



**INSTITUTO
FEDERAL**
Rio de Janeiro

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

Campus Rio de Janeiro

Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*

Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Luciana da Silva e Rocha

**Determinação de metais traço e avaliação de
risco a saúde dos queijos artesanais
brasileiros**

Rio de Janeiro

2023

LUCIANA DA SILVA E ROCHA

DETERMINAÇÃO DE METAIS TRAÇO E AVALIAÇÃO DE RISCO A SAÚDE DOS
QUEIJOS ARTESANAIS BRASILEIROS

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.

Orientadores:

Prof. Dr. Adriano Gomes da Cruz

Prof^a. Dr^a. Simone Lorena Quitério de Souza

Rio de Janeiro

2023

LUCIANA DA SILVA E ROCHA

DETERMINAÇÃO DE METAIS TRAÇO E AVALIAÇÃO DE RISCO A SAÚDE DOS
QUEIJOS ARTESANAIS BRASILEIROS

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia dos Alimentos.

Aprovada em 28 de agosto de 2023.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Adriano Gomes da Cruz - (Orientador)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Prof^ª. Dr^ª. Simone Lorena Quitério de Souza - (Orientadora)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Prof. Dr^ª. Márcia Cristina da Silva - (Membro Interno)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)

Prof. Dr. Ramon Silva - (Membro Externo)
Universidade Federal Fluminense (UFF)

Dr^ª. Josiane Loyola da Silva (INEA) - (Membro Externo)
Instituto Estadual do Ambiente - INEA

Ficha catalográfica elaborada por
Anderson Morais Chalaça
CRB7 5661

R672d Rocha, Luciana da Silva e.

Determinação de metais traço e avaliação de risco à saúde dos queijos artesanais brasileiros. / Luciana da Silva e Rocha. – Rio de Janeiro, 2023.

87 f. : il. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2023.

Orientador: Prof.º Dr.º Adriano Gomes da Cruz.

Co-orientadora: Prof.ª Dr.ª Simone Lorena Quitério de Souza.

1. Queijos artesanais – Contaminação por metais pesados. 2. Segurança dos alimentos. 3. Avaliação de risco. I. Gomes, Aline S. Garcia. II. Título.

IFRJ/CMAR/CoBib

CDU 637.3:615.9:546.3

Dedico este trabalho à minha família que me deu uma segunda chance nesta vida e a todos que cruzaram meu caminho e que de colaboram para minha formação como pessoa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço por estar aqui nesta vida, circundada por seres que emanam luz nessa minha trajetória.

Ao meu orientador, professor Adriano, pelo carinho e paciência na elaboração deste trabalho.

Aos professores do IFRJ, em especial, que são responsáveis por alimentar sonhos e com um poder de adaptação ímpar, conseguir contribuir positivamente no desenvolvimento profissional e pessoal de todos nós.

Ao núcleo duro da minha família, minha mãe, minha irmã e meu pai que me possibilitaram estar com eles nesta vida. Agradeço ao desejo que tiveram de me amar e me ter como filha e irmã.

A irmã que ganhei nesta vida, Adriana, pelas palavras, ouvidos e carinhos alimentares feitos ao longo de toda a minha formação.

Ao meu companheiro, Daniel, pela parceria e caminhar nesta vida.

Ao pessoal do meu trabalho, pelo entendimento dessa experiência profissional.

As pessoas que fortalecem meu coração e que contribuíram e contribuem para meu crescimento e formação como ser humano.

Aos meus amigos e colegas de turma, pela força em continuar e pelos dias em que estivemos juntos até tarde nas aulas, em aulas *on line* e durante toda a pandemia.

Ao IFRJ por ser minha casa de estudos e aos professores do curso que conferem vida a instituição, com excelência e qualidade profissional.

Por fim, que possa agradecer sempre!

*“Embora ninguém possa voltar atrás e
fazer um novo começo, qualquer um pode
começar agora e fazer um novo fim.”*

(Chico Xavier)

ROCHA, L.S. **Determinação de metais traço e avaliação de risco a saúde dos queijos artesanais brasileiros.** 2023. 87f. Dissertação. Programa de Pós Graduação Profissional Stricto Sensu em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *Campus* Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2023.

RESUMO

Há uma grande preocupação com relação a contaminação de metais tóxicos em laticínios, tendo em vista que são amplamente consumidos no mundo inteiro. Esses elementos metálicos possuem elevado potencial tóxico e podem ser bioacumulados no leite e, conseqüentemente nos queijos. No Brasil, os queijos artesanais são produzidos por pequenos produtores rurais e apresentam grande relevância econômica, cultural, social e gastronômica. O objetivo deste estudo foi determinar a concentração dos metais Cromo (Cr), Cobre (Cu), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Arsênio (As) e Mercúrio (Hg) em 8 tipos de queijos artesanais brasileiros (Serro, Araxá, Marajó, Colonial, Caipira, Serrano, Mantiqueira e Bicas da Serra). As amostras foram submetidas a extração ácida em quintuplicatas (n=40) para posterior análise por meio da Espectrometria de Massa com Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-MS). Com base nos resultados, foi realizada uma avaliação de risco à saúde, para determinação da estimativa diária de ingestão (EDI), quociente de perigo alvo (THQ) e índice de perigo (HI). Foram observadas concentrações variáveis entre os diferentes tipos de queijo, mas em todos os casos os valores de THQ e HI foram menores que 1, indicando ausência de risco potencial no consumo de queijos artesanais em relação à ingestão de metais pesados. Os resultados sugerem que o consumo dos queijos artesanais brasileiros não apresenta risco potencial à saúde.

Palavras-chave: produtos lácteos, segurança dos alimentos, metais traço, queijos artesanais

ROCHA, L.S. **Determination of trace metals and health risk assessment of Brazilian artisanal cheeses**. 87p. Dissertation presented as part of the requirements for the approval of the master's degree program of the Professional Postgraduate Program in Food Science and Technology, Federal Institute of Education, Science and Technology of Rio de Janeiro (IFRJ), Campus Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2023.

ABSTRACT

There is great concern regarding the contamination of toxic metals in dairy products, as these are widely consumed worldwide. These metallic elements have a high toxic potential and can be bioaccumulated in milk and, consequently, in cheese. In Brazil, artisanal cheeses are produced by small rural producers and have great economic, cultural, social and gastronomic relevance. The objective of this study is to determine the concentration of Chromium (Cr), Copper (Cu), Cadmium (Cd), Lead (Pb), Arsenic (As) and Mercury (Hg) in 8 types of Brazilian artisanal cheeses (Serro, Araxá, Marajó, Colonial, Caipira, Serrano, Mantiqueira and Bicas da Serra). Samples were kept acid protected in quintuplicates (n=40) for further analysis by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS). Based on the results, a health risk assessment was performed to determine the estimated daily intake (EDI), the target hazard quotient (THQ) and the hazard index (HI). Variable concentrations were observed amid the different types of cheese, but in all cases the THQ and HI values were less than 1, indicating the absence of potential risk in the consumption of artisanal cheeses in relation to the intake of heavy metals. The results suggest that the consumption of Brazilian artisanal cheeses do not pose a potential risk to health. It is worth noting, however, that other sources of metals from the diet or from the environment can complement this exposure and cause damage to health.

Keywords: dairy products, food safety, trace metals, artisanal cheeses

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Tipos de queijos artesanais produzidos no Brasil	16
Figura 2	Tabela Periódica de Elementos Químicos, destacando os elementos considerados “metais pesados”, analisados em 167 artigos no periódico International Journal of Environmental Research and Public Health.	20
Figura 3	Principais rotas de contaminação química de leite e produtos derivados	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Legislações federais relacionadas aos queijos artesanais brasileiros	13
Tabela 2	As principais características das amostras de queijos artesanais brasileiros	17
Tabela 3	LMT de metais ($\mu\text{g kg}^{-1}$) no Brasil em leite e queijos no Brasil Instrução Normativa 160/2022	22
Tabela 4	Ingestão Semanal Tolerável Provisória (<i>Provisional Tolerable Weekly Intake</i> - PTWI) e a Ingestão Mensal Tolerável Provisória (<i>Provisional Tolerable Monthly Intake</i> - PTMI) dos metais pesados.	22
Table 1	<i>ICP-MS operation conditions</i>	68
Table 2	<i>Method performance characteristics.</i>	69
Table 3	<i>Concentration of heavy metals in Brazilian artisanal cheese ($\mu\text{g kg}^{-1}$)</i>	71
Table 4	<i>Estimated Daily Intake (EDI) of metals ($\text{mg kg}^{-1} \text{ bw per day}$) via consumption in Brazilian artisanal cheese by an adult</i>	74
Table 5	<i>Target Hazard Quotient (THQ) and Hazard Index (HI) for daily exposure to metals through consumption in Brazilian artisanal cheeses</i>	75

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	15
2.1 ASPECTOS GERAIS DOS QUEIJOS ARTESANAIS BRASILEIROS.....	15
2.2 METAIS PESADOS.....	19
3. OBJETIVO.....	24
3.1 OBJETIVO GERAL.....	24
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
4. CAPÍTULO 1 - CONTAMINANTES INORGÂNICOS EM PRODUTOS LÁCTEOS: ASPECTOS REGULATÓRIOS, FONTES DE CONTAMINAÇÃO AO LONGO DO PROCESSAMENTO E PERIGOS TOXICOLÓGICOS AO CONSUMIDOR.....	25
5. CAPÍTULO 2 - QUEIJOS ARTESANAIS BRASILEIROS: HISTÓRIA DO CONSUMO E ASPECTOS REGULATÓRIOS.....	48
6. CAPÍTULO 3 - METAIS TÓXICOS EM PRODUTOS LÁCTEOS: ASPECTOS REGULATÓRIOS E PERIGOS TOXICOLÓGICOS AO CONSUMIDOR.....	61
7. CAPÍTULO 4 - QUEIJOS ARTESANAIS BRASILEIROS: PRINCIPAIS ASPECTOS REGULATÓRIOS.....	62
8. CAPÍTULO 5 - DETERMINATION OF HEAVY METALS AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF BRAZILIAN ARTISANAL CHEESE.....	63
9. CAPÍTULO 6 - HEAVY METALS AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF BRAZILIAN ARTISANAL CHEESES.....	65
10. CONCLUSÃO.....	80
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

1. INTRODUÇÃO

Os queijos artesanais são produzidos e apreciados em vários países. Em geral, são predominantemente produzidos por pequenos produtores e suas famílias, em uma pequena escala e tendo uma forma única de produção que varia de local para local, preservando assim uma herança e identidade de cada região. No Brasil, há uma variedade de queijos artesanais produzidos com leite de vaca, cabra, ovelha e búfala, ou a partir da mistura dessas diferentes espécies, com características sensoriais únicas e com peculiaridades na técnica de produção (CHAVES *et al.*, 2021; ARAÚJO *et al.*, 2020; KAMIMURA *et al.*, 2019). Os queijos artesanais brasileiros têm ganhado muito destaque em premiações internacionais, recebendo indicações geográficas e até mesmo patrimônio cultural. Entretanto a regulamentação dos queijos artesanais é um tema recente. Atualmente há uma grande preocupação dos consumidores em relação a manter uma alimentação saudável, e para isso tem se aumentado o interesse por alimentos “artesanais”. A popularidade deste termo tem crescido e até pouco tempo não havia uma definição clara nem tão pouco regulamento que abordasse o assunto. A palavra “artesanal” tem ganhado uma exposição grande e confere um sentido específico a produção remetendo a algo “natural” (livre de aditivos e conservantes) e “saudável” (que utiliza os melhores ingredientes) (COPE, 2015).

No Brasil, o destaque se deu em 2017, após uma apreensão de mais de 160 quilos de alimentos sem registro para a comercialização dentro do município feito pela Vigilância Sanitária do Rio de Janeiro em um grande evento (BRUNO, 2017). Por conseguinte, foi retomada a discussão de um Projeto de lei nº 3859 de 2015 em tramitação na Câmara dos Deputados¹, que tratava da simplificação da inspeção industrial e sanitária para pequenas agroindústrias artesanais de produtos embutidos de origem animal. E assim, foi aprovado em 2018, a lei 13.680 que permitia a comercialização dos produtos que tivessem o Selo ARTE (BRASIL, 2018). Essa mesma lei inclui o artigo 10-A a lei 1.283 de 1950 (BRASIL, 1950):

Art. 10-A. É permitida a comercialização interestadual de produtos alimentícios produzidos de forma artesanal, com características e métodos tradicionais ou regionais próprios, empregadas boas práticas agropecuárias e de fabricação,

¹ Atividade Legislativa - PL 3859/2015. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=7652554&ts=1630442242796&disposition=inline>

desde que submetidos à fiscalização de órgãos de saúde pública dos Estados e do Distrito Federal (grifo nosso).

Após a criação do Selo ARTE, no ano seguinte, algumas Instruções Normativas foram publicadas para estabelecer diretrizes sobre o tema. Na Tabela 1 estão relacionadas as principais legislações sobre o tema.

Tabela 1. Legislações federais relacionadas aos queijos artesanais brasileiros.

Legislação	Principais observações	Referência
Lei 13.680	- Altera a Lei nº 1.283 de 1950 incluindo o art. 10-A, o qual cria o selo ARTE (art. 2); - Permite a comercialização interestadual de produtos alimentícios produzidos de forma artesanal, com características e métodos tradicionais ou regionais próprios, desde que com BPA, BPF e submetidos a fiscalização dos órgãos de saúde pública dos Estados e do Distrito Federal; - Propõe a simplificação dos procedimentos de registro do estabelecimento e do produto;	BRASIL, 2018
IN 67	- Estabelece os requisitos para que os Estados e o Distrito Federal realizem a concessão do Selo Arte, aos produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal; - Determina os requisitos para obtenção do selo ARTE: registro do estabelecimento no serviço de inspeção oficial; dados do estabelecimento, atendimento as BPA e BPA e memorial descritivo (art. 4 e 5).	BRASIL, 2019a
IN 73	- Estabelece Regulamento Técnico de BPA destinadas aos produtores rurais fornecedores de leite para a fabricação de produtos lácteos artesanais, necessárias à concessão do selo ARTE; - Trata da saúde animal, higiene e ordenha, qualidade do leite, alimentação e água fornecida aos animais, ambiência (conforto animal) e treinamento dos colaboradores.	BRASIL, 2019b
Lei 13.860	- Dispõe sobre a elaboração e a comercialização e regulamentação de queijos artesanais e das queijarias produtoras - Define queijo artesanal como sendo elaborado por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade, e com emprego de BPA e BPF (art. 1) - Determina tempo de cura do queijo feito a partir de leite cru com base no processo tecnológico de produção de cada variedade de queijo (art.2 § único); - Estabelece que as queijarias que utilizam leite cru para fabricar queijo devem estar localizadas em área situada em estabelecimento rural certificado como livre de tuberculose e brucelose ou controlada por órgão de defesa sanitária animal de acordo com as normas do PNCEBT (art. 6); - Determina que seja implementado programa de controle de mastite BPA, BPF e rastreabilidade de produtos (art. 7 e 8).	BRASIL, 2019c
Decreto 10.468	- Altera o Decreto nº 9.013 de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283 de 1950, e a Lei nº 7.889, de 1989, que dispõem sobre o RIISPOA.	BRASIL, 2020

Legislação	Principais observações	Referência
Decreto 11.099	- Revoga o Decreto nº 9.918 de 2019; - Regulamenta o art. 10-A da Lei no 1.283, que instituiu o selo ARTE, e a Lei nº 13.860, que trata da elaboração e comercialização de queijos artesanais; - Cria o selo único com indicação Queijo Artesanal, que será concedido aos queijos artesanais que tenham vinculação com o território e sejam produzidos por uma região específica - Concede competências de concessão dos selos aos órgãos federais, estaduais e municipais Secretarias Municipais, desde que os produtos estejam vinculados a um Serviço de Inspeção.	BRASIL, 2022

Nota: Produtos de Origem Animal (POA); Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ); Instrução Normativa (IN); Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa); Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Sisbi-POA); Indicação Geográfica (IG); Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT); Serviço de Inspeção Federal (SIF); Boas Práticas Agropecuárias (BPA); Boas Práticas de Fabricação (BPF).

Apenas em 2019 a legislação de âmbito federal definiu que os queijos artesanais são:

aqueles elaborados por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade, e com emprego de boas práticas agropecuárias na produção artesanal e de fabricação (BRASIL, 2019c).

Ainda dando destaque aos queijos artesanais o Ministério da Agricultura publicou recentemente o Decreto 11.099 que criou um o selo único com indicação Queijo Artesanal, que será concedido aos queijos artesanais que demonstrarem vinculação com o território (região específica em que foi produzido) (BRASIL, 2022).

Diante deste cenário de um potencial aumento do consumo dos queijos artesanais brasileiros é importante frisar que este produto não está livre da contaminação por metais pesados (CHRISTOPHORIDIS *et al.*, 2019). O Codex Alimentarius (2020a) conceitua que “*contaminantes são substâncias não adicionadas intencionalmente aos alimentos*” e podem surgir durante alguma etapa do processamento dos alimentos ou através do meio ambiente em que estão relacionados. Vale ressaltar ainda que essas substâncias estão presentes naturalmente no meio ambiente, no entanto a ação antropogênica intensifica a sua presença, portanto não será possível determinar ausência desses contaminantes metálicos e sim, níveis muito baixos, toleráveis e seguros (CODEX ALIMENTARIUS, 2012).

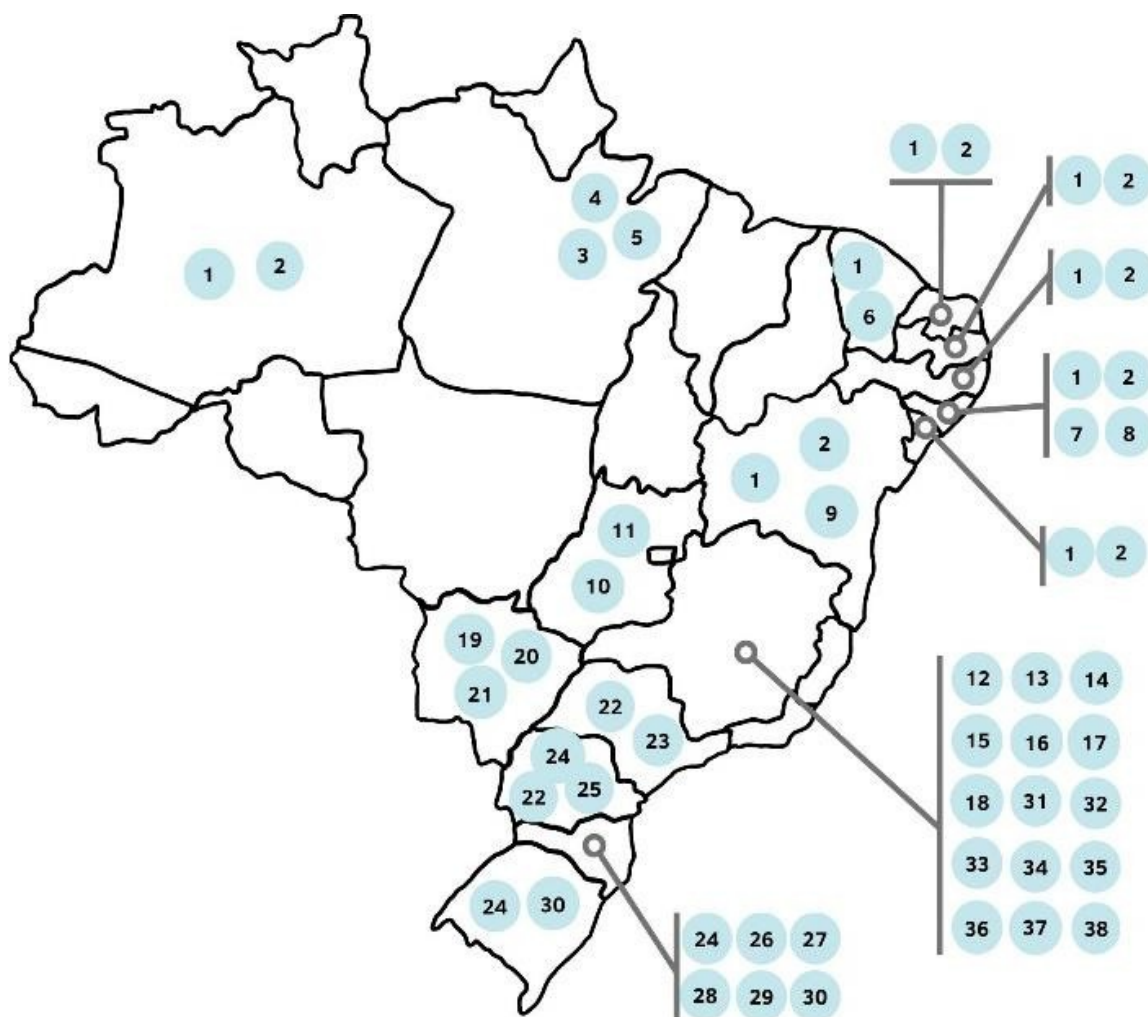
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS DOS QUEIJOS ARTESANAIS BRASILEIROS

Os queijos artesanais no Brasil não têm uma história única. Embora haja uma tendência em querer universalizar a história desse alimento com base na colonização europeia, talvez seja mais adequado considerar a possibilidade de existir diversas histórias dos queijos artesanais a partir de uma pluralidade dos aspectos geográficos, culturais, sociais e econômicos. Os registros históricos referentes a produção dos queijos no Brasil ainda são controversos, no que tange o período e a região em que prática foi iniciada (ARAÚJO *et al.*, 2020), no entanto é uma produção com histórico particular presente em cada região do Brasil.

No Brasil, existem pelo menos 38 tipos de queijos artesanais produzidos com leite cru ou pasteurizado de vaca, cabra, ovelha e búfala, ou a partir da mistura dessas diferentes espécies, com características sensoriais únicas e com peculiaridades na técnica de produção (CHAVES *et al.*, 2021; ARAÚJO *et al.*, 2020; KAMIMURA *et al.*, 2019; SLOW FOOD BRASIL, 2018). Basicamente, a produção é realizada por pequenos produtores e suas famílias, em pequenas propriedades rurais espalhadas por todo território, com uma produção em pequena escala e que utiliza técnicas tradicionais no modo de fazer (CHAVES *et al.*, 2021; NASCIMENTO, 2018). Em cada local são produzidos queijos com identidade e características singulares, que variam em função das características geoclimáticas e a expressão cultural e regional, e isso é levado ao modo de fazer, sendo responsável pelos diferentes queijos artesanais nas 5 regiões do Brasil. Verifica-se que a produção dos diferentes tipos de queijos artesanais ocorre em todo país (Figura 1).

Figura 1. Tipos de queijos artesanais produzidos no Brasil.



Nota: 1 Queijo de Coalho; 2 Queijo de Manteiga; 3 Queijo Regional de Paragominas; 4 Queijo do Marajó Tipo Creme; 5 Queijo do Marajó Tipo Manteiga; 6 Queijo Creme; 7 Queijo Macururé; 8 Queijo Brasulac; 9 Queijo de Coalho de Cabra; 10 Requeijão Moreno; 11 Queijo Flamengo ou Cabacinha; 12 Queijo Artesanal Cabacinha da Região do Vale do Jequitinhonha; 13 Queijo Artesanal Serra Geral; 14 Queijo Artesanal de Alagoa; 15 Queijo Minas Artesanal do Serro; 16 Queijo Minas Artesanal da Serra da Canastra; 17 Queijo Artesanal do Vale do Suaçui; 18 Queijo Artesanal Mantiqueira de Minas; 19 Queijo Curado; 20 Queijo Caipira; 21 Queijo Nicola; 22 Queijo Porungo; 23 Requeijão de Prato; 24 Queijo Colonial; 25 Queijo Witmarsum; 26 Queijinho; 27 Queijo Diamante; 28 Queijo do Contestado; 29 Queijo Kochkase; 30 Queijo Artesanal Serrano; 31 Queijo Minas Artesanal de Araxá; 32 Queijo Minas Artesanal do Cerrado; 33 Queijo Minas Artesanal da Serra do Salitre; 34 Queijo Minas Artesanal do Campo das Vertentes; 35 Queijo Minas Artesanal do Triângulo Mineiro; 36 Queijo Minas Artesanal das Serras da Ibitipoca; 37 Queijo Minas Artesanal da região de Diamantina; 38 Queijo Minas Artesanal da região de Entre Serras da Piedade ao Caraça.

Minas Gerais é o Estado que mais se destaca na Região Sudeste, sendo o maior produtor de queijo, apresentando 10 microrregiões queijeiras (Araxá, Campos das Vertentes, Canastra, Cerrado, Diamantina, Serra do Salitre, Serro, Triângulo Mineiro, Serras da Ibitipoca e Entre Serras da Piedade ao Caraça) reconhecidas oficialmente pelo Instituto Mineiro Agropecuário (IMA) e também inúmeras regiões caracterizadas como produtoras de queijo minas artesanal (INSTITUTO, 2020;

REGIÕES..., 2021). Além disso, foi primeiro a desenvolver legislações próprias para viabilizar a produção dos queijos artesanais produzidos com leite cru (Araújo *et al.*, 2020).

Para a pesquisa foram selecionadas amostras de oito tipos de queijos artesanais brasileiros (Serrano, Araxá, Marajó, Colonial, Caipira, Serrano, Mantiqueira e Bicas da Serra) (Tabela 2).

Tabela 2. As principais características das amostras de queijos artesanais brasileiros.

Amostra	Características	Referências
Queijo minas artesanal do Serro*	Feito com leite de cru de vaca na microrregião do Serro em Minas Gerais. Período mínimo de maturação de 17 dias.	(INSTITUTO..., 2021)
Queijo minas artesanal de Araxá*	Feito com leite de cru de vaca na microrregião de Araxá em Minas Gerais. Período mínimo de maturação de 14 dias.	(INSTITUTO..., 2021; TASSIS, 2012)
Queijo artesanal Mantiqueira de Minas*	Feito com leite de cru de vaca na microrregião da Mantiqueira em Minas Gerais. Queijo de baixa umidade e período mínimo de maturação de 22 dias ou pelo maior período especificado em estudos científicos.	(INSTITUTO..., 2021; MINAS GERAIS, 2021)
Queijo minas artesanal Bicas da Serra*	Feito com leite de cru de vaca na microrregião do Campo das Vertentes em Minas Gerais Período mínimo de maturação de 22 dias ou pelo maior período especificado em estudos científicos.	(INSTITUTO..., 2021)
Queijo Caipira	Feito com leite cru de vaca no Mato Grosso do Sul, apresenta consistência firme, massa uniforme com olhaduras mecânicas perceptíveis.	(NASCIMENTO, 2018; AGÊNCIA..., 2021)
Queijo do Marajó	Feito com leite cru de búfala e/ou leite de vaca na proporção máxima de 40% na Ilha do Marajó, PA. A massa é cozida e fundida com creme de leite ou manteiga. De acordo com o processo de produção pode ser classificado em tipo manteiga ou tipo creme. Queijo de média umidade e com período de maturação de 28 dias.	(NASCIMENTO, 2018; AGÊNCIA..., 2013)
Queijo Colonial	Feito com leite pasteurizado de vaca produzido em toda a Região Sul. Queijo de média umidade e período mínimo de maturação de 10 dias.	(SECRETARIA..., 2018; ARAÚJO ET AL., 2020)
Queijo Serrano	Feito com leite cru de vaca no Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Queijo de média umidade e com período de maturação de no mínimo 60 dias podendo ser reduzido de acordo com legislações vigentes.	(SECRETARIA..., 2014)

Nota: *Os queijos minas artesanais são feitos com leite de vaca cru e classificados de acordo com o nome da microrregião de produção. O queijo de cada local apresenta características sensoriais distintas devido as condições edafoclimáticas aplicadas ao modo particular de fazer passado de geração para geração (COSTA *et al.*, 2022).

O mercado consumidor para os queijos artesanais no Brasil é bem promissor, tendo em vista que o consumo de queijo por habitante é de apenas 5,5 kg ano⁻¹,

estando muito aquém do consumo da Argentina (11 kg habitante ano⁻¹) e dos países europeus, que na média estão acima de 20 kg por habitante ano⁻¹ (CHAVES *et al.*, 2021). Os queijos mais consumidos são muçarela, minas frescal, prato, requeijão e parmesão que na maior parte são produzidos pela indústria (EMBRAPA, 2021), ou seja, ainda existe um espaço para incremento do consumo dos queijos artesanais. A Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ) estabeleceu a meta de aumento do consumo para 2030, atingindo a meta de 9,6 kg de queijo por habitante ano⁻¹, por meio de inovações e parcerias com produtores de leite no Brasil (MILKPOINT, 2017). Essa é uma estratégia das indústrias e não dos pequenos produtores rurais. É importante ressaltar que os queijos fabricados em indústrias, apesar de terem muitas vezes as mesmas etapas de produção, não são considerados queijos artesanais (CASTRO e BADARÓ, 2021). Mesmo que a indústria tenha obtido autorização para colocar na rotulagem os termos “artesanal” ou “tradicional”, esses queijos não são considerados artesanais (MAPA, 2022). Uma das características mais marcantes dos queijos artesanais é que não existe uma padronização no processo de produção nem do produto, fazendo de cada queijo algo único (VENTURA DA SILVA *et al.*, 2022).

Os queijos artesanais tem sido muito apreciados e cada vez mais o consumidor tem buscado esses produtos, que tem ganhado premiações em concursos internacionais, reconhecimento das identidades de território através das Indicações Geográficas (IG) – Serro MG; Canastra – MG; Colônia Witmarsum – PR; Campos de Cima da Serra – SC; e até reconhecimento em relação ao modo artesanal de fazer queijo de minas, pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN como patrimônio imaterial brasileiro (MENESES, 2006). Segundo Rosset e colaboradores (2020), houve um aumento na demanda por queijos artesanais brasileiros nos últimos anos, e cada vez mais o consumidor vem dando importância ao comércio local, a produção em pequena escala, ao produtor local e a tradição. Paralelamente, com o intuito de favorecer a produção dos produtos artesanais, a Lei nº 13.680 de 14 de junho de 2018 foi responsável pela alteração do RIISPOA publicado em 1950 (Brasil, 2018), incluindo o artigo 10-A o qual permitiu a comercialização interestadual de produtos alimentícios produzidos de forma artesanal, em todo o território nacional, identificados com o selo ARTE (BRASIL, 2018). Até 2019, estimava-se um total de 170 mil produtores de queijos artesanais no Brasil (PRODUTOS..., 2019), que poderiam se beneficiar com a criação do selo ARTE, o qual facilitou a comercialização dos produtos artesanais, bem como dos queijos

artesanais, pois permitiu a livre circulação em todo o Brasil. Entretanto, os pequenos produtores rurais ainda enfrentam um grande desafio, de adequação e regularização dos locais de fabricação e processamento às legislações vigentes, e uma grande parcela ainda permanece na informalidade (CHAVES *et al.*, 2021).

2.2 METAIS PESADOS

O termo “metal pesado” é largamente utilizado há mais de 80 anos, entretanto não há um consenso oficial da *International Union of Pure and Applied Chemistry* (IUPAC) com relação ao seu uso (DUFFUS, 2002). Segundo Duffus (2002) vários autores propuseram classificações baseadas nas densidades das formas elementares dos metais, peso atômico, no número atômico e nas propriedades químicas, contudo essas definições novamente não têm qualquer embasamento oficial e de alguma acabam sendo falhas. Mesmo não havendo uma definição oficial para o termo “metal pesado”, há um consenso de que essas substâncias apresentam uma toxicidade aos organismos e meio ambiente. Os autores Pourret e Hursthouse (2019) realizaram um levantamento sobre o uso do termo “metal pesado” em 167 artigos (Figura 2), publicados no periódico *International Journal of Environmental Research and Public Health* e elementos mais comumente atribuídos ao termo foram: alumínio (Al), vanádio (V), cromo (Cr), manganês (Mn), ferro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), arsênio (As), selênio (Se), molibdênio (Mo), cádmio (Cd), antimônio (Sb), bário (Ba), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb).

Figura 2: Tabela Periódica de Elementos Químicos, destacando os elementos considerados “metais pesados”, analisados em 167 artigos no periódico *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Fonte: Pourret e Hursthouse (2019)

Hydrogen																Helium															
1 H 1.008																2 He 4.0026															
Lithium																Boron															
3 Li 6.941																5 B 10.811															
Beryllium																Carbon															
4 Be 9.0122																6 C 12.011															
Sodium																Nitrogen															
11 Na 22.990																7 N 14.007															
Magnesium																Oxygen															
12 Mg 24.305																8 O 15.999															
Aluminum																Fluorine															
13 Al 26.981																9 F 18.998															
Silicon																Neon															
14 Si 28.086																10 Ne 20.180															
Phosphorus																Sulfur															
15 P 30.974																16 S 32.06															
Chlorine																Argon															
17 Cl 35.453																18 Ar 39.948															
Potassium																Krypton															
19 K 39.098																36 Kr 83.798															
Calcium																Bromine															
20 Ca 40.078																35 Br 79.904															
Scandium																Selenium															
21 Sc 44.956																34 Se 78.96															
Titanium																Manganese															
22 Ti 47.88																25 Mn 54.938															
Vanadium																Iron															
23 V 50.942																26 Fe 55.845															
Chromium																Cobalt															
24 Cr 51.996																27 Co 58.933															
Manganese																Nickel															
25 Mn 54.938																28 Ni 58.693															
Iron																Copper															
26 Fe 55.845																29 Cu 63.546															
Cobalt																Zinc															
27 Co 58.933																30 Zn 65.38															
Nickel																Gallium															
28 Ni 58.693																31 Ga 69.723															
Copper																Germanium															
29 Cu 63.546																32 Ge 72.64															
Zinc																Arsenic															
30 Zn 65.38																33 As 74.922															
Gallium																Selenium															
31 Ga 69.723																34 Se 78.96															
Germanium																Bromine															
32 Ge 72.64																35 Br 79.904															
Arsenic																Krypton															
33 As 74.922																36 Kr 83.798															
Selenium																Rubidium															
34 Se 78.96																37 Rb 85.468															
Bromine																Strontium															
35 Br 79.904																38 Sr 87.62															
Krypton																Yttrium															
36 Kr 83.798																39 Y 88.906															
Rubidium																Zirconium															
37 Rb 85.468																40 Zr 91.224															
Strontium																Niobium															
38 Sr 87.62																41 Nb 92.906															
Yttrium																Molybdenum															
39 Y 88.906																42 Mo 95.94															
Zirconium																Technetium															
40 Zr 91.224																43 Tc 98															
Niobium																Ruthenium															
41 Nb 92.906																44 Ru 101.07															
Molybdenum																Rhodium															
42 Mo 95.94																45 Rh 102.91															
Technetium																Palladium															
43 Tc 98																46 Pd 106.42															
Ruthenium																Silver															
44 Ru 101.07																47 Ag 107.87															
Rhodium																Cadmium															
45 Rh 102.91																48 Cd 112.41															
Ruthenium																Indium															
46 Pd 106.42																49 In 114.82															
Silver																Tin															
47 Ag 107.87																50 Sn 118.71															
Cadmium																Antimony															
48 Cd 112.41																51 Sb 121.76															
Indium																Tellurium															
49 In 114.82																52 Te 127.6															
Tin																Iodine															
50 Sn 118.71																53 I 126.905															
Antimony																Xenon															
51 Sb 121.76																54 Xe 131.29															
Tellurium																Cesium															
52 Te 127.6																55 Cs 132.91															
Iodine																Barium															
53 I 126.905																56 Ba 137.33															
Xenon																Lanthanum															
54 Xe 131.29																57 La 138.905															
Cesium																Cerium															
55 Cs 132.91																58 Ce 140.12															
Barium																Praseodymium															
56 Ba 137.33																59 Pr 140.908															
Lanthanum																Neodymium															
57 La 138.905																60 Nd 144.24															
Cerium																Promethium															
58 Ce 140.12																61 Pm 145															
Praseodymium																Samarium															
59 Pr 140.908																62 Sm 150.36															
Neodymium																Europium															
60 Nd 144.24																63 Eu 151.96															
Promethium																Gadolinium															
61 Pm 145																64 Gd 157.25															
Samarium																Terbium															
62 Sm 150.36																65 Tb 158.93															
Europium																Dysprosium															
63 Eu 151.96																66 Dy 162.50															
Gadolinium																Holmium															
64 Gd 157.25																67 Ho 164.93															
Terbium																Erbium															
65 Tb 158.93																68 Er 167.26															
Dysprosium																Thulium															
66 Dy 162.50																69 Tm 168.93															
Holmium																Ytterbium															
67 Ho 164.93																70 Yb 173.05															
Erbium																Lutetium															
68 Er 167.26																71 Lu 174.967															
Thulium																Hafnium															
69 Tm 168.93																72 Hf 178.49															
Ytterbium																Tantalum															
70 Yb 173.05																73 Ta 180.95															
Lutetium																Tungsten															
71 Lu 174.967																74 W 183.84															
Hafnium																Rhenium															
72 Hf 178.49																75 Re 186.21															
Tantalum																Osmium															
73 Ta 180.95																76 Os 190.23															
Tungsten																Iridium															
74 W 183.84																77 Ir 192.22															
Rhenium																Platinum															
75 Re 186.21																78 Pt 195.08															
Osmium																Gold															
76 Os 190.23																79 Au 196.967															
Iridium																Mercury															
77 Ir 192.22																80 Hg 200.59															
Platinum																Thallium															
78 Pt 195.08																81 Tl 204.38															
Gold																Lead															
79 Au 196.967																82 Pb 207.2															
Mercury																Bismuth															
80 Hg 200.59																83 Bi 208.98															
Thallium																Polonium															
81 Tl 204.38																84 Po 209															
Lead																Astatine															
82 Pb 207.2																85 At 210															
Bismuth																Radon															
83 Bi 208.98																86 Rn 222															
Polonium																Francium															
84 Po 209																87 Fr 223															
Astatine																Radium															
85 At 210																88 Ra 226															
Radon																Actinium															
86 Rn 222																89 Ac 227															
Francium																Thorium															
87 Fr 223																90 Th 232.038															
Radium																Protactinium															
88 Ra 226																91 Pa 231.04															
Actinium																Uranium															
89 Ac 227																92 U 238.03															
Thorium																Neptunium															
90 Th 232.038																93 Np 237															
Protactinium																Plutonium															
91 Pa 231.04																94 Pu 244															
Uranium																Americium															
92 U 238.03																95 Am 243															
Neptunium																Curium															
93 Np 237																96 Cm 247															
Plutonium																Berkelium															
94 Pu 244																97 Bk 247															
Americium																Californium															
95 Am 243																98 Cf 251															
Curium																Einsteinium															
96 Cm 247																99 Es 252															
Berkelium																Fermium															
97 Bk 247																100 Fm 257															
Californium																Mendelevium															
98 Cf 251																101 Md 258															
Einsteinium																Nobelium															
99 Es 252																102 No 259															
Fermium																Lawrencium															
100 Fm 257																103 Lr 262															
Mendelevium																															
101 Md 258																															
Nobelium																															
102 No 259																															
Lawrencium																															
103 Lr 262																															

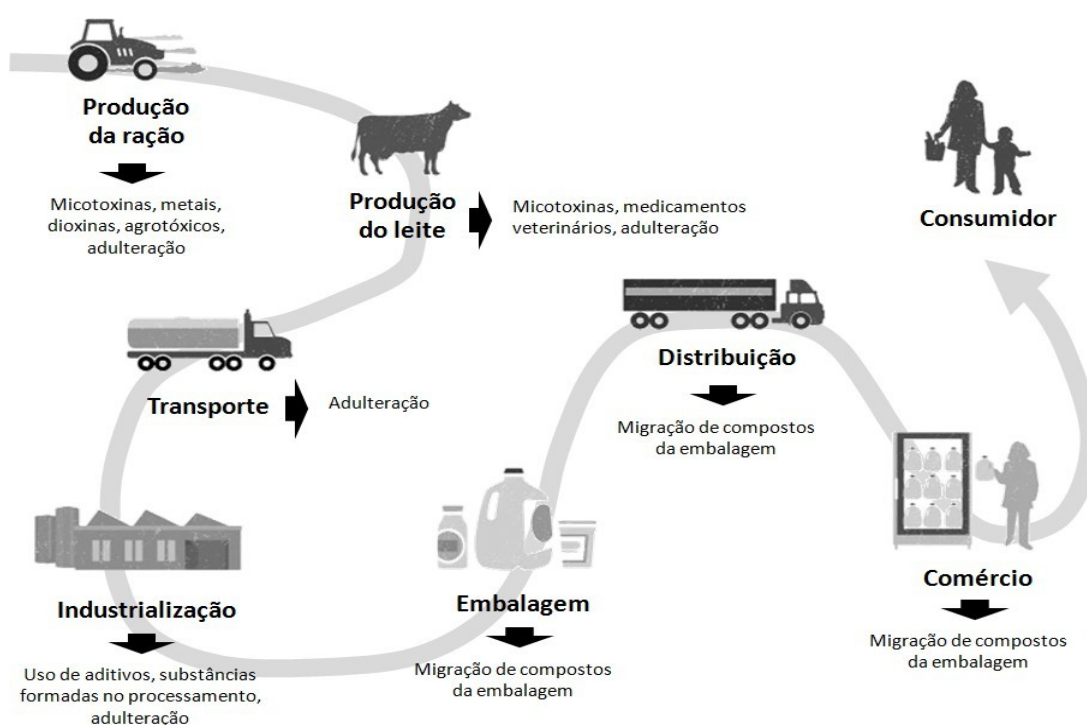
Pourret e Hursthouse (2019) propõe ainda que seja utilizado o termo “Elemento(s) Potencialmente Tóxico(s)” e enfatizam que os “metais pesados” e seus componentes podem apresentar toxicidade relativamente alta, no entanto vale destacar que nem sempre são tóxicos, e alguns são até considerados essenciais – dependendo da dose, dos níveis de exposição e organismo receptor (população). É importante que se compreenda as espécies que são realmente tóxicas aos organismos e meio ambiente, avaliando a biodisponibilidade e/ou bioacessibilidade, através de estudos de exposição aguda e crônica, para que se possa avaliar a toxicidade desses elementos.

De forma geral, os metais pesados em diferentes formas químicas orgânicas, inorgânicas ou elementares não possuem nenhuma função fisiológica benéfica ou essencial ao organismo. É sabido as diferentes formas químicas de Arsênio (As), Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg) e Chumbo (Pb) podem produzir efeitos adversos mesmo em quantidades muito pequenas (traço) nos organismos. Já elementos como Cromo (Cr) e Cobre (Cu) possuem uma faixa muito estreita de concentrações que determinam os efeitos benéficos e tóxicos (CORRÊA, 2021).

Os metais estão presentes naturalmente no ambiente, no ar, em rochas, no solo e através de fenômenos naturais como atividades vulcânicas (ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019). Entretanto, a ação antropogênica por meio de emissões industriais e veiculares, exploração excessiva dos recursos, degradação do

meio ambiente, mineração, do descarte de materiais como baterias em locais incorretos, intensificam a mobilização desses metais (CHANDRAKAR *et al.*, 2018). A contaminação por metais na cadeia dos lácteos ocorre principalmente pela exposição dos animais de produção a água, pastagens, ração e suplementos minerais de baixa qualidade (Figura 3) (ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019). Nesse contexto a natureza da embalagem empregada também pode interferir na contaminação dos alimentos, na medida em que ocorre migração desses metais pesados (THOMPSON e DARWISH, 2019).

Figura 3. Principais rotas de contaminação química de leite e produtos derivados. Fonte: (ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019).



Os metais em geral não se degradam facilmente, o que intensifica negativamente sua persistência no meio ambiente. Alguns efeitos como bioacumulação ao longo da cadeia alimentar e biomagnificação nos indivíduos que consumiram esse contaminante podem ocorrer.

A comissão do Codex de assessoramento científico *Joint Expert Committee on Food Additives* (JECFA), é a responsável pelas áreas de aditivos, resíduos de drogas veterinárias, contaminantes e toxinas nos alimentos que servem de base para a

confeção das legislações nacionais dos países membros, e abrangem determinação dos limites máximos tolerados, aspectos toxicológicos, estudos sobre exposições crônicas e agudas e avaliação da exposição em humanos (ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019). No Brasil, a Instrução Normativa nº 160 que estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos (BRASIL, 2022). Para leite e queijos são tolerados os seguintes metais e seus limites (Tabela 3):

Tabela 3 - LMT de metais ($\mu\text{g kg}^{-1}$) no Brasil em leite e queijos no Brasil Instrução Normativa 160/2022.

Categorias	As Total	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg total ***	Sn
Leite fluído e produtos lácteos ^a	50	20	50	-	-	-	-
Queijos	500	400	500	10000**	-	-	-

** apenas para queijos de média e baixa umidade

*** (apenas para peixes, peixes predadores, moluscos – bivalves e cefalópodes e crustáceos)

^a Leite fluído pronto para consumo e produtos lácteos sem adição, sem diluir e nem concentrar
Dados extraídos da instrução normativa 160/2022.

A comissão do Codex na 38^o sessão estabeleceu os níveis máximos de ingestão mensais, semanais e diários toleráveis e seguros, e também, definiu uma lista com os níveis máximos de contaminantes em alimentos. A Tabela 4 destaca a Ingestão Semanal Tolerável Provisória (*Provisional Tolerable Weekly Intake* - PTWI) e a Ingestão Mensal Tolerável Provisória (*Provisional Tolerable Monthly Intake* - PTMI) dos contaminantes inorgânicos estabelecidos pelo JECFA (JECFA, 2011) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

Tabela 4 Ingestão Semanal Tolerável Provisória (*Provisional Tolerable Weekly Intake* - PTWI) e a Ingestão Mensal Tolerável Provisória (*Provisional Tolerable Monthly Intake* - PTMI) dos metais pesados.

Contaminante	Parâmetro	Valor ($\mu\text{g/kg}^{-1}$ pc*)	Avaliação
Hg (inorgânico)	PTWI	4	JECFA (2010)
Metilmercúrio	PTWI	1,6	JECFA (2006)
Pb	PTWI Retirada	-	JECFA (2010)
Cd	PTMI	25	JECFA (2010)
As	PTWI Retirada	-	JECFA (2011)

Para As e Pb foram retirados os limites de PTWI, logo até o momento não existem doses seguras de consumo. Para Hg inorgânico, metilmercúrio e Cd são estabelecidos limites de ingestão sem risco apreciável a saúde.

3. OBJETIVO

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar se as concentrações dos metais Cromo (Cr), Cobre (Cu), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg) e Chumbo (Pb) encontrados nas amostras de queijos artesanais brasileiros analisados oferecem risco a saúde do consumidor.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar as concentrações dos metais Cromo (Cr), Cobre (Cu), Arsênio (As), Cádmio (Cd), Mercúrio (Hg) e Chumbo (Pb) em amostras de 8 tipos de queijos artesanais brasileiros empregando a técnica de Espectrometria de Massa com Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-MS);
- Analisar se as concentrações de metais traço em amostras de queijos artesanais brasileiros estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação brasileira;
- Avaliar o risco associado a ingestão de metais traço presentes nos queijos artesanais brasileiros com base na estimativa diária de ingestão (EDI), o quociente de perigo alvo (THQ) e índice de perigo (HI).

4. CAPÍTULO 1 - CONTAMINANTES INORGÂNICOS EM PRODUTOS LÁCTEOS: ASPECTOS REGULATÓRIOS, FONTES DE CONTAMINAÇÃO AO LONGO DO PROCESSAMENTO E PERIGOS TOXICOLÓGICOS AO CONSUMIDOR

Artigo de revisão submetido a Revista Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente na seção Toxicologia de Alimentos, submetido em: 01/09/2020 e aprovado em: 01/11/2020.²

RESUMO

Leite e derivados são importantes constituintes de uma alimentação adequada e saudável sendo muito frequentemente consumidos por crianças e idosos, os quais fazem parte do grupo de risco. Nessa mesma matriz alimentar também podem ser encontrados elementos, que em geral são metais em diferentes formas químicas orgânicas, inorgânicas ou elementares, os quais não possuem nenhuma função fisiológica benéfica ou essencial aos organismos. Esses elementos mercúrio, cádmio, chumbo e arsênio (Hg, Cd, Pb e As) são contaminantes inorgânicos que produzem efeitos adversos mesmo em quantidades traço, sendo alguns cumulativos e de lenta eliminação. Diante deste cenário, esta revisão tem como objetivo dar uma visão geral sobre a questão dos perigos químicos e a segurança de alimentos, das regulamentações internacionais e nacionais, das diversas fontes de contaminação durante o processamento, dos perigos toxicológicos ao homem e por fim, relacionar alguns trabalhos que detectaram a presença de contaminantes inorgânicos em produtos lácteos.

Palavras-chave: mercúrio, contaminantes inorgânicos, produtos lácteos, metais pesados, perigos toxicológicos à saúde.

² ROCHA, L. S.; QUITÉRIO DE SOUZA, S.L.; CRUZ, A.G. Contaminantes inorgânicos em produtos lácteos: aspectos regulatórios, fontes de contaminação ao longo do processamento e perigos toxicológicos ao consumidor. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, v.1, n. 11, p. 132-158, nov. 2020. ISSN: 2675-2530. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/alimentos/article/view/1756>

1 INTRODUÇÃO

Leite e derivados são importantes constituintes de uma alimentação adequada e saudável. São alimentos com indicação para serem consumidos frequentemente na primeira refeição do dia ou como ingrediente de inúmeras preparações culinárias consumidas ao longo do dia (BRASIL, 2014). Também são ricos em minerais essenciais que são requisitados em geral pelo organismo em pequenas quantidades, no entanto desempenham funções relevantes tais como: no equilíbrio-osmótico, na contração muscular, como cofatores, no equilíbrio ácido-base, em funções estruturais entre outros (PAIVA *et al.*, 2019). A RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005, estabelece a Ingestão Diária Recomendada (IDR) para os macro e micro elementos essenciais, definindo a IDR como: “quantidade de proteína, vitaminas e minerais que deve ser consumida diariamente para atender às necessidades nutricionais da maior parte dos indivíduos e grupos de pessoas de uma população sadia” (BRASIL, 2006). Nessa mesma matriz alimentar também podem ser encontrados elementos, que em geral são metais em diferentes formas químicas orgânicas, inorgânicas ou elementares, os quais não possuem nenhuma função fisiológica benéfica ou essencial ao organismo. Esses elementos Hg, Cd, Pb e As produzem efeitos adversos mesmo em quantidades traço, e alguns são cumulativos e de lenta eliminação. O Codex Alimentarius (2020a) conceitua que “contaminantes são substâncias não adicionadas intencionalmente aos alimentos” e podem surgir durante alguma etapa do processamento dos alimentos ou através do meio ambiente em que estão relacionados. Comitês específicos do Codex Alimentarius (Codex) são responsáveis por estabelecer os limites máximos (LM) da maioria desses contaminantes. É importante esclarecer que muitos deles estão presentes naturalmente no ambiente, logo não seria possível estabelecer limite igual a zero, por isso estão presentes muitas vezes de forma não intencional (CODEX ALIMENTARIUS, 2012). Diante disso, os especialistas trabalham com o estabelecimento de níveis bem reduzidos, toleráveis e seguros.

Diferentes medidas são propostas pelo Codex Alimentarius para garantir alimentos com níveis aceitáveis / toleráveis de contaminantes, tais como: “eliminação ou controle da fonte de contaminação; avaliação do processamento dos alimentos; identificação e separação dos alimentos inadequados ao consumo humano” (CODEX

ALIMENTARIUS, 2012). Especificamente, os contaminantes inorgânicos (Hg, Cd, Pb e As) são metais, que acabam sendo confundidos pelo organismo como “falsos” minerais essenciais.

Paiva e colaboradores (2019) conceituam que o leite de qualidade é um produto

com sabor e odor agradáveis, alto valor nutricional, baixa contaminação microbiana e ausência de bactérias nocivas para a saúde humana, livre de adulterantes, de sedimentos, de substâncias tóxicas ou de outros contaminantes químicos.

Este conceito nos remete ao entendimento que este alimento deva nutrir, ter qualidade e ser seguro. Chandrakar e colaboradores (2018) abordam a contaminação química no leite indiano, e destacam a preocupação do consumo feito principalmente, por crianças e idosos que fazem parte do grupo de risco. Diante deste cenário, esta revisão tem como objetivo dar uma visão geral sobre os contaminantes inorgânicos em produtos lácteos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento bibliográfico utilizando as palavras-chaves: Hg, contaminantes inorgânicos, produtos lácteos, metais pesados, perigos toxicológicos à saúde, em inglês e português, na base de dados do Periódicos Capes, *Science Direct*, *Wiley*, *Springer* e Google Acadêmico. Adicionalmente, buscas diretas foram realizadas em sites de organismos nacionais e internacionais como Codex Alimentarius, FAO, WHO, ANVISA, MAPA acessando relatórios e legislações.

3 PERIGOS QUÍMICOS E A SEGURANÇA DE ALIMENTOS

Na cadeia de produção dos lácteos, Ariseto-Bragotto e Spizzo (2018) relacionam contaminantes intencionais e não intencionais, como sendo:

substâncias potencialmente tóxicas de origem natural (micotoxinas), ambiental (metais, dioxinas, bifenilas policloradas), formadas durante o processamento, adicionadas com finalidades específicas (aditivos, adulterantes), provenientes da embalagem, bem como os resíduos de substâncias utilizadas na produção animal (medicamentos veterinários) e agrícola (agrotóxicos).

Esses químicos podem ser adicionados intencionalmente para fins tecnológicos (por exemplo, aditivos alimentares) ou não intencionalmente, estando presentes no próprio ar ambiente, água e solo (WHO, 2020a).

A OMS destaca que “a contaminação dos alimentos por perigos químicos é uma

preocupação mundial de Saúde Pública e uma das principais causas de problemas no comércio internacional” (WHO, 2020a). Segundo a FAO (2019), a “garantia da Segurança de Alimentos é prioridade na Saúde Pública e um passo extremamente relevante para se alcançar a Segurança Alimentar”. Esses termos causam muita confusão por isso é importante reforçar o significado de cada conceito. Consta na Declaração de Roma Sobre a Segurança Alimentar Mundial e no Plano de Ação da Cimeira Mundial da Alimentação, evento organizado pela FAO em 1996, a definição de Segurança Alimentar (ou Food Security – termo em inglês) como sendo o “acesso físico, social e econômico ao alimento seguro e nutritivo que atenda às necessidades dietéticas e preferências alimentares de todas as pessoas, em qualquer tempo, para uma vida ativa e saudável” (NAPOLI, 2011) (FAO, 1996).

No Brasil o extinto Conselho Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional (CONSEA) definiu de forma mais ampla o conceito de Segurança alimentar e Nutricional, o qual

consiste na realização do direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais, tendo como base práticas alimentares promotoras da saúde, que respeitem a diversidade cultural e que sejam ambiental, cultural, econômica e socialmente sustentáveis (CONSEA, 2017).

Foram incluídas preocupações relacionadas a qualidade e quantidade desses alimentos ofertados, bem como o respeito a diversidade cultural, ambiental e a sustentabilidade. Nesse contexto a segurança dos alimentos desempenha um papel ímpar sendo um dos pilares da construção de uma base sólida da Segurança Alimentar (FAO, 2019). O termo Segurança dos alimentos (ou Food safety termo em inglês), por sua vez, é a “ausência ou em níveis seguros e aceitáveis de perigos nos alimentos que possam prejudicar a saúde dos consumidores” (UNITED NATIONS, 2019). O conceito Segurança de alimentos envolve a ausência de perigos que podem ser de natureza química, física e/ou biológica nos alimentos. Diante desses conceitos pode-se dizer que a Segurança dos alimentos está contida dentro deste conceito maior que é a Segurança Alimentar. A partir da instabilidade em algum desses conceitos, observa-se situações de insegurança ou emergências. Dados da WHO (2020d) revelam que 600 milhões de pessoas são impactadas pelas doenças transmitidas por alimentos (DTA) e 420.000 morrem devido ao consumo de alimentos contaminados com bactérias, vírus, parasitas, toxinas ou produtos químicos. Na maioria das vezes são problemas de segurança de alimentos em alguma etapa da

cadeia produtiva, que acabam impactando a Segurança Alimentar.

Um estudo realizado pelo Banco Mundial demonstrou que economias de média e baixa renda da Ásia e África gastam em torno de U\$ 95 bilhões por ano com alimentos inseguros, em custos que envolvem diminuição da produtividade e despesas médicas (JAFFEE *et al.*, 2019). Os números desse estudo são bem expressivos em crianças com idade inferior a 5 anos, onde as DTA representam 125.000 mortes a cada ano (WHO, 2020d).

A FAO (2019) ainda destaca que uma comida insegura (*Unsafe food* – termo em inglês) interfere na absorção de nutrientes e pode impactar no atraso do desenvolvimento de crianças. Uma nutrição deficiente torna as pessoas mais suscetíveis a doenças (FAO, 2019).

A crescente globalização também torna as pessoas mais expostas a doenças transmitidas por alimentos. Diante dessa conjuntura, é preocupante quando se verifica o crescente aumento do comércio internacional dos alimentos (FAO, 2019). Alimentos inseguros produzidos em locais que não respeitam os códigos internacionais podem interferir nos padrões de consumo de outros países e impactar diretamente a saúde dos consumidores. A Tabela 1 relaciona os principais perigos alimentares, números de pessoas impactadas por DTA e a mortalidade no ano de 2010 (WHO, 2015).

Tabela 1 - Principais perigos alimentares, número de pessoas impactadas por DTA e mortalidade em 2010.

<i>Perigos de origem alimentar</i>	<i>Agentes infecciosos</i>	<i>Nº de Pessoas impactadas por DTA</i>	<i>Mortalidade por DTA</i>
<i>Bactérias</i>	<i>Salmonella spp, Vibrio cholerae, E. coli, Shigella spp., Brucella spp., Listeria monocytogenes, Campylobacter spp.</i>	359.747.420	272.554
<i>Vírus</i>	Norovírus e Hepatite A	138.513.782	62 660
<i>Protozoários</i>	<i>Entamoeba histolytica, Giardia spp., Cryptosporidium spp. e Toxoplasma gondii</i>	77.462.734	6 242
<i>Vermes</i>	Cestódeos, Nematóides, Trematódeos e Helmintos	25 863 663	90 271
<i>Substâncias químicas</i>	Aflatoxinas, cianogênicos e dioxinas	217.632	19.712

Os intervalos de incerteza (IU) não são mostrados;

Estimativas publicadas pela OMS reportam apenas 217.632 casos de DTA de origem química, sendo que destes não são indicados casos relativos a contaminantes inorgânicos, enquanto que quase a totalidade, em torno de 550 milhões, são causadas

por agentes infecciosos que causam doenças diarreicas (WHO, 2015).

4 REGULAMENTAÇÃO INTERNACIONAL E NACIONAL

O Codex Alimentarius, criado em conjunto com a Organização das Nações Unidas para a Agricultura e a Alimentação (FAO) e a Organização Mundial da Saúde (OMS), é uma ferramenta fundamental para os que atuam nos diferentes elos da cadeia produtiva com o intuito de ofertar aos consumidores alimentos seguros e de qualidade (MARTINELLI, 2003). A ideia principal é através de bases científicas, garantir uma harmonização entre governos, produtores industriais e assim diminuir as fronteiras e distanciamentos entre normas de cada país (FAO, 2019).

A comissão do Codex possui 3 comitês de assessoramento científico com especialistas (consultorias especializadas) ligados a FAO e OMS, que são: o Joint Expert Committee on Food Additives (JECFA), responsável pelas áreas de aditivos, resíduos de drogas veterinárias, contaminantes e toxinas nos alimentos; o Joint Meeting on Pesticides Residues (JMPR) estuda os resíduos de pesticidas em alimentos e no meio ambiente, avaliando dados sobre metabolismo, níveis máximos de resíduos e padrões de uso; o Joint Expert Committee on Microbiological Risk Assessment (JEMRA) o qual realiza uma avaliação do risco microbiológico na combinação patógeno e produto (FAO, 2019) (MARTINELLI, 2003). Os estudos realizados pelos comitês JECFA e o JMPR servem de base para a confecção das legislações nacionais dos países membros, e abrangem determinação dos limites máximos tolerados, aspectos toxicológicos, estudos sobre exposições crônicas e agudas e avaliação da exposição em humanos (ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019).

Na 38ª Sessão do Comitê do Codex sobre aditivos alimentares e contaminantes o JECFA estabeleceu níveis máximos de ingestão mensais, semanais e diários toleráveis e seguros, e também, definiu uma lista com os níveis máximos de contaminantes em alimentos. A Tabela 2 abaixo destaca a Ingestão Semanal Tolerável Provisória (Provisional Tolerable Weekly Intake - PTWI) e a Ingestão Mensal Tolerável Provisória (Provisional Tolerable Monthly Intake - PTMI) dos contaminantes inorgânicos estabelecidos pelo JECFA (JECFA, 2011) (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2011).

Tabela 2 - Ingestão Tolerável dos Contaminantes Inorgânicos

Contaminante	Parâmetro	Valor ($\mu\text{g}/\text{kg}^{-1}$ pc*)	Avaliação
Hg (inorgânico)	PTWI	4	JECFA (2010)
Metilmercúrio	PTWI	1,6	JECFA (2006)
Pb	PTWI Retirada	-	JECFA (2010)
Cd	PTMI	25	JECFA (2010)
As	PTWI Retirada	-	JECFA (2011)

*pc = peso corpóreo

Para As e Pb foram retirados os limites de PTWI, logo até o momento não existem doses seguras de consumo. Para Hg inorgânico, metilmercúrio e Cd são estabelecidos limites de ingestão sem risco apreciável a saúde.

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), é a responsável pela regulamentação do emprego de aditivos e no controle dos contaminantes nos alimentos. Os valores de referência adotados são norteados pelos estudos das avaliações de segurança de uso feitas pelas comissões específicas do Codex. A ANVISA também realiza o gerenciamento dos riscos, com base em medidas de Boas Práticas para prevenir o contaminante no alimento, determinando LM e níveis de ingestão tolerável, fazendo a comunicação de risco, criando programas de monitoramento e realizando as ações de fiscalização. Na atividade de gerenciamento do risco é determinado que as Vigilância Municipais em conjunto com os Laboratórios Centrais de Saúde Pública (LACEN) de cada estado, façam a coleta para realização da análise de aditivos e contaminantes através do Programa Nacional de Monitoramento de Aditivos e Contaminantes em Alimentos (PROMAC)³, que tem o “objetivo de revisar os LM, avaliar o uso de aditivos e sugerir medidas de gerenciamento de riscos” nos alimentos expostos ao consumo humano (GGALI, 2018).

Os países que fazem parte do Mercosul harmonizaram os regulamentos técnicos referentes a LM de contaminantes inorgânicos em alimentos, para se evitar obstáculos e divergências existentes entre os países (BRASIL, 2013). Aprovou-se a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 42 publicada em 2013, que

dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre LM de Contaminantes Inorgânicos em Alimentos admitindo-se a presença de elementos metálicos e não metálicos dentro dos limites estabelecidos. Essa RDC determina que os níveis dos contaminantes, deverão ser os mais baixos possíveis, evitando a contaminação do alimento na fonte, com aplicação de

³ Assunto tratado pela Gerência de Ações de Ciência e Tecnologia de Alimentos (GACTA) que é subordinada a Gerência-Geral de Alimentos (GGALI) da ANVISA. Disponível em <http://portal.anvisa.gov.br/quem-e-quem> Acesso em: 11 jul. 2020.

tecnologias mais apropriadas na produção, manipulação, armazenamento, processamento e envase (BRASIL, 2013).

É sabido que os efeitos tóxicos dos contaminantes irão depender da toxicidade da substância, da quantidade ingerida e das características dos indivíduos, por isso é tão importante definir os LM tolerados nos alimentos, com base no gerenciamento de risco (BRASIL, 2019a).

Na Tabela 3 estão descritos os LM para contaminantes inorgânicos estabelecidos pela RDC 42/2013 na matriz leite e derivados. Nota-se que para o elemento Hg não foi definido LM, isso reforça que ainda são necessários estudos que destaquem a importância deste contaminante em lácteos. O LM do Hg foi definido apenas para a categoria de pescados (peixes, peixes predadores, crustáceos, moluscos bivalves e cefalópodes).

Tabela 3 - LM de contaminantes inorgânicos (mg kg⁻¹) no Brasil em leite e derivados

Categorias	As	Pb	Cd	Hg *	Estanho **
Leite fluido e produtos lácteos ^a	0,05	0,02	0,05	-	-
Sorvete de Leite ou creme	0,10	0,10	0,05	-	-
Creme de leite	0,10	0,10	0,20	-	-
Leite condensado e doce de leite	0,10	0,20	0,10	-	-
Queijos	0,50	0,40	0,50	-	-

*apenas para peixes, peixes predadores, moluscos – bivalves e cefalópodes e crustáceos

**apenas para bebidas e alimentos enlatados

^a Leite fluido pronto para consumo e produtos lácteos sem adição, sem diluir e nem concentrar

A análise de risco é a ferramenta indicada para se determinar os limites de contaminação em cada alimento e o potencial tóxico em relação ao indivíduo ou população (BRASIL, 2019a). Os resultados dessa análise apoiam as autoridades sanitárias em suas decisões e no gerenciamento. Diante disso, enfatiza-se a importância desse estudo, tendo em vista que para a matriz alimentícia de leite e derivados a ANVISA não determinou LMT, estando a lei em consulta pública. A lista de contaminantes determinada pela ANVISA se baseia em listas internacionais, no entanto é de extrema importância que estudos internos reconheçam e estabeleçam os principais contaminantes presentes aqui no Brasil.

O assunto relacionado a contaminantes químicos em alimentos está entre os 8 temas da área de alimentos, que são prioritários na Agenda Regulatória da ANVISA quadriênio 2017 a 2020 (ANVISA, 2019). Recentemente, a ANVISA publicou duas

Consultas Públicas (CP) sobre contaminantes em alimentos, a CP nº 777 a qual trata de uma

proposta de RDC sobre os limites máximos tolerados (LMTs) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade.

A CP nº 778 “proposta de Instrução Normativa (IN) que estabelecerá os LMTs de contaminantes em alimentos” (ANVISA, 2020a) (ANVISA, 2020b). Os anexos presentes na minuta da instrução normativa CP nº778 determinam LMT para metais, micotoxinas e outros contaminantes (benzopireno, dioxinas, furanos e bifenilas policloradas) (ANVISA, 2020b). Para o grupo dos metais foram estabelecidos LMTs para As total, Cd, Pb, Cu, Cr, Hg total e Sn. A Tabela 4 relaciona os LMT propostos dos contaminantes em leite e derivados na CP 778/2020.

Tabela 4 - LMT de metais (mg/kg-1) no Brasil em leite e derivados no Brasil proposta CP 778/2020

Categorias	As Total	Pb	Cd	Cu	Cr	Hg total ***	Sn
Leite fluido e produtos lácteos ^a	0,05	0,02	0,05		-	-	-
Sorvete de Leite ou creme	0,10	0,10	0,05	-	-	-	-
Creme de leite	0,10	0,10	0,20				
Leite condensado e doce de leite	0,10	0,20	0,10	10 *	-	-	-
Queijos	0,50	0,40	0,50	10 **	-	-	-

* apenas para doce de leite

** apenas para queijos de média e baixa umidade

*** (apenas para peixes, peixes predadores, moluscos - bivalves e cefalópodes e crustáceos)

^a Leite fluido pronto para consumo e produtos lácteos sem adição, sem diluir e nem concentrar

Dados extraídos da minuta da IN anexo I - LMT de metais – Consulta Pública 778 -2020 (ANVISA, 2020b)

Em comparação com a RDC 42/2013, a atual proposta acrescentou a LMT para As total e em alguns alimentos, e em outros menciona LMT para As inorgânico. Nos produtos lácteos a mudança a princípio foi apenas com o acréscimo de LMT para Cu. Essa proposta CP 778 também incorporou os LMT para alimentos infantis, que atualmente encontra-se publicado na RDC 193/2017 (BRASIL, 2017).

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) tem uma ferramenta de gerenciamento de risco que é o Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes – (PNCRC/Animal)⁴, que tem por objetivo “promover a segurança

⁴ O PNCR foi instituído pela Portaria Ministerial nº. 51, de 06 de maio de 1986 e adequado pela Portaria Ministerial nº. 527, de 15 de agosto de 1995. Atualmente, a Instrução normativa nº 42, de 20 de dezembro de 1999 altera o PNCR setorial para carne, mel, leite e pescado. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes> Acesso em: 20 jul.2020.

química dos alimentos de origem animal produzidos no Brasil” (MAPA, 2020). Anualmente, são publicados em instrução normativa o plano de amostragem e os respectivos limites de referência para toda a cadeia de produtos de origem animal. A partir de 2017 foi incluído no PNCR a pesquisa dos contaminantes inorgânicos no leite (As, Cd e Pb). Em carnes, esses contaminantes também são pesquisados adicionado do Hg.

A Tabela 5 apresenta os resultados não conformes do PNCR realizado no ano de 2018 e 2019 com relação aos contaminantes inorgânicos detectados em carne de bovino abatido.

Tabela 5 - Resultados não conformes de contaminantes inorgânicos em bovinos abatidos no PNCR 2018 e 2019.

PNCR	Compostos monitorados	Matriz	Nº de amostras analisadas	Nº de amostras NC*	Concentração das amostras violadas ($\mu\text{g kg}^{-1}$ ou $\mu\text{g L}^{-1}$)	% de C**
(BRASIL, 2018)	Cd	Rim	195	3	1163,83 1478,63 1764,94	98,46 %
(BRASIL, 2019b)			203	1	1636,31	99,50%

*NC = não conformes; **C=Conformidade

Os resultados expressam que 1,54 % em 2018 e 0,49 % em 2019 das amostras apresentaram não conformidade e valores superiores ao limite de referência de 1000 $\mu\text{g/kg}$ -1 do composto Cd (BRASIL, 2018) (BRASIL, 2019b). Outros contaminantes inorgânicos (As e Cd) não foram encontrados nos rins nem na musculatura (Hg) na categoria bovino abatido ano de 2018 e 2019. No leite foram pesquisados As, Cd e Pb em 160 amostras em 2018 e em 165 amostras em 2019, em ambas a conformidade foi de 100%. Os contaminantes químicos encontrados em leite foram resíduos de drogas veterinárias tanto em 2018 quanto 2019.

Uma abordagem moderna considera que a garantia da segurança dos alimentos deve ser iniciada com medidas de prevenção de riscos na cadeia primária. O crescente consumo por proteína animal faz com que aumente os cuidados em relação a segurança dos alimentos ofertados aos animais (CODEX ALIMENTARIUS, 2020b). Dados do PNCR no período de 2012 a 2016, destacam como causas mais frequentes de violações, a presença de metais tóxicos Cd, Pb e As, em amostras de bovinos

abatidos, suínos e aves de corte⁵.

5 FONTES DE CONTAMINAÇÃO DURANTE O PROCESSAMENTO E PERIGOS TOXICOLÓGICOS AO HOMEM

Os metais estão presentes naturalmente no ambiente, no ar, em rochas, no solo e através de fenômenos naturais como atividades vulcânicas (ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019). Entretanto, a ação antropogênica por meio de emissões industriais e veiculares, exploração excessiva dos recursos, degradação do meio ambiente, mineração, do descarte de materiais como baterias em locais incorretos, intensificam a mobilização desses metais (CHANDRAKAR *et al.*, 2018). A **Figura 1** destaca as principais fontes de contaminantes ambientais em alimentos.

Figura 1 Principais fontes de contaminação por metais pesados em alimentos.

FONTES NATURAIS	FONTES ANTROPOGÊNICAS	MIGRANTES DE EMBALAGEM
• No ar, solo e rochas • Fenômenos naturais (erupção vulcânica)	• Emissões industriais e veiculares • Mineração • Incineração • Descarte incorreto de baterias e eletrônicos • Exploração dos recursos • Degradação do meio ambiente • Uso de agrotóxicos e fertilizantes	• Materiais de embalagens como lata, equipamentos e utensílios (panelas).

Atividade industrial juntamente com outras fontes de contaminação antropogênicas mobilizam no ambiente diversas formas químicas dos metais pesados, os quais acabam sendo inalados, ingeridos ou através do contato contaminando diretamente ao homem, animais e plantas que são usados na alimentação. A contaminação por metais na cadeia dos lácteos ocorre principalmente pela exposição dos animais de produção a água, pastagens, ração e suplementos minerais de baixa qualidade

⁵ Dados extraídos da Apresentação da Auditoria Fiscal Federal Agropecuária Fernanda Marcussi Tucci sobre Metais Tóxicos Controles Oficiais do Ministério da Agricultura. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/ControlesOficiaisFernanda.pdf> Acessado em: 22/10/2020.

(ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019). Nesse contexto a natureza da embalagem empregada também pode interferir na contaminação dos alimentos, na medida em que ocorre migração desses metais pesados (THOMPSON & DARWISH, 2019).

Os metais em geral não se degradam facilmente, o que intensifica negativamente sua persistência no meio ambiente. Alguns efeitos como bioacumulação ao longo da cadeia alimentar e biomagnificação nos indivíduos que consumiram esse contaminante podem ocorrer.

a. Mercúrio

Bille e colaboradores (2020) afirmaram que houve um aumento significativo do Hg que alcança o meio ambiente através da ação humana. Essa preocupação remonta desde o desastre ocorrido em Minamata no Japão, onde foram descartadas toneladas de metilmercúrio na baía. A partir desse fato, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) estabeleceu a Convenção de Minamata⁶, um tratado global assinado por cerca de 140 países, com o objetivo de limitar as emissões de Hg e seus compostos no meio ambiente (ONU, 2019; PNUMA, 2013). Essa atenção é eminente em função de ser um metal extremamente tóxico que coloca em risco a saúde humana e do meio ambiente do ponto de vista local e global (PNUMA, 2013).

As diferentes formas químicas do Hg: elementar ou metálico (Hg^0), sais inorgânicos de Hg^{+2} (mercuroso) e Hg^{+2} (mercúrico) estão presentes no ciclo biogeoquímico do Hg, envolvendo processos no solo, na água e no ar atmosférico (ESTRELA & ROHLFS, 2011). O Hg metálico depositado no sedimento de lagoas, tanto por acidentes quanto uso de algicidas por exemplo, são convertidos em metilmercúrio, o mais tóxico dos compostos mercuriais (SHIBAMOTO & BJELDANES, 2014).

Shibamoto e Bjeldanes (2014) compararam níveis de Hg em produtos de origem vegetal e à base de carne nos Estados Unidos, nesses últimos a concentração foi menor. No entanto, também ressaltam que o metilmercúrio é o que apresenta maior concentração em produtos à base de pescados. Esses achados corroboram com a preocupação destacada por (ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019), quando sugerem que a contaminação no leite pode ser oriunda de parte do alimento concentrado (ração) à base de farinha de peixe marinho ofertado ao gado.

⁶ VÍDEO: Convenção de Minamata sobre Mercúrio | ONU Brasil (ONU, 2016). Disponível em: <https://nacoesunidas.org/video-convencao-de-minamata-sobre-mercúrio/>
<http://www.mercuryconvention.org/>

A exposição ao metilmercúrio se dá principalmente por meio da dieta, em especial através do consumo de pescado (WHO, 2008). A ingestão de Hg orgânico (metilmercúrio) está associada a efeitos no sistema nervoso e no sistema reprodutor, esta substância atravessa facilmente a barreira placentária e hematoencefálica, sendo bem preocupante em gestantes (HERNANDEZ *et al.*, 2017).

Custódio e colaboradores (2020) avaliaram o Hg total em peixes comerciais e estimaram o consumo de metilmercúrio em diferentes regiões do Brasil, constatando que nas regiões Norte e Nordeste em função do hábito alimentar, os valores da PTWI estipulados pelo Codex, foram ultrapassados. Apesar dos níveis totais de Hg encontrados em pescado estarem dentro dos limites estabelecidos nas legislações nacionais e internacionais, Custódio e colaboradores (2020) apontam que há risco de neurotoxicidade visto que, os hábitos alimentares em algumas regiões são distintos. Isso demonstra a importância em se determinar a ingestão tolerável dos contaminantes em função do tipo de alimento, dieta e hábito alimentar das pessoas daquela região.

b. Arsênio

O As é um elemento abundante na crosta terrestre e nas águas subterrâneas de vários países incluindo Argentina, Bangladesh, Chile, China, Índia, México e Estados Unidos (WHO, 2018). No ambiente, suas espécies inorgânicas (mais tóxicas) podem se combinar com oxigênio, cloro e enxofre, enquanto que as orgânicas (menos tóxicas) podem estar combinadas com carbono e hidrogênio (ATSDR, 2011). O As inorgânico está na lista de contaminantes e toxinas que devem ser avaliados com prioridade pelo JECFA (CODEX ALIMENTARIUS, 2019).

As pessoas acabam sendo expostas principalmente, através do consumo de alimentos que foram irrigados com água contaminada, usando a água no preparo dos alimentos, ou através da própria ingestão e higiene (WHO, 2018). Os principais alimentos que podem conter As são: peixes, frutos do mar, carnes, aves, laticínios e cereais (WHO, 2018). No entanto, deve-se considerar que alguns alimentos podem conter maior concentração de As orgânico, por isso a importância da definição de LM e análises químicas que façam a especiação e considerem o LM para o As inorgânico. De forma antropogênica, industrialmente, usa-se As na fundição de metais (em ligas), combustão de combustíveis fósseis (especialmente carvão), em mineração, no processamento de vidro, pigmentos, conservantes de madeira e historicamente em alguns agrotóxicos (WHO, 2019a).

A exposição ao As ocorre principalmente através da ingestão de alimentos e água contaminados (SHIBAMOTO & BJELDANES, 2014). A toxicidade está relacionada principalmente na inativação de enzimas responsáveis pela síntese e reparo do DNA. Além disso, a substância é um carcinógeno reconhecido que pode afetar diversos órgãos. Em Bangladesh, foi relatado o maior surto por intoxicação de As inorgânico encontrado naturalmente em água subterrânea usada para beber, o qual acometeu mais de 57 milhões de pessoas (SMITH *et al.*, 2000). Nesta população ocorreram diversos casos de câncer de pulmão, bexiga e pele, além de sintomas de pigmentação da pele, hepatomegalia e anemia (SMITH *et al.*, 2000).

c. Chumbo

Dentre os metais pesados que existem na crosta terrestre o Pb é o que se encontra de forma mais abundante (ARISSETO-BROGOTTO e SPISSO, 2019). No entanto, a atividade humana, principalmente do setor industrial aumentaram as concentrações deste elemento ainda mais no meio ambiente (VASCONCELOS NETO *et al.*, 2019). A exposição humana acabou sendo intensificada devido ao uso de Pb, no processo de octanagem da gasolina, tintas, estruturas residências e instalações industriais (EPA, 2020). No meio ambiente o Pb se combina a outros elementos, também existindo na forma orgânica (mais tóxica) e inorgânica (menos tóxica) (ARISSETO- BROGOTTO e SPISSO, 2019). Em uma revisão sistemática realizada por Vasconcelos Neto e colaboradores (2019), foram encontrados no Brasil níveis mais elevados de Pb em alimentos infantis, vegetais, carnes e derivados. Particularmente, as crianças são mais vulneráveis, a absorção do Pb, ocorrendo de forma mais intensa do que em adultos, por esse motivo a contaminação neste grupo é bem preocupante e causa sérios danos neurológicos, que envolvem distúrbios na aprendizagem, redução do quociente de inteligência (QI) e mudanças comportamentais (EPA, 2020) (WHO, 2020b) (WHO, 2019b). Em adultos, danos a longo prazo estão relacionados a aumento da pressão arterial e doenças renais (WHO, 2019b).

d. Cádmio

Naturalmente, é encontrado em níveis baixos no meio ambiente, no entanto a ação antropogênica intensificou sua presença. Um fator que agrava seu potencial é seu tempo de meia vida, em geral acima de 10 anos (WHO, 2020c) (WHO, 2010). O Cd é utilizado na galvanização de outros metais evitando a ferrugem, em pigmentos para plásticos e como eletrodo em baterias, entre outros (SHIBAMOTO & BJELDANES, 2014). A exposição humana se dá principalmente, através do consumo de alimentos,

tais como: moluscos e crustáceos (facilmente acumulam esse elemento), vegetais, cereais e raízes (WHO, 2020c). A substância apresenta baixa absorção oral, no entanto é eficientemente retida em órgãos como rins e fígado (ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019). Shibamoto & Bjeldanes (2014) destacam que o grau de absorção do Cd em seres humanos sofre influência quando junto de cálcio e de algumas proteínas. Além disso, foi visto que sua absorção com leite é 20 vezes maior do que quando tomado sem leite.

De forma geral, todos esses contaminantes inorgânicos mencionados acima, podem gerar sintomas agudos ou doenças a longo prazo incluindo alguns cânceres (WHO, 2020d). Tudo vai depender da toxicidade do composto, dos níveis em que estão presentes, da via de exposição e dos hábitos alimentares (ARISSETO-BRAGOTTO e SPISSO, 2019) (THOMPSON & DARWISH, 2019). Além disso, é importante considerar as diferentes formas químicas dos metais (especiação) e sua toxicidade. Por exemplo, o As inorgânico até o momento é mais tóxico ao organismo humano, do que as formas orgânicas. Nesse contexto, a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (International Agency for Research on Cancer – IARC) classifica o As inorgânico e o Cd no grupo 1, ou seja, há evidências suficientes dos seus potenciais carcinogênicos em humanos.

A Tabela 6 apresenta os contaminantes e a classificação dos grupos potencialmente cancerígenos para os humanos determinadas pela IARC (IARC & WHO, 2012).

Tabela 6 - Contaminantes e a classificação dos grupos potencialmente cancerígenos para os humanos determinadas pela IARC

Contaminante	Grupo	Descrição
As (inorgânico)	1	Carcinógeno humano
As (orgânico)	3	Não classificado
Cd	1	Carcinógeno humano
Pb (inorgânico)	2A	Provável carcinógeno humano
Pb (orgânico)	3	Não classificado
Hg (inorgânico)	3	Não classificado
Metilmercúrio	2B	Possível carcinógeno humano

A Agência para Substâncias Tóxicas e Registro de Doenças (Agency for Toxic Substances and Disease Registry - ATSDR) ⁷e a US EPA (...) publicaram uma Lista Nacional de Prioridades em 2019, não com as substâncias mais tóxicas, mas sim com

⁷ Agência norte americana responsável por ajudar na prevenção e ou redução dos resíduos perigosos a saúde humana. Acessado em: <https://www.atsdr.cdc.gov/faq.html> “About ATSDR” revisado em 27 de maio de 2020.

as substâncias que são ameaça potencial à saúde humana. Nessa determinação foi levado em consideração a toxicidade, frequência e potencial local de exposição humana a cada elemento. As, Pb, Hg e Cd, estão entre as 10 primeiras substâncias da lista, ocupando respectivamente as seguintes posições: primeiro, segundo, terceiro e sétimo lugares (ATSDR, 2020). Esses são os elementos de maior importância toxicológica.

A disseminação ubíqua desses metais tóxicos no ambiente desencadeia inúmeras consequências negativas a saúde humana, portanto, é necessário se identificar o contaminante, alimento envolvido e área geográfica. Na Tabela 7 é destacado exemplos de estudos que relacionam a presença de contaminantes inorgânicos em leite e derivados lácteos, encontrados em alguns países.

Tabela 7 - Estudos que destacam a presença de contaminantes inorgânicos encontrados em produtos lácteos em alguns países.

Contaminantes inorgânicos	Alimentos	País	Referências
Pb	Leite e derivados entre outras categorias alimentares	Brasil	(VASCONCELOS NETO <i>et al.</i> , 2019)
	Leite cru	Brasil	(DE OLIVEIRA <i>et al.</i> , 2017)
As, Cd, Pb e Hg	Leite e derivados (coalhada seca, ricota, leite em pó e queijo)	Índia	(SINGH <i>et al.</i> , 2020)
Pb e As	Leite cru	Turquia	(SIMSEK <i>et al.</i> , 2000)

Chandrakar e colaboradores (2018) destacam que a pesquisa de contaminantes em lácteos é um “indicador indireto” importante para se avaliar o “grau de poluição do meio ambiente” onde ocorreu a produção de leite. Através do nível de contaminantes encontrado pode-se inferir a segurança e qualidade desses alimentos (ZIARATI *et al.*, 2018). Singh e colaboradores (2020) ressaltam que a contaminação antropogênica intensifica a presença dos metais pesados como Cd e Pb no solo, os quais contaminam a forragem que serve de alimento para o gado. Além disso, também relatam que fertilizantes fosfatados contém Cd como principal impureza. Os utensílios e equipamentos utilizados, por sua vez, no transporte e processamento do leite também podem acabar sendo fontes de metais pesados (CHANDRAKAR *et al.*, 2018). Das 15 amostras de leite cru analisadas no Brasil, por De Oliveira e colaboradores (2017), apenas 1 das amostras estava acima do LM estabelecido pela ANVISA (BRASIL, 2013). Os autores avaliaram que a propriedade estava localizada longe da estrada e de indústrias, portanto as possíveis fontes de contaminação seriam oriundas da alimentação animal com o uso de suplementos alimentares de baixa qualidade. Para o contaminante Hg ainda faltam mais estudos relacionando sua contaminação

em lácteos, no entanto, é sabido que a adição de farinha de peixe em rações animais, bem como, alguns agrotóxicos utilizados em cultivos e locais onde haja mineração, poluição por Hg, rejeitos industriais e urbanos podem ser fontes importantes de contaminação dos alimentos (SINGH *et al.*, 2020). Ziarati e colaboradores (2018) comentam que em geral, em lácteos os LM de Hg não são ultrapassados, em função da eliminação desse contaminante não ocorrer prioritariamente por via mamária. São necessários mais estudos para entender como a glândula mamária poderia funcionar como um “filtro” dessa substância.

Simsek e colaboradores (2000) analisaram 75 amostras de leite cru próximas a áreas industriais/rodovias e em áreas rurais mais afastadas dessas condições. O intuito foi avaliar o efeito da poluição ambiental com ênfase nos metais pesados no leite cru. Efetivamente, as amostras das regiões industriais apresentaram uma correlação positiva para os contaminantes As e Pb estando acima dos LM locais (SIMSEK *et al.*, 2000). Portanto, é importante considerar que a produção primária esteja afastada de áreas industriais e com características de recebimento de poluição ambiental.

6 CONCLUSÃO

Os metais tóxicos podem estar presentes ao longo da cadeia de produção dos lácteos como um todo, mas os cuidados devem ser mais intensificados em relação a cadeia primária, cuidando-se da origem da água, da alimentação animal (qualidade dos suplementos minerais, ração e fertilizantes utilizados no solo) e das proximidades das áreas produtoras e relação as rodovias e indústrias (poluição atmosférica e emissões industriais). Além disso, também é preciso melhorar o entendimento das áreas de produção e os metais tóxicos ali presentes, pois isso poderá influenciar diretamente em medidas de gerenciamento de risco (definição de LMT e ingestões toleráveis) realizados pelas Vigilâncias.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANVISA. Atualização anual 2018-2019 da lista de temas, substitui o banco de temas pelas bibliotecas temáticas de normas e define os critérios para atualização extraordinária da agenda regulatória da Anvisa 2017-2020, 2019.

ANVISA. Consulta pública no 777, de 7 de fevereiro de 2020 - RDC que dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de

avaliação de conformidade, 2020a. Disponível em:

<<https://brasilsus.com.br/index.php/pdf/consulta-publica-no-777/>>

ANVISA. Consulta pública nº 778, de 7 de fevereiro de 2020. Proposta de instrução normativa que estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, Brasil, 2020b.

ANVISA. Gerência-geral de alimentos. Gerência de Avaliação de Risco e Eficácia de Alimentos. Perguntas e Respostas Contaminantes em Alimentos. 1 ed. Brasília: out.2021. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/perguntas-frequentes-contaminantes_2021-final-002.pdf. Acesso em: 24 nov.2021.

ARISSETO-BROGOTTO, A. P.; SPISSO, B. F. Toxicologia aplicada ao processamento de leite e derivados. In: Microbiologia, higiene e controle de qualidade no processamento de leites e derivados. 1 ed ed. Rio de janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2019. P. 1-33.

ATSDR. Atsdr - toxic substances - arsenic. Disponível em:

<<https://www.atsdr.cdc.gov/substances/toxsubstance.asp?toxid=3>> 2011. Acesso em: 11 jun. 2020.

ATSDR. Substance priority list | atsdr. 2020. Disponível em:

<<https://www.atsdr.cdc.gov/spl/>>. Acesso em: 8 ago. 2020.

BILLE, L., CROVATO, S., MANFRIN, A., DALLA POZZA, M., TOSON, M., FRANZAGO, E., PINTO, A., MASCARELLO, G., MUZZOLON, O., TOSI, F., NEGRONI, G., CAPPI, G., OBREGON, P., RAVAROTTO, L.; BINATO, G. Mercury contents in commercial billfish species of the western central atlantic: assessing the potential risks to human health of billfish consumption. Food control, v. 110, n. October 2019, p. 107002, 2020.

BRASIL. (Anvisa). Resolução RDC n.o 269, de 22 de setembro de 2005.

Regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais, 2006. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-269-de-22-de-setembro-de-2005.pdf/view>>

BRASIL. Ministério da Saúde. RDC no 42, de 29 de agosto de 2013. Dispõe sobre o regulamento técnico Mercosul sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos Brasil, 2013. Disponível em:

<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2013/rdc0042_29_08_2013.html>

BRASIL. Ministério da saúde. Guia alimentar para a população brasileira guia

alimentar para a população brasileira. Secretaria de atenção à saúde. Departamento de atenção básica. 2014. Brasília: Disponível em:

<https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_alimentar_populacao_brasileira_2ed.pdf>

BRASIL. Ministério da saúde. Agência nacional de vigilância sanitária (Anvisa) RDC no 193, de 12 de dezembro de 2017. Limites máximos tolerados (LMT) dos contaminantes arsênio inorgânico, cádmio total, chumbo total e estanho inorgânico em alimentos Brasil, 2017. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2017/rdc0193_12_12_2017.pdf>

BRASIL. Mapa. Resultados do plano nacional de controle de resíduos e contaminantes - PNCR 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animais/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/resultadospnrcr2018.pdf>>. Acesso em: 8 maio. 2020.

BRASIL. Anvisa. Edital de chamamento nº 3, de 8 de abril de 2019 Brasil diário oficial da união, 2019a. Disponível em: <<https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=10/04/2019&jornal=530&pagina=109>>

BRASIL. Mapa. Resultados do plano nacional de controle de resíduos e contaminantes-pncrc 2019b. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animais/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/resultados-pncrc-2019-versao-final-para-o-sitio.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2020.

BRASIL. Convenção de minamata sobre mercúrio | ONU Brasil.2016. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/video-convencao-de-minamata-sobre-mercúrio/>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Anvisa. Instrução normativa - IN nº 88, de 26 de março de 2021a. Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animais/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes/instrucao-normativa-2021_88-anvisa.pdf Acesso em: 27mar. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Anvisa. Resolução RDC nº 487, de 26 de março de 2021b. Dispõe sobre os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos, os princípios gerais para o seu estabelecimento e os métodos de análise para fins de avaliação de conformidade. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-rdc-n-487-de-26-de-marco-de-2021-311593455> Acesso em: 27mar. 2021.

CHANDRAKAR, C., KUMAR JAISWAL, S., CHATURVEDANI, A.K., SAHU, S. S., IKA, MONIKA WASIST, U. A review on heavy metal residues in indian milk and their impact on human health. International journal of current microbiology and applied sciences, v. 7, n. 05, p. 1260-1268, 2018.

CODEX ALIMENTARIUS. Code of practice concerning source directed measures to reduce contamination of food with chemicals. In: Prevention and reduction of food and feed contamination. Fao who ed. Roma: fao e who, 2012. P. 1-178.

CODEX ALIMENTARIUS. Annex i priority list of contaminants and naturally occurring

toxicants for evaluation by jecfa contaminants and naturally occurring toxicants background and question(s) to be answered. Rome. 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/committees/committee-detail/en/?committee=cccfe>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

CODEX ALIMENTARIUS. Contaminants. 2020a. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/contaminants/en/>>. Acesso em: 6 jul. 2020.

CODEX ALIMENTARIUS. Animal feed | codex alimentarius fao-who. 2020b. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/animal-feed/en/>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

CONSEA. Conceitos – conselho nacional de segurança alimentar e nutricional. 2017. Disponível em: <<http://www4.planalto.gov.br/consea/acesso-a-informacao/institucional/conceitos>>. Acesso em: 4 maio. 2020.

CUSTÓDIO, F. B. ANDRADE, A. M. G.F., GUIDI, L. R., LEAL, C. A.G.; GLORIA, M. B. A. Total mercury in commercial fishes and estimation of brazilian dietary exposure to methylmercury. Journal of trace elements in medicine and biology, v. 62, n. April, 2020.

DE OLIVEIRA, T. M., AUGUSTO PERES, J., LURDES FELSNER, M.; CRISTIANE JUSTI, K. Direct determination of pb in raw milk by graphite furnace atomic absorption spectrometry (gf aas) with electrothermal atomization sampling from slurries. Food chemistry, v. 229, p. 721-725, 2017.

EPA. Learn about lead | lead | us epa. 2020. Disponível em: <<https://www.epa.gov/lead/learn-about-lead>>. Acesso em: 13 jul. 2020.

ESTRELA, M. A. A.; ROHLFS, D. B. Mercúrio: implicações para a saúde e o meio ambiente. Pontifícia universidade católica de goiás, 2011.

FAO. World food summit. (fao, ed.) Declaração de roma sobre a segurança alimentar mundial e plano de ação da cimeira mundial da alimentação. Anais...Roma: 13 nov. 1996. Disponível em: <<http://www.fao.org/wfs/begin/pourquoi/cpourq-e.htm>>. Acesso em: 8 maio. 2020

FAO. The future of food contents - there is no food security without food safety. Food and agriculture organization of the united nations, p. 28, 2019.

GGALI. Relatório anual - ano: 2018 Gerência Geral De Alimentos. 2018. GGALI.Anvisa.

HERNANDEZ, E. M. M., RODRIGUES, R. M. R.; TORRES, T. M. Manual de toxicologia clínica: orientações para assistência e vigilância das intoxicações agudas. Secretaria ed. São Paulo. 2017.

IARC; WHO. Arsenic, metals, fibres, and dusts volume 100 c a review of human carcinogens. Lyon: international agency for research on cancer, 2012. V. 100

JAFFEE, S., HENSON, S., UNNEVEHR, L., GRACE, D.; CASSOU, E. The safe food imperative. Washington. 2019. Disponível em: <<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/30568/9781464813450.pdf?sequence=6&isallowed=y>>. Acesso em: 7 jun. 2020.

JECFA. Joint fao/who food standards programme codex committee on contaminants in foods fifth session: working document for information and use in discussions related to contaminants and toxins in the gsctff (prepared by japan and the netherlands). Roma. 2011. Disponível em: <http://www.fao.org/tempref/codex/meetings/cccf/cccf5/cf05_inf.pdf>. Acesso em: 5 maio. 2020.

MAPA. Plano de nacional de controle de resíduos e contaminantes PNCRC / Animal – português (brasil). 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes>>. Acesso em: 28 jul. 2020.

MARTINELLI, M. A. Proyecto regional de cooperación técnica para la formación em economia y politicas agrarias y de desarrollo rural em américa latina - fodepal. (unicamp, ed. O codex alimentarius e a inocuidade de alimentos. Anais...campinas: 2003 Disponível em: <http://www.fao.org/tempref/gi/reserved/ftp_faorlc/old/proyecto/fodepal/bibvirtual/psf/doc/psa/mar%eda%aparecida%martinelli.pdf>. Acesso em: 7 nov. 2020

NAPOLI, M. Towards a food insecurity multidimensional index (fimi). Roma: università degli studi, 2011.

ONU. Dez anos de neutralidade climática no pnuma | onu brasil. 2019. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/dez-anos-de-neutralidade-climatica-no-pnuma/>>. Acesso em: 25 ago. 2020.

PAIVA, C. A. V., OLIVEIRA, V. M.; PAIVA E BRITO, M. A. V. Embrapa. Módulo 1: conceitos e parâmetros de qualidade do leite. In: leite, c. E. (ed.). Produção de leite de qualidade. Embrapa ga ed. Juiz de fora: mg: 2019. P. 37.

PNUMA. Convenção de minamata sobre mercúrio nações unidas. 2013.

SHIBAMOTO, T.; BJELDANES, L. F. Introdução à toxicologia dos alimentos. 2 ed. Elsevier editora ltda, 2014.

SIMSEK, O., GÜLTEKIN, R., ÖKSÜZ, O.; KURULTAY, S. The effect of environmental pollution on the heavy metal content of raw milk. Nahrung - food, v. 44, n. 5, p. 360-363, 2000.

SINGH, M., RANVIR, S., SHARMA, R., GANDHI, K.; MANN, B. Assessment of contamination of milk and milk products with heavy metals. Indian journal of dairy science, v. 72, n. 06, p. 608-615, 2020.

SMITH, A. H., LINGAS, E. O.; RAHMAN, M. Contamination of drinking water by

arsenic in bangladesh : a public health emergency . Bulletin of the world health organization 78 : contamination of drinking-water by arsenic in bangladesh : a public health emergency. World health organization. Bulletin of the world health organization, v. 78, n. August 2000, p. 1093-1103, 2000.

THOMPSON, L. A.; DARWISH, W. S. Environmental chemical contaminants in food: review of a global problem. Journal of toxicology, v. 2019.

UNITED NATIONS. World food safety day 7 june. 2019. Disponível em: <<https://www.un.org/en/events/foodsafetyday/>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

VASCONCELOS NETO, M. C. SILVA, T. B. C., ARAÚJO, V. E.; SOUZA, S. V. C. Lead contamination in food consumed and produced in brazil: systematic review and meta-analysis. Food research international, v. 126, p. 1-15, 1 dez. 2019.

WHO. Guidance for identifying populations at risk from mercury exposure. Geneva. 2008. Disponível em: <<https://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercuryexposure.pdf>>. Acesso em: 22 jun. 2020.

WHO. Exposure to cadmium: a major public health concern preventing disease through healthy environments 2010. Disponível em: <<http://www.who.int/ipcs/features/cadmium.pdf>>.

WHO. Estimates of the global burden of foodborne diseases: foodborne disease burden epidemiology reference group 2007-2015. Switzerland: world health organization, 2015.

WHO. Arsenic. 2018. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/arsenic>>. Acesso em: 12 jul. 2020.

WHO. Preventing disease through healthy environments exposure to arsenic: a major public health concern. Geneva. 2019a. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/329482/who-ced-phe-epe-19.4.1-eng.pdf?ua=1>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

WHO. Lead poisoning and health. 2019b. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/lead-poisoning-and-health>>. Acesso em: 13 set. 2020.

WHO. Assessing chemical risks. 2020a. Disponível em: <<https://www.who.int/activities/assessing-chemical-risks-in-food>>. Acesso em: 7 nov. 2020.

WHO. Who | lead. 2020b. Disponível em: <https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/lead/en/>. Acesso em: 13 set. 2020.

WHO. Who | cadmium. 2020c. Disponível em: <https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/cadmium/en/>. Acesso em: 14

nov. 2020.

WHO. Food safety. 2020d. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>>. Acesso em: 7 maio. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Safety evaluation of certain contaminants in food: arsenic (addendum) world health organization technical report series: 63. 2011. Disponível em: <<https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemid=1863>>.

ZIARATI, P.; SHIRKHAN, F.; MOSTAFIDI, M. An overview of the heavy metal contamination in milk and dairy products. Acta scientific pharmaceutical sciences, v. 2, n. June, p. 8-21, 2018.

5. CAPÍTULO 2 - QUEIJOS ARTESANAIS BRASILEIROS: HISTÓRIA DO CONSUMO E ASPECTOS REGULATÓRIOS

Artigo submetido a Revista Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente na seção Gestão da Qualidade e Segurança de Alimentos, submetido em: 31/07/2022 e aprovado em: 02/08/2022⁸

Resumo

Os queijos artesanais no Brasil não têm uma história única. Embora haja uma tendência em querer universalizar a história desse alimento com base na colonização europeia, talvez seja mais adequado considerar a possibilidade de existir diversas histórias dos queijos artesanais a partir de uma pluralidade dos aspectos geográficos, culturais, sociais e econômicos. Em razão disso, identificar esses aspectos e construir ações, de regulação sanitária ou de propriedade intelectual, em cada tipo de queijo artesanal brasileiro (QAB) seja uma tarefa complexa.

Sob a perspectiva das culturas que influenciaram na produção dos alimentos fermentados, povos indígenas e africanos contribuíram tanto quanto os imigrantes europeus (Penna, Gigante e Todorov, 2021). Essa mistura de saberes e práticas teve grande influência na produção dos queijos artesanais produzidos no Brasil. A interrelação entre esses movimentos históricos e sociais e dinâmicas geográficas-territoriais e biológicas, tais como condições climáticas, de relevo, rebanho (espécie, manejo e alimentação), e microbiota são aspectos que devem se levar em conta no entendimento da pluralidade dos queijos artesanais no Brasil. Igualmente, também se deve incluir a influência determinante da receita (o modo de fazer). A adição do coalho, formas de adição do fermento lácteo, períodos variados de maturação são algumas das etapas que conferem características únicas aos QAB (Araújo *et al.*, 2020; Kamimura *et al.*, 2019). Considerando que a cadeia produtiva dos QAB vem apresentando uma grande evolução, o objetivo dessa pesquisa é descrever os principais queijos artesanais no Brasil e suas histórias, o consumo e os aspectos

⁸ ROCHA, L. S.; CRUZ, A.G. Queijos artesanais brasileiros: história do consumo e aspectos regulatórios. Alimentos: Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, v.3, n. 1, p. 26-39, mar. 2022. ISSN: 2675-2530. Disponível em: <https://revistascientificas.ifrj.edu.br/index.php/alimentos/article/view/2223>

regulatórios que estão direcionando a viabilização desse produto com mais segurança ao consumidor.

Palavras-chave: Queijo artesanal, Consumo de produtos lácteos, legislação.

1. Principais Queijos artesanais no Brasil

No Brasil, a produção dos queijos artesanais ocorre de forma única sendo fruto de uma herança e identidade presentes em cada região. Existem pelo menos 38 tipos de QAB produzidos com leite de vaca, cabra, ovelha e búfala, ou a partir da mistura dessas diferentes espécies, com características sensoriais únicas e com peculiaridades na técnica de produção (Chaves *et al.*, 2021; Araújo *et al.*, 2020; Kamimura *et al.*, 2019; Slow Food Brasil, 2018). Somado a isso, as características geoclimáticas e a expressão cultural e regional levadas ao modo de fazer, são responsáveis pelos diferentes queijos artesanais nas 5 regiões do Brasil (Figura 1).

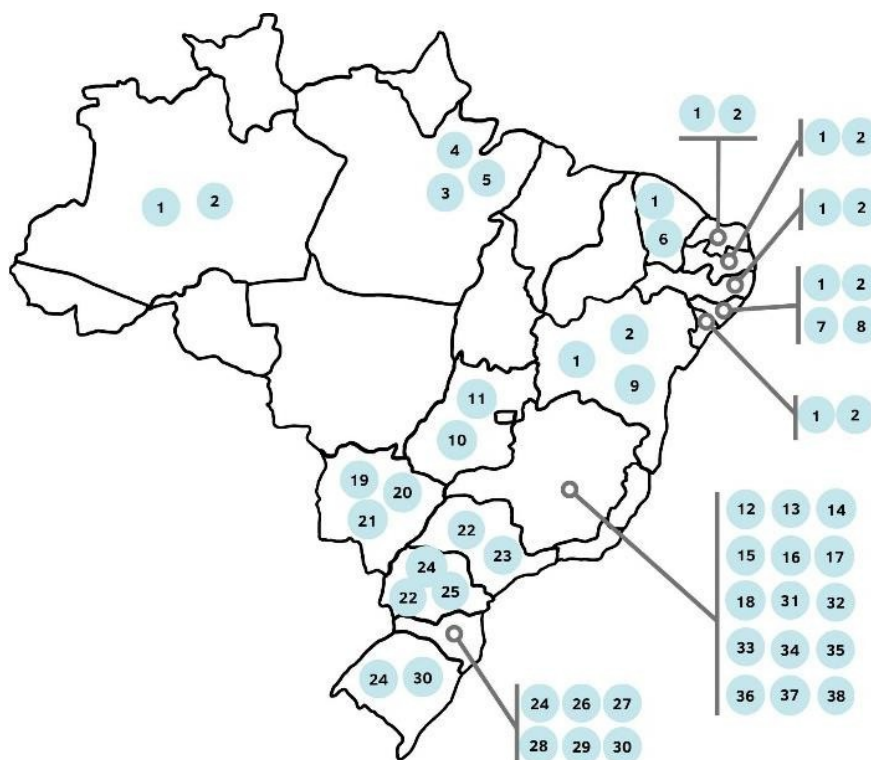


Figura 1. Tipos de queijos artesanais produzidos no Brasil; 1 Queijo de Coalho; 2 Queijo de Manteiga; 3 Queijo Regional de Paragominas; 4 Queijo do Marajó Tipo Creme; 5 Queijo do Marajó Tipo Manteiga; 6 Queijo Creme; 7 Queijo Macururé; 8 Queijo Brasulac; 9 Queijo de Coalho de Cabra; 10 Requeijão Moreno; 11 Queijo Flamengo ou Cabacinha; 12 Queijo Artesanal Cabacinha da Região do Vale do Jequitinhonha; 13 Queijo Artesanal Serra Geral; 14 Queijo Artesanal de Alagoa; 15 Queijo Minas Artesanal do Serro; 16 Queijo Minas Artesanal da Serra da Canastra; 17 Queijo Artesanal do Vale do Suaçui; 18 Queijo Artesanal Mantiqueira de Minas; 19 Queijo Curado; 20 Queijo Caipira; 21 Queijo Nicola; 22 Queijo Porungo; 23 Requeijão de Prato; 24 Queijo Colonial; 25 Queijo Witmarsum; 26 Queijinho; 27 Queijo Diamante; 28 Queijo do Contestado; 29 Queijo Kochkase; 30 Queijo Artesanal Serrano; 31 Queijo Minas Artesanal de Araxá; 32 Queijo Minas Artesanal do Cerrado; 33 Queijo Minas Artesanal da Serra do Salitre; 34 Queijo Minas Artesanal do Campo das Vertentes; 35 Queijo Minas Artesanal do Triângulo Mineiro; 36 Queijo Minas Artesanal das Serras da Ibitipoca; 37 Queijo Minas

Artesanal da região de Diamantina; 38 Queijo Minas Artesanal da região de Entre Serras da Piedade ao Caraça.

Os registros históricos referentes a produção dos queijos no Brasil ainda são controversos, no que tange o período em que a prática foi iniciada (Araújo *et al.*, 2020), no entanto é uma produção com histórico particular presente em cada região do Brasil. Como destaque, na Região Norte, no arquipélago do Marajó no estado do Pará, a produção do queijo marajó segue tradição histórica e cultural da região há mais de 200 anos, receita trazida por imigrantes franceses e portugueses e originalmente utilizava apenas com leite de vaca (Amarante, 2015; Nascimento, Cruz e Calvi, 2019). Existem muitos relatos com relação a introdução do rebanho bubalino no Brasil, mas há um consenso de que a introdução foi pela ilha do Marajó por volta de 1890 (Nascimento, Cruz e Calvi, 2019). São produzidos com leite cru de búfala ou misturado com no máximo 40% de leite de vaca, podendo ser do tipo manteiga ou creme que é adicionado a massa cozida. (ADEPARA, 2013). Além disso, o INPI concedeu a Associação dos Produtores de Leite e Queijo do Marajó (APLQMarajó) a indicação geográfica espécie indicação de procedência ao queijo marajó.

Na região Sul, também produzido pelos três estados, o queijo colonial teve sua receita trazida por imigrantes europeus, que ao migrarem constituíram “colônias” em outros locais no início do século XX (Benincá, 2021). A produção era feita por colonos (produtores rurais) e por isso o queijo recebeu esse nome (Amarante, 2015). Na Região Centro-Oeste o queijo cabacinha⁹ teve influência de imigrantes italianos e é reconhecido como Patrimônio Cultural Imaterial do Estado de Goiás; Na Região Nordeste a prática cultural da elaboração do queijo coalho foi transmitida as mulheres, que faziam o queijo para autoconsumo também para presentear visitantes (Menezes, 2011). Basicamente, é um dos queijos mais conhecidos no Brasil, sendo produzido de leite cru de vaca, cabra, ovelha ou búfala e o cozimento da massa é opcional (Araújo *et al.*, 2020).

Minas Gerais é o Estado que mais se destaca na Região Sudeste, sendo o maior produtor de queijo, apresentando 10 microrregiões queijeiras reconhecidas oficialmente pelo IMA (Araxá, Campos das Vertentes, Canastra, Cerrado, Diamantina, Serra do Salitre, Serro, Triângulo Mineiro, Serras da Ibitipoca e Entre Serras da Piedade ao Caraça) e também inúmeras regiões caracterizadas como produtoras de

⁹ Queijo cabacinha produzido no município de Santa Rita do Araguaia – Goiás
<https://legisla.casacivil.go.gov.br/api/v2/pesquisa/legislacoes/103699/pdf>

queijo minas artesanal (IMA, 2020a; IMA, 2020b). Além disso, foi primeiro a desenvolver legislações próprias para viabilizar a produção dos queijos artesanais produzidos com leite cru (Araújo *et al.*, 2020).

2. Consumo

Atualmente, no Brasil o consumo de queijo por habitante é de 5,5 kg / ano, estando muito aquém do consumo da Argentina (11 kg habitante / ano) e dos países europeus, que na média estão acima de 20 kg por habitante / ano (Chaves *et al.*, 2021). Isso significa que o Brasil tem um grande potencial para aumentar o consumo, principalmente quando se trata de QAB, pois os queijos mais consumidos são muçarela, minas frescal, prato, requeijão e parmesão que na maior parte são produzidos pela indústria (EMBRAPA, 2021). A Associação Brasileira das Indústrias de Queijo (ABIQ) estabeleceu a meta de aumento do consumo para 2030, atingindo a meta de 9,6 kg de queijo por habitante/ano, por meio de inovações e parcerias com produtores de leite no Brasil (Milkpoint, 2017).

É importante ressaltar que os queijos fabricados em indústrias, apesar de terem muitas vezes as mesmas etapas de produção, não são considerados queijos artesanais (Castro e Badaró, 2021). Uma das características marcantes dos queijos artesanais é que não existe uma padronização no processo de produção nem do produto, fazendo de cada queijo algo único (Ventura da Silva *et al.*, 2022). Segundo Rosset e colaboradores (2020), houve um aumento na demanda por QAB nos últimos anos, e cada vez mais o consumidor vem dando importância ao comércio local, a produção em pequena escala, ao produtor local e a tradição.

3. Aspectos Regulatórios

Apesar dos QAB apresentarem uma história bem consolidada as leis que regulamentam esse produto são bem recentes e começaram a pouco tempo a impulsionar a produção, comercialização e consumo. As legislações federais relacionadas aos QAB estão descritas na tabela 1.

Tabela 1. Legislações federais relacionadas aos QAB.

Legislação	Principais observações	Referência
Lei 1.283	- Dispõe sobre a inspeção industrial e sanitária dos POA; - art. 2 Leite e derivados estão sujeitos a fiscalização.	Brasil, 1950

Legislação	Principais observações	Referência
Decreto 30.691	- Aprova o novo RIISPOA; - art. 928 trata como incipiente estado da indústria do queijo “minas”. - Tolerar as variedades de queijo curado: queijo Minas (tipo Serro e Araxá) e queijo de coalho (tipo Nordeste: brasileiro); - art. 928 § 2º - permite a fabricação com leite cru.	Brasil, 1952
Lei 7.889	- Determina a competência para realização da inspeção e fiscalização sanitária dos POA, cabe à União através do MAPA, às Secretarias de Agricultura dos Estados e Distrito Federal e às Secretarias ou Departamentos de Agricultura dos municípios (art. 4)	Brasil, 1989
Lei 8.171	- Dispõe sobre a política agrícola	Brasil, 1991
Lei 9.279	- Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial; - Estabelece o que são as IG no título IV.	Brasil, 1996a
Lei 9.712	- Altera a Lei no 8.171 de 1991, acrescentando itens relativos à defesa agropecuária.	Brasil, 1998
Resolução 7	- Oficializa os Critérios de Funcionamento e de Controle da Produção de Queijarias junto ao SIF (queijo Minas do Serro, Araxá e Canastra). - Permite a utilização de leite cru para fabricação do queijo Minas desde que comercializado para o consumo após 60 dias de cura ou maturação em entreposto de laticínios registrado no SIF.	Brasil, 2000
IN 30	- Aprova a RTIQ de manteiga da terra ou manteiga de garrafa; queijo de coalho e queijo de manteiga.	Brasil, 2001
Decreto 5.741	- Regulamenta alguns artigos da Lei 8.171, organizando a SUASA; - Constitui o SISBI-POA (art.130);	Brasil, 2006
Decreto 7.216	- Acrescenta nova redação ao Regulamento dos arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei nº 8.171 de 1991, aprovado pelo Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006	Brasil, 2010
IN 30	- A avaliação dos estudos científicos referentes a redução do tempo de maturação dos queijos será feita por órgãos estaduais e/ou municipais reconhecidas pelo SISBI-POA. - A avaliação dos estudos científicos será feita por órgãos estaduais e/ou municipais reconhecidas pelo SISBI-POA. - Restringe a produção de queijos elaborados a partir de leite cru, com período de maturação inferior a 60 dias a queijarias localizadas em área de IG ou tradicionalmente reconhecida e em propriedade livre de tuberculose e brucelose ou controlada por órgão de defesa sanitária animal de acordo com as normas do PNCEBT (art. 2) - As propriedades rurais devem ter implementado: Programa de Controle de Mastite, BP na ordenha, BPF e controle da água (art. 3);	Brasil, 2013
Decreto 9.013	- Regulamenta a Lei nº 1.283 de 1950, e a Lei nº 7.889 de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal;	Brasil, 2017
Lei 13.680	- Altera a Lei nº 1.283 de 1950 incluindo o art. 10-A, o qual cria o selo ARTE (art. 2); - Permite a comercialização interestadual de produtos alimentícios produzidos de forma artesanal, com características e métodos tradicionais ou regionais próprios, desde que com BPA, BPF e submetidos a fiscalização dos órgãos de saúde pública dos Estados e do Distrito Federal; - Propõe a simplificação dos procedimentos de registro do estabelecimento e do produto;	Brasil, 2018
IN 67	- Estabelece os requisitos para que os Estados e o Distrito Federal realizem a concessão do Selo Arte, aos produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal; - Determina os requisitos para obtenção do selo ARTE: registro do estabelecimento no serviço de inspeção oficial; dados do estabelecimento, atendimento as BPA e BPA e memorial descritivo (art. 4 e 5).	Brasil, 2019a

Legislação	Principais observações	Referência
IN 73	- Estabelece Regulamento Técnico de BPA destinadas aos produtores rurais fornecedores de leite para a fabricação de produtos lácteos artesanais, necessárias à concessão do selo ARTE; - Trata da saúde animal, higiene e ordenha, qualidade do leite, alimentação e água fornecida aos animais, ambiência (conforto animal) e treinamento dos colaboradores.	Brasil, 2019b
Lei 13.860	- Dispõe sobre a elaboração e a comercialização e regulamentação de queijos artesanais e das queijarias produtoras - Define queijo artesanal como sendo elaborado por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade, e com emprego de BPA e BPF (art. 1) - Determina tempo de cura do queijo feito a partir de leite cru com base no processo tecnológico de produção de cada variedade de queijo (art.2 § único); - Estabelece que as queijarias que utilizam leite cru para fabricar queijo devem estar localizadas em área situada em estabelecimento rural certificado como livre de tuberculose e brucelose ou controlada por órgão de defesa sanitária animal de acordo com as normas do PNCEBT (art. 6); - Determina que seja implementado programa de controle de mastite BPA, BPF e rastreabilidade de produtos (art. 7 e 8).	Brasil, 2019c
Decreto 10.468	- Altera o Decreto nº 9.013 de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283 de 1950, e a Lei nº 7.889, de 1989, que dispõem sobre o RIISPOA.	Brasil, 2020
Decreto 11.099	- Revoga o Decreto nº 9.918 de 2019; - Regulamenta o art. 10-A da Lei no 1.283, que instituiu o selo ARTE, e a Lei nº 13.860, que trata da elaboração e comercialização de queijos artesanais; - Cria o selo único com indicação Queijo Artesanal, que será concedido aos queijos artesanais que tenham vinculação com o território e sejam produzidos por uma região específica - Concede competências de concessão dos selos aos órgãos federais, estaduais e municipais Secretarias Municipais, desde que os produtos estejam vinculados a um Serviço de Inspeção.	Brasil, 2022

Produtos de Origem Animal (POA); Regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA); Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ); Instrução Normativa (IN); Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa); Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Animal (Sisbi- POA); Indicação Geográfica (IG); Programa Nacional de Controle e Erradicação da Brucelose e da Tuberculose Animal (PNCEBT); Serviço de Inspeção Federal (SIF); Boas Práticas Agropecuárias (BPA); Boas Práticas de Fabricação (BPF);

A criação do SISBI-POA pelo MAPA (Brasil, 2006) possibilitou a equivalência de fiscalização entre os Estados, favorecendo assim a comercialização interestadual dos produtos de origem animal e consequentemente dos QAB (Araújo *et al.*, 2020). No entanto, o órgão de inspeção (municipal por exemplo) ao requisitar a adesão ao SISBI, deve comprovar competência técnica semelhante ao MAPA para garantir a inocuidade dos alimentos. Esse acaba sendo um dos entraves nesse processo, pois o órgão de fiscalização local deve comprovar capacidade técnica para avaliar as condições de inocuidade e qualidade dos QAB tal qual o MAPA.

Com o intuito de favorecer a produção dos produtos artesanais como um todo, a Lei nº 13.680 de 14 de junho de 2018 foi responsável pela alteração do RIISPOA publicado em 1950 (Brasil, 2018), incluindo o artigo 10-A o qual permitiu a comercialização interestadual de produtos alimentícios produzidos de forma artesanal, em todo o território nacional, identificados com o selo ARTE, desde que submetidos à fiscalização de órgãos de saúde pública dos Estados e do Distrito Federal (Brasil, 2018). A criação do selo ARTE facilitou a comercialização dos produtos artesanais, bem como do QAB, pois permitiu a livre circulação em todo o Brasil. No entanto, é sabido que o RIISPOA (Brasil, 2020), continua sendo a mesma base legal referência para os pequenos produtores de QAB e para os grandes laticínios. Segundo Netto (2011) as inúmeras exigências legais podem levar os pequenos produtores a desistência. Para tanto, é importante que os mesmos se organizem, buscando a melhoria da qualidade do rebanho leiteiro, manutenção de assistência técnica de qualidade e selos de certificação de origem como trunfos a esses percalços (idem).

Apenas em 2019 a legislação de âmbito federal definiu que os queijos artesanais são “aqueles elaborados por métodos tradicionais, com vinculação e valorização territorial, regional ou cultural, conforme protocolo de elaboração específico estabelecido para cada tipo e variedade, e com emprego de boas práticas agropecuárias na produção artesanal e de fabricação” (Brasil, 2019c).

O recém publicado decreto 11.099, de 21 de junho de 2022, o qual regulamenta o art.10-A da lei 1.283 e a lei 13.860, tratando da comercialização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal e esclarecendo as competências da fiscalização. Essa lei revogou o decreto 9.918 (Brasil,2019d), e continuou tratando do selo ARTE, mas menciona a criação de um selo único aos QAB, com indicação de “Queijo Artesanal”, com o objetivo de transparecer ao consumidor a vinculação do queijo ao território, ou seja, como sendo produzido por uma região específica. É visível o esforço atual dos órgãos de fiscalização valorizando os QAB, como um produto diferenciado.

Paralelo, a regulação dos produtos artesanais e a criação do selo ARTE, a Lei de Propriedade Intelectual (Brasil,1996b) que trata das indicações geográficas (IG) tem despertado nos produtores de QAB uma forma de reconhecimento, em relação a qualidade e especificidade do produto e seu local de origem. O consentimento das IG é feito pelo Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), atualmente, no Brasil, existem 5 QAB registrados como IG: Serro - MG; Canastra – MG; Colônia Witmarsum

– PR; Campos de Cima da Serra – SC e Marajó – PA¹⁰. A quantidade de IG relacionado a QAB ainda é algo muito baixo, tendo em vista que o pedido de requisição não é algo simples, pois exige um trabalho multidisciplinar com envolvimento de várias instituições de pesquisa, extensão, universidades, diferentes ministérios, órgãos de fiscalização, cooperativas e associações de produtores (Araújo *et al.*, 2020).

4. Conclusão

A diversidade dos QAB e suas histórias estão ligados a preservação de uma cultura e a valorização de uma identidade local. É notória a valorização que o consumidor vem dado a este produto. Sendo assim, é fundamental que haja durante a implementação das normas um debate com amparo científico, levando em conta a manutenção das características locais na produção e comercialização dos QAB de forma a garantir a inocuidade ao consumidor.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEPARA (2013). Agência Estadual de Defesa Agropecuária do Estado do Pará. Portaria nº 481, de 26 de fevereiro de 2013. Aprova o regulamento técnico de produção do Queijo do Marajó e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Pará, Belém. Disponível em:

<http://www.adepara.pa.gov.br/sites/default/files/PORTARIA%20N%C2%BA%20418-2013%20-%20Queijo%20do%20Maraj%C3%B3.pdf>. Acesso em: 28 jul. 2022.

Amarante, J. O. A. (2015). Queijos do Brasil e do Mundo. São Paulo: Mescla.

Araújo, J.P.A.; Camargo, A.C.; Carvalho, A.F.; Nero, L.A. (2020). Uma análise histórico-crítica sobre o desenvolvimento das normas brasileiras relacionadas a queijos artesanais. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. Vol. 72(5):1845-1860. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-11766>. Acesso em: 21 jun. 2022.

Benincá, T. (2021). Queijo colonial artesanal no Vale do Taquari: numa perspectiva social, sanitária e microbiológica. 85 f. Dissertação (Mestrado Profissional). Universidade Estadual do Rio Grande do Sul. São Francisco de Paula, RS.

Disponível em:

https://repositorio.uergs.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/1354/_queijo_colonial_artesanal_no_vale_do_taquari_numa_perspectiva.pdf?sequence=-1&isAllowed=y. Acesso em: 25 jul. 2022.

¹⁰ Panorama das Indicações Geográficas brasileiras registradas. Disponível em: <https://datasebrae.com.br/panorama-das-igs-brasileiras/> Acesso em: 18 jun. 2022.

Brasil. (2022). Presidência da República. DECRETO Nº 11.099, DE 21 DE JUNHO DE 2022. Regulamenta o art. 10-A da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 13.860, de 18 de julho de 2019, para dispor sobre a elaboração e a comercialização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da União, Brasília, 21 jun. 2022. Seção 1. p.5. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-11.099-de-21-de-junho-de-2022-409372062> Acesso em: 21 jun. 2022.

Brasil. (2020). Presidência da República. DECRETO Nº 10.468, DE 18 DE AGOSTO DE 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, 19 ago. 2020. Seção 1. p.5. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.468-de-18-de-agosto-de-2020-272981604> Acesso em: 1 jan. 2022.

Brasil. (2019a). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 67, de 10 de dezembro de 2019. Estabelece os requisitos para que os Estados e o Distrito Federal realizem a concessão do Selo Arte, aos produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da União, Brasília. Seção 1, p.34. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-67-de-10-de-dezembro-de-2019-232668924> . Acesso em: 21 jun. 2022.

Brasil. (2019b). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 73, de 23 de dezembro de 2019. Estabelecer, em todo o território nacional, o Regulamento Técnico de Boas Práticas Agropecuárias destinadas aos produtores rurais fornecedores de leite para a fabricação de produtos lácteos artesanais, necessárias à concessão do selo ARTE. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-73-de-23-de-dezembro-de-2019-235851288>. Acesso em: 21 jun. 2022.

Brasil. (2019c). Presidência da República. Lei nº 13.860, de 18 de julho de 2019. Dispõe sobre a elaboração e comercialização de queijos artesanais e dá outras providências. Diário Oficial da União, 19 de julho de 2019. Seção 1. p.1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-13.860-de-18-de-julho-de-2019-198615138> Acesso em: 1 jan. 2021.

Brasil. (2019d). Presidência da República. DECRETO Nº 9.918, DE 18 DE JULHO DE 2019. Regulamenta o art. 10-A da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, que dispõe sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da União, Brasília, 19 jul. 2019. Seção 1. p.4. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-9918-de-18-de-julho-de-2019-198615217> Acesso em: 1 jan. 2021.

Brasil. (2018). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018. Altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, para dispor sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da União, Brasília, 15 jun. 2018. Seção 1, p.2. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13680.htm Acesso em: 17 maio. 2022.

Brasil. (2017). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial União, Brasília. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/decreto/d9013.htm. Acesso em: 17 maio. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 30, de 07 de agosto de 2013. Revoga a Instrução Normativa nº 57. Diário Oficial da União, Brasília, 8 ago. 2013. Seção 1, p.19. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/30808894/do1-2013-08-08-instrucao-normativa-n-30-de-7-de-agosto-de-2013-30808890. Acesso em: 17 maio. 2022.

Brasil. (2010). Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária. Decreto nº 7.216, de 17 de junho de 2010. Dá nova redação e acresce dispositivos ao Regulamento dos arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, aprovado pelo Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília. Seção 1, p.2. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2010/decreto-7216-17-junho-2010-606765-norma-pe.html>. Acesso em: 17 maio. 2022.

Brasil. (2006). Presidência da República. Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária. Decreto nº 5.741, de 30 de março de 2006. Regulamenta os arts. 27-A, 28-A e 29-A da Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, organiza o Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 31 mar. 2006. Seção 1, p.82. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5741.htm Acesso em: 28 maio. 2022.

Brasil. (2001). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa DAS nº 30, de 26 de junho de 2001. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de manteiga de terra ou manteiga de garrafa; queijo de Coalho e queijo de Manteiga. Diário Oficial da União, Brasília, 16 jul. 2001. Disponível em: <https://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=16/07/2001&jornal=1 &pagina=13&totalArquivos=219>. Acesso em: 28 maio. 2022.

Brasil. (2000). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Resolução nº 07, de 28 de novembro de 2000. Critérios de funcionamento e de controle da produção de queijarias, para seu relacionamento junto ao serviço de inspeção federal. Diário Oficial da União, Brasília.

Brasil. (1998) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 9.712, de 20 de novembro de 1998. Altera a Lei no 8.171, de 17 de janeiro de 1991, acrescentando-lhe dispositivos referentes à defesa agropecuária. Diário Oficial da

União, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19712.htm. Acesso em: 01 jan.2022.

Brasil. (1996a). Presidência da República. LEI Nº 9.279, DE 14 DE MAIO DE 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Diário Oficial da União, Brasília, 14 mai. 1996. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9279.htm Acesso em: 01 jan.2022.

Brasil. (1991). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991. Dispõe sobre a política agrícola. Diário Oficial da União, Brasília, 18 jan. 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/8171.htm. Acesso em: 01 jan.2022.

Brasil. (1989). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989. Dispõe sobre a Inspeção Sanitária e Industrial de Produtos de Origem Animal. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/17889.htm. Acesso em: 01 jan.2022.

Brasil. (1952). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o novo regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal - RIISPOA. Diário Oficial dos Estados Unidos do Brasil, Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1950-1969/d30691.htm. Acesso em: 01 jan.2022.

Brasil. (1950). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950. Dispõe sobre a inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal, e dá outras providências. Diário Oficial dos Estados Unidos do Brasil, Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/11283.htm. Acesso em: 01 jan.2022.

Chaves, A. C. S. D.; Stehling, C. A. do V.; Souza, G. N. de; Santos, L. C. R. dos; Gomes, P. B.; Castro, R. A. B. de; Monteiro, R. P.; Ferreira, V. R. (2021). Queijos artesanais brasileiros. Brasília, DF: Embrapa: SEBRAE, 15 p. Projeto de Inteligência Estratégica: agregação de valor para os pequenos negócios rurais. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226359/1/Queijos-artesanais-brasileiros.pdf> .Acesso em: 01 jan.2022.

EMBRAPA. (2021). Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. ANUÁRIO leite 2021: saúde única e total. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 102 p. Embrapa Gado de Leite. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224371/1/Anuario-Leite-2021.pdf> . Acesso em: 01 jan. 2022.

IMA. Governo do Estado de Minas Gerais. Instituto Mineiro de Agropecuária (2020a). PORTARIA IMA Nº 1.969, de 26 de março de 2020. Dispõe sobre a produção de Queijo Minas Artesanal em queijarias e entrepostos localizados dentro de microrregiões definidas e para as demais regiões do Estado, caracterizadas ou não como produtora de Queijo Minas Artesanal – QMA. Belo Horizonte, 26 de março de

2020. Disponível em: <http://ima.mg.gov.br/institucional/portarias/1819-portarias/1965-portarias-ano-2020> . Acesso em: 24 jun. 2022.

IMA. Instituto Mineiro de Agropecuária. (2020b). Regiões produtoras de queijos artesanais são reconhecidas pelo Governo de Minas. 23 de Junho de 2020. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/ajuda/story/3864-regioes-produtoras-de-queijos-artesanais-sao-reconhecidas-pelo-governo-de-minas>. Acesso em: 24 jun. 2022.

Kamimura, B.A., Magnani, M., Luciano, W.A., Campagnollo, F.B., Pimentel, T.C., Alvarenga, V.O., Pelegrino, B.O., Cruz, A.G. and Sant'Ana, A.S. (2019), Brazilian Artisanal Cheeses: An Overview of their Characteristics, Main Types and Regulatory Aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 18: 1636-1657. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12486>. Acesso em: 27 jan. 2022.

Milkpoint. (2017). ABIQ: Mercado de Queijos tem Alto Potencial de Crescimento no Brasil. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/abiq-mercado-de-queijos-tem-alto-potencial-de-crescimento-no-brasil-105515n.aspx> Acesso em: 28 jul. 2022.

Menezes, S. M. (2011). Queijo de coalho: tradição cultural e estratégia de reprodução social na região Nordeste. *Revista de Geografia (Recife)*, 28(1), 40-56. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/viewFile/228843/23253>. Acesso em: 28.jun. 2022.

Nascimento, E. C., Cruz, B. E. V.; Calvi, M. F. (2019). Queijos diferentes, origem geográfica comum: história e tradição da produção dos queijos do Marajó. *Ateliê Geográfico*, 13(3), 190-208 p. <https://doi.org/10.5216/ag.v13i3.57694>

Netto, Marcos Mergarejo. (2011). A geografia do queijo minas artesanal. 420 f. Tese - (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2011. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/104382> Acesso em: 27 jan. 2022.

Penna, A.L.B.; Gigante, M.L.; Todorov, S.D. (2021). Artisanal Brazilian Cheeses—History, Marketing, Technological and Microbiological Aspects. *Foods*, v. 10, n. 7, pág. 1562. <https://doi.org/10.3390/foods10071562> Acesso em: 27 abr. 2022.

CASTRO, F. P.; BADARÓ, A. C. L. (2021). DILEMAS DA PRODUÇÃO DE QUEIJO COLONIAL ARTESANAL DO SUDOESTE DO PARANÁ. *Revista Faz Ciência*, [S. l.], v. 23, n. 37, p. 108-124. DOI: 10.48075/rfc.v23i37.27011. Disponível em: <http://e-revista.unioeste.br/index.php/fazciencia/article/view/27011>. Acesso em: 27 abr. 2022.

Rosset, M.; Cruz, A. G; Esmerino, E. A.; Barão, C. E.; Pimentel, T. C. (2020). Queijos artesanais tipicamente brasileiros. In: Cruz, A. G; Barão, C. E.; Esmerino, E. A.; Pimentel, T. C. (org.). *Inovações em produtos lácteos*. 1. E. São Paulo: Setembro Editora, p. 92 - 107. ISBN 9786588947029.

Slow Food Brasil. (2018). Queijos artesanais do Brasil: regiões tradicionais. Disponível em: <https://slowfoodbrasil.org/temas-campanhas/queijo-artesanal-de-leite-cru/> . Acesso em: 22 jan. 2022.

Ventura da Silva, L.; Nascimento, D. da S. .; Silva, R. N. da .; Andrade, H. M. L. da S.; Andrade, L. P. de . (2022). Boas práticas na produção de queijos artesanais: uma revisão sistemática da literatura. Diversitas Journal, [S. I.], v. 7, n. 2. DOI: 10.48017/dj.v7i2.1994. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1994. Acesso em: 1 maio. 2022.

6. CAPÍTULO 3 - METAIS TÓXICOS EM PRODUTOS LÁCTEOS: ASPECTOS REGULATÓRIOS E PERIGOS TOXICOLÓGICOS AO CONSUMIDOR

Artigo de Revisão Artigo de Revisão submetido ao Webinário Internacional de Ciência e Tecnologia em Alimentos (WICTA) 2021 em: 31/08/21) e publicado nos Anais do Webinário Internacional de Ciência e Tecnologia em Alimentos: artigos de revisão (vol. 1).¹¹



¹¹ ROCHA, L. S.; QUITÉRIO DE SOUZA, S.L.; CRUZ, A.G. Metais tóxicos em produtos lácteos: Aspectos regulatórios e perigos toxicológicos ao consumidor. Anais do Webinário Internacional de Ciência e Tecnologia em Alimentos : artigos de revisão, Santa Maria v.1, cap 35, p. 362-374, 2021.

7. CAPÍTULO 4 - QUEIJOS ARTESANAIS BRASILEIROS: PRINCIPAIS ASPECTOS REGULATÓRIOS

Resumo expandido submetido ao II Simpósio Integrado de Inovação Em Tecnologia De Alimentos (SIITA) Em Casa Evento online - aprovado em: 23/09/2022¹²

II SIITA Em Casa- Resumo Expandido
Simpósio Integrado de Inovação Em Tecnologia De Alimentos
Evento online - 17 a 20 de outubro



QUEIJOS ARTESANAIS BRASILEIROS: PRINCIPAIS ASPECTOS REGULATÓRIOS

L. S. ROCHA¹, A. G. CRUZ²

^{1,2} Departamento de Alimentos, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), Rio de Janeiro, RJ (lucianadasilvarocha@gmail.com)

RESUMO

Os queijos artesanais no Brasil não têm uma história única. Embora haja uma tendência em querer universalizar a história desse alimento com base na colonização europeia, talvez seja mais adequado considerar a possibilidade de existir diversas histórias dos queijos artesanais a partir de uma pluralidade dos aspectos geográficos, culturais, sociais e econômicos. Em razão disso, identificar esses aspectos e construir ações, de regulação sanitária ou de propriedade intelectual, em cada tipo de queijo artesanal brasileiro (QAB) seja uma tarefa complexa. Considerando que a cadeia produtiva dos QAB vem apresentando uma grande evolução, o objetivo dessa pesquisa é descrever os principais aspectos regulatórios que estão direcionando a viabilização desse produto com mais segurança ao consumidor.

Palavras-chave: Queijo artesanal, regulamentação, segurança.

Introdução

Os queijos artesanais no Brasil não têm uma história única. Embora haja uma tendência em querer universalizar a história desse alimento com base na colonização europeia, talvez seja mais adequado considerar a possibilidade de existir diversas histórias dos queijos artesanais a partir de uma pluralidade dos aspectos geográficos, culturais, sociais e econômicos. Em razão disso, identificar esses aspectos e construir ações, de regulação sanitária ou de propriedade intelectual, em cada tipo de queijo artesanal brasileiro (QAB) seja uma tarefa complexa.

¹² ROCHA, L. S.; CRUZ, A.G. Queijos Artesanais Brasileiros: principais aspectos regulatórios. Simpósio Integrado de Inovação Em Tecnologia De Alimentos: Resumo Expandido, ISBN: 9786588884287. p. 63-71, 2022. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1V5MdGWiSpAtKdbwrDUDjQx0XR9y6qAVo/view>

8. CAPÍTULO 5 - DETERMINATION OF HEAVY METALS AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF BRAZILIAN ARTISANAL CHEESE

Resumo submetido ao Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos e publicado nos Anais do 14 SLACA - Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos – v. 14, 2021 – 144569 ISSN: 2447-2840 aprovado em: 25/11/2021¹³.

**SLACA
2021**



Apresentação

Trabalhos

Autores

Eixos temáticos

Feed

Video

Ranking

Comitês

Contato

Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos

Anais do 14 SLACA - Simpósio Latino Americano de Ciência de Alimentos

ISSN: 2447-2840

PT BR Login

Download

COMO CITAR ESSE TRABALHO?

DETERMINATION OF HEAVY METALS AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF BRAZILIAN ARTISANAL CHEESE

Luciana da Silva e Rocha¹ Ramon Silva¹ Gustavo Luis de Paiva Anciensi Ramos² Bernardo Ferreira Braz³ Ricardo Erthal Santelli³
Adriana P. Ariseto Bragatto⁴ Simone Lorena Quintério de Souza¹ Adriano Gomes da Cruz¹

Vol 14, 2021 - 144569

Pôster

Resumo

With vast worldwide consumption, dairy products are not free from the presence of heavy metals, which can be bioaccumulated in milk and consequently be present in cheeses. This study aimed to evaluate the heavy metals (Cr, Cu, As, Cd, Hg, Pb) in Brazilian artisanal cheese (= 40, Senno, Araxá, Marajó, Colonial, Caipira, Serrano, Mantiqueira and Bicas da Serra), and to carry out a health risk assessment. The analysis were performed using through Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry with five repetitions. Low levels of chromium, copper, cadmium and lead were identified in all types of analyzed cheese. Only Mantiqueira cheese had a small amount of arsenic. No mercury was identified in any cheese. The metals with the greatest variation among the cheeses were copper (91 µg/kg in Senno cheese and 964 µg/kg in Caipira cheese) and lead (6 µg/kg in Marajó cheese and 274 µg/kg in Mantiqueira cheese). The estimated daily intakes (EDI), ranged from 5.17 x 10⁻⁶ to 1.48x10⁻⁴ mg/kg bw per day (arsenic and copper, respectively). For the Target Hazard Quotients (THQ) the values ranged from 6.89 10⁻¹³ to 5.49 10⁻⁷, respectively, being all the values <1, what suggests that the artisanal cheeses do not have human health risks (non-carcinogenic) associated with long term exposure to chemical pollutants. The findings suggest that the Brazilian artisanal cheeses do not have a potential risk potential health risk through their consumption.

Instituições

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

² Universidade Federal Fluminense

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro

⁴ Universidade Estadual de Campinas

Eixo Temático

• Caracterização Química e Físico-química de Alimentos (FQ)

With vast worldwide consumption, dairy products are not free from the presence of heavy metals, which can be bioaccumulated in milk and consequently be present in cheeses. This study aimed to evaluate the heavy metals (Cr, Cu, As, Cd, Hg, Pb) in Brazilian artisanal cheese (= 40, Senno, Araxá, Marajó, Colonial, Caipira, Serrano, Mantiqueira and Bicas da Serra), and to carry out a health risk assessment. The analysis were performed using through Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry with five repetitions. Low levels of chromium, copper, cadmium and lead were identified in all types of analyzed cheese. Only Mantiqueira cheese had a small amount of arsenic. No mercury was identified in any cheese. The metals with the greatest variation among the cheeses were copper (91 µg/kg in Senno cheese and 964 µg/kg in Caipira cheese) and lead (6 µg/kg in Marajó cheese and 274 µg/kg in

¹³ Luciana da Silva e Rocha et al. DETERMINATION OF HEAVY METALS AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF BRAZILIAN ARTISANAL CHEESE . In: ANAIS DO 14 SLACA - SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 2021, Campinas. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2021. Disponível em: <<https://proceedings.science/slaca/slaca-2021/trabalhos/determination-of-heavy-metals-and-health-risk-assessment-of-brazilian-artisanal?lang=pt-br>> Acesso em: 02 abr. 2023.

Mantiqueira cheese). The estimated daily intakes (EDI), ranged from 5.17×10^{-6} to 1.48×10^{-4} mg/kg bw per day (arsenium and copper, respectively). For the Target Hazard Quotients (THQ) the values ranged from 6.89×10^{-13} to 5.49×10^{-7} , respectively), being all the values <1 , what suggests that the artisanal cheeses do not have human health risks (non-carcinogenic) associated with long term exposure to chemical pollutants. The findings suggest that the Brazilian artisanal cheeses do not have a potential risk potential health risk through their consumption.

Finantial Support: IFRJ, FAPERJ, CNPQ. CAPES.

Key-words: cheeses, health risk, minerals.

9. CAPÍTULO 6 – HEAVY METALS AND HEALTH RISK ASSESSMENT OF BRAZILIAN ARTISANAL CHEESES

Artigo submetido a revista Food Control¹⁴

Abstract

The presence of heavy metals in foods has gained importance due to their impact on health after ingestion. Dairy products stand out as a food matrix susceptible to this type of contamination, via cattle feed, and environmental or processing conditions. Specifically in the case of cheese, the concentrations can be further increased depending on the production process. Currently, the artisanal cheese market has been standing out, especially in Brazil, due to cultural and gastronomic reasons. Samples of eight types of Brazilian artisanal cheese were analyzed for metal concentrations (chromium, copper, cadmium, lead, arsenic, and mercury) using inductively coupled plasma mass spectrometry. Based on the results, a health risk assessment was carried out, based on the determination of estimated daily intake, target hazard quotient (THQ), and hazard index (HI). Variable concentrations were observed between the types of cheese, but in all cases the THQ and HI values were less than 1, indicating an absence of potential risk in the consumption of artisanal cheeses in relation to the intake of heavy metals.

Keywords: dairy products, cadmium, food safety, consumer's health

¹⁴ ROCHA, L. S.; RAMOS, G.L.P.A.; BRAZ, B. F.; SANTELLI, R.E.; MARSICO, E.T.; QUITÉRIO, S.L.; CRUZ, A.G. *Heavy metals and health risk assessment of Brazilian artisanal cheeses*.

1. Introduction

Cheeses produced with raw milk in small facilities using a batch production are called Artisanal cheeses. In Brazil, these products highly appreciated, being granted a protected designation of origin and are award winners. Although Minas Gerais (MG) is the most traditional Brazilian state producer, other states have been noted in recent

years (Kamimura *et al.*, 2019) In Brazil, the manufacture of artisanal cheeses occurs regionally, being the result of the heritage and identity present in each region. There are at least 38 types of Brazilian artisanal cheese produced with cow, goat, sheep, and buffalo milk, or from a mixture of these different species, with unique sensory characteristics and peculiarities in the production technique (Chaves *et al.*, 2021; Araújo *et al.*, 2020;).

In dairy products, chemical elements can be found, which in general are metals in different organic, inorganic, or elemental chemical forms, which do not have any beneficial or essential physiological function for the body. Elements such as mercury, cadmium, lead, and arsenic produce adverse effects even in trace amounts, and some are cumulative and slowly eliminated (Christophoridis *et al.*, 2019). The Specific Codex Alimentarius committees are responsible for establishing the maximum limits (LM) for most of these contaminants. It is important to clarify that many of them are naturally present in the environment, so it would not be possible to establish a limit equal to zero (Codex Alimentarius, 2012). In view of this, specialists work with the establishment of very low, tolerable, and safe levels.

Animals are exposed to metals via water and food, and their presence in milk may occur. Also, milk contamination can occur along the cheese production chain through the machinery used in the industry and environmental contamination. In the cheese production process, these concentrations can be further increased

(Christophoridis *et al.*, 2019).

This study aims to determine the concentration of metals (As, Cd, Cr, Cu, Hg, and Pb) in different types of Brazilian artisan cheeses. Additionally, it aims to carry out a risk assessment related to the intake of metals associated with the consumption of cheese.

2. Material and methods

2.1 Sampling

Cheese artisanal samples (Serro, Araxá, Marajó, Colonial, Caipira, Serrano, Mantiqueira and Bicas da Serra, n=40) were purchased in markets located in the city of Rio de Janeiro. All samples were packaged in hermetically sealed plastic containers. Before the determinations, the cheeses were cut in small pieces and grounded mechanically in an electric mixer (Wallita, São Paulo, Brazil) to get a homogeneous sample. The sample collection was performed between November and December of 2022.

2.2 Sample analysis

Ten grams of cheese were acid hydrolyzed for approximately 16 h at $120^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ using 2 mL nitric-perchloric acid solution (2:1). The samples were then heated in a digestion block (Technal, São Paulo, Brazil) in a 143 fume hood at slow boil to $100^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ over 1h and maintained for an additional 2h at $144\text{--}170^{\circ}\text{C} (\pm 2^{\circ}\text{C})$. After cooling to room -temperature, 2 mL of nitric-perchloric acid were added to each tube and heated for further 4 h at $170^{\circ}\text{C} (\pm 2^{\circ}\text{C})$ in the digestion block.

The concentration of As, Cd, Cr, Cu, Hg and Pb was assessed by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry (ICP-MS), using an iCAP Qc (Thermo Scientific, Bremen, Germany) equipped with DRC (dynamic reaction cell), spray chamber cooled

by Peltier system and ASX 510 autosampler (TELEDYNE CETAC, Nebraska, USA). For data acquisition, Qtegra software was used.

Measurements were performed using matrix matching method and internal standardization, using isotopes ^{75}As , ^{112}Cd , ^{52}Cr , ^{63}Cu , ^{202}Hg and ^{208}Pb for the analytes and ^{72}Ge , ^{103}Rh and ^{205}Tl as internal standards. The analytical curve was constructed using six standard solutions, from 1 to 50 $\mu\text{g kg}^{-1}$. The instrumental operation conditions are shown in Table 1.

Table 1. ICP-MS operation conditions

RF power (W)	1550
Argon flow rate ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$)	
Cool gas	14.0
Auxiliary gas	0.8
Nebulizer gas	1.01
Data acquisition	
Dwell time (ms)	10
Channels	1
Dinamic reaction cell gas ($\text{mL}\cdot\text{min}^{-1}$)	
Helium	4.0
Hidrogen	1.0
Acquisition mode	KED for all elements except for As

2.3 Method performance

The method was tested for linearity, detection and quantification limits. Limit of detection (LOD) was calculated by using the Standard Deviation obtained by ten replicates of the lowest standard solution concentration using Equation 1 (IUPAC, 1987):

$$\text{LOD} = \text{SD} \times t(n-1, 0.95) \quad (1)$$

where SD is the standard deviation; t is the student factor for (n-1) degrees of freedom as 95% level of statistical confidence. Limit of quantification (LOQ) was calculated as three times the LOD value. The table 2 shows the method performance characteristics.

Table 2. Method performance characteristics.

Element	ILOD ($\mu\text{g L}^{-1}$)	LOD ($\mu\text{g kg}^{-1}$)	% Recovery	Linear Range ($\mu\text{g L}^{-1}$)	R ²
As	0.099	7.4	102	1-50	0.9999
Cd	0.0081	0.60	103	1-50	1.0000
Cr	0.060	4.5	97	1-50	1.0000
Cu	0.036	2.7	102	1-50	1.0000
Hg	0.038	2.9	95	1-50	0.9997
Pb	0.018	1.3	104	1-50	0.9999

The mean recoveries obtained for the analytical method ranged between 95% and 104% (Table 2), suggesting good performance characteristics.

2.4 Health risk assessment

The Estimated Daily Intake of metals (EDI) is a calculated value (Equation 2) that relates the concentration of metal in food to its daily intake and the body weight of the consumer (Meshref *et al.*, 2014).

$$EDI \text{ (mg.kg}^{-1}\text{BW per day)} = \frac{C_{\text{metal}} \times W_{\text{cheese}}}{BW} \quad (2)$$

where C_{metal} (mg kg⁻¹, on wet weight basis) is the concentration of heavy metals in cheese; W_{cheese} represents the daily average consumption of cheese (kg); BW represents the human body weight (kg).

Target hazard quotient (THQ) estimates the potential risk to human health associated with exposure to chemical pollutants, including exposure and ingestion of metals, and is calculated according to Equation 3 (EPA, 2016; Zhuang *et al.*, 2009). Values less than 1 indicate no potential risk.

$$THQ \text{ (mg.kg}^{-1}\text{ per kg BW per day)} = \frac{EDI \times IR \times C_{\text{metal}}}{BW \times RfD} \quad (3)$$

where IR is the ingestion rate (0.022 g/person/day); BW represents the average human body weight of an adult (60 kg); RfD is the oral reference dose ($\text{mg.kg}^{-1} \text{ BW day}^{-1}$) for each metal (values for Cd, Pb, Zn, Cu and Fe are 10^{-3} , 3.5×10^{-3} , 3×10^{-1} , 4×10^{-2} and 3×10^{-1} , respectively).

Finally, the Hazard Index (HI) is calculated by adding the THQ obtained for each metal, where values lower than 1 indicate a safe situation.

3. Results and discussion

3.1 Heavy Metal concentration

Table 3 displays the average concentrations found in the samples of the eight types of artisanal cheese analyzed. The presence of Chromium (Cr) in milk, and consequently in cheese, is not related to the ingestion of the metal by the animal, since its molecule has a strong tendency to bond with the liver and kidneys of cattle. Thus, contamination of dairy products by chromium occurs mainly through contact with production line equipment, where stainless steel parts can contain up to 30% of the metal (Bratakos *et al.*, 2002; Spears, 2007). In this study, chromium concentrations in the range of 21 – 147 $\mu\text{g kg}^{-1}$ were observed, with the highest concentrations observed in Serrano and Mantiqueira cheeses, and the lowest in Marajó cheese. The results are in the concentration range similar to that observed in other studies addressing different types of cheeses, such as cream cheese and cottage, and carried out in several countries (Christophoridis *et al.*, 2019; Lloyd *et al.*, 2010).

Table 3 . Concentration of heavy metals in Brazilian artisanal cheese ($\mu\text{g kg}^{-1}$)

Cheese	Metal mean concentration ($\mu\text{g kg}^{-1}$)					
	Cr	Cu	As	Cd	Hg	Pb
Serro Cheese	36.97 $\pm$ 1.61	91.29 $\pm$ 1.94	N.D.*	6.85 $\pm$ 1.59	N.D.*	27.51 $\pm$ 1.99
Araxá Cheese	51.02 $\pm$ 1.34	860.92 $\pm$ 1.06	N.D.*	9.42 $\pm$ 1.65	N.D.*	18.08 $\pm$ 1.72
Marajó Cheese	20.80 $\pm$ 1.62	306.94 $\pm$ 1.52	N.D.*	5.25 $\pm$ 1.88	N.D.*	5.78 $\pm$ 1.61
Colonial Cheese	43.17 $\pm$ 1.28	355.67 $\pm$ 1.58	N.D.*	7.99 $\pm$ 1.03	N.D.*	56.31 $\pm$ 1.58
Caipira Cheese	104.28 $\pm$ 1.23	964.25 $\pm$ 1.52	N.D.*	27.20 $\pm$ 1.15	N.D.*	228.59 $\pm$ 1.63
Serrano Cheese	137.85 $\pm$ 1.36	763.36 $\pm$ 1.55	N.D.*	21.63 $\pm$ 1.75	N.D.*	81.50 $\pm$ 1.63
Mantiqueira Cheese	146.91 $\pm$ 1.25	816.69 $\pm$ 1.07	27.16 $\pm$ 1.51	23.17 $\pm$ 1.50	N.D.*	273.47 $\pm$ 1.14
Bicas da Serra Cheese	80.58 $\pm$ 1.28	319.80 $\pm$ 1.09	N.D.*	16.56 $\pm$ 1.88	N.D.*	79.59 $\pm$ 1.23

*Results are expressed by mean $\pm$ standard deviation (n=5 samples of each cheese) *N.D. = Not Detected, < Limit of detection (LOD)

The concentration of copper (Cu) detected in food may vary according to different sources, such as processing conditions and, mainly, the environment (Hajiboland, 2007). Copper was quantified in a very variable concentration between types of cheese, in the range of 91 - 964 $\mu\text{g kg}^{-1}$. Serro cheese had a significantly lower concentration than the others (91.3 $\mu\text{g kg}^{-1}$), while Caipira, Araxá, and Mantiqueira cheeses had the highest concentrations (817 - 964 $\mu\text{g kg}^{-1}$). In general, copper concentrations in cheeses are observed in similar ranges, oscillating between 300 and 1600 $\mu\text{g kg}^{-1}$ in different types of cheese (Yuzbasi *et al.*, 2003; Bakircioglu *et al.*, 2011; Velasco-Reynold *et al.*, 2008). Higher concentrations have also been reported, such as 3250 $\mu\text{g kg}^{-1}$ in feta cheese in Egypt (Elbarbary and Hamouda, 2013) and 4421 $\mu\text{g kg}^{-1}$ in Parmesan cheese in Greece (Christophoridis *et al.*, 2019). All samples of artisanal cheeses are below the maximum tolerated limit for copper of 10000 $\mu\text{g kg}^{-1}$.

established by Brazilian legislation for medium and low moisture cheeses (Brasil, 2022).

Arsenic (As) is a metal dispersed in the environment in several sources, such as water, soil, and rocks. Related to the food production chain, the main source of Arsenic is groundwater, where in certain regions it reaches high concentrations of the metal. Thus, the main way this metal enters cheese production is through the use of contaminated water in dairy cattle raising (Sigrist *et al.*, 2016; Perez-Carrera *et al.*, 2016). Arsenic toxicity is mainly related to the inactivation of enzymes responsible for DNA synthesis and repair. In addition, the substance is a recognized carcinogen that can affect several organs (Smith *et al.*, 2000).

In this study, all samples had arsenic concentrations below the detection limit ($22 \mu\text{g.kg}^{-1}$), except for Mantiqueira cheese, which had a concentration of $27.2 \mu\text{g kg}^{-1}$. In other regions, such as Egypt, arsenic concentrations in cheeses of up to $196 \mu\text{g kg}^{-1}$ have already been reported, although in most cases this metal is absent or in very low amounts (Hassan *et al.*, 2016; Christophoridis *et al.*, 2019). According to Brazilian legislation, the maximum tolerated limit of total arsenic in fluid milk is $50 \mu\text{g kg}^{-1}$, and $500 \mu\text{g kg}^{-1}$ in cheeses (Brasil, 2022), classifying artisanal cheese samples within the acceptable limit.

Contamination of dairy products by cadmium (Cd) can occur through equipment during the production chain or through the environment (Kazi *et al.*, 2009). In the studied Brazilian artisanal cheeses, the cadmium concentration ranged between 5.3 and $27.2 \mu\text{g kg}^{-1}$, where the highest concentrations were observed in Caipira, Serrano, and Mantiqueira cheeses ($21.6 - 27.2 \mu\text{g kg}^{-1}$). Much higher concentrations have already been reported in other types of cheese produced in other countries, such as soft and fermented cheeses (Bakircioglu *et al.*, 2011; Suturović *et al.*, 2014), although

in several studies the concentrations obtained remain close to the range obtained (Christophoridis *et al.*, 2019; Shahbazi *et al.*, 2016). Brazilian legislation establishes the same maximum tolerated limit defined for arsenic (Brasil, 2022), also classifying the cheeses addressed as safe.

No sample of Brazilian artisanal cheese showed mercury (Hg) concentration above the detection limit ($< 8.6 \mu\text{g kg}^{-1}$). Other studies have already demonstrated the presence of this metal in cheeses, in amounts of up to $50 \mu\text{g kg}^{-1}$ (Hassan *et al.*, 2016). Brazilian legislation does not establish a standard for the presence of mercury in dairy products (Brasil, 2022). The presence of mercury in dairy products can be due to the consumption of contaminated water by dairy animals. Also, the metal is present in pesticides used in the agricultural environment, and mercury has an affinity with casein (Caggiano *et al.*, 2005; Qin *et al.*, 2009).

Lead (Pb) concentrations observed in this study ranged from 5.8 to $273.5 \mu\text{g kg}^{-1}$. Caipira and Mantiqueira cheeses showed much higher levels (229 and $273 \mu\text{g kg}^{-1}$) compared to the others. In Europe, the limit established for the concentration of lead in milk is up to $20 \mu\text{g kg}^{-1}$ (Commission, 2006), while Brazilian legislation establishes the same limit for fluid milk, and up to $400 \mu\text{g kg}^{-1}$ for cheese (Brasil, 2022). In the scientific literature, very variable concentrations are reported, reaching up to $10000 \mu\text{g}$ of lead per kg of cheese (Christophoridis *et al.*, 2019). Milk can be contaminated with lead by various means, such as fertilizer residues, soil contaminated by motorized equipment, and contaminated industrial air. Lead also has an affinity for casein molecules, and the concentration of this metal seems to be directly related to the age of the animal (Mohajer *et al.*, 2013; Rahimi, 2013).

3.2 Risk assessment

Table 4 presents the estimated daily intake (EDI) values for the metals in the different cheeses analyzed, compared to the tolerable daily intake (TDI) values defined for some of the metals. The TDI for lead is defined as $3.6 \mu\text{g kg}^{-1}$ bw per day, starting from a weekly consumption limit of $25 \mu\text{g kg}^{-1}$ (FAO, 1993). For cadmium, a TDI of $0.83 \mu\text{g kg}^{-1}$ bw per day is defined, based on the monthly intake limit of $25 \mu\text{g kg}^{-1}$ (Commission, 1995), while for mercury, the TDI is $0.57 \mu\text{g.kg}^{-1}$ bw per day (FAO/WHO, 2010). Note that the EDI values are much lower than the TDI values (Table 4), indicating that the levels of lead and cadmium in artisanal cheeses are low.

Table 4. Estimated Daily Intake (EDI) of metals (mg kg^{-1} bw per day) via consumption in Brazilian artesanal cheese by an adult

Cheese sample	Estimated daily intake (EDI; mg.kg^{-1} bw per day)					
	Cr	Cu	As	Cd	Hg	Pb
Serro Cheese	$8.45 \cdot 10^{-6}$	$1.81 \cdot 10^{-5}$	-	$1.56 \cdot 10^{-6}$	-	$6.28 \cdot 10^{-6}$
Araxá Cheese	$1.12 \cdot 10^{-6}$	$1.96 \cdot 10^{-4}$	-	$1.64 \cdot 10^{-6}$	-	$4.13 \cdot 10^{-6}$
Marajó Cheese	$4.75 \cdot 10^{-6}$	$7.01 \cdot 10^{-5}$	-	$8.57 \cdot 10^{-7}$	-	$1.16 \cdot 10^{-5}$
Colonial Cheese	$9.86 \cdot 10^{-6}$	$8.13 \cdot 10^{-5}$	-	$1.31 \cdot 10^{-6}$	-	$1.28 \cdot 10^{-5}$
Caipira Cheese	$2.38 \cdot 10^{-5}$	$2.20 \cdot 10^{-4}$	-	$6.22 \cdot 10^{-6}$	-	$5.22 \cdot 10^{-5}$
Serrano Cheese	$3.15 \cdot 10^{-5}$	$1.17 \cdot 10^{-4}$	-	$4.94 \cdot 10^{-6}$	-	$1.86 \cdot 10^{-5}$
Mantiqueira Cheese	$3.35 \cdot 10^{-5}$	$1.86 \cdot 10^{-4}$	$6.21 \cdot 10^{-6}$	$5.29 \cdot 10^{-6}$	-	$6.25 \cdot 10^{-5}$
Bicas da Serra Cheese	$1.84 \cdot 10^{-5}$	$7.31 \cdot 10^{-5}$	-	$3.78 \cdot 10^{-6}$	-	$1.82 \cdot 10^{-5}$

For the other metals discussed, although there are some toxicological data, there is no established TDI value. In the case of copper, it is defined that a dose of more than $200 \mu\text{g kg}^{-1}$ bw of copper salts can be fatal for humans, suggesting a value tolerable upper intake level of 5 mg/day (WHO, 1993). For chromium, the recommendation of a maximum limit of $250 \mu\text{g/day}$ is defined (WHO, 1996).

The target hazard quotient (THQ) is a useful parameter to assess the risks associated with eating food contaminated by a chemical hazard. Their values obtained in this study are shown in Table 5.

Table 5. Target Hazard Quotient (THQ) and Hazard Index (HI) for daily exposure to metals through consumption in Brazilian artisanal cheeses

Cheese sample	THQ						HI
	Cr	Cu	As	Cd	Hg	Pb	
Serro Cheese	$2.38 \cdot 10^{-8}$	$8.12 \cdot 10^{-7}$	-	$2.45 \cdot 10^{-9}$	-	$9.88 \cdot 10^{-9}$	$7.26 \cdot 10^{-13}$
Araxá Cheese	$4.53 \cdot 10^{-8}$	$9.68 \cdot 10^{-7}$	-	$2.69 \cdot 10^{-9}$	-	$4.27 \cdot 10^{-8}$	$8.53 \cdot 10^{-13}$
Marajó Cheese	$7.53 \cdot 10^{-9}$	$1.23 \cdot 10^{-7}$	-	$7.34 \cdot 10^{-10}$	-	$3.37 \cdot 10^{-8}$	$1.98 \cdot 10^{-13}$
Colonial Cheese	$3.24 \cdot 10^{-8}$	$1.65 \cdot 10^{-7}$	-	$1.73 \cdot 10^{-9}$	-	$4.14 \cdot 10^{-8}$	$2.56 \cdot 10^{-13}$
Caipira Cheese	$1.89 \cdot 10^{-7}$	$1.21 \cdot 10^{-6}$	-	$3.86 \cdot 10^{-8}$	-	$6.82 \cdot 10^{-7}$	$1.69 \cdot 10^{-12}$
Serrano Cheese	$3.30 \cdot 10^{-7}$	$7.61 \cdot 10^{-7}$	-	$2.44 \cdot 10^{-8}$	-	$8.67 \cdot 10^{-8}$	$9.93 \cdot 10^{-13}$
Mantiqueira Cheese	$3.76 \cdot 10^{-7}$	$8.71 \cdot 10^{-7}$	$1.28 \cdot 10^{-7}$	$2.80 \cdot 10^{-8}$	-	$9.76 \cdot 10^{-7}$	$1.83 \cdot 10^{-12}$
Bicas da Serra Cheese	$1.13 \cdot 10^{-7}$	$1.33 \cdot 10^{-7}$	-	$1.43 \cdot 10^{-8}$	-	$8.27 \cdot 10^{-8}$	$3.35 \cdot 10^{-13}$

* EDI is expressed in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ bw per day and THQ (is expressed in $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ per kg BW per day, HI is adimensional.

All values are less than 1, indicating that Brazilian artisanal cheeses are safe when related to metal intake. The hazard index (HI) values, which are defined as the sum of the THQ of the metals in each sample, also remained below 1 (Table 5), indicating a safe consumption situation. However, it should be noted that in an individual's diet, there may be several sources of contamination or ingestion of metals, and thus, a sum of all possible sources must be considered for the actual estimate of the associated risk, taking into account the particularities of each environment and diet of each individual.

Overall, this findings of the study present relevance for the increased consumption of artisanal cheese for Brazilian consumers and can serve as guide for dairy processors and regulatory Agencies to adopt continuous surveillance for the chemical harzards in these dairy products Further research should cover samples manufactured along all the seasons to have a more complete vision of the levels of these parameters,

4. Conclusion

In general, it was observed that Brazilian artisan cheeses, of different types, have small concentrations of cadmium, lead, chromium, and copper, and even smaller amounts of arsenic and mercury. These low concentrations result in a low risk to the health of consumers, as evidenced by the target hazard quotient and hazard index values.

It is important to highlight that the study deals only with the presence of metals in cheeses, not forgetting that other sources from the diet or the environment can also generate exposure to metals and generate an intake that can cause damage to health.

Acknowledgment

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001. The authors are grateful to the Conselho Nacional de Pesquisa Científica (CNPq) for the grants, Fundação de Amparo à Pesquisa no Rio de Janeiro (FAPERJ) and IFRJ for the financial support.

References

Bakircioglu, D., Kurtulus, Y. B., & Ucar, G. (2011). Determination of some traces metal levels in cheese samples packaged in plastic and tin containers by ICP-OES after dry, wet and microwave digestion. *Food and Chemical Toxicology*, 49, 202-207.

Brasil, 2022. IN nº 160/2022 - Estabelece os limites máximos tolerados (LMT) de contaminantes em alimentos. Retrieved from http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6503739/%281%29IN_160_2022_COM_P.pdf/8510c2f3-1093-4ef3-891c-c6abc142e788. Accessed April 22, 2023.

Bratakos, M. S., Lazos, E. S., & Bratakos, S. M. (2002). Chromium content of selected Greek foods. *Science of the Total Environment*, 290(1-3), 47-58.

Caggiano, R., Sabia, S., D'Emilio, M., Macchiato, M., Anastasio, A., Ragosta, M., & Paino, S. (2005). Metal levels in fodder, milk, dairy products, and tissues sampled in ovine farms of Southern Italy. *Environmental Research*, 99, 48-57.

Christophoridis, C., Kosma, A., Evgenakis, E., Bourliva, A., & Fytianos, K. (2019). Determination of heavy metals and health risk assessment of cheese products consumed in Greece. *Journal of Food Composition and Analysis*, 82, 103238.

Commission, E. (2006). *Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 Setting Maximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs*. Retrieved from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/<https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2006:364:0005:0024:EN:PDF>. Accessed April 10, 2023.

Commission, E. (1995). *Reports of the Scientific Committee for Food, 36th Series, Opinion of the Scientific Committee for Food on Cadmium*. Retrieved from chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfindmkaj/http://aei.pitt.edu/40845/1/36th_food.pdf. Accessed April 10, 2023.

Elbarbary, H. A., & Hamouda, A. F. (2013). Variations in some heavy metals' level during processing of soft cheese. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 7, 194-198.

EPA, U. (2016). Reference Dose (RfD): Description and Use in Health Risk Assessment. Background Document 1A, Integrated Risk Information System (IRIS). Retrieved from <https://www.epa.gov/iris/reference-dose-rfd-description-and-use-health-risk-assessments>. Accessed April 07, 2023.

FAO/WHO, (1993). *Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants (41st Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)*. WHO Technical Report Series No. 837. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/36981>. Accessed April 07, 2023.

FAO/WHO, (2010). *Seventy-second Meeting. Report on Summary and Conclusions*. Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/44514>. Accessed April 07, 2023.

Hajiboland, R., & Manafi, M. H. (2007). Flora of heavy metal-rich soils in NW Iran and some potential hyper-accumulator and accumulator species. *Acta Botanica Croatica*, 66, 177-195.

Hassan, A. R. H., Zeinhom, M. M., Abdel-Wahab, M. A., & Tolba, M. H. (2016). Heavy metal dietary intake and potential health risks for university hostel students. *Biological Trace Element Research*, 170, 65-74.

Kazi, T. G., Jalbani, N., Baig, J. A., Kandhro, G. A., Afridi, H. I., Arain, M. B., ... & Shah, A. Q. (2009). Assessment of toxic metals in raw and processed milk samples using electrothermal atomic absorption spectrophotometer. *Food and Chemical Toxicology*, 47, 2163-2169.

Lloyd, K. E., Fellner, V., McLeod, S. J., Fry, R. S., Krafka, K., Lamptey, A., & Spears, J. W. (2010). Effects of supplementing dairy cows with chromium propionate on milk and tissue chromium concentrations. *Journal of Dairy Science*, 93, 4774-4780.

Meshref, A. M., Moselhy, W. A., & Hassan, N. E. H. Y. (2014). Heavy metals and trace elements levels in milk and milk products. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 8, 381-388.

Mohajer, R., Salehi, M. H., Mohammadi, J., Emami, M. H., & Azarm, T. (2013). The status of lead and cadmium in soils of high prevalence gastrointestinal cancer region of Isfahan. *Journal of Research in Medical Sciences: The Official Journal of Isfahan University of Medical Sciences*, 18, 210.

Pérez-Carrera, A., Alvarez-González, C. V., & Fernández-Cirelli, A. (2016). Transference factors as a tool for the estimation of arsenic milk concentration. *Environmental Science and Pollution Research*, 23, 16329-16335.

Qin, L. Q., Wang, X. P., Li, W., Tong, X., & Tong, W. J. (2009). The minerals and heavy metals in cow's milk from China and Japan. *Journal of Health Science*, 55, 300-305.

Rahimi, E. (2013). Lead and cadmium concentrations in goat, cow, sheep, and buffalo milks from different regions of Iran. *Food chemistry*, 136, 389-391.

Shahbazi, Y., Ahmadi, F., & Fakhari, F. (2016). Voltammetric determination of Pb, Cd, Zn, Cu and Se in milk and dairy products collected from Iran: An emphasis on permissible limits and risk assessment of exposure to heavy metals. *Food Chemistry*, 192, 1060-1067.

- Sigrist, M., Hilbe, N., Brusa, L., Campagnoli, D., & Beldoménico, H. (2016). Total arsenic in selected food samples from Argentina: Estimation of their contribution to inorganic arsenic dietary intake. *Food Chemistry*, 210, 96-101.
- Smith, A. H., Lingas, E. O., & Rahman, M. (2000). Contamination of drinking-water by arsenic in Bangladesh: a public health emergency. *Bulletin of the World Health Organization*, 78, 1093-1103.
- Spears, J. W. (2000). Micronutrients and immune function in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society*, 59, 587-594.
- Suturović, Z., Kravić, S., Milanović, S., Đurović, A., & Brezo, T. (2014). Determination of heavy metals in milk and fermented milk products by potentiometric stripping analysis with constant inverse current in the analytical step. *Food chemistry*, 155, 120- 125.
- Velasco-Reynold, C., Navarro-Alarcon, M., López-GaDe La Serrana, H., & Lopez-Martinez, M. C. (2008). Copper in foods, beverages and waters from South East Spain: influencing factors and daily dietary intake by the Andalusian population. *Food Additives and Contaminants*, 25, 937-945.
- WHO. (1993). Guidelines for Drinking Water Quality, second edition. Retrieved from <https://www.who.int/publications/i/item/9241544600>. Accessed April 07, 2023.
- WHO. (1996). Trace Elements in Human Nutrition and Health, (A Report of a Re-evaluation of the Role of Trace Elements in Human Health and Nutrition). Retrieved from <https://apps.who.int/iris/handle/10665/37931>. Accessed April 10, 2023.
- Yüzbaşı, N., Sezgin, E., Yıldırım, M., & Yıldırım, Z. J. F. A. (2003). Survey of lead, cadmium, iron, copper and zinc in Kasar cheese. *Food Additives & Contaminants*, 20, 464-469.
- Zhuang, P., McBride, M. B., Xia, H., Li, N., & Li, Z. (2009). Health risk from heavy metals via consumption of food crops in the vicinity of Dabaoshan mine, South China. *Science of the Total Environment*, 407, 1551-1561.

10. CONCLUSÃO

De forma geral, os diferentes tipos de queijos artesanais brasileiros apresentam pequenas quantidades de cádmio, chumbo, cromo e cobre e menores ainda de arsênio e mercúrio. Em resumo, através do consumo de queijo artesanais o risco associado é muito baixo à saúde dos consumidores, tendo sido evidenciado pelos valores de quociente de perigo (THQ) e índice de perigo (HI). No entanto, é importante que sejam feitas pesquisas locais (nas regiões produtoras) com o propósito de se conhecer os níveis desses contaminantes, a fim de prevenir qualquer risco potencial a saúde.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA Estadual de Defesa Agropecuária do Estado do Pará Portaria nº 481, de 26 de fevereiro de 2013. Aprova o regulamento técnico de produção do Queijo do Marajó e dá outras providências. Diário Oficial do Estado do Pará, Belém, 7 de mar. 2013.

AGÊNCIA Estadual de Defesa Sanitária Animal e Vegetal. Portaria nº 3.670, de 07 de junho de 2021. Aprova o Regulamento Técnico de identidade e Qualidade do Queijo MS Artesanal Caipira e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Mato Grosso do Sul 10, jun. 2021. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=415517> Acesso em: 21 jun. 2022.

ARISSETO-BROGOTTO, A. P.; SPISSO, B. F. Toxicologia aplicada ao processamento de leite e derivados. In: Microbiologia, higiene e controle de qualidade no processamento de leites e derivados. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2019. p. 1-33.

BRASIL. Presidência da República. DECRETO Nº 11.099, DE 21 DE JUNHO DE 2022. Regulamenta o art. 10-A da Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 13.860, de 18 de julho de 2019, para dispor sobre a elaboração e a comercialização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da União, Brasília, 21 jun. 2022. Seção 1. p.5. Disponível em: <https://in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-11.099-de-21-de-junho-de-2022-409372062> Acesso em: 21 jun. 2022.

BRASIL. Presidência da República. DECRETO Nº 10.468, DE 18 DE AGOSTO DE 2020. Altera o Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da União, Brasília, 19 ago. 2020. Seção 1. p.5. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/decreto-n-10.468-de-18-de-agosto-de-2020-272981604> Acesso em: 1 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 67, de 10 de dezembro de 2019a. Estabelece os requisitos para que os Estados e o Distrito Federal realizem a concessão do Selo Arte, aos produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da União, Brasília. Seção 1, p.34. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-67-de-10-de-dezembro-de-2019-232668924> . Acesso em: 21 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 73, de 23 de dezembro de 2019b. Estabelecer, em todo o território nacional, o Regulamento Técnico de Boas Práticas Agropecuárias destinadas aos produtores rurais fornecedores de leite para a fabricação de produtos lácteos artesanais, necessárias à concessão do selo ARTE. Diário Oficial da União, Brasília. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-73-de-23-de-dezembro-de-2019-235851288>. Acesso em: 21 jun. 2022.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 13.860, de 18 de julho de 2019. Dispõe sobre a elaboração e comercialização de queijos artesanais e dá outras providências. Diário Oficial da União, 19 de julho de 2019c. Seção 1. p.1. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/lei-n-13.860-de-18-de-julho-de-2019-198615138> Acesso em: 1 jan. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 13.680, de 14 de junho de 2018. Altera a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, para dispor sobre o processo de fiscalização de produtos alimentícios de origem animal produzidos de forma artesanal. Diário Oficial da União, Brasília, 15 jun. 2018. Seção 1, p.2. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13680.htm Acesso em: 17 maio. 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950. Dispõe sobre a inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem animal, e dá outras providências. Diário Oficial dos Estados Unidos do Brasil, Rio de Janeiro. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l1283.htm. Acesso em: 01 jan.2022.

BRUNO, C.; Chef Roberta Sudbrack estima prejuízo de R\$ 400 mil com Rock in Rio. Pop e Arte G1. 2017 Disponível em: <https://g1.globo.com/musica/rock-in-rio/2017/noticia/chef-roberta-sudbrack-estima-prejuizo-de-r-400-mil-com-rock-in-rio.ghtml>. Acesso em: 01 jan.2022.

CHAVES, A. C. S. D.; STEHLING, C. A. do V.; SOUZA, G. N. de; SANTOS, L. C. R. dos; GOMES, P. B.; CASTRO, R. A. B. de; MONTEIRO, R. P.; FERREIRA, V. R. (2021). Queijos artesanais brasileiros. Brasília, DF: Embrapa: SEBRAE, 15 p. Projeto de Inteligência Estratégica: agregação de valor para os pequenos negócios rurais. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226359/1/Queijos-artesanais-brasileiros.pdf> .Acesso em: 01 jan.2022.

CHANDRAKAR, C., KUMAR JAISWAL, S., CHATURVEDANI, A.K., SAHU, S. S., Ika, Monika; Wasist, U. (2018). A review on heavy metal residues in indian milk and their impact on human health. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, v. 7, n. 05, p. 1260-1268, 2018.

CHRISTOPHORIDIS, C., KOSMA, A., EVGENAKIS, E., BOURLIVA, A., FYTIANOS, K. Determination of heavy metals and health risk assessment of cheese products consumed in Greece. Journal of Food Composition and Analysis, v. 82, p. 103238, 2019.

CODEX ALIMENTARIUS. Contaminants. 2020a. Disponível em: <<http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/contaminants/en/>>. Acesso em: 6 jul. 2020.

COSTA, R. G. B.; SOBRAL, D.; PAIVA, C. S.; RODRIGUES, R. F. .; LIMA, M. de S. .; PAULA, J. C. J. de .; FONSECA, N. O. .; SILVA, M. P. da .; BORGES, M. C. O. .; MARTINS, M. dos S. . Artisanal Minas cheeses – a brief review. Research, Society and Development, [S. l.], v. 11, n. 8, p. e16911830012, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i8.30012. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/30012> . Acesso em: 13 jan. 2023.

CORRÊA, Nicole Soares. Avaliação dos métodos de remoção de metais pesados (Pb, Cd e Ni) por bioadsorção em efluentes contaminados. 2021. 85f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2021.

CODEX ALIMENTARIUS. Code of practice concerning source directed measures to reduce contamination of food with chemicals. In: Prevention and reduction of food and feed contamination. FAO WHO ed. Roma: FAO e WHO, 2012. p. 1-178.

COPE, Suzanne, ed. The SAGE Encyclopedia of Food Issues. 3 vols. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, Inc., 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.4135/9781483346304>. Acesso em: 17 maio. 2022.

DUFFUS, J. H. "Heavy metals"-A meaningless term? (IUPAC Technical Report). Pure and Applied Chemistry, v. 74, n. 5, 2002, p. 793-807, 2002.
<https://doi.org/10.1351/pac200375091357>

EMBRAPA. (2021). Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária. ANUÁRIO leite 2021: saúde única e total. São Paulo: Texto Comunicação Corporativa, 102 p. Embrapa Gado de Leite. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224371/1/Anuario-Leite-2021.pdf> Acesso em: 01 jan. 2022.

INSTITUTO Mineiro de Agropecuária. Portaria nº 2051, de 07 de abril de 2021. Define o período de Maturação do Queijo Minas Artesanal produzido nas microrregiões de Araxá, Campo das Vertentes, Canastra, Cerrado, Serra do Salitre, Serro e Triângulo Mineiro. Instituto Mineiro de Agropecuária, Belo Horizonte, 07 abr. 2021. Disponível em: http://ima.mg.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=1739&id=18551&Itemid=1000000000000 Acesso em: 01 jul. 2022

INSTITUTO Mineiro de Agropecuária. PORTARIA IMA Nº 1.969, de 26 de março de 2020. Dispõe sobre a produção de Queijo Minas Artesanal em queijarias e entrepostos localizados dentro de microrregiões definidas e para as demais regiões do Estado, caracterizadas ou não como produtora de Queijo Minas Artesanal – QMA. Belo Horizonte, 26 de março de 2020. Disponível em:
<http://ima.mg.gov.br/institucional/portarias/1819-portarias/1965-portarias-ano-2020> . Acesso em: 24 jun. 2022.

JECFA. (2011) joint fao/who food standards programme codex committee on contaminants in foods fifth session: working document for information and use in discussions related to contaminants and toxins in the gsctff (prepared by japan and the netherlands). Roma. Disponível em:
<http://www.fao.org/tempref/codex/meetings/cccf/cccf5/cf05_inf.pdf>. Acesso em: 5 maio. 2020.

KAMIMURA, B.A., MAGNANI, M., LUCIANO, W.A., CAMPAGNOLLO, F.B., PIMENTEL, T.C., ALVARENGA, V.O., PELEGRINO, B.O., CRUZ, A.G.; SANT'ANA, A.S. (2019), Brazilian Artisanal Cheeses: An Overview of their Characteristics, Main Types and Regulatory Aspects. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, v.18, p. 1636-1657, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12486>. Acesso em: 27 jan. 2022.

MENESES, J. N. C., QUEIJO ARTESANAL DE MINAS patrimônio cultural do Brasil VOLUME I Dossiê interpretativo. MINISTÉRIO DA CULTURA INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL - IPHAN. Belo Horizonte, 2006. 006. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Dossie_modos_fazer_queijo_minas.pdf Acesso em: 13 jan. 2022

MILKPOINT. (2017). ABIQ: Mercado de Queijos tem Alto Potencial de Crescimento no Brasil. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/giro-noticias/abiq-mercado-de-queijos-tem-alto-potencial-de-crescimento-no-brasil-105515n.aspx> Acesso em: 28 jul. 2022.

MAPA. (2022). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Cartilha Selo Arte – para uso em produtos alimentícios artesanais - Tradição, Cultura e Regionalismo. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/selo-arte-selo-queijo-artesanal/publicacoes-1/cartilha-selo-arte/view> Acesso em: 27 jan. 2023.

MINAS GERAIS. Instituto Mineiro de Agropecuária. PORTARIA IMA Nº 2049, DE 07 DE ABRIL DE 2021. Estabelece o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo Artesanal Mantiqueira de Minas. Belo Horizonte, 07 de abril de 2021.

NASCIMENTO, Bruna Akie Kamimura. Uma abordagem metagenômica para o estudo da ecologia microbiana e segurança microbiológica de queijos artesanais brasileiros (117 p.), 2018. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP. Disponível em: <https://hdl.handle.net/20.500.12733/1638306>. Acesso em: 12 mai. 2022.

CASTRO, F.P.; BADARÓ, A. C. L. Dilemas da produção de queijo colonial artesanal do sudoeste do paraná. Revista Faz Ciência, [S. l.], v. 23, n. 37, p. 108-124, 2021. DOI: 10.48075/rfc.v23i37.27011. Disponível em: <http://erevista.unioeste.br/index.php/fazciencia/article/view/27011> . Acesso em: 27 abr. 2022.

PRODUTOS artesanais. (2019) Ministério da Agricultura e Pecuária. Selo agrega valor e permite acessar grandes mercados, destacou Tereza Cristina <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/selo-agrega-valor-e-permite-acessar-grandes-mercados-destacou-tereza-cristina>

POURRET, Olivier; HURSTHOUSE, Andrew. It's Time to Replace the Term "Heavy Metals" with "Potentially Toxic Elements" When Reporting Environmental Research. *International Journal of Environmental Research Public Health*, v.16, n. 22, p. 4446, 2019. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6887782/>>. Acesso em 25 de maio de 2021.

REGIÕES produtoras de queijos artesanais são reconhecidas pelo Governo de Minas. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. 2020. Disponível em: <http://www.agricultura.mg.gov.br/index.php/ajuda/story/3864-regioes-produtoras-de-queijos-artesanais-sao-reconhecidas-pelo-governo-de-minas>. Acesso em: 24 jun. 2022.

ROSSET, M.; CRUZ, A. G; ESMERINO, E. A.; BARÃO, C. E.; PIMENTEL, T. C. (2020). Queijos artesanais tipicamente brasileiros. In: Cruz, A. G; Barão, C. E.; Esmerino, E. A.; Pimentel, T. C. (org.). *Inovações em produtos lácteos*. 1ed. São Paulo: Setembro Editora, p. 92 - 107. ISBN 9786588947029.

SLOW FOOD BRASIL. (2018). Queijos artesanais do Brasil: regiões tradicionais. Disponível em: <https://slowfoodbrasil.org/temas-campanhas/queijo-artesanal-de-leite-cru/> . Acesso em: 22 jan. 2022.

SECRETARIA da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. (2018). SEAPI. Portaria-nº32.2018-NIR-do-Queijo-Colonial. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo Colonial Artesanal. Disponível em: <https://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2018/11/Portaria-n%C2%B032.2018-NIR-do-Queijo-Colonial.pdf> Acesso em: 24 jun. 2022.

SECRETARIA da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação. Instrução Normativa SEAGRI Nº 7 DE 09/12/2014. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Queijo Serrano. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=278373> Acesso em: 24 abr. 2022

TASSIS, Christiane. 2012. Associação Regional dos Produtores de queijo minas artesanal Araxá. QUEIJO ARAXÁ - O PINGO DA ALMA História do Queijo Minas Artesanal Araxá. Disponível em: <https://cdn.sertaobras.org.br/wp-content/uploads/2016/05/LivroQDueijoAraxaOK-1.pdf> Acesso em: 10 abr. 2022

THOMPSON, I. A.; DARWISH, W. S. (2019). Environmental chemical contaminants in food: review of a global problem. *Journal of Toxicology*, v. 2019, 2019.

VENTURA DA SILVA, L.; NASCIMENTO, D. da S.; SILVA, R. N. da.; ANDRADE, H. M. L. da S.; ANDRADE, L. P. de. Boas práticas na produção de queijos artesanais: uma revisão sistemática da literatura. *Diversitas Journal*, [S. l.], v. 7, n. 2, p., 2022. DOI: 10.48017/dj.v7i2.1994. Disponível em: https://diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1994. Acesso em: 1 maio. 2022.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. (2011). Safety evaluation of certain contaminants in food: arsenic (addendum) world health organization technical report series: 63. Disponível em: <<https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemid=1863>>. Acesso em: 10 abr. 2022