



## Aminas biogênicas em queijos artesanais

José Wilker Amaral<sup>1</sup>

O presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão da literatura sobre aminas biogênicas e queijos artesanais, suas generalidades e inter-relações, a partir de consulta a 36 trabalhos, incluindo artigos publicados em revistas indexadas, teses e dissertações. A literatura aponta as aminas biogênicas como compostos orgânicos nitrogenados básicos, formados principalmente por descarboxilação de aminoácidos. Estas aminas estão presentes em alimentos, especialmente em queijos artesanais com períodos longos de maturação, e ocasionalmente, podem acumular-se em concentrações elevadas. O consumo de alimentos contendo altos teores destas aminas pode ter consequências toxicológicas. Embora não exista legislação específica sobre a quantidade máxima permitida de aminas em queijos, mensurar a presença e o acúmulo destes compostos é de grande importância, a fim de embasar a criação de padrões regulatórios específicos para este produto.

**Palavras-chave:** Aminas biogênicas; Queijo artesanal; Intoxicação alimentar.

## Biogenic amines in artisanal cheeses

The present work aimed to review the literature on biogenic amines and artisanal cheeses, their generalities, and relationships, based on consultation of 36 works, including articles published in indexed journals, theses and dissertations. The literature points to biogenic amines as basic nitrogenous organic compounds, formed mainly by the decarboxylation of amino acids. These amines are present in foods, especially artisanal cheeses with long maturation, and they can occasionally accumulate in high concentrations. The consumption of foods containing high levels of these amines can have toxicological consequences. Although there is no specific legislation on the maximum concentration of amines in cheeses, measuring the presence and accumulation of these compounds is of great importance, to support the creation of specific regulatory standards for this product.

**Keywords:** Biogenic amines; Artisanal cheese; Food poisoning.

Submetido em: 12/09/2022

Aceito em: 07/11/2022

<sup>1</sup> Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4367-7180> Endereço para correspondência: E-mail: [josewilker@vetufmg.edu.br](mailto:josewilker@vetufmg.edu.br)

## INTRODUÇÃO

### Queijo Artesanal

Segundo dados da Associação Brasileira das Indústrias de Queijo<sup>[1]</sup> o Brasil produz cerca de 1,2 milhões de toneladas de queijos por ano, com consumo interno de 5,3 kg de queijo por habitante anualmente, e particularmente apresenta grande expressividade na produção e consumo de queijos artesanais. De acordo com o último Censo Agropecuário<sup>[2]</sup>, existem 175.198 estabelecimentos rurais no Brasil que produzem diferentes tipos de queijos e requeijão. Destes, 143.921 (82,15%) são gerenciados por agricultores familiares, que produzem 149.711 toneladas anuais de produtos artesanais. Segundo o relatório de 2022 do Sistema Safra Agroindústria da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Minas Gerais (Emater – MG), o estado, responsável por 25% da produção nacional, possui 3.089 agroindústrias produtoras de Queijo Minas Artesanais (QMA), com produção estimada de 21,8 mil toneladas por ano<sup>[3]</sup>.

O queijo é um alimento de grande importância nos hábitos de consumo dos brasileiros devido a sua rica composição nutricional e participação histórica na cultura nacional<sup>[4]</sup>. Os queijos artesanais brasileiros vêm de tradição portuguesa, com relatos de que sua produção provavelmente iniciou-se durante o período colonial, em meados do século XVIII. No Brasil, existe uma grande variedade de queijos artesanais conceituados e de grande importância dos pontos de vista social, econômico e cultural<sup>[5]</sup>.

Para ser considerado produto artesanal, como estabelecido no Decreto nº 9.918 de 18 de julho de 2019, as matérias-primas de origem animal devem ser beneficiadas na propriedade onde se localiza a unidade de processamento, e precisa adotar técnicas e utensílios predominantemente manuais em qualquer fase do processo produtivo. O processamento é feito, prioritariamente, a partir de receita tradicional, que envolve técnicas e conhecimentos de domínio dos manipuladores. O uso de ingredientes industrializados é restrito ao mínimo necessário, não sendo permitida a adoção de corantes, aromatizantes e demais aditivos considerados cosméticos e o produto final é de

fabrico individualizado e genuíno, podendo existir variabilidade sensorial entre os lotes<sup>[6]</sup>.

De acordo com a Lei nº 13.860 de 18 de julho de 2019, considera-se queijo artesanal aquele 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 boas práticas agropecuárias e de fabricação. O produtor de queijo artesanal é responsável pela identidade, qualidade e segurança sanitária do queijo por ele produzido, devendo cumprir os requisitos sanitários estabelecidos pelo poder público<sup>[6]</sup>.

### Aminas Biogênicas

As aminas bioativas são bases orgânicas alifáticas, alicíclicas ou heterocíclicas de baixa massa molecular. Esses compostos são produzidos e degradados de acordo com as atividades metabólicas normais em humanos, animais, vegetais e microrganismos<sup>[7]</sup>. As aminas bioativas podem ser classificadas de diferentes formas, entretanto, a classificação mais usual está relacionada à função que exercem, sendo definidas em poliaminas, que possuem atividade moduladora e promotora do crescimento celular, síntese de DNA, RNA e proteínas, e as aminas biogênicas que apresentam atividades neuroativas e vasoativas sendo representadas por espermidina, tiramina, putrescina, cadaverina, histamina, serotonina, espermina, triptamina, agmatina e feniletilamina<sup>[8]</sup>.

As aminas biogênicas são formadas por reações de descarboxilação de aminoácidos, conduzidas por descarboxilases endógenas, presentes naturalmente nos alimentos ou oriundas da microbiota existente e/ou adicionada. Os microrganismos com atividade aminoácidos-decarboxilase liberam enzimas, como estratégia de sobrevivência em resposta às condições adversas do meio, no qual estão inseridos. Em pH 2,5 a 6,5, por exemplo, a produção de aminas pelas bactérias é estimulada como uma proteção contra o ambiente ácido. Nessa situação, ocorre o consumo de prótons com liberação de CO<sub>2</sub> e a síntese de aminas com a finalidade de reequilibrar o pH, propiciando a permanência da célula viável nesse ambiente<sup>[8,9]</sup>.

É bem estabelecido que histamina e tiramina são as principais aminas relacionadas a intoxicações alimentares, causam os sintomas mais graves e são as mais frequentemente presentes nos laticínios<sup>[10]</sup>. A intoxicação por histamina causa sintomas como dor de cabeça, secreção nasal, broncoespasmo, taquicardia, hipotensão, edema urticária, prurido, rubor e asma. A tiramina eleva a pressão sanguínea por aumento da força da contração cardíaca. Em concentrações elevadas, pode causar dor de cabeça, enxaqueca, febre, vômito, podendo causar crise hipertensiva em indivíduos em tratamento com medicamentos inibidores de monoaminoxidase (IMAO). Em indivíduos saudáveis, o nível sem efeitos adversos observados por refeição, é de 50 mg de histamina, e 600 mg para tiramina. Porém, essas quantidades são bem menores para pessoas intolerantes ou que fazem uso de medicamentos IMAO<sup>[11,12]</sup>.

## METODOLOGIA

O trabalho foi realizado por meio de uma revisão bibliográfica em diferentes bases de indexação para levantamento de informações sobre a relação entre queijos artesanais e aminas biogênicas. As bases eletrônicas utilizadas foram Scielo, *Science Direct*, *Wiley Online Library* e *Google Scholar*. Nos campos de buscas foi utilizada uma combinação com os seguintes termos indexadores “queijo artesanal”, “artisanal cheese”, “aminas biogênicas”, “biogenic amines”, “intoxicação alimentar”. Foram selecionados 36 trabalhos publicados em língua inglesa e portuguesa referente ao tema da pesquisa, entre junho e julho de 2022.

## REFERENCIAL TEÓRICO

### Aminas biogênicas em queijos artesanais

O queijo é o principal produto lácteo fermentado que pode conter teores de aminas biogênicas potencialmente prejudiciais, especificamente tiramina, histamina, além da putrescina, que possui a capacidade de potencializar os efeitos adversos das demais aminas biogênicas no organismo<sup>[13]</sup>. Durante o processo de maturação do queijo, ocorre a degradação das caseínas, o que leva a um acúmulo de aminoácidos livres que podem ser

transformados em aminas biogênicas por atividade de descarboxilases produzidas pela microbiota<sup>[14]</sup>. Os queijos artesanais estão entre os alimentos que contêm altas atividades enzimáticas e microbianas que podem causar a formação de aminas biogênicas a partir da descarboxilação de aminoácidos. O uso de leite cru no processo de produção destes queijos, quando associado a não conformidades de práticas sanitárias durante a fabricação e a falta de padronização na maturação (tempo x temperatura), são fatores que podem promover a formação de aminas biogênicas<sup>[13]</sup>.

Os níveis de aminas biogênicas nos produtos lácteos estão estritamente ligados ao processo de produção e pode variar de miligramas a dezenas de miligramas por kg. As diversas variedades de queijos artesanais maturados, apresentam uma grande variabilidade nos níveis de teor de aminas biogênicas, dependendo intimamente do diferente grau de contaminação da matéria-prima, fases e tempo de armazenamento/maturação além do uso de culturas lácteas<sup>[15]</sup>.

As concentrações de aminas biogênicas em queijos artesanais relatadas em alguns estudos da literatura são apresentadas na Tabela 1. Os valores mais altos são geralmente encontrados em queijos fermentados ou curados. Kandasamy *et al*<sup>[16]</sup> observaram que os níveis totais de aminas biogênicas em queijos frescos artesanais variavam de 11,21 a 62,1 mg kg<sup>-1</sup>, em contrapartida houve variação entre 257,7 e 384,3 mg kg<sup>-1</sup> nos queijos curados, mostrando um aumento gradual no período de maturação. Dados da Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA) relatam o teor máximo de histamina e de tiramina em queijos frescos e maturados, correspondente a 119 e 1240 mg kg<sup>-1</sup> e 457 e 1450 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente<sup>[17]</sup>.

Zdolec *et al.*<sup>[18]</sup> examinaram queijos de massa mole (Brie, Camembert e tipo gorgonzola), semiduro (tipo trapista e holandês) e duro (tipo Parmigiano Reggiano), analisando tanto o centro como na superfície do produto, e encontraram um maior teor médio total de aminas biogênicas no centro dos queijos semiduros (354,0 mg kg<sup>-1</sup>), seguido de queijos de massa mole e queijos duros (249,0 e 157,4mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente). Os resultados para as análises de

**Tabela 1.** Teor de aminas biogênicas em queijos artesanais

Tipo de queijo	Amina biogênica (mg kg <sup>-1</sup> )					Referência	
	PUT	CAD	HIS	TIR	TOTAL		
Herby	nd – 847,0	nd – 1844,5	nd – 681,5	18 – 1125,5	99,5 – 4723,0	Andiç, Gençlelep, e Kose (2010) <sup>[19]</sup>	
Pecorino Carmasciano	100,0	120,0	65,5	136,4		Mercogliano, De Felice, Chirollo, e Cortesi (2010) <sup>[20]</sup>	
Azul – Leite Crú	0 – 875,8	0 – 756,8	0 – 1041,8	0 – 1052,0		Linares, Martín, Ladero, Alvarez, e Fernandez (2011) <sup>[21]</sup>	
Azul – Leite Pasteurizado	0 – 237,6	40,0 – 89,4	0 – 127,0	0 – 526,6		Schirone, Tofalo, Mazzone, Corsetti, e Suzzi (2011) <sup>[22]</sup>	
Pecorino di Farindola	9,9 – 394,1	26,8 – 276,1	0 – 21,8	52,3 – 1171,3			
Azul	–	–	113,4	2269,3	2382,7	Vallejos, Pham, e Barraquio (2012) <sup>[23]</sup>	
Cheddar	–	–	217,9	571,3	789,2		
Edam	–	–	49,9	199,7	249,6		
Koopeh	2,3 – 298,6	2,3 – 4697,8	2,3 – 1102,2	2,9 – 2596,9	517,7	Razavi Rohani, Aliakbarlu, Ehsani, e Hassanzadazar (2013) <sup>[24]</sup>	
Lighvan	40,9 – 758,2	20,9 – 1280,9	4,5 -73,1	137,2 – 656,5	1009,0		
Red salmas	72,3 – 843,7	386,5 – 1075,8	11,6 – 254,0	10,1 – 423,6	1426,9		
Egipcio – Mish	100,3 – 191,0	100,5 – 201,0	140,6 – 291,3	120,4 – 150,4	572,1 – 1154,3	El-Zahar, El Zaher, e Ramadan (2014) <sup>[25]</sup>	
Egipcio – RAS	60,2 – 130,5	nd – 130,7	120,5 – 231,1	30,1 – 50,3	342,2 – 782,9		
Egipcio – Azul	10,1 – 90,3	40,1 – 110,3	40,1 – 140,7	nd – 80,2	212,1 – 703,3		
Apuliano ou Siciliano	nd – 594,0	nd – 199,0	nd – 435,0	4,0 – 305,0	3,2 – 12279,0	Guarcello <i>et al.</i> (2015) <sup>[26]</sup>	
Pecorino Sardo	0,1 – 0,8	0,1 – 9,7	nd – 7,2	nd – 19,3		Manca <i>et al.</i> (2015) <sup>[27]</sup>	
Pecorino	nd – 92,7	nd – 137,0	nd – 128,4	1,6 – 93,0			
Casu Marzu	1,9 – 165,8	3,1 – 470,7	nd – 126,0	nd – 231,4			
Pecorino Toscano	22,0 – 512,0	2,0 – 262,0	nd – 23,0	147,0 – 1132,0		Torracca, Nuvoloni, Ducci, Bacci, e Pedonese (2015) <sup>[28]</sup>	
Artesanal Irlandês A	122,0	5,0	22,9	140,4	290,3	O'Sullivan <i>et al.</i> (2015) <sup>[29]</sup>	
Reblochon	28,2	22,3	8,4	45,1	104,1		
Artesanal Irlandês B	157,2	74,4	34,4	190,6	456,6		
Manchegeo	nd	4,0	nd	17,9	21,9		
Morbier	212,7	267,4	85,1	171,3	736,5		
Tête de Moine	nd	35,7	51,6	44,6	131,9		
Pecorino Sardo	66,9	3,5	23,4	40,4	134,2		
Ossau – Iraty	40,1	9,4	20,8	323,4	393,8		
Comté	nd	9,3	nd	4,5	13,8		
Gorgonzola	3,9	1,2	29,2	nd	34,2		
Zamorano	10,0 – 190,0	5,0 – 35,0	1,0 – 55,0	1,0 – 85,0			Combarros-Fuertes <i>et al.</i> (2016) <sup>[30]</sup>
Chèvre	0,8 – 21,7	0,5 – 74,8	10,2 – 60,5	4,2 – 50,7	26,4 – 175,1		Poveda, Molina, e Gómez-Alonso (2016) <sup>[31]</sup>
Cheddar	2,7	1,6	5,8	5,8	21,1		Bonczar, Fiutak, Pluta-Kubica, Walezycka, e Staruch (2018) <sup>[32]</sup>
Emental	67,0	4,3	2,5	67,6	153,0		
Camembert	6,5	2,4	1,1	6,2	20,8		
Tvorog	6,2	7,4	3,0	7,5	28,4		
Harzer	281,3	377,5	24,1	275,5	1010,4		
Fried	3,11	4,2	1,1	6,9	23,4		
Kashar – Fresco	12,5 – 274,6	9,2 – 120,6	29,0 – 106,8	37,7 – 125,2		Sahin Ercan, Soysal, e Bozkurt (2019) <sup>[33]</sup>	
Kashar – Maturado	50,1 – 440,2	95,5 – 448,2	52,8 – 2035,8	71,2 – 6665,6		Zazzu <i>et al.</i> (2019) <sup>[34]</sup>	
Fiore Sardo	<0,2 – 730,0	1,0 – 9,4	<0,7 – 250,0	0,5 – 800,0		Reinholds <i>et al.</i> (2020) <sup>[35]</sup>	
Mould-ripened blue	1,3 – 45,5	1,7 – 131,0	0,2 – 186,0	1,1. – 717,0			
Halloumi – Cabra	nd	nd	nd	nd	15,2 – 15,7	Kandasamy <i>et al.</i> (2021) <sup>[16]</sup>	
Halloumi – Vaca	nd	nd	nd	nd	11,2 - 19		
String	nd – 3,5	nd	nd – 13,5	nd	43,0 – 62,1		
Quark	nd	nd	nd	nd	15,1		
Cottage	nd	nd	nd	nd	26,8		
Cheddar Maturado	nd	nd	nd	82,6 – 16,2	257,7		
Gouda meia-cura	nd	17,7 – 92,5	9,7 – 111,2	59,3 – 70,8	292,8 – 384,3		
Maturado em Forma	0,6 – 30,5	0,6 – 5,4	0,7 - 14,0	1,0 – 710,5	2,9 – 760,4		
Meia cura	0,8 – 95,2	<0,6 – 436,7	4,2 – 248,6	<0,9 – 767,0	6,5 – 1547,5		
Serra Geral – MG – Fresco	nd – 2,86	nd – 7,01	9,66 – 27,71	nd			Rocha (2021) <sup>[8]</sup>
Serra Geral – MG – Maturado	nd – 26,47	nd – 22,47	nd – 10,74	nd – 98,35		Zdolec <i>et al.</i> (2022) <sup>[18]</sup>	
Parmigiano-Reggiano Maturado	<0,6 – 11,6	<0,6 – 119,4	<0,6 – 116,4	<0,9 – 263,3	2,7 – 483,7		

Obs.: As abreviaturas são: CAD: cadaverina; HIS: histamina; PUT: putrescina; TIR: tiramina; nd: não detectado. Adaptado de Schirone *et al.*<sup>[36]</sup>.

casca/superfície dos queijos corresponderam a 240,5 e 175,0 mg kg<sup>-1</sup> em queijos semiduros, tipo trapista e holandês respectivamente, enquanto o valor mais baixo foi detectado em queijo duro tipo Parmigiano Reggiano (107,2 mg kg<sup>-1</sup>). Entre as aminas biogênicas, a tiramina foi a mais representada por 75,4, 41,3 e 35% do total em queijos macios, duros, e queijos semiduros, respectivamente, com concentrações médias abaixo de 200 mg kg<sup>-1</sup>. A histamina foi a segunda amina encontrada em maiores níveis médios no núcleo de semi-duros (87,8 mg kg<sup>-1</sup>), duro (28,4 mg kg<sup>-1</sup>) e queijos de massa mole (7,1 mg kg<sup>-1</sup>). Tanto a tiramina quanto os valores de histamina não excederam os níveis regulatórios mencionados pela EFSA que relatam o teor máximo de histamina e de tiramina em queijos frescos e maturados correspondente a 119 e 1240 mg kg<sup>-1</sup> e 457 e 1450 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Ao analisar os teores de aminas biogênicas livres em queijos artesanais da Serra Geral – MG ao longo do período de maturação de 14, 21 e 60 dias, Rocha<sup>[8]</sup> identificou valores de agmatina (8,47 mg kg<sup>-1</sup>), cadaverina (15,42 mg kg<sup>-1</sup>), histamina (23,95 mg kg<sup>-1</sup>), serotonina (22,93 mg kg<sup>-1</sup>), putrescina (20,57 mg kg<sup>-1</sup>), tiramina (50,28 mg kg<sup>-1</sup>) e triptamina (17,33 mg kg<sup>-1</sup>). Podendo-se observar que os maiores teores foram encontrados, conforme esperado, em queijos com 60 dias de maturação, sendo justificadas pelas diferenças no processo produtivo, associado à microbiota e qualidade da matriz alimentar, refletindo diferentes níveis de proteólise.

Outros estudos indicaram concentrações importantes de aminas biogênicas em queijos azuis maturados com bolores, devido à presença de diferentes fungos e modificações bioquímicas das proteínas do leite durante a fermentação e armazenamento<sup>[35]</sup>. Ainda, Pleva *et al.*<sup>[37]</sup> descobriram que o teor total de aminas em queijos azuis variou de 40 a 600 mg kg<sup>-1</sup>. Os valores de ocorrência de tiramina em queijos azuis relatada pela EFSA (2011) variou de 453 a 2130 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto histamina variou de 153 a 1850 mg kg<sup>-1</sup>. Cadaverina se mostrou com níveis mais altos, até 3120 mg kg<sup>-1</sup>.

Algumas condições de “estresse” em queijos maturados, como baixo pH (4.8 - 5.3), concentrações de NaCl variando entre 1 e 3%, baixo teor de umidade (25 - 45%), bem como a falta de lactose e

microrganismos competitivos, podem causar respostas de adaptação em cepas de Bactérias ácido-láticas não iniciadoras (NSLAB) que são caracterizadas pela produção de enzimas (proteases, aminopeptidases, endopeptidases) e aumento do catabolismo de aminoácidos livres para seu crescimento e sobrevivência<sup>[38]</sup>.

Renes *et al.*<sup>[14]</sup> compararam queijos de leite de ovelha elaborados com culturas iniciadoras comerciais, e lotes obtidos com culturas lácticas autóctones e encontraram as maiores concentrações de cadaverina, espermidina, histamina e triptamina no primeiro grupo. Tais resultados foram provavelmente devido ao uso de culturas iniciadoras selecionadas por sua capacidade proteolítica, com o propósito de acelerar o período de maturação, enquanto as cepas autóctones foram caracterizadas por um baixo teor proteolítico e atividade de descarboxilase. Além disso, Schirone *et al.*<sup>[39]</sup> investigaram amostras de queijos Pecorino produzidos com leite de ovelha, inoculados com culturas naturais de Bactérias ácido-láticas (BAL) termofílicas (*St. thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis* e *L. helveticus*) e observaram que houve significativa queda na concentração destas BAL durante o processo de maturação dos queijos, enquanto enterococos (principalmente *E. faecium* e *E. faecalis*) tornaram-se prevalentes. A formação de aminas biogênicas em tais queijos foi associada a proteases e peptidases de origem microbiana, mas também provenientes do coalho de cordeiro que foi utilizado no processo de fabricação. Para mais, muitos parâmetros físico-químicos como baixo pH e concentração de sal, alta atividade de água, potencial redox, teor de gordura, bem como outros fatores, dependendo do processo de produção (pasteurização, cultura inicial, temperatura e tempo de maturação, e armazenamento) pareceu favorecer a microbiota produtora de aminas biogênicas (enterococos), uma vez que tais parâmetros influenciam diretamente no desenvolvimento e prevalência de bactérias iniciadoras ou contaminantes capazes de desencadear processos de proteólise e reação de descarboxilação de aminoácidos, gerando aminas durante a maturação de queijos<sup>[11]</sup>.

Os queijos artesanais são frequentemente apreciados pelos consumidores devido suas



características qualitativas que resultam do processo de fabricação do queijo, como o uso de leite cru em vez de leite pasteurizado. Schirone *et al.*<sup>[40]</sup> analisaram queijos tradicionais (Pecorino di Farindola e Pecorino Abruzzese) produzido a partir de leite de ovelha com sabores específicos e atributos sensoriais derivados das operações de fabricação. Nos queijos elaborados com leite cru, as aminas biogênicas estiveram sempre presentes em concentrações totais (tiramina, histamina, putrescina, cadaverina e feniletilamina) entre 266,7 e 5860,6 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto em queijos obtidos a partir de leite pasteurizado, variaram de 10,3 a 582,4 mg kg<sup>-1</sup>. Os microrganismos autóctones do leite cru podem influenciar as características sensoriais dos queijos devido à maior proteólise e atividades de lipólise, entretanto, podem ser responsáveis por uma maior formação de aminas biogênicas. Precursores de tiramina e histamina também foram investigados por PCR quantitativo em tempo real (qPCR) com o objetivo de detectar tirosina descarboxilase (tdc) e genes da histidina descarboxilase (hdc), os níveis de organismos variaram de 1,6 a 6,4 log UFC g<sup>-1</sup> e 7 log UFC g<sup>-1</sup> a não detectado, respectivamente. No entanto, algumas amostras com alta concentrações produtoras de histamina mostraram baixos valores de histamina, sugerindo que outros fatores podem influenciar seu acúmulo em queijos.

O conteúdo de aminas biogênicas foi verificado por Manca *et al.*<sup>[41]</sup> em queijo artesanal produzido a partir de leite cru de ovelha e caracterizado por intensa fermentação de microrganismos e maturação relativamente longa (>3,5 meses). Os autores relataram um teor total de aminas biogênicas de 1,270 mg kg<sup>-1</sup>, e tiramina foi o composto mais representado (64% do total) nas concentrações máximas de 820 mg kg<sup>-1</sup>, seguidas de putrescina (valor médio de 210 mg kg<sup>-1</sup>). Cadaverina, histamina, feniletilamina e triptamina estavam geralmente presentes em concentrações inferiores a 100 mg kg<sup>-1</sup>.

No Brasil, não há exigência legal para teores máximos aceitáveis de aminas biogênicas em queijos. A legislação existente normatiza apenas o teor máximo de histamina em peixes frescos, congelados e em conservas, das famílias *Carangidae*, *Gempylidae*, *Istiophoridae*, *Scombridae*, *Scombrosidae*, *Engraulidae*, *Clupeidae*, *Coryphaenidae* e *Pomatomidae* com limite

máximo de 100 mg kg<sup>-1</sup> para a média de nove unidades amostrais e 200 mg kg<sup>-1</sup> para amostra individual<sup>[42-44]</sup>. Embora os altos teores de aminas biogênicas estejam relacionados à saúde do ser humano, suas concentrações em diversos alimentos importantes na dieta do consumidor brasileiro não foram ainda adequadamente padronizadas pelas agências regulatórias. Apesar de o peixe e o queijo artesanal apresentarem características bastante distintas, observa-se neste trabalho valores de concentrações de aminas superiores ao estabelecido na legislação para peixes, validando a necessidade destes parâmetros também no queijo artesanal. Na presente revisão, se fosse utilizado para queijos artesanais o parâmetro de até 200 mg kg<sup>-1</sup> estabelecido para histamina em peixes, estariam dentro da legislação apenas 54% do total de amostras analisadas para putrescina, cadaverina, histamina e tiramina.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os conceitos de segurança dos alimentos em conjunto com a demanda de consumidores por produtos saudáveis têm promovido estudos sobre componentes de alimentos que produzem efeitos nocivos à saúde humana. Considerando os teores de aminas biogênicas em queijos tradicionais artesanais, encontrados em diversos estudos em diferentes países ao longo do tempo, observa-se um risco do consumo destes produtos por indivíduos sensíveis aos efeitos adversos a essas aminas.

O desenvolvimento de pesquisas relacionadas às aminas biogênicas em queijos artesanais apresenta então grande relevância. Estes estudos possibilitam o auxílio à determinação de parâmetros passíveis de serem utilizados como base para criação de padrões regulatórios específicos sobre a presença e quantidade de aminas biogênicas em queijos em geral, o que permitirá futuras ações de fiscalização.

## FINANCIAMENTO

A pesquisa foi realizada de forma independente, sem o auxílio de instituições de fomento.

## CONFLITOS DE INTERESSE

Ao redigir o artigo não foram identificados conflitos de interesse sobre o tema abordado.

## FUNÇÕES DOS AUTORES

AMARAL foi responsável pelo levantamento bibliográfico, aplicação dos critérios de inclusão, e redação do trabalho, assim como revisão e aprovação da versão final do presente artigo.

## REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira das Indústrias de Queijo – ABIQ. Queijos no Brasil: Cenário Atual dos Queijos. Bate-papo com Fábio Scarcelli [Internet]. 2020 [acesso em 2022 jun 6]. Disponível em: <https://www.abiq.com.br>
- [2] Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Censo Agropecuário 2017: resultados definitivos [Internet]. 2017 [acesso em 2022 jun 2]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br>
- [3] Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural – Emater MG (2022). Levantamento da EMATER – MG mostra que Minas Gerais tem 32 mil agroindústrias familiares [Internet]. 2022 [acesso em 2022 jun 9]. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br>
- [4] Kamimura BA, Magnani M, Luciano WA, Campagnollo FB, Pimentel TC, Alvarenga VO, Pelegrino BO, Cruz AG, Sant’ana AS. Brazilian artisanal cheeses: an overview of their characteristics, main types and regulatory aspects. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2019;18(1):1636-1657.
- [5] Pineda APA. Brazilian Artisanal Cheeses: Diversity, Microbiological Safety and Challenges for the Sector. *Frontiers in Microbiology*. 2021;12(1):17.
- [6] Brasil. 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 [Internet]. 2019 [acesso em 2022 jun 2]. Brasília: Diário Oficial da União Brasília; 2019. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>
- [7] Barone C, Barbera M, Barone M, Parisi S, Zaccheo A. Biogenic amines in cheeses: types and typical amounts. In: Barone C, Barbera M, Barone M, Parisi S, Zaccheo A. *Chemical Evolution of Nitrogen-based Compounds in Mozzarella Cheeses*. Springer Briefs in Molecular Science. 2018;1(1):1-18.
- [8] Rocha LAC. Caracterização físico-química, microbiológica e de perfis de aminoácidos e de aminas bioativas livres do queijo artesanal da Serra Geral – MG [tese]. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais; 2021.
- [9] Cotter PD, Hill C. Surviving the acid test: responses of gram-positive bacteria to low pH. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*. 2003;67(3):429-445.
- [10] Moniente M. *et al.* Histamine accumulation in dairy products: Microbial causes, techniques for the detection of histamine-producing microbiota and potential solutions. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020;20(1):1481-1523.
- [11] Gloria MBA. Bioactive Amines. In: Hui H, Nollet L. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. New York: Taylor & Francis. 2005;1(1):13-32.
- [12] Feng C, Teuber S, Gershwin ME. Histamine (Scombroid) fish poisoning: a comprehensive review. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*. 2016;50(1):64-69.
- [13] Sanli T, Senel E. Processing and Impact on Active Components in Food – Formation of Biogenic Amines in Cheese. Oxford: Elsevier; 2015;1(1):223-230.
- [14] Renes E, Diezhandino I, Fernandez D, Ferrazza RE, Tornadijo ME, Fresno JM. Effect of autochthonous starter cultures on the biogenic amine content of Ewe’s milk cheese throughout ripening. *Food Microbiology*. 2014;44(1):271-277.
- [15] Bunka F, Zalesakova L, Flasarova R, Pachlova V, Budinský P, Bunkova L. Biogenic amines content in selected commercial fermented products of animal origin. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*. 2012;2(1):209-218.
- [16] Kandasamy S, Yoo J, Yun J, Kang HB, Seol KH, Ham JS. Quantitative analysis of biogenic amines in different cheese varieties obtained from the Korean domestic and retail markets. *Metabolites*. 2021;11(1):31.

- [17] European Food Safety Authority. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ) scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. *EFSA Journal*. 2011;9(1):2393.
- [18] Zdolec N, Bogdanovic T, Severin K, Dobranic V, Kazazic S, Grbavac J. Biogenic amine content in retail cheese varieties produced with commercial bacterial or mold cultures. *Processes*. 2022;10(1):10.
- [19] Andiç S, Genççelep H, Kose S. Determination of biogenic amines in herby cheese. *International Journal of Food Properties*. 2010;13(1):1300-1314.
- [20] Mercogliano R, De Felice A, Chirollo C, Cortesi ML. Production of vasoactive amines during the ripening of Pecorino Carmasciano cheese. *Veterinary Research Communications*. 2010;34(1):175-178.
- [21] Linares DM, Martin MC, Ladero V, Alvarez MA, Fernandez M. Biogenic amines in dairy products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2011;51(1):691-703.
- [22] Schirone M, Tofalo R, Mazzone G, Corsetti A, Suzzi G. Biogenic amine content and microbiological profile of Pecorino di Farindola cheese. *Food Microbiology*. 2011;28(1):128-136.
- [23] Vallejos MJM, Pham LJ, Barraquio VL. Biogenic amines in some natural and processed cheeses sold in laguna Province, Philippines. *Philippine Journal of Science*. 2012;141(1):111-115.
- [24] Razavi Rohani SM, Aliakbarlu J, Ehsani A, Hassanzadazar H. Biogenic amines determination in some traditional cheeses in West Azerbaijan province of Iran. *Veterinary Research Forum*. 2013;4(1):115-118.
- [25] El-Zahar KM, El Zaher AM, Ramadan MF. Levels of biogenic amines in cheeses and their impact on biochemical and histological parameters in rats. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 2014;57(1):73-81.
- [26] Guarcello R, Diviccaro A, Barbera M, Giancippoli E, Settanni L, Minervini F. A survey of the main technology, biochemical and microbiological features influencing the concentration of biogenic amines of twenty Apulian and Sicilian (Southern Italy) cheeses. *International Dairy Journal*. 2015;43(1):61-69.
- [27] Manca G, Porcu A, Ru A, Salaris M, Franco MA, de Santis EPI. Comparison of gamma-aminobutyric acid and biogenic amine content of different types of Ewe's milk cheese produced in Sardinia, Italy. *Italian Journal of Food Safety*. 2015;4(1):123-128.
- [28] Torracca B, Nuvoloni R, Ducci M, Bacci C, Pedonese F. Biogenic amines content of four types of "Pecorino" cheese manufactured in Tuscany. *International Journal of Food Properties*. 2015;18(1):999-1005.
- [29] O'Sullivan DJ, Fallico V, O'Sullivan O, McSweeney PLH, Sheehan JJ, Cotter PD. High-throughput DNA sequencing to survey bacterial histidine and tyrosine decarboxylases in raw milk cheeses. *BMC Microbiology*. 2015;15(1):266.
- [30] Combarros-Fuertes P, Fernandez D, Arenas R, Diezhandino I, Tornadijo ME, Fresno JM. Biogenic amines in Zamorano cheese: Factors involved in their accumulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2016;96(1):295-305.
- [31] Poveda JM, Molina GM, Gomez-Alonso S. Variability of biogenic amine and free amino acid concentrations in regionally produced goat milk cheeses. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2016;51(1):85-92.
- [32] Bonczar G, Filipczak-Fiutak M, Pluta-Kubica A, Walczycka M, Staruch L. The range of protein hydrolysis and biogenic amines content in selected acid and rennet-curd cheeses. *Chemical Papers*. 2018;72(1):2599-2606.
- [33] Sahin Ercan S, Soysal C, Bozkurt H. Biogenic amine contents of fresh and mature kashar cheeses during refrigerated storage. *Food and Health*. 2019;5(1):19-29.
- [34] Zazzu C, Addis M, Caredda M, Scintu MF, Piredda G, Sanna G. Biogenic amines in traditional Fiore Sardo PDO sheep cheese: Assessment, validation and application of an RP-HPLC-DAD-UV method. *Separations*. 2019;6(1):11.
- [35] Reinholds I, Rusko J, Pugajeva I, Berzina Z, Jansons M, Kirilina-Gutmane O. The occurrence and dietary exposure assessment of mycotoxins, biogenic amines, and heavy metals in mould-ripened blue cheeses. *Foods*. 2020;9(1):93.
- [36] Schirone M, Visciano P, Conte F, Paparella A. Formation of biogenic amines in the cheese production chain: Favouring and hindering factors. *International Dairy Journal*. 2022;133(1):105420.



[37] Pleva P, Bunkova L, Theimrova E, Bartosakova V, Bunka F, Purevdorj K. Biogenic amines in smear and mould-ripened cheeses. *Potravinarstvo*. 2014;8(1):321-327.

[38] Gobetti M, De Angelis M, Di Cagno R, Mancini L, Fox PF. Pros and cons for using non-starter lactic acid bacteria (NSLAB) as secondary/adjunct starters for cheese ripening. *Trends in Food Science & Technology*. 2015;45(1):167-178.

[39] Schirone M, Tofalo R, Visciano P, Corsetti A, Suzzi G. Biogenic amines in Italian Peorino cheese. *Frontiers in Microbiology*. 2012;3(1):171.

[40] Schirone M, Tofalo R, Fasoli G, Perpetuini G, Corsetti A, Manetta AC. High content of biogenic amines in Pecorino cheeses. *Food Microbiology*. 2013;34(1):137-144.

[41] Manca G, Ru A, Siddi G, Mocci AM, Murittu G, De Santis PL. Biogenic amines content in Fiore Sardo cheese in relation to free amino acids and physicochemical characteristics. *Italian Journal of Food Safety*. 2020;9(1):8457.

[42] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 21, de 31 de maio de 2017. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Peixe Congelado [Internet]. 2017 [acesso em 2022 jun 6]. Brasília: Diário Oficial da União; 2017. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19100559/do1-2017-06-07-instrucao-normativa-n-21-de-31-de-maio-de-2017-19100473](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19100559/do1-2017-06-07-instrucao-normativa-n-21-de-31-de-maio-de-2017-19100473).

[43] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 45, de 13 de dezembro de 2011. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Conservas de Peixes [Internet]. 2011 [acesso em 2022 jun 6]. Brasília: Diário Oficial da União; 2011. Disponível em: <http://www.cidasc.sc.gov.br/inspecao/files/2019/01/IN-N%C2%BA-45-2011.pdf>.

[44] Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 185, de 13 de maio de 1997. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Peixe Fresco (Inteiro e Eviscerado) [Internet]. 1997 [acesso em 2022 jun 6]. Brasília: Diário Oficial da União; 1997. Disponível em: [https://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/RTIQ-Pescado-completo-PORTARIA-185\\_1997.pdf](https://www.dourados.ms.gov.br/wp-content/uploads/2016/05/RTIQ-Pescado-completo-PORTARIA-185_1997.pdf).