

ARTIGO TÉCNICO

VALIDAÇÃO MICROBIOLÓGICA DE DIFERENTES MÉTODOS DE COCÇÃO PARA PÃO DE QUEIJO CONGELADO

Autores: Kharen Cristina de Souza Fonseca¹, Isabela Campelo de Queiroz¹, Maurilio Lopes Martins¹, Aurélia Dornelas de Oliveira Martins¹

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sudeste de Minas Gerais, Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos (DCTA/IF Sudeste MG), Campus Rio Pomba, Discentes do Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos
DCTA/IF Sudeste MG

Autor para correspondência (email): aurelia.dornelas@ifsudestemg.edu.br



DESTAQUE

Os métodos de cocção testados para redução de Escherichia coli em pão de queijo garantem a segurança microbiológica do produto.

1. INTRODUÇÃO

A segurança dos alimentos constitui um dos principais desafios das cadeias produtivas, sendo fundamental para a proteção da saúde pública e para a redução de perdas econômicas decorrentes de surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTAs). Entre os diversos microrganismos

associados às DTAs, *Escherichia coli* (*E. coli*) destaca-se como um importante indicador das condições higiênico-sanitárias durante o processamento dos alimentos.

A presença de *E. coli* em alimentos pode indicar contaminação de origem fecal ou falhas nas práticas de higiene durante a produção, manipulação e armazenamento. Cepas patogênicas, como a *E. coli* produtora da toxina Shiga (STEC), podem causar diarreia intensa, colite hemorrágica e, em casos mais graves, síndrome hemolítico-urêmica (SHU), complicação que pode evoluir para insuficiência renal aguda, principalmente em crianças, idosos e indivíduos imunocomprometidos (Watier-Grillot *et al.*, 2025).

Os produtos de panificação, incluindo o pão de queijo, apresentam características que favorecem sua aceitação pelo consumidor e ampla comercialização. Entretanto, embora o tratamento térmico empregado durante a cocção seja suficiente para inativar a maioria dos microrganismos patogênicos, como *E. coli*, o produto pode ser recontaminado durante as etapas de manipulação, embalagem, armazenamento e distribuição (Beikzadeh, Assadpour, Jafari, 2025).

O tratamento térmico constitui uma das etapas mais importantes na produção de alimentos, sendo amplamente empregado para reduzir ou eliminar microrganismos patogênicos e garantir a segurança microbiológica dos produtos (Jang *et al.*, 2025).

2. DESENVOLVIMENTO E DISCUSSÃO

2.1. Processo térmico para inativação de microrganismos

A validação de processos térmicos constitui uma importante ferramenta para garantir a segurança microbiológica dos alimentos e contribuir para a melhoria dos processos agroindustriais. No caso do pão de queijo, produto amplamente consumido no Brasil, a correta aplicação do binômio tempo-temperatura durante a cocção é essencial para reduzir ou eliminar microrganismos indicadores de contaminação, como *Escherichia coli*. Além de atender aos requisitos da legislação vigente, a avaliação das condições de preparo recomendadas nas embalagens fornece informações relevantes para a indústria de alimentos, pesquisadores e consumidores, contribuindo para a padronização dos processos, o desenvolvimento de produtos mais seguros e a redução dos riscos de doenças transmitidas por alimentos.

No Brasil, os padrões microbiológicos aplicáveis aos alimentos são estabelecidos pela Resolução RDC nº 724, de 1º de julho de 2022 (Brasil, 2022^a), em conjunto com a Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2022^b). Para a categoria de pão de queijo e produtos similares, a IN nº 161 adota um plano de amostragem microbiológico composto pelos parâmetros n, c, m e M. Os padrões microbiológicos para

pão de queijo são estabelecidos pela RDC nº 724/2022 e pela IN nº 161/2022 da ANVISA (Brasil, 2022a). Para *E. coli*, aplicam-se os limites resumidos no Quadro 1.

Quadro 1 - Critérios microbiológicos para *Escherichia coli* em pão de queijo segundo a IN nº 161/2022 da ANVISA.

n	c	m	M
5	3	50 UFC/g	500 UFC/g

Fonte: IN nº 161 ANVISA (Brasil, 2022b)

Nesse plano, n corresponde ao número de unidades amostrais analisadas (cinco amostras); c representa o número máximo de unidades amostrais que podem apresentar resultados entre os limites m e M sem que o lote seja considerado insatisfatório; m corresponde ao limite microbiológico aceitável, estabelecido em 5×10^1 UFC/g (50 UFC/g) para *Escherichia coli*; e M representa o limite máximo permitido, fixado em 5×10^2 UFC/g (500 UFC/g).

De acordo com esse critério, resultados de até 50 UFC/g são considerados satisfatórios. Valores entre 50 e 500 UFC/g são aceitáveis desde que ocorram em, no máximo, três das cinco unidades amostrais analisadas. Por outro lado, a detecção de valores superiores a 500 UFC/g em qualquer unidade amostral ou a ocorrência de mais de três amostras com resultados entre m e M caracteriza o lote como microbiologicamente insatisfatório, indicando não conformidade com a legislação vigente (BRASIL, 2022b).

O preparo adequado dos alimentos representa uma etapa fundamental para garantir sua segurança microbiológica e proteger a saúde do consumidor. As recomendações de tempo e temperatura descritas nas embalagens pelos fabricantes são estabelecidas para assegurar que o produto atinja condições suficientes de cocção, promovendo a redução ou eliminação de microrganismos potencialmente patogênicos. Entretanto, diferenças entre os equipamentos utilizados pelos consumidores, como forno convencional, forno elétrico, forno industrial e fritadeira elétrica sem óleo (Aair fryer), podem influenciar a eficiência do tratamento térmico.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo avaliar se os diferentes métodos de cocção recomendados para o preparo do pão de queijo são capazes de reduzir *Escherichia coli* a níveis compatíveis com os padrões microbiológicos estabelecidos pela Instrução Normativa nº 161/2022 da ANVISA (Brasil, 2022b), fornecendo informações técnicas que possam subsidiar a validação de processos térmicos e orientar a indústria de alimentos quanto às recomendações de preparo do produto.

2.2. Material e Métodos

Foram selecionadas dez amostras de pão de queijo congelado cru, encaminhadas a laboratório especializado para quantificação de *Escherichia coli* pelo método AOAC 991.14:2023. Inicialmente, as amostras foram analisadas na condição congelada e, posteriormente, submetidas a quatro métodos de cocção: forno convencional (200 °C por 30 minutos), forno elétrico (180 °C por 30 minutos), forno industrial (180 °C por 30 minutos) e fritadeira elétrica sem óleo (air fryer) (150 °C por 20 minutos), conforme apresentado na Figura 1.

Após a cocção, todas as amostras foram novamente analisadas para quantificação de *Escherichia coli*, permitindo comparar a eficiência dos diferentes tratamentos térmicos na redução do microrganismo. Os resultados foram interpretados conforme os critérios estabelecidos pela RDC nº 724/2022 (Brasil, 2022a) e pela Instrução Normativa nº 161/2022 da ANVISA (Brasil, 2022b).

Figura 1 - Representação dos equipamentos e condições de cocção aplicados às amostras de pão de queijo.



Fonte: Autoria própria, 2026.

2.3. Resultados e discussão

As análises microbiológicas do produto congelado cru apresentaram contagens variando de valores inferiores a $1,0 \times 10^1$ UFC/g até 500 UFC/g. Após a aplicação dos diferentes métodos de cocção, observou-se redução de *Escherichia coli* em todas as amostras analisadas, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 - Contagem de *Escherichia coli* em pão de queijo antes e após a cocção por diferentes métodos.

Amostra	Produto cru (UFC/g)	Após cocção	Conformidade
01	$8,5 \times 10^2$	Ausente	Conforme

02	$1,0 \times 10^2$	Ausente	Conforme
03	$1,0 \times 10^1$	Ausente	Conforme
04	$1,0 \times 10^2$	Ausente	Conforme
05	$<1,0 \times 10^1$	Ausente	Conforme
06	$5,0 \times 10^2$	Ausente	Conforme
07	$5,0 \times 10^2$	Ausente	Conforme
08	$7,0 \times 10^2$	Ausente	Conforme
09	$1,0 \times 10^2$	Ausente	Conforme
10	$<1,0 \times 10^1$	Ausente	Conforme

Os resultados demonstraram que todos os métodos de cocção avaliados foram eficazes na eliminação de *Escherichia coli*, evidenciando que o cumprimento das recomendações de tempo e temperatura proporciona um tratamento térmico eficiente e compatível com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira. Esses achados reforçam a importância da validação dos processos de cocção como ferramenta para assegurar a inocuidade do produto e orientar tanto a indústria quanto os consumidores sobre a correta preparação do pão de queijo.

Embora todos os métodos tenham promovido a eliminação de *E. coli* nas condições avaliadas, os resultados indicam que diferentes combinações de tempo e temperatura podem alcançar o mesmo objetivo microbiológico. A air fryer apresentou o menor tempo de processamento (20 minutos), enquanto os fornos exigiram 30 minutos de cocção. Sob a perspectiva industrial, a escolha do equipamento deve considerar não apenas a segurança microbiológica, mas também produtividade, uniformidade térmica, consumo energético e qualidade sensorial do produto final.

Uma limitação do estudo é que não foram avaliados parâmetros como textura, expansão, cor, rendimento ou consumo de energia. Estudos futuros poderão comparar esses fatores para determinar a alternativa mais eficiente do ponto de vista tecnológico e econômico.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que as condições de preparo recomendadas para o pão de queijo são eficazes para garantir sua segurança microbiológica, promovendo a redução de *Escherichia coli* a níveis compatíveis com os padrões estabelecidos pela legislação brasileira. Essas evidências podem ser utilizadas pela indústria de alimentos para a validação de processos térmicos, definição e atualização das instruções de preparo presentes nas embalagens, bem como para o fortalecimento dos programas de qualidade, segurança dos alimentos e controle microbiológico. Além disso, o estudo fornece subsídios técnicos para pesquisadores e profissionais da área avaliarem

a eficiência de diferentes equipamentos de cocção, contribuindo para a padronização dos processos de preparo, redução dos riscos de contaminação microbiológica, desenvolvimento de produtos mais seguros e prevenção de doenças transmitidas por alimentos, beneficiando tanto o setor produtivo quanto os consumidores.

REFERÊNCIAS

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 724, de 1º de julho de 2022**. Dispõe sobre os padrões microbiológicos dos alimentos e sua aplicação. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 jul. 2022a. Disponível em:

https://anvisa.gov.br/legis/datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&link=S&tipo=RDC&numeroAto=00000724&seqAto=002&valorAno=2022&orgao=RDC/DC/ANVISA/MS&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_modulo=134&cod_menu=1696

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Instrução Normativa nº 161, de 1º de julho de 2022**. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 jul. 2022b. Disponível em:

https://anvisa.gov.br/legis/datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&tipo=INM&numeroAto=00000161&seqAto=000&valorAno=2022&orgao=ANVISA/MS&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=1696&cod_modulo=134&pesquisa=true

BEIKZADEH, S.; ASSADPOUR, E.; JAFARI, S. M. Active/intelligent packaging of bread and other bakery products: fundamentals, mechanisms and applications. **Future Foods**, v. 12, art. 100858, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.fufo.2025.100858>

JANG, S. *et al.* Enhancing microbial safety in sous-vide cooking: thermosonication-assisted inactivation of *Escherichia coli*. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 104, art. 104061, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2025.104061>

WATIER-GRILLOT, S.; SAUVAGEOT, C.; THIÉBAUT, E.; POMMIER DE SANTI, V.; CHESNAY, A. Multiplex polymerase chain reaction and testing of complex food matrices: a preliminary study on *Escherichia coli* and *Salmonella* spp. **Journal of Microbiological Methods**, v. 237, art. 107251, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2025.107251>.