

## NANOMATERIAIS UTILIZADOS PARA INIBIÇÃO DE PATÓGENOS EM ALIMENTOS

### NANOMATERIALS USED TO INHIBITION PATHOGENS IN FOOD

**Alícia Grazielle Almeida<sup>1</sup>**

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rio Pomba, Brasil  
<https://orcid.org/0009-0007-6564-6557>  
aliciagraziellea@gmail.com

**Wellington Cristina Almeida do Nascimento Benevenuto<sup>2</sup>**

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rio Pomba, Brasil  
<https://orcid.org/0000-0002-9761-0942>  
wellingtona.benevenuto@ifsudestemg.edu.br

**Flaviane Capobiango Bicalho Barbosa<sup>1</sup>**

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rio Pomba, Brasil  
<https://orcid.org/0009-0008-9166-3083>  
flavecapobiango@yahoo.com.br

**Aurélia Dornelas de Oliveira Martins<sup>2</sup>**

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Rio Pomba, Brasil)  
<https://orcid.org/0000-0002-0664-7492>  
aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br

<sup>1</sup>Análise Formal, Conceituação, Curadoria de Dados, Escrita – Primeira Redação, Escrita – Revisão e Edição

<sup>2</sup>Revisão e aprovação da versão final do trabalho

Recebido: 06/03/2024. Parecer: 17/07/2024. Corrigido: 23/07/2024. Aprovado: 29/07/2024.

Publicado: 14/08/2024



Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

#### RESUMO

Com o passar do tempo, a população vem buscando cada vez mais alimentos práticos, nutritivos, atraentes e seguros. As indústrias de alimentos vêm se adequando de forma a contribuir em todos os setores, principalmente por meio da aplicação da

tecnologia, para que, dessa maneira, os produtos sejam seguros e ainda atendam às expectativas dos consumidores. As doenças transmitidas por alimentos (DTAs), são responsáveis pelo adoecimento de milhões de pessoas por ano em todo o mundo, gerando grande

impacto à saúde pública global. A presente revisão de literatura tem como objetivo ressaltar sobre as doenças transmitidas por alimentos e os principais microrganismos patogênicos envolvidos frente a utilização de nanomateriais, como agentes bactericidas na área de alimentos. **Palavras-chave:** Doenças Transmitidas por Alimentos. Indústria. Nanotecnologia.

## ABSTRACT

Over time, the population has increasingly sought out practical, nutritious, attractive and safe foods. The food industries have been adapting in order to contribute in all sectors, mainly through the application of technology, so that products are safe and still meet consumer expectations. Foodborne diseases (DTAs) are responsible for the illness of millions of people every year around the world, generating a major impact on global public health. This literature review aims to highlight foodborne diseases and the main pathogenic microorganisms involved in the use of nanomaterials as bactericidal agents in the food sector.

**Keywords:** Foodborne Diseases. Industry. Nanotechnology.

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Andrade (2018), com o passar do tempo, a população vem buscando a cada vez mais alimentos que sejam práticos, nutritivos, convenientes, atraentes, seguros e com um amplo período de conservação. Os alimentos possuem uma complexa composição contendo seus macronutrientes como proteínas, açúcares, gorduras, água e, também, seus micronutrientes como vitaminas, minerais e outros (Pereira; Franceschini; Priore, 2020), tornando-se

assim, um excelente meio de cultura para diversas reações, tanto químicas quanto microbiológicas.

Segurança e qualidade são fundamentais em alimentos, já que interferem diretamente na saúde dos consumidores. As indústrias alimentícias, portanto, vêm investindo em inovações tecnológicas (Andrade, 2018) para que possam obter alimentos diversificados, nutritivos e, principalmente, que não ofereçam nenhum risco à saúde do consumidor (Pereira; Franceschini; Priore, 2020). Martinelli e Cavalli (2019), em seus estudos, salientam que os alimentos devem ser isentos de contaminantes físicos, químicos ou biológicos que possam causar malefícios ao consumidor, seja de maneira crônica ou aguda.

Para Pereira, Franceschini e Priore (2020), a segurança alimentar e nutricional deve ser garantida através de alimentos de qualidade assegurando o desenvolvimento humano e proteção para melhores condições de saúde da população. As boas práticas agrícolas e de estocagem são imprescindíveis para minimizar o risco de contaminação e devem ser praticadas sempre.

Os investimentos em nanotecnologia têm expandido ao longo dos anos em razão ao seu descomunal potencial tecnológico e de aplicabilidade dentro de diversos ramos da indústria. O

controle de microrganismos utilizando nanomateriais com ação antimicrobiana é o que mais vem despertando atenção como forma de conservação dos alimentos (Dias *et al.*, 2021). Desde os tempos remotos, os metais são conhecidos pela sua excelente ação antimicrobiana, e atualmente vêm sendo utilizados em uma gama de aplicações relacionados à agricultura, indústria de forma geral e, também, no ramo da saúde (Hussein *et al.*, 2022).

Metais como cobre e prata podem ser extremamente tóxicos para as bactérias mesmo em concentrações baixas. Estudos realizados com nanopartículas de prata frente a microrganismos como *Aeromonas* spp, *Salmonella* spp e *Campylobacter* spp, obtiveram resultados positivos e eficazes, tornando a utilização de nanomateriais na área de alimentos, viável e promissora (Duffy *et al.*, 2018; Freire *et al.*, 2018, Valente *et al.*, 2021; Furtado *et al.*, 2024).

A presente revisão de literatura tem como objetivo ressaltar sobre as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTAs) e a utilização de nanomateriais como agentes bactericidas na área de alimentos, enfatizando nanopartícula de prata.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta revisão narrativa da literatura incluiu informações de estudos disponíveis

na literatura científica sobre o uso de nanomateriais como agentes bactericidas na área de alimentos, enfatizando nanopartícula de prata. Foram abordados temas como doenças transmitidas por alimentos; nanomateriais utilizados na inibição de patógenos e uso de nanopartículas de prata como agentes antimicrobianos. Os termos utilizados para a busca na literatura foram “doenças transmitidas por alimentos”, “patógenos de origem alimentar”, “nanomateriais em alimentos” e “nanopartículas de prata em alimentos” em inglês e em português.

Foram pesquisados artigos a partir de 2018, com exceção do Manual integrado de vigilância, prevenção e controle de doenças transmitidas por alimentos do Ministério da Saúde que é de 2010 (Brasil, 2010). As combinações foram adaptadas para usar termos mais gerais ou mais específicos com base nas limitações de cada base de dados.

O levantamento bibliográfico utilizou as bases Scielo, google acadêmico e Science Direct nos meses de agosto a outubro de 2023. Os artigos selecionados para a revisão foram lidos e analisados criteriosamente em texto completo.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1- Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA)

Segundo Rodrigues e Filho (2020), as doenças transmitidas por alimentos, também chamadas de DTA, são síndromes desenvolvidas devido à ingestão de alimentos contaminados, geralmente apresentando náuseas, vômitos e/ou diarreia que podem ou não ser acompanhadas de febre. As DTA estão diretamente associadas aos alimentos, consequência de procedimentos inadequados e envolvem, principalmente, bactérias e fungos e eventualmente vírus e parasitas.

Marques e Trindade (2022) afirmam que as DTA são responsáveis pelo adoecimento de milhões de pessoas por ano em todo o mundo, gerando grande impacto à saúde pública global, comprometendo o desenvolvimento socioeconômico e prejudicando a economia, o turismo e o comércio. Além disso, os agentes patogênicos que mais prevaleceram em suas pesquisas foram *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp. Os autores também ressaltam que o investimento em políticas públicas voltadas à educação sanitária, ações preventivas relacionadas à manipulação e armazenamento dos alimentos e capacitação dos profissionais da área, são indispensáveis.

Moreira (2022) relata que as DTA são caracterizadas quando uma ou mais pessoas manifestam sintomas

semelhantes após consumo de alimentos contaminados por microrganismos. Além disso, essas doenças ocorrem por meio da manipulação incorreta dos alimentos, ressaltando a importância da implantação de medidas de prevenção e controle na manipulação dos alimentos a fim de promover a segurança dos consumidores, como por exemplo, as Boas Práticas.

Segundo o Ministério da Saúde (2010), as DTA podem se apresentar por meio de vários mecanismos patogênicos, sendo: Infecções, toxinfecções, intoxicações e intoxicações não bacterianas. As infecções são causadas pela ingestão de microrganismos patogênicos, capazes de invadir tecidos e está associada a sintomas como diarreias frequentes contendo sangue e pus, dores abdominais, desidratação leve e febre. As toxinfecções são causadas por toxinas que são liberadas quando os microrganismos toxigênicos se multiplicam, esporulam ou sofrem a lise no intestino. São causados por *Escherichia coli* enterotoxigênica, *Vibrio cholerae*, *Vibrio parahaemolyticus*, entre outros, e os sintomas associados geralmente são diarreia intensa, sem sangue ou leucócitos, febre branda ou ausente e um sintoma bem comum é a desidratação. Já as intoxicações, ocorrem por meio da ingestão de toxinas formadas por meio da intensa multiplicação dos microrganismos patogênicos no alimento.

Os microrganismos que produzem essas toxinas são *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* e *Clostridium botulinum*. As intoxicações não bacterianas estão associadas aos agrotóxicos, plantas, fungos silvestres, metais pesados entre outros (Brasil, 2010).

### 3.2 Nanomateriais utilizados na inibição de patógenos

A nanotecnologia utiliza as propriedades da matéria em nanoescala, cuja unidade de medida denomina-se de nanômetro (nm), que corresponde a uma bilionésima parte de um metro. (Fernandes; Oliveira, 2019).

Os investimentos em nanotecnologia têm expandido ao longo dos anos em razão ao seu potencial tecnológico e de aplicabilidade dentro de diversos ramos da indústria. O controle de microrganismos patogênicos utilizando esses nanomateriais tem sido reportado para conservar alimentos devido à maior eficiência desses materiais e às suas características físico-químicas (Dias *et al.*, 2021).

Nunes *et al.* (2021) destacam o elevado potencial da nanotecnologia e das nanoestruturas, de forma a contribuir com toda a cadeia da produção de alimentos, desde o campo até os consumidores.

Os metais têm sido amplamente utilizados como agentes antimicrobianos

em uma gama de aplicações relacionados à agricultura, indústria de forma geral e, também no ramo da saúde. Esses metais como cobre e prata podem ser extremamente tóxicos para as bactérias mesmo em concentrações baixas, sendo um excelente biocida (Hussein *et al.*, 2022).

### 3.3 Uso de nanopartículas de prata como agentes antimicrobianos

O mecanismo antimicrobiano das nanopartículas de prata (AgNP) está, sobretudo, atribuído à liberação dos íons de prata que, ao se ligarem à parede celular dos microrganismos por meio de interações eletrostáticas, podem desnaturar as proteínas da membrana alterando a troca entre o meio interno e o externo. Além desse mecanismo, o efeito bactericida das AgNP também pode estar associado à sua penetração no lúmen intracelular e à interação com as organelas, modificando as funções celulares, afetando a replicação do DNA/RNA, a função enzimática, desnaturação de proteínas e causando sérios danos às células (Balestri, Cardelli; Berti, 2023).

Freire *et al.* (2018) salientam que o uso indiscriminado de antimicrobianos vêm proporcionando resistência a algumas bactérias, sobretudo as patogênicas, situação essa que pode ser agravada para



a formação de biofilmes. Frente a essa problemática, o objetivo de seus estudos foi determinar a atividade antimicrobiana das AgNP e a sua interferência na formação do biofilme de *Aeromonas* spp, obtendo como resultado a eficácia na diminuição da formação de biofilme e concluindo que as AgNP são uma alternativa inovadora, eficiente e de baixo custo.

Valente *et al.* (2021) avaliaram a redução da contagem de *Salmonella Enteritidis* e *Typhimurium* inoculadas em cortes de frango após exposição à solução contendo nanopartícula de prata em condições de refrigeração. Os autores observaram que a redução de *Salmonella Typhimurium* e *Enteritidis*, quando expostas à solução de prata foi de, aproximadamente, 2 log UFC/g para o filé de peito e 3 log UFC/g para o coração. O estudo concluiu que as estirpes de *Salmonella* spp. avaliadas foram consideravelmente sensíveis à solução coloidal contendo nanopartículas de prata nas condições utilizadas.

Considerando que nanopartículas de prata apresentam potencial de aplicação na indústria alimentícia, Furtado *et al.* (2024) avaliaram sua utilização no controle de *Listeria* spp. em frango desfiado. Foi avaliado o efeito antimicrobiano de diferentes concentrações de AgNP, frente a estirpes

de *Listeria monocytogenes*, *Listeria innocua* e *Listeria ivanovii*. Os autores verificaram que a solução de prata coloidal demonstrou ação antimicrobiana quando em contato direto com as estirpes de *Listeria* spp. na concentração de no mínimo, 10 mg/L de NPAg.

Em outro estudo realizado por Duffy *et al.* (2018), os autores avaliaram a eficácia das nanopartículas de óxido de cobre (CuO), óxido de zinco (ZnO) e de prata (Ag) frente aos patógenos *Salmonella* sp. e *Campylobacter* sp., obtendo resultados positivos e destacando as nanopartículas de prata como as mais eficazes contra a *Salmonella* sp. Os autores ressaltaram a importância da nanotecnologia para o desenvolvimento de uma gama de tecnologias inovadoras em diversos setores, dentre eles, o de alimentos.

#### 4 CONCLUSÃO

Diante do estudo realizado, observa-se que as DTA são um assunto de impacto global e de extrema importância. A nanotecnologia tem sido considerada uma alternativa não somente para as indústrias de alimentos, mas também no ramo da agricultura, saúde, entre outros, apresentando resultados satisfatórios e com aplicabilidade acessível. Além disso, alguns microrganismos patogênicos encontrados nos alimentos são sensíveis a

esses nanomateriais, tornando a nanotecnologia fortemente promissora.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. P. C. de; Tecnologia de alimentos: definições, aplicações e industrialização de alimentos. *In*: ANDRADE, A. P. C. de. **Tecnologia dos alimentos**. 1.ed. Rio de Janeiro: SESES, 2018. cap. 1, p.8-22.

BALESTRI, A., CARDELLINI, J., BERTI, D. Gold and silver nanoparticles as tools to combat multidrug-resistant pathogens. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v.66, p.101710, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Manual Integrado de Vigilância, Prevenção e Controle de Doenças Transmitidas por Alimentos**. Brasília: DF, 2010. 158 p.

DIAS, B. de P.; RIBEIRO, E. M.de C.; GONÇALVES, R. L.; OLIVEIRA, D. S.; FERREIRA, T. H. SILVA, B. de M. A nanotecnologia no brasil e o desenvolvimento de produtos com atividade antimicrobiana. **Química Nova**, v. 44, n. 8, p. 1084-1092, 2021

DUFFY, L. L.; MCLEOD, M. J. O.; JUDY, J.; KING, T. Investigação da atividade antibacteriana de nanopartículas de prata, óxido de zinco e óxido de cobre contra isolados de *Salmonella* e *Campylobacter* relevantes para aves. **Controle de Alimentos**. v. 92, p. 293-300, 2018.

FERNANDES, R.G.; OLIVEIRA, L. P. S. Entre riscos e desinformação: a utilização da nanotecnologia na indústria de alimentos. **Revista Jurídica da FA7**, v. 16 n. 2, p. 63-81, 2019.

FREIRE, N. B.; PIRES, L. C. S. R.; OLIVEIRA, H. P.; COSTA, M. M. Atividade antimicrobiana e antibiofilme de nanopartículas de prata sobre isolados de

*Aeromonas* spp. obtidos de organismos aquáticos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 38, p. 1-6, 2018.

FURTADO, T. E. O; BENEVENUTO, N. W. C. A. N.; BENEVENUTO JÚNIOR, A. A.; MARTINS, M. L; CAMPOS, A. N. R; MARTINS, A. D. O; COELHO, M. S. Nanopartículas de prata no controle de *Listeria* spp. e potencial de utilização em frango desfiado. **Revista Cereus**, v. 16, n.2, p. 367-380, 2024.

HUSSEINA, U. A. R.; MAHMOUD, Z. H.; ABD ALAZIZ, K. M.; ALID, M. L.; YASIN, Y.; ALI, F.K.; FAISAL, A. N.; ABD, A. N.; KIANFAR, E. Antimicrobial finishing of textiles using nanomaterials. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, n. e264947, p. 1-13, 2022.

MARQUES, P. R. C.; TRINDADE, R. V. R. Panorama Epidemiológico Dos Surtos De Doenças Transmitidas Por Alimentos Entre 2000 E 2021 No Brasil. **Revista Multidisciplinar em Saúde**, v. 3, n. 3, 2022. doi.org/10.51161/rem/3477

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência E Saúde Coletiva**. v. 24, n. 11, p. 4251 – 4261, 2019.

MOREIRA, F. de O. Doenças transmitidas por alimentos: uma revisão bibliográfica. **Revista Científica Semana Acadêmica**, Fortaleza, v. 10, n. 226, p. 1-12, 2022.

NUNES, I. dos S.; MEDEIROS, J. A. da C.; STAMFORD, N. P.; STAMFORD, T. L. M.; STAMFORD, T. C. M. Nanopartículas de quitosana: técnicas de obtenção e aplicações na indústria de alimentos. *In*: VERRUCK, S. **Avanços em Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 1. ed. 2021. cap. 23, p.698. Doi: 10.37885/978-65-87196-95-4.

PEREIRA, N.; FRANCESCHINI, S.; PRIORE S. Qualidade dos alimentos

segundo o sistema de produção e sua relação com a segurança alimentar e nutricional: revisão sistemática. **Saúde e Sociedade**, v. 29, p.1-15, 2020.

RODRIGUES, L. C.; FILHO, A. V. de M. Doenças transmitidas por alimentos: revisão da literatura. **Applied Health Sciences**, v. 3, n. 6, p. 137-145, 2020.

WANDERSON ALEXANDRE VALENTE, W. A.; BENEVENUTO JÚNIOR, A. A.; MARTINS, M. L.; BENEVENUTO, W. C. A.; Redução de *Salmonella Enteritidis* e *Salmonella Typhimurium* inoculadas em cortes de frango após exposição à solução contendo nanopartículas de prata, sob refrigeração. **Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio ambiente**, v.2, n.5, p. 1-13, 2021.