

## Avaliação da qualidade interna de ovos de consumo pela pesquisa do teor de aminos bioativas

[Evaluation of the internal quality of commercial eggs by searching of the bioactive levels]

D.C.S. Assis<sup>1</sup>, L.D.M. Menezes<sup>2</sup>, A.L. Lima<sup>1</sup>, R.W.T. Klein<sup>2</sup>, L.G.D. Heneine<sup>3</sup>, C.B.D. Ornellas<sup>1</sup>, T.C. Figueiredo<sup>1</sup>, S.V. Cançado<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais – Belo Horizonte, MG

<sup>2</sup>Instituto Mineiro de Agropecuária – IMA – Belo Horizonte, MG

<sup>3</sup>Fundação Ezequiel Dias – Funed – Belo Horizonte, MG

### RESUMO

Com o objetivo de avaliar a qualidade dos ovos de consumo pela pesquisa dos níveis de aminos bioativas, foram coletados, pelos serviços de inspeção oficiais, 224 amostras de ovos provenientes de cinco regiões distintas do estado de Minas Gerais, durante o período de um ano. As aminos biogênicas (putrescina, cadaverina, feniletilamina, histamina e tiramina) e as poliaminas (espermidina e espermina) foram pesquisadas por cromatografia líquida de alta eficiência e detecção ultravioleta (CLAE/UV) após derivação pré-coluna com cloreto de dansila. Os resultados demonstraram que a putrescina estava presente, em baixas concentrações, em todas as amostras de gema e de albúmen. As demais aminos também foram detectadas, porém em menor frequência, e a espermina somente foi encontrada em uma amostra de albúmen. Foi concluído que os ovos de consumo produzidos no estado de Minas Gerais não são uma fonte considerável de poliaminas, importantes para o crescimento e a proliferação celular, e os baixos teores de aminos biogênicas, formadas pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas bacterianas, não representam riscos à saúde do consumidor, o que indica que o ovo apresenta boa qualidade, tomando por base o critério de aminos bioativas.

Palavras-chave: aminos biogênicas, poliaminas, ovos de consumo, CLAE-UV

### ABSTRACT

*In order to evaluate the quality of commercial eggs by searching the bioactive amine levels, 224 samples of eggs from the five regions of Minas Gerais State were collected during one year by the official inspection service. The biogenic amines (putrescine, cadaverine, phenylethylamine, histamine and tyramine) and the polyamines (spermidine and spermine) were determined by high performance liquid chromatography with ultraviolet detection (HPLC/UV) and pre-column derivatization with dansyl chloride. The results demonstrated the presence of putrescine in all samples of yolk and albumen, but in low concentrations. The other amines were also detected, however, with a lower frequency, and spermine was found only in one sample of albumen. It was concluded that the commercial eggs produced in Minas Gerais State are not a considerable source of polyamines, important for growth and cell proliferation; and low levels of biogenic amine, formed by decarboxylation of amino acids by bacterial enzymes, do not represent risks to consumer health, indicating that it has good quality, based on the bioactive amine criterion.*

*Keywords: biogenic amines, polyamines, commercial eggs, HPLC-UV*

## INTRODUÇÃO

O ovo, produto de uma eficiente transformação biológica, é reconhecidamente um importante contribuinte para a nutrição humana, pois na sua composição estão presentes aminoácidos essenciais, sendo também rico em vitaminas, principalmente do complexo B, e minerais, como fósforo e zinco. No entanto, é um produto perecível e que está sujeito a alterações, como, por exemplo, a degradação proteica. Dessa forma, tem-se buscado cada vez mais a utilização de índices que possam avaliar a qualidade desse produto e de metodologias capazes de detectar componentes tóxicos, para assegurar que não apresente nenhum tipo de perigo ao consumidor.

As aminas bioativas são bases orgânicas de baixo peso molecular que possuem atividade biológica. Elas podem ser classificadas em poliaminas e aminas biogênicas. As poliaminas estão envolvidas no crescimento e na regeneração celular, enquanto as aminas biogênicas podem ser formadas durante o processamento ou o armazenamento de produtos alimentícios pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas microbianas (Brink *et al.*, 1990; Shalaby, 1996; Silla-Santos, 1998; Lima e Glória, 1999). Como a alta concentração das aminas biogênicas em alimentos pode ser devido à ação de enzimas descarboxilase produzidas por micro-organismos, elas podem ser usadas como indicadores da qualidade dos alimentos (Shalaby, 1996; Veciana-Nogués *et al.*, 1997; Silva e Glória, 2002; Balamatsia, 2006; Oliveira *et al.*, 2009; Figueiredo *et al.*, 2013; Rego *et al.*, 2014).

O consumo de alimentos com elevados teores de aminas pode causar danos à saúde, podendo ocorrer intoxicação histamínica, enxaqueca ou crise hipertensiva (Brink *et al.*, 1990). O aumento da pressão arterial e enxaqueca são sintomas que podem ser observados em casos de intoxicação por aminas que têm efeito vasoativo, como a feniletilamina e a tiramina (Shalaby, 1996; Santos *et al.*, 2003). A putrescina e a cadaverina, em concentrações elevadas, podem levar à hipotensão, à bradicardia, à contração exagerada dos músculos da mandíbula, à paralisia das extremidades e à potencialização da toxicidade de outras aminas (Veciana-Nogués *et al.*, 1997).

O conteúdo interno de ovos oferece condições adequadas para o desenvolvimento de micro-

organismos capazes de produzir enzimas descarboxilase e, conseqüentemente, a formação de aminas biogênicas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade dos ovos de consumo produzidos no estado de Minas Gerais, mediante pesquisa dos teores de aminas bioativas (putrescina, cadaverina, histamina, tiramina, feniletilamina, espermidina e espermina).

## MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de ovos utilizadas no experimento foram coletadas diretamente nos estabelecimentos produtores de ovos, pelos Serviços de Inspeção Federal (SIF) e Estadual (SIE). Para maior representatividade da amostragem, o estado de Minas Gerais foi dividido em 12 mesorregiões, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Determinadas as mesorregiões, foram verificadas em quais delas existiam estabelecimentos fiscalizados pelo SIF e pelo SIE (Campo das Vertentes, Metropolitana, Oeste de Minas, Sul e Sudoeste e Triângulo Mineiro). Após esse procedimento, os estabelecimentos foram numerados e sorteados aleatoriamente, por mesorregião e por sistema de inspeção. Desse modo, as coletas foram realizadas em sete estabelecimentos, sendo quatro estabelecimentos registrados no SIF e três no SIE. Todos os ovos utilizados no experimento foram armazenados em temperatura ambiente por um período de sete dias.

Foram coletados 224 ovos provenientes dos estabelecimentos selecionados. De cada estabelecimento produtor de ovo, foram encaminhadas para análise quatro amostras de quatro lotes distintos de produção por coleta. Foram realizadas duas coletas no período de um ano (uma coleta na estação seca e uma coleta na estação chuvosa), totalizando 56 amostras (quatro repetições x duas estações x sete estabelecimentos). Cada repetição foi composta por um *pool* de quatro ovos, sendo o albúmen e a gema analisados separadamente.

Para avaliar a influência do clima de cada mesorregião sobre os teores de aminas bioativas encontrados nos ovos, foi realizado um levantamento de dados referentes às temperaturas máximas e mínimas (°C) e à precipitação pluviométrica (mm) nas estações seca e chuvosa, por mesorregião do estado de Minas Gerais (Tab. 1).

Tabela 1. Temperaturas máximas e mínimas (°C) e precipitação pluviométrica (mm) nas estações seca e chuvosa por mesorregião do estado de Minas Gerais

Mesorregião	Temperaturas				Precipitação pluviométrica	
	Seca		Chuvosa		Seca	Chuvosa
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.		
Sul e Sudoeste	25,1	14,7	28,0	17,5	23,1	184,4
Campo das Vertentes	25,2	11,8	29,9	19,0	16,4	247,1
Oeste de Minas	27,5	10,1	31,4	19,3	7,4	200,0
Metropolitana	25,5	15,2	29,5	20,0	4,9	225,9
Triângulo Mineiro	29,4	13,0	31,0	20,0	8,6	233,0

Fonte: Adaptado de Brasil, 2013.

As aminas bioativas foram extraídas de 3g de amostra com 20mL de ácido tricloroacético (TCA) a 5% em três etapas sucessivas de extração (7mL, 7mL e 6mL de TCA). Os tubos foram agitados por 10 minutos em mesa agitadora Thermolyne type 50800 (Barnstead Thermolyne, Iowa, USA) a 225rpm e centrifugados a 12.100 x g a 4°C por 21 minutos em centrífuga refrigerada Beckman J2 MC (Beckman Coulter Inc., California, USA). O sobrenadante foi filtrado em papel de filtro qualitativo. Em seguida, as aminas foram separadas por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) por pareamento de íons em coluna de fase reversa e quantificadas por detecção ultravioleta (UV) e derivação pré-coluna com cloreto de dansila. Foi utilizado o cromatógrafo ÄKTAmicro™ (GE HealthCare, Buckinghamshire, England), equipado com duas bombas P-900, injetor manual INV-907 com *loop* de 100µL. Para separação das aminas, foi utilizada a coluna de fase reversa Kromasil C18 (5µm, 100 Angstrom, 25cmx4.6mm) (AkzonNobel, Amsterdam, Netherlands) de acordo com a metodologia validada por Figueiredo *et al.* (2015).

Foram utilizados os padrões de aminas cloridrato de 2-feniletilamina (FEN), dicloridrato de putrescina (PUT), dicloridrato de cadaverina (CAD), cloridrato de tiramina (TIR), dicloridrato de histamina (HIS), tricloridrato de espermidina (ESD) e tetracloridrato de espermina (ESM) (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, EUA). Todos os reagentes utilizados nas análises foram de grau puro para análise (p.a.), exceto os solventes usados para cromatografia, que foram de grau cromatográfico.

O limite de detecção do método para a matriz gema foi de 0,3mg/kg para FEN, ESM e CAD e

de 0,2mg/kg para PUT, HIS, TIR e ESD. O limite de quantificação foi de 0,7mg/kg para PUT, HIS e ESD; 0,8mg/kg para TIR; e 1,0mg/kg para FEN, CAD e ESM. O limite de detecção para a matriz albúmen foi de 0,2mg/kg para PUT, CAD, HIS e TIR; 0,3mg/kg para ESD e ESM e 0,4mg/kg para FEN; enquanto o limite de quantificação foi de 0,7mg/kg para PUT e HIS; 0,8mg/kg para CAD e TIR; 0,9mg/kg para ESD; 1,0mg/kg para ESM e 1,1mg/kg para FEN.

O ensaio foi conduzido em um delineamento inteiramente ao acaso, em arranjo fatorial 7x2 (sete estabelecimentos x duas estações), com quatro repetições por tratamento. Cada repetição foi composta por um *pool* de quatro gemas e um *pool* de quatro albúmens. Para a avaliação dos resultados, foi realizada a transformação de dados e para aqueles que apresentaram distribuição normal foi utilizado o teste de Student-Newman-Keuls. Para os resultados que não apresentaram distribuição normal e/ou homocedasticidade, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis em nível de significância de 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises cromatográficas de aminas bioativas em ovos produzidos no estado de Minas Gerais e estocados por sete dias em temperatura ambiente detectaram, em baixas concentrações, putrescina em todas as amostras de gema e de albúmen. As demais aminas também foram detectadas, porém em menor frequência, e a espermina somente foi encontrada em uma amostra de albúmen (Tab.2). Não foram observadas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) nas concentrações das aminas bioativas estudadas em relação ao sistema de inspeção (SIF ou SIE).

Tabela 2. Resultados das análises de aminas bioativas no conteúdo interno de ovos de consumo produzidos no estado de Minas Gerais, de acordo com os limites de detecção (LD) e quantificação (LQ) do método

Matriz	Amina pesquisada	ND		Abaixo do LQ		Quantificada	
		n	%	n	%	n	%
Gema	Putrescina	0	0,00	10	17,86	46	82,14
	Cadaverina	12	21,43	4	7,14	40	71,43
	Feniletilamina	53	94,64	2	3,57	1	1,79
	Histamina	38	67,86	9	16,07	9	16,07
	Tiramina	38	67,86	13	23,21	5	8,93
	Espermidina	50	89,29	6	10,71	0	0,00
	Espermina	56	100,00	0	0,00	0	0,00
Albúmen	Putrescina	0	0,00	3	5,36	53	94,64
	Cadaverina	1	1,79	0	0,00	55	98,21
	Feniletilamina	4	7,14	12	21,43	40	71,43
	Histamina	17	30,36	0	0,00	39	69,64
	Tiramina	55	98,21	0	0,00	1	1,79
	Espermidina	45	80,36	0	0,00	11	19,64
	Espermina	55	98,21	0	0,00	1	1,79

ND: Não detectado = abaixo do limite de detecção do método para cada amina; LQ: limite de quantificação; n = 56.

Os baixos níveis de aminas encontrados na gema e no albúmen podem ser explicados pelos mecanismos de proteção presentes no ovo. A casca, suas membranas e o albúmen denso funcionam como uma barreira física contra a invasão de micro-organismos (Theron *et al.*, 2003; Jones *et al.*, 2004). As enzimas antimicrobianas presentes no albúmen também podem impedir o desenvolvimento de bactérias e a formação de aminas (Brake *et al.*, 1997). Além disso, o pH ótimo para a atividade das descarboxilases microbianas é menor que o pH do albúmen (8,02-9,41) ao longo do armazenamento (Coutts *et al.*, 1986).

Os fatores ambientais mais importantes que afetam a qualidade dos ovos durante a estocagem são a temperatura e a umidade relativa do ar. Em altas temperaturas, ocorre liquefação do albúmen denso devido a reações químicas que envolvem o ácido carbônico ( $H_2CO_3$ ), e o aumento do pH. As alterações de viscosidade e pH do albúmen

reduzem a atividade de enzimas antimicrobianas, favorecendo a penetração e a multiplicação de micro-organismos e, conseqüentemente, a formação de aminas biogênicas. As temperaturas e os índices pluviométricos encontrados nas mesorregiões estudadas influenciaram os teores de putrescina encontrados no albúmen (Tab. 3). Na estação seca, o menor teor de putrescina encontrado foi na mesorregião Oeste de Minas, na qual também foi registrada a menor temperatura mínima (10,1°C) e baixos índices pluviométricos (7,4mm). Na estação chuvosa, a menor concentração dessa amina encontrada foi na mesorregião Sul e Sudeste, que apresentou as menores temperaturas máxima (28,0°C) e mínima (17,5°C) e o menor índice pluviométrico (184,4mm). Condições inadequadas de armazenamento, como altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar, favorecem o desenvolvimento de micro-organismos e a produção de aminas.

Avaliação da qualidade...

Tabela 3. Médias dos teores de putrescina (mg/kg) encontrados no conteúdo interno de ovos produzidos no estado de Minas Gerais

Mesorregião	Gema		Albúmen	
	Seca	Chuvosa	Seca	Chuvosa
Sul e Sudeste	1,05 ± 0,28	0,82 ± 0,20	1,41 ± 0,32 Aa	0,94 ± 0,64 Ba
Campo das Vertentes	0,99 ± 0,29	1,12 ± 0,45	1,53 ± 0,21 Aa	1,37 ± 0,30 Aa
Oeste de Minas	1,09 ± 0,81	1,00 ± 0,31	0,83 ± 0,57 Bb	1,51 ± 0,36 Aa
Metropolitana	0,51 ± 0,10	0,70 ± 0,32	1,15 ± 0,14 Aa	1,36 ± 0,22 Aa
Triângulo Mineiro	0,91 ± 0,24	0,91 ± 0,08	1,27 ± 0,24 Aa	1,31 ± 0,19 Aa

Médias seguidas de letras distintas, minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Student-Newman-Keuls (P<0,05). CV = 29,1%.

Em concentrações elevadas, a putrescina pode levar à hipotensão, bradicardia, contração exagerada dos músculos da mandíbula, paralisia das extremidades e potencialização da toxicidade de outras aminas (Shalaby, 1996). Entretanto, os teores médios de putrescina encontrados (1,09mg/kg) não representam riscos à saúde do consumidor, desde que não haja associação com fármacos inibidores das monoaminoxidases, que podem reduzir a eficiência do sistema de

detoxificação de aminas bioativas (Bardócz *et al.*, 1995).

Os teores de cadaverina observados foram considerados baixos, e a concentração média encontrada no conteúdo interno dos ovos foi de 3,07mg/kg (Tab. 4). A pesquisa de cadaverina é importante, pois, em concentrações elevadas, pode causar sintomatologia semelhante à apresentada pela intoxicação por putrescina.

Tabela 4. Médias e desvios-padrão dos teores de cadaverina e feniletilamina (mg/kg) encontrados no conteúdo interno de ovos de consumo produzidos no estado de Minas Gerais

Matriz	Mesorregião	CAD		FEN	
		S	C	S	C
Gema	Sul e Sudeste	6,04 ± 5,80	4,69 ± 4,62	ND	ND
	Campo das Vertentes	4,34 ± 6,02	3,59 ± 4,15	< LQ	ND
	Oeste de Minas	0,69 ± 1,38	2,26 ± 2,97	< LQ	ND
	Metropolitana	1,95 ± 1,82	15,10±19,06	0,67 ± 1,34	ND
	Triângulo Mineiro	3,11 ± 2,41	1,70 ± 1,11	ND	ND
Albúmen	Sul e Sudeste	2,09 ± 0,78	1,62 ± 0,36	0,97 ± 0,39	0,97 ± 0,40
	Campo das Vertentes	1,57 ± 1,00	1,72 ± 0,44	1,11 ± 0,04	1,10 ± 0,09
	Oeste de Minas	2,19 ± 0,80	2,37 ± 1,10	1,81 ± 1,55	0,82 ± 0,55
	Metropolitana	1,66 ± 0,27	1,85 ± 0,61	1,16 ± 0,08	1,15 ± 0,14
	Triângulo Mineiro	1,36 ± 0,47	1,40 ± 0,47	0,88 ± 0,58	1,04 ± 0,05

FEN: feniletilamina, CAD: cadaverina. S: estação seca. C: estação chuvosa. Limite de quantificação (LQ)=1,0mg/kg. ND: não detectado – todos os valores encontrados estavam abaixo do limite de detecção (LD) do método. LD = 0,3mg/kg.

A feniletilamina foi detectada tanto no albúmen quanto na gema. Porém, na gema, essa amina foi encontrada apenas em três amostras, provenientes das mesorregiões Campo das Vertentes, Oeste de Minas e Metropolitana, durante a estação seca (Tab. 4). Figueiredo *et al.* (2014) encontraram essa amina, em baixos teores, somente no albúmen. Em concentrações elevadas, acima de 30mg/kg, a feniletilamina pode levar à intoxicação, cujos principais sintomas são aumento da pressão arterial e enxaqueca (Brink *et al.*, 1990). As concentrações

observadas foram inferiores ao limite sugerido como potencialmente tóxico, não representando, portanto, riscos à saúde do consumidor.

De forma semelhante ao observado para cadaverina e feniletilamina, as concentrações de histamina e tiramina encontradas foram baixas, tanto nas amostras de albúmen quanto nas amostras de gema (Tab. 5). A histamina foi detectada em amostras de gema e de albúmen e, ao contrário do observado neste trabalho, outros autores não detectaram essa amina em ovos

(Saito *et al.*, 1992; Okamoto *et al.*, 1997; Ramos *et al.*, 2009, Figueiredo *et al.*, 2014). Vários casos de intoxicação por histamina e tiramina em alimentos já foram descritos na literatura. A histamina pode provocar reações alérgicas de

caráter agudo, e aproximadamente 30% dos indivíduos com enxaqueca clássica podem ter crise quando consomem alimentos ricos em tiramina (Glória e Vieira, 2007).

Tabela 5. Médias e desvios-padrão dos teores de histamina e tiramina (mg/kg) encontrados no conteúdo interno de ovos de consumo produzidos no estado de Minas Gerais

Matriz	Mesorregião	HIS		TIR	
		S	C	S	C
Gema	Sul e Sudeste	0,11±0,21	0,26±0,48	0,26±0,36	0,28±0,42
	Campo das Vertentes	0,26±0,36	0,35±0,42	0,17±0,36	0,11±0,24
	Oeste de Minas	0,17±0,21	0,13±0,26	2,58±5,10	ND
	Metropolitana	ND	0,22±0,43	2,28±4,50	0,31±0,36
	Triângulo Mineiro	0,56±0,70	0,08±0,16	0,32±0,37	0,04±0,09
Albúmen	Sul e Sudeste	2,83±1,29	1,06±1,22	ND	0,17±0,49
	Campo das Vertentes	2,24±1,20	1,96±1,36	ND	ND
	Oeste de Minas	0,31±0,62	2,52±2,02	ND	ND
	Metropolitana	0,96±1,17	2,21±1,52	ND	ND
	Triângulo Mineiro	13,34±24,86	3,17±0,81	ND	ND

HIS: histamina, TIR: tiramina. S: estação seca. C: estação chuvosa. ND: não detectado – todos os valores encontrados estavam abaixo do limite de detecção (LD) do método. LD = 0,2mg/kg.

O somatório dos valores das aminas putrescina, cadaverina, histamina e tiramina superior a 50mg/kg indica estágio de deterioração do alimento de acordo com o índice de qualidade química, proposto por Veciana-Nogués *et al.* (1997). Os resultados dos níveis de aminas biogênicas encontrados nesta pesquisa foram menores que o índice de qualidade apresentado e demonstraram que os ovos de consumo produzidos nas diversas mesorregiões do estado de Minas Gerais possuíam boa qualidade.

Nas amostras de ovos analisadas, a espermidina foi detectada tanto na gema quanto no albúmen dos ovos, enquanto a espermina foi encontrada apenas em uma amostra de albúmen, durante a estação seca (Tab. 6). As poliaminas espermidina e espermina têm despertado o interesse de pesquisadores, pois, entre suas funções biológicas, estão a participação na proliferação celular, pela regulação da função de ácidos nucleicos, e a síntese de proteínas (Bardócz, 1995; Kalač e Krausová, 2005; Moinard *et al.*, 2005).

Tabela 6. Médias e desvios-padrão dos teores das poliaminas espermidina e espermina (mg/kg) encontrados no conteúdo interno de ovos de consumo produzidos no estado de Minas Gerais

Matriz	Mesorregião	ESD		ESM	
		S	C	S	C
Gema	Sul e Sudeste	< LQ	< LQ	ND	ND
	Campo das Vertentes	< LQ	< LQ	ND	ND
	Oeste de Minas	< LQ	ND	ND	ND
	Metropolitana	ND	ND	ND	ND
	Triângulo Mineiro	ND	ND	ND	ND
Albúmen	Sul e Sudeste	0,12±0,34	0,14±0,39	0,16±0,44	ND
	Campo das Vertentes	0,39±0,53	0,13±0,36	ND	ND
	Oeste	0,55±0,65	0,33±0,67	ND	ND
	Metropolitana	0,24±0,48	0,23±0,45	ND	ND
	Triângulo Mineiro	ND	ND	ND	ND

ESD: espermidina, ESM: espermina. S: estação seca. C: estação chuvosa. Limite de quantificação (LQ) = 0,7mg/kg. ND: não detectado – todos os valores encontrados estavam abaixo do limite de detecção (LD) do método. LD = 0,2mg/kg para ESD na matriz gema, 0,3mg/kg para ESD na matriz albúmen e 0,3mg/kg para ESM nas matrizes gema e albúmen.

Espermidina e espermina podem ser formadas endogenamente pelas células e também obtidas da dieta; seus requisitos são maiores durante os períodos de intenso crescimento, como na adolescência, mas também durante o envelhecimento devido à diminuição da atividade das enzimas participantes na síntese das poliaminas. Órgãos com altas taxas de reposição celular, como o trato gastrointestinal, pâncreas e baço, são dependentes da ingestão dessas substâncias na alimentação. Do mesmo modo, um aumento da ingestão de poliaminas na dieta parece ser favorável na recuperação de pacientes no pós-operatório ou durante a cicatrização de feridas (Kalač, 2006). As concentrações de espermina e espermidina encontradas nas amostras analisadas indicaram que os ovos não representam uma fonte importante de poliaminas na dieta.

### CONCLUSÕES

Os ovos de consumo produzidos no estado de Minas Gerais não são uma fonte importante de poliaminas, e os baixos teores de amins biogênicas, formadas pela descarboxilação de aminoácidos por enzimas bacterianas, não representam riscos à saúde do consumidor, o que indica que o ovo apresenta boa qualidade, tomando por base o critério de amins bioativas.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Colegiado de Pós-Graduação em Ciência Animal da Escola de Veterinária, por prover fundos para esta publicação, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por prover fundos para o desenvolvimento desta pesquisa e para a bolsa de estudo, bem como ao Laboratório de Segurança Microbiológica em Alimentos (LSMA) do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA) e ao Laboratório de Imunologia Aplicada, da Fundação Ezequiel Dias (Funed), por viabilizarem as análises realizadas neste projeto.

### REFERÊNCIAS

- BALAMATSIA, C.C.; PAEOLOGOS, E.K.; KONTOMINAS, M.G. *et al.* Correlation between microbial flora, sensory changes and biogenic amines formation in fresh chicken meat stored aerobically or under modified atmosphere packaging at 4°C: possible role of biogenic amines in spoilage indicators. *Anton. Leew.*, v.89, p.9-17, 2006.
- BARDÓCZ, S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. *Trends Food Sci. Technol.*, v. 6, p. 341-346, 1995.
- BRAKE, J.; WALSH, T.J.C.; BENTON, E.JR. *et al.* Egg handling and storage. *Poult. Sci.*, v.76, p.144-151, 1997.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em 12 de setembro de 2014.
- BRINK, B.T.; DAMINK, C.; JOOSTEN, H.M.L.J. *et al.* Occurrence and formation of biologically active amines in foods. *Int. J. Food Microbiol.*, v.11, p.73-84, 1990.
- COUTTS, R.T.; BAKER, G.B.; PASUTTO, F.M. Foodstuffs as sources of psychoactive amines and their precursors: Content, significance and identification. *Adv. Drug Res.*, v.15, p.169-231, 1986.
- FIGUEIREDO, T.C.; VIEGAS, R.P.; LARA, L.J. C. *et al.* Bioactive amines and internal quality of commercial eggs. *Poult. Sci.*, v.92, p.1376-1384, 2013.
- FIGUEIREDO, T.C.; ASSIS, D.C.S.; MENEZES, L.D.M. *et al.* Effects of packaging, mineral oil coating and storage time on the biogenic amine levels and internal quality of eggs. *Poult. Sci.*, v.93, p.3171-3178, 2014.
- FIGUEIREDO, T.C.; ASSIS, D.C.S.; MENEZES, L.D.M. *et al.* HPLC-UV method validation for the identification and quantification of bioactive amines in commercial eggs. *Talanta*, v.142, p.240-245, 2015.

- GLÓRIA, M.B.A.; VIEIRA, S.M. Technological and toxicological significance of bioactive amines in grapes and wines. *Food*, v.1, p.258-270, 2007.
- JONES, D.R.; MUSGROVE, M.T.; NORTHCUTT, J.K. variations in external and internal microbial populations in shell eggs during extended storage. *J. Food Protect.*, v.67, p.2657-2660, 2004
- KALACĚ, P.; KRAUSOVÁ, P. A review of dietary polyamines: formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chem.*, v.90, p.219-230, 2005.
- KALAC, P. Biologically active polyamines in beef, pork and meat products: a review. *Meat Sci.*, v.73, p.1-11, 2006.
- LIMA, A.S.; GLÓRIA, M.B.A. Aminas bioativas em alimentos. *Bol. Soc. Bras. Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v.33, p.70-79, 1999.
- MOINARD, C.; CYNOBER, L.; BANDT, J.P. Polyamines: metabolism and implications in human diseases. *Clin. Nutr.*, v.24, p.184-197, 2005.
- OKAMOTO, A.; SUGI, E.; KOIZUMI, Y. *et al.* Polyamine content of ordinary foodstuffs and various fermented foods. *Biosci., Biotechnol. Biochem.*, v.61, p.1582-1584, 1997.
- OLIVEIRA, G.E.; FIGUEIREDO, T.C.; SOUZA, M.R., *et al.* Bioactive amines and quality of egg from Dekalb hens under different storage conditions. *Poult. Sci.* v.88, p.2428-2434, 2009.
- RAMOS, B.; PINHO, O.; FERREIRA, I.M.P.L.V.O. Changes of yolk biogenic amine concentrations during storage of shell hen eggs. *Food Chem.*, v.116, p.340-344, 2009.
- REGO, I.O.P.; MENEZES, L.D.M.; FIGUEIREDO, T.C. *et al.* Bioactive amines and microbiological quality in pasteurized and refrigerated liquid whole egg. *Poult. Sci.*, v.93, p.1018-1022, 2014.
- SAITO, K.; HORIE, M.; NOSE, N. *et al.* Determination of polyamines in foods by liquid chromatography with on-column fluorescence derivatization. *Analyt. Sci.*, v.8, p.675-680, 1992.
- SANTOS, W.C.; SOUZA, M.R.; CERQUEIRA, M.M.O.P. *et al.* Bioactive amines formation in milk by *Lactococcus* in the presence or not of rennet and NaCl at 20 and 32°C. *Food Chem.*, v.81, p.595-606, 2003.
- SHALABY, A.R. Significance of biogenic amines to food safety and human health. *Food Res. Int.*, v.29, p.675-690, 1996.
- SILLA-SANTOS, M.H. Amino acid decarboxylase capability of microorganisms isolated in Spanish fermented meat products. *Int. J. Food Microbiol.*, v.39, p.227-230, 1998.
- SILVA, C.M.G.; GLORIA, M.B.A. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4°C and in chicken-based meat products. *Food Chem.*, v.78, p.241-248, 2002.
- THERON, H.; VENTER, P.; LUES, J.F.R. Bacterial growth on chicken eggs in various storage environments. *Food Res. Int.*, v.36, p.969-975. 2003.
- VECIANA-NOGUÉS, M.T.; MARINE-FONT, A.; VIDAL-CAROU, M.C. Biogenic amines as hygienic quality indicators of tuna. Relationships with microbial counts, ATP-related compounds, volatile amines, and organoleptic changes. *J. Agric. Food Chem.*, v.45, p.2036-2041, 1997.