíticas clássicas, como os ensaios volumétricos e gravimétricos. Esses métodos são caracterizados por serem métodos que apresentam um elevado tempo de análise, necessitam do preparo de amostra e etapas subsequentes, exigindo um conhecimento maior e treinamento dos profissionais, como também, requerem grandes volumes de solventes tóxicos, causando impacto negativo ao meio ambiente (Galuszka et al., 2013). Tendo em vista a importância da gestão da qualidade no funcionamento de organizações, o trabalho tem como objetivo realizar um levantamento do contexto das inovações tecnológicas que vêm sendo desenvolvidas nessa área visando aplicações em produtos alimentícios.

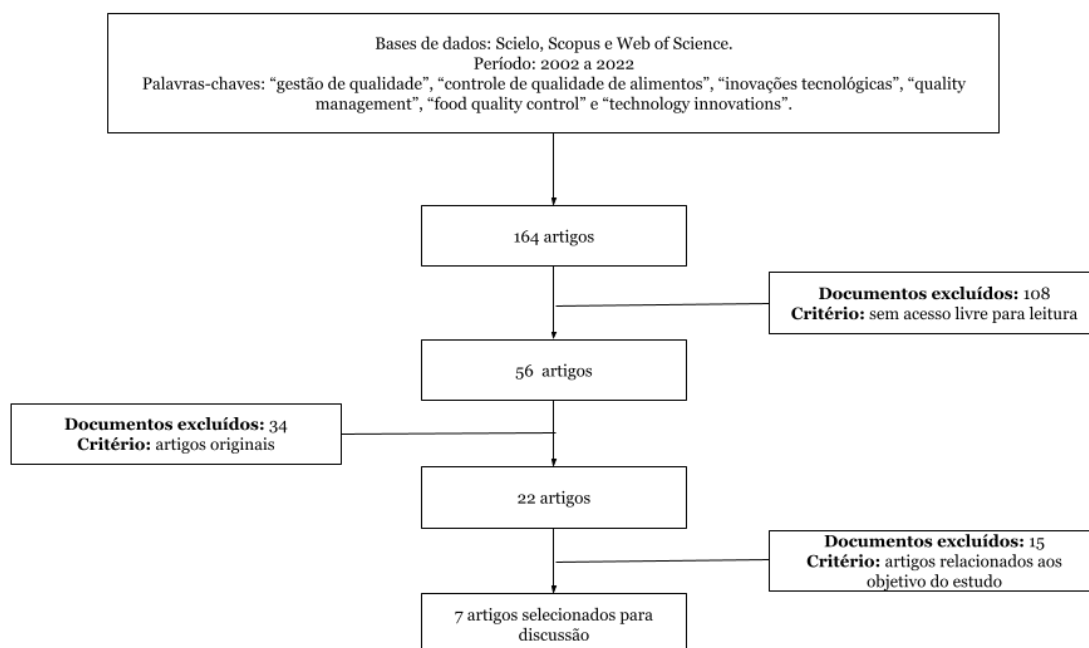
Procedimentos metodológicos

O estudo se refere a uma revisão sistemática da literatura seguindo as etapas exemplificadas por Sampaio e Mancini (2007), baseada na pergunta norteadora: Quais as soluções inovadoras que vêm sendo desenvolvidas para gerenciar o controle da qualidade dos alimentos? A seleção dos documentos científicos foi feita em abril de 2022, por meio do levantamento nas bases de dados: *Scielo*, *Scopus* e *Web of Science*, no qual utilizou-se as palavras-chaves “gestão de qualidade”, “controle de qualidade de alimentos”, “inovações tecnológicas”, “*quality management*”, “*food quality control*” e “*technology innovations*” referente aos últimos vinte anos, sendo esse período escolhido para que se tenha uma melhor perspectiva da evolução das tecnologias do controle de qualidade em alimento. Os termos utilizados foram conectados usando o operador booleano “AND” e foram aplicados aos campos de busca referentes ao título e resumo dos artigos.

Após a pesquisa nos bancos de dados, foram encontrados um total de 164 documentos. Foi realizada a exclusão de 108 documentos por não apresentarem acesso livre para a leitura, restando um total de 56 artigos. Com base na identificação de artigos com resultados originais, foram descartados 34 documentos, sendo classificados como resumos, papéis de conferência, revisões e que não compreendiam o tipo de documento requerido para a realização do estudo, restando 22 artigos. Posteriormente, foi realizada a leitura dos artigos, para verificar os documentos que se encaixavam com o objetivo do trabalho, realizando a aplicação de técnicas de controle de qualidade para alimentos e desta forma, foi feita uma seleção de 7 artigos para discussão do trabalho (Figura 1).

Figura 1.

Procedimentos utilizados para seleção dos artigos para discussão no estudo.



Resultados e discussão

O controle de qualidade para garantir a segurança alimentar é um tema de grande importância, tornando necessário a adoção de medidas rápidas e seguras para manter e garantir a devida qualidade dos produtos alimentares oferecidos para a população (Nogueira & Damasceno, 2016). A tabela 1 apresenta alguns estudos publicados nos últimos 20 anos relacionados a diferentes técnicas que podem ser aplicadas para garantir a segurança alimentar.

Quadro 1.

Principais métodos desenvolvidos para realização de controle de qualidade de alimentos.

Métodos	Local	Principais resultados	Autores/Ano
Emprego de ultra-som e redes neurais artificiais para caracterização de leite bovino	Universidade Estadual Paulista em Franca-São Paulo (Brasil)	<ul style="list-style-type: none"> • Possui baixo custo; • Vantagens de ser uma técnica não destrutiva e que pode substituir diversos equipamentos por apenas um; 	Nazário et al. (2009)
Uso de espectrofotometria UV-VIS acoplada a metodologias matemáticas para	Universidade Estadual de Ponta Grossa-Paraná (Brasil)	<ul style="list-style-type: none"> • A junção das técnicas permite uma adequada determinação de multicomponentes 	Santos et al. (2010)

quantificar corantes em alimentos		<p>em matrizes alimentares;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pode ser empregada no controle de qualidade dos corantes de interesse em produtos alimentícios; 	
Uso de smartphone para detecção de biomarcadores em leite	Universidade de Tecnologia de Eindhoven (Holanda)	<ul style="list-style-type: none"> • Baixo custo e alta sensibilidade; • A detecção baseada em smartphone permite monitorar vários biomarcadores simultaneamente em níveis baixos no leite; 	Ludwig et al. (2015)
Desenvolvimento de sensor para identificação de aflatoxina	Academia Chinesa de Ciências Agrárias (China)	<ul style="list-style-type: none"> • O sensor desenvolvido exibiu alta seletividade para a aflatoxina (AFM1) sobre outras micotoxinas; • O método proposto foi aplicado com sucesso na determinação quantitativa de AFM1 em cereal de arroz infantil e leite em pó infantil; 	Guo et al. (2016)
Biossensor associado ao smartphone para detecção de <i>E. Coli</i> em ovo e iogurte	Escola de Engenharia Mecânica e de Materiais- Universidade Estadual de Washington (Estados Unidos)	<ul style="list-style-type: none"> • Acessório óptico portátil e econômico criado com a fabricação foi integrado à câmera do smartphone existente; • A unidade de imagem móvel atinge alta resolução; • Este dispositivo fornece uma detecção simples, rápida e sensível da bactéria <i>E. coli</i>; 	Zeinhom et al. (2018)

Técnica de PCR para identificar adulteração em carne de pato	Instituto de Pesquisa de Biotecnologia, Academia Chinesa de Ciências Agrícolas (China)	<ul style="list-style-type: none"> • Foi possível desenvolver e validar o DNA genômico de pato através da detecção do pato gene da interleucina PCR digital para identificação de carne de pato em produtos alimentícios; • A técnica de PCR pode servir como uma ferramenta essencial para validação de métodos e testes de proficiência na análise do teor de pato em produtos cárneos; 	Chen et al. (2021)
Emprego do smartphone para detecção de adulterações em carne	Faculdade de Ciências e Técnicas- Universidade Hassan II de Casablanca (Marrocos)	<ul style="list-style-type: none"> • A detecção de adulterações em carnes a partir de smartphones se mostra promissor, uma vez que o processo pode ser realizado em condições fora do laboratório sem depender da cadeia de frio; • Possui vantagens como alta sensibilidade, portabilidade, rapidez e acessibilidade; 	Seddaoui & Amine (2021)

Redes neurais artificiais compreendem uma excelente alternativa para resolução de problemas de classificação, uma vez que o processamento é estruturalmente paralelo e apresenta diversas funcionalidades, como adaptabilidade, tolerância à falha e abstração, aliando-as a velocidade de resposta, entre outros. Este método é composto de sistemas paralelos e distribuídos, compostos por unidades de processamento simples, chamados neurônios, que calculam determinadas funções matemáticas. A rede neural é treinada, ou seja, um conjunto de dados selecionados de entrada com sua respectiva saída é apresentado à rede, a qual é responsável por adquirir um padrão entre esses dados. É esse padrão adquirido que posteriormente é utilizado para gerar respostas em uma simulação (Dias et al., 2016).

A pesquisa realizada por Nazário et al. (2009) utilizou uma célula de medição de propriedades de líquidos por ultrassom para obter dados de densidade, velocidade de propagação e coeficiente de atenuação, que foram relacionados com as concentrações de gordura e água adicionada em amostras de leite bovino, obtidas com métodos convencionais utilizados em laticínios, para efeito de calibração das amostras. Esses dados foram utilizados para projetar redes neurais artificiais, que fornecem na saída o teor de gordura e a quantidade de água adicionada ao leite, a partir dos parâmetros medidos pela célula de medição. Como resultado, as redes neurais desenvolvidas resultaram em mais de 95% de amostras classificadas corretamente, sendo uma opção bastante viável para caracterização dos diferentes tipos de leite.

Além de problemas relacionados à adulteração, há uma grande preocupação a respeito da presença de contaminantes no leite, como resíduos de medicamentos veterinários. E assim, existe a necessidade de técnicas mais avançadas e que permitam a realização de análises mais complexas para verificar se há um abuso do uso de remédios nos animais.

O uso de smartphones vem sendo alvo de pesquisas científicas como alternativas promissoras em diversas áreas de estudo. Isso ocorre devido às características desses dispositivos que são equipamentos versáteis, de fácil movimentação e capazes de serem deslocados e adaptados em diversas circunstâncias (Perino et al., 2013).

O método proposto por Ludwig et al. (2015) propôs uma abordagem de detecção de proteínas baseada em smartphone demonstra claramente que é, em princípio, possível monitorar vários biomarcadores simultaneamente em níveis baixos em matrizes de amostras complexas, como extratos de leite. Essa técnica possui ampla aplicabilidade, no qual vários contaminantes e/ou biomarcadores podem ser analisados de maneira semelhante para outros problemas de qualidade e segurança de alimentos, monitoramento ambiental e saúde.

A segurança alimentar continua a ser uma preocupação notável em todo o mundo. *Escherichia coli* O157H7 é um sorotipo de *E. coli* e compreende um dos produtores de toxina Shiga que normalmente estão presentes no trato gastrointestinal de humanos e animais. A presença de risco de níveis de *E. coli* em alimentos representa uma grave ameaça à segurança do abastecimento alimentar e ao bem-estar humano devido à sua capacidade de causar doenças graves que podem levar ao óbito (Zeinhon et al., 2018). Desta forma, nota-se a necessidade do desenvolvimento de técnicas precisas e eficientes que possam ser utilizadas para detecção de microrganismos em alimentos para que se assegure a sua inocuidade.

A proposta de Zeinhon et al. (2018) foi desenvolver um biossensor óptico de fluorescência compacto e leve para ser anexado ao módulo de câmera existente de um smartphone para detecção de *E. coli* O157:H7. Em resumo, através do processamento de imagem, a imagem de fluorescência pôde ser convertida em intensidade de fluorescência que

permite as medições quantitativas de *E. coli*. Os resultados provaram que a plataforma proposta tem boa sensibilidade e capacidade de detecção de seletividade para detecção de fluorescência de *E. coli* O157:H7 em comparação com a plataforma de fluorescência padrão. Mesmo apresentando algumas desvantagens, como a necessidade de processamento posterior de imagens como outros dispositivos baseados em smartphones, ainda mostra grande potencial para ser aplicado em outras áreas de imagem de fluorescência e biossensor.

A carne e os produtos cárneos são ricos em nutrientes com alto teor de proteína e muitos aminoácidos essenciais ácidos, que podem aumentar a imunidade humana. Assim, a composição e a qualidade da carne sempre foi motivo de preocupação. A adulteração nesses produtos é um problema sério em todo o mundo.

Essa prática envolve desde a substituição da carne cara por uma mais barata carne, como a rotulagem deliberada de uma espécie de carne como outra espécie. Essas práticas maliciosas não apenas levam a implicações para a saúde, mas também causam perdas econômicas e graves violações das crenças religiosas dos consumidores.

Pesquisas recentes indicam técnicas altamente sensíveis para rastreabilidade de alimentos, a identificação de espécies de carne métodos ainda enfrentam desafios, principalmente devido ao dano de tecidos e degradação de proteínas pelo processo de alimentos. Até o momento, vários métodos de identificação de detecção de espécies de carne foram desenvolvidos, que incluem física, química, bioquímica, cromatográfica, anatômica, histológica, espectrofotométrica, eletroforética, imunológica e técnicas imuno eletroforéticas (Balakrishna et al., 2019).

Portanto, um método quantitativo simples, rápido, barato e portátil é essencial para lidar com a propagação da fraude de carne. Assim, um imunoensaio colorimétrico portátil e sensível baseado em smartphone foi desenvolvido por Seddaoui et al. (2021) para a quantificação de carne de porco. O imunoensaio proposto foi aplicado com sucesso para quantificar a carne suína em tampão enriquecido e misturas binárias de carne (bovina/porco). Graças ao teste imunológico desenvolvido, um baixo limite de detecção foi alcançado (0,01%) em 30 minutos e com excelente seletividade. Baseada na detecção de smartphones, o imunoensaio competitivo desenvolvido mostra grande promessa para a detecção de possíveis adulterações de carne, podendo ser manuseadas em condições fora do laboratório sem depender da cadeia de frio comprovado pelos testes de estabilidade realizados a 37°C e 50°C. Devido à sua sensibilidade, portabilidade, rapidez e acessibilidade, esta técnica pode ser facilmente estendida para outras aplicações de controle de alimentos.

A técnica de Reação em Cadeia de Polimerase ou *Polymerase Chain Reaction* – PCR também pode ser utilizada para identificar as fraudes além de ser uma técnica rápida, econômica e de fácil execução. O DNA vem sendo extensivamente utilizado na identificação de espécies em diferentes produtos, devido a facilidade de extração de muitas matrizes biológicas

mesmo após tratamentos físicos como o cozimento e de possuírem a capacidade de fornecer sequências de material genético por meio de ensaios de PCR (DALSSECO et al., 2018).

A carne de pato apresenta baixo custo agregado e é frequentemente usada para adulterar alimentos mais caros, como cordeiro ou carne bovina em muitos países. No entanto, a falta de materiais de referência baseados em DNA tem limitado o controle de qualidade e detecção de adulterantes. Por isso, Chen et al. (2021) realizaram o desenvolvimento e validação de materiais de referência certificados por DNA genômico de pato (CRMs) através da detecção do gene de pato por PCR digital (dPCR) para a identificação de carne de pato em produtos alimentícios. Os CRMs também foram usados para determinar o limite de detecção (LOD) para seis kits de teste comerciais, que confirmaram que esses kits atendem ou excedem sua sensibilidade reivindicada e são confiáveis para detecção de patos.

Associado ao aumento da preocupação da população com a qualidade dos alimentos observa-se o crescimento no desenvolvimento de biossensores e estes ocupam um espaço no mercado cada vez maior, principalmente devido ao seu baixo custo e alta eficiência. Nas análises de qualidade dos alimentos, os biossensores têm sido aplicados principalmente na detecção de compostos químicos e biológicos, o que permite a quantificação desses componentes que são encontrados naturalmente e aqueles que são adicionados para o seu enriquecimento, como algumas vitaminas e minerais (Arora et al., 2011).

Os biossensores são dispositivos formados a partir de um transdutor e um elemento biológico. O elemento biológico apresenta a propriedade de reconhecer seletivamente e interagir com o analito, podendo ser empregados na superfície do sensor, microrganismos, anticorpos, ácidos nucleicos, proteínas, enzimas, entre outros. A interação resulta na alteração de uma ou mais propriedades físico-químicas que são detectadas e medidas pelo transdutor. O principal objetivo dessa ferramenta é produzir um sinal eletrônico proporcional à concentração de um determinado analito ou grupo de analitos que interagem com o componente biológico (Oliveira & Pereira, 2016).

No estudo realizado por Guo et al. (2016), os autores propuseram desenvolver um sensor para identificação de aflatoxina (AFM1). Essa substância é um dos contaminantes mais tóxicos presentes em produtos lácteos, sendo um metabólito produzido por vacas leiteiras como resultado de serem alimentadas com rações contaminadas. Uma vez presente em produtos lácteos, o AFM1 representa um perigo para os seres humanos (especialmente bebês) que os consomem. O sensor produzido foi eficiente na determinação de AFM1, sendo um método que pode ser aplicado à detecção de AFM1 em amostras de cereais de arroz e leite em pó para crianças, apresentando uma aplicação altamente potencial para moléculas biologicamente pequenas e desta forma, garantindo a segurança alimentar dos consumidores.

Outra metodologia que vem sendo empregada é a espectrofotometria na região UV-vis. Essa técnica apresenta baixa sensibilidade, mas muitas vezes é preferida devido ao seu baixo custo, fácil operação do instrumento e rápida determinação. A limitada seletividade decorrente das interferências espectrais resulta em faixas de absorção amplamente sobrepostas. Esse fator pode ser contornado utilizando-se métodos de calibração multivariada para obtenção de um modelo matemático que descreva a relação entre as respostas (absorbâncias) e as concentrações dos componentes das amostras, minimizando custo e tempo da análise (Santos et al., 2010; Altunay, 2018).

Os corantes sintéticos são amplamente usados nas formulações de alimentos industrializados com o intuito de conferir e restaurar a cor obtendo-se a qualidade estética desejada. Em função destes aspectos e do potencial toxicológico que alguns corantes podem apresentar, o controle de qualidade destes compostos é de fundamental importância. Sendo assim, Santos et al. (2010) desenvolveram um estudo que visava avaliar o potencial das metodologias espectrofotometria derivativa e técnica multivariada na determinação simultânea de dois corantes alimentícios: amarelo crepúsculo e amarelo tartrazina, extraídos com lã natural. Os resultados obtidos foram bastante promissores e foi constatado que a análise de corantes empregando-se espectrofotometria UV-VIS acoplada a metodologias matemáticas permite uma adequada determinação de multicomponentes em matrizes alimentares.

Assim, tendo em vista os estudos e resultados apresentados, é notório a importância do desenvolvimento de técnicas rápidas, simples e de baixo custo para aplicação em alimentos, como forma de verificação de possíveis adulterações, detecção de substâncias e patógenos, como forma de assegurar a qualidade e proporcionar segurança aos produtos alimentícios disponíveis aos consumidores.

Considerações finais

A gestão da qualidade é muito importante dentro da indústria agroalimentar, visto que a qualidade dos alimentos está diretamente relacionada à saúde e satisfação dos clientes, o que remete também a uma maior rentabilidade e assim maior competitividade. A partir dos estudos abordados no trabalho observa-se que as técnicas apresentam facilidade de aplicabilidade, rapidez, alta sensibilidade e os resultados foram bastante promissores para prevenir possíveis fraudes, adulterações e desta forma verificar se os alimentos se encontram em conformidade com as legislações vigentes específicas.

Desta forma, se faz necessário o desenvolvimento de métodos eficazes e de baixo custo para garantir a qualidade dos produtos alimentícios e que estes estejam seguros para o consumo. Assim, é importante o incentivo de pesquisas que visam desenvolver essas técnicas

para controle de qualidade de alimentos, pois essas ferramentas podem ser essenciais para diminuir os riscos potenciais associados aos alimentos que são disponibilizados aos consumidores.

REFERÊNCIAS

- Altunay, N. Development of vortex-assisted ionic liquid-dispersive microextraction methodology for vanillin monitoring in food products using ultraviolet visible spectrophotometry. (2018). *LWT - Food Science and Technology*, v. 93, p. 9-15. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.021>.
- Arora, P., Sindhu, A., Dilbaghi, N., Chaudhury, A. (2011). Biosensors as innovative tools for the detection of food borne pathogens. *Biosensors and Bioelectronics*, v. 28, n. 1, p. 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2011.06.002>.
- Barbosa, F. M., Gambi, L. N., Gerolamo, M. C. (2017). Liderança e gestão da qualidade – um estudo correlacional entre estilos de liderança e princípios da gestão da qualidade. *Gestão & Produção*, v. 24, n. 3, p. 438-449. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X2278-16>.
- Chen, X. Y., Ji, Y., Li, K., Wang, X. F., Peng, C., Xu, X. L., Pei, X. W.; Xu, J. F.; Li, L. (2021). Development of a Duck Genomic Reference Material by Digital PCR Platforms for the Detection of Meat Adulteration. *Foods*, v. 8, n. 10, p. 1-12. <https://doi.org/10.3390/foods10081890>.
- Dias, E. F., Almeida, M. M., Duarte, E. R. (2016). Sistema para classificação de méis baseado em redes neurais. *Revista CSBEA*, v. 2, n. 1, p. 1-8. <https://www.revistas.udesc.br/index.php/revistacsbea/article/view/7280/6334>.
- Gałaszka, A., Migaszewski, Z., Namieśnik, J. (2013). The 12 principles of green analytical chemistry and the significance mnemonic of green analytical practices. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, v. 50, p. 78-84. <https://doi.org/10.1016/j.trac.2013.04.010>.
- Gobis, M. A.; Campanatti, R. (2012). Os benefícios da aplicação de ferramentas de gestão de qualidade dentro das indústrias do setor alimentício. *Revista Hórus*, v. 7, n. 1, p. 26-40. <http://revistaadmmade.estacio.br/index.php/revistahorus/article/viewFile/4004/1835>.
- Guo, X. D., Wen, F., Zheng, N., Li, S. L., Fauconnier, M. L., Wang, J. Q. (2016). A qPCR aptasensor for sensitive detection of aflatoxin M-1. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, v. 408, n. 20, p. 5577-5584. <http://dx.doi.org/10.1007/s00216-016-9656-z>.

- Lima, F. P., Seleme, R. (2020). Gestão da qualidade na indústria alimentar. X Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção, Online.
https://aprepro.org.br/combrep/2020/anais/arquivos/08202020_160832_5f3ecec9d80b.pdf.
- Lucas, B. N., Schú, A. I.; Dalla-Nora, F. M. (2021). Uso de smartphone como alternativa inovadora no controle de qualidade de alimentos: uma breve revisão. In: S. Verruck, *Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos* (1 Ed.), (pp. 278-288). Editora Científica. <https://doi.org/10.37885/978-65-87196-92-3>.
- Ludwig, S. K. J., Tokarski, C., Lanf, S. N., Van Ginkel, L. A., Zhu, H., Ozcan, A., Nielen, M. W. S. (2015) Calling Biomarkers in Milk Using a Protein Microarray on Your Smartphone. *Plos One*, v. 8, n. 10, p. 1-13.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0134360>.
- Mohamed, A. A., Shalaby, A. A. (2019). Digital imaging devices as sensors for iron determination. *Food Chemistry*, v. 274, p. 360–367.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.09.014>.
- Nogueira, M. O., Damasceno, M. L.V. (2016). Importância do sistema de gestão de qualidade para a indústria de alimentos. *Caderno de Ciências Agrárias*, v 8, n. 3, pp. 84-93.
<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ccaufmg/article/view/2927>.
- Obara, T. R. A. Qualidade na indústria de alimentos: contexto atual e oportunidades. (2018). [Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (RIUT).
<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/23214>.
- Paula, L. N., Alves, A. R., Nantes, E. A. S. (2017). A importância do controle de qualidade em indústria do segmento alimentício. *Conhecimento Online*, v 2, pp. 78-91.
<https://doi.org/10.25112/rco.v2i0.1077>.
- Perino, S., Petitcolas, E., La Guardia, M., Chemat, F. (2013). Portable microwave assisted extraction: An original concept for green analytical chemistry. *Journal of Chromatography A*, v. 1315, p. 200-203.
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2013.09.053>.
- Porto, I. S. A, Neto, J. H. S., Santos, L. O., Gomes, A. A., Ferreira, L. S. C. (2019). Determination of ascorbic acid in natural fruit juices using digital image colorimetry. *Microchemical Journal*, v. 149, p. 104031.
<https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104031>.
- Sampaio, R. F., Mancini, M. C. (2007). Estudos de revisão sistemática: Um guia para síntese criteriosa da evidência científica. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, v. 11, n. 1, p. 83-89. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552007000100013>.
- Santos, M. E., Demiate, I. M., Nagata, N. (2010). Determinação simultânea de amarelo tartrazina e amarelo crepúsculo em alimentos via espectrofotometria UV-VIS e

- métodos de calibração multivariada. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 30, n. 4, p. 903-909. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612010000400011>.
- Seddaoui, N., Amine, A. (2021). Smartphone-based competitive immunoassay for quantitative on-site detection of meat adulteration. *Talanta*, v. 230, 122346, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2021.122346>.
- Thomé, B. R., Almeida, L. E. F., Follador, F. A. C., Rocha, A. C. (2017). Gestão da qualidade nas agroindústrias de suínos de Francisco Beltrão – Paraná. *Revista Espacios*, v. 38, n. 21, p. 9. <http://www.revistaespacios.com/a17v38n21/a17v38n21p09.pdf>.
- Vanzella, E., Santos, W. S. (2015). O controle de qualidade, por meio das ferramentas BPF e APPCC, em uma linha de produção de uma indústria de alimentos. *Destarte*, v. 5, n. 2, p. 76-90. <http://revistas.es.estacio.br/index.php/destarte>.
- Zamora-Garcia, I., Correa-Tome, F. E., Hernandez-Belmonte, U. H., Ayala-Ramirez, V., Ramirez-Paredes, J. P. (2021). Mobile digital colorimetry for the determination of ammonia in aquaculture applications. *Computers and Electronics in Agriculture*, v. 181, p. 105960. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105960>.
- Zeinhom, M. M. A., Wang, Y., Song, Y.; Zhu, M. J., Lina, Y., Du, D. (2018). A portable smart-phone device for rapid and sensitive detection of *E. coli* O157:H7 in Yoghurt and Egg. *Biosensors and Bioelectronics*, v. 99, p. 479-485. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2017.08.002>.