

Características físicas, químicas e microbiológicas de ovos de ratitas - Revisão*(Physical, chemical and microbiological features in ratitas eggs - A review)*CERVI, Renato Clini^{1*}; CAFÉ, Marcos Barcellos²; CAVALLIERI, Ângelo Luiz Fazani³; ANDRADE, Maria Auxiliadora⁴¹Doutorando em Ciência Animal, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás – EVZ/UFG - GOIÂNIA/GOIÁS – BRASIL renatoclinicervi@gmail.com²Professor Doutor, Departamento de Zootecnia, Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás – EVZUFG - GOIÂNIA/GOIÁS – BRASIL mcafe@ufg.br³Professor Doutor, Centro de Ciências da Natureza, Universidade Federal São Carlos - UFSCar, Campus Lagoa do Sino - BURI/SÃO PAULO – BRASIL angelo.cavallieri@ufscar.br⁴Professora Doutora, Departamento de Medicina Veterinária Preventiva, Escola de Veterinária e Zootecnia - EVZ-UFG - GOIÂNIA/GO – BRASIL maa@ufg.br*Autor para correspondência: renatoclinicervi@gmail.com

Artigo enviado em 06/11/2016, aceito para publicação em 23/03/2017

DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/revcivet.v3i2.34136>**RESUMO**

As aves classificadas no grupo das ratitas possuem características anatômicas distintas como ausência de quilha peitoral no osso externo e estrutura que não permite o vôo. Pertencem a esse grupo as emas (Brasil), os avestruzes (África), os emus (Austrália) e os quiwis (Nova Zelândia). Considerando a composição e o baixo potencial de contaminação dos ovos, bem como os mecanismos de defesa contra contaminações e as alterações na qualidade, objetivou-se realizar revisão de literatura sobre a composição físico-química, os principais agentes microbiológicos envolvidos nos processos de contaminação e os fatores de resistência à contaminação dos ovos de ratitas.

Palavras-chave: aves selvagens, contaminação microbiológica, composição centesimal

ABSTRACT

The birds classified as ratites group have different anatomical features, such as absence of pectoral keel in the sternum bone and does not allow the flight. Belong to this group emus (Brazil), ostriches (Africa), the emus (Australia) and quiwis (New Zealand). Considering the composition and the low potential contamination of eggs, as well as defense mechanisms against contamination and changes in the quality aimed to carry out the survey through literature review, the physical and chemical composition, the microbiological agents involved in processes and contamination resistance factors for contamination of ratite egg.

Key-words: wild birds, microbiological contamination, centesimal composition.

INTRODUÇÃO

As aves são divididas em dois grandes grupos: as ratitas e as carinatas. As aves ratitas têm o osso do peito (esterno) achatado e não voam. Pertencem a esse grupo as emas (Brasil), os avestruzes (África), os emus (Austrália) e os quiwis (Nova Zelândia). Devido ao interesse produtivo e às características particulares, as ratitas têm sido mantidas em criatórios comerciais e zoológicos.

A partir da década de 80, as fazendas de criação de avestruzes tornaram-se populares em muitos

países. A partir dos anos 90, seguindo a tendência para a boa produtividade das ratitas, o Brasil, a Argentina e o Uruguai iniciaram atividades de criação comercial de emas (DEEMING, 1997).

O desenvolvimento comercial da criação de ratitas estimulou criadores e pesquisadores a iniciarem estudos de métodos mais adequados para criação e melhoria dos índices zootécnicos desses animais, para utilização de produtos como carne, óleos corporais, plumas e ovos. O desenvolvimento da produção de ovos representa o especial desafio, pois o sucesso dos métodos produtivos favorece a obtenção de ovos férteis viáveis para aumento dos plantéis de ratitas e também

ovos para utilização em produtos processados pela indústria de alimentos para consumo humano.

As diferentes espécies de aves selvagens, presentes em criatórios conservacionistas ou autorizados por órgão competente, podem representar os reservatórios de micro-organismos saprófitos ou patogênicos, transmitidos para as populações de aves comercialmente mantidas em aviários, representando um desafio para o controle sanitário e epidemiológico.

Com a preocupação de determinar parâmetros de contaminações microbiológicas para comercialização desses ovos, pesquisas vêm sendo desenvolvidas para que sejam seguramente utilizados.

Considerando a composição e a contaminação dos ovos, bem como os mecanismos de defesa contra contaminações e as alterações na qualidade, objetivou-se realizar revisão de literatura sobre a composição físico-química, os principais agentes microbiológicos envolvidos nos processos de contaminação e os fatores de resistência à contaminação dos ovos de ratitas.

DESENVOLVIMENTO

Caracterização das ratitas

As aves classificadas como o grupo das ratitas (aves corredoras) apresentam características anatômicas e fisiológicas constituídas pela ausência de quilha no osso esterno da região peitoral, músculos das asas atrofiados e ausência da glândula uropigiana. Esses elementos diferenciam as ratitas do grupo das aves carinadas (aves que voam). Outra diferença é a separação de fezes e urina na cloaca (MORATA, 2005), seu corpo é ovóide, com região posterior cônica (DANI, 1993). Normalmente o macho é maior que a fêmea, e tem coloração negra mais acentuada (BREZZAN, 2005).

Existem cinco espécies de aves corredoras, avestruz, ema, emu, casuar e kiwi. No entanto, três delas apresentam características zootécnicas que conferem interesses comerciais para a produção: os avestruzes, os emus e as emas.

Apesar da grande semelhança entre avestruzes, emus e emas, estas espécies estão classificadas em ordens diferentes. O avestruz é da Ordem dos *Struthioniformes*, originárias de regiões da África; o emu da Ordem *Casuariformes*, endêmico das regiões da Austrália e a ema pertence a Ordem dos *Rheiformes*, que apresenta distribuição geográfica restrita ao continente sul-americano (SILVA, 2001).

Os avestruzes, são classificados na superordem *Paleognathae*, subclasse *Neornithes*, caracterizados pela ausência de carena e dotados de asas rudimentares (DEEMING, 1999). São classificados em uma espécie, agrupando seis subespécies, das quais são comercialmente divididas em três grandes grupos que se baseiam na coloração da pele dos adultos (GIANNONI, 2001): "*Red Neck*", com duas subespécies, *Strunthio camelus massaicus* originária das regiões do Kênia e Tanzânia e *Strunthio camelus camelus* originária do norte da África; "*Blue Neck*" com três subespécies, *Strunthio camelus molyvdophanes* originária das regiões da Somália, Kênia e Etiópia, *Strunthio camelus syriacus* originária do deserto da Palestina e Pérsia, *Strunthio camelus australis* originária do sul da África, Zimbábue e Namíbia; "*Black Neck*" ou "*African Black*", com uma subespécie, *Strunthio camelus var. domesticus* originada do cruzamento das subespécies *S. camelus camelus* e *S. camelus australis* (GIANNONI, 2001).

O emu (*Dromaius novaehollandiae*) é a maior ave nativa da Austrália e a segunda maior ave do mundo. Essa espécie que é comumente encontrada em áreas arborizadas, evita as florestas densas e regiões povoadas. São criados em todo o mundo para utilização de sua gordura (óleo de emu), carne e ovos. São onívoros, alimentando-se de uma grande variedade de plantas e insetos, preferindo itens de alta qualidade em que os nutrientes são concentrados (DAVIES, 2002). Há três subespécies ou raças atualmente na Austrália: *D. novaehollandiae novaehollandiae* de ocorrência no Sudeste da Austrália, possui um colar de penas brancas no período de reprodução; *D.*

novaehollandiae woodwardi ocorre no Norte da Austrália, delgado e mais pálido; *D. novaehollandiae rothschildi* ocorre no Sudoeste da Austrália, mais escuro e não apresenta colar no período de reprodução.

As emas (*Rhea americana*) são aves da Ordem *Rheiformes*, Família *Rheidae*, Gênero *Rhea*, endêmicas da América do Sul, mais especificamente do Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai e do sul da Bolívia (GIANNOMI, 1996). Três subespécies ou “raças geográficas” de emas são descritas: *Rhea americana americana*; *Rhea americana intermedia* e *Rhea americana albescens* (LINNAEUS, 1758). A *Rhea americana americana* é nativa das regiões brasileiras do Nordeste, Sudeste, Centro-Oeste e norte do Paraná. A *Rhea americana intermedia* é encontrada nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e sul do Paraná, Argentina, Uruguai e Paraguai. A *Rhea americana albescens* ocorre no sul da Bolívia, Paraguai, Argentina e sudeste do Mato Grosso do Sul (GIANNOMI, 1996), eram também encontradas em algumas regiões dos estados de São Paulo, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás (DANI, 1993).

As emas possuem três dedos e os avestruzes apenas dois dedos. As emas atingem em média 1,50m de altura e o peso em média de 40 kg. O avestruz é uma ave adaptada para o deserto e savana, que vive muito bem em ambientes áridos, com carga de micro-organismos patogênicos muito baixa, ao que o torna muito suscetível a patógenos quando exposto a ambientes com maior umidade como é comum na América do Sul. Essa susceptibilidade não ocorre com as emas, já adaptadas ao clima úmido por serem originárias desse continente (SILVA, 2001).

A produção comercial de aves de grande porte no Brasil começou a se tornar expressiva na década de 80. Inicialmente as atenções foram despertadas para a carne e ovos de avestruz, pois desde a antiguidade já era consumida pelo homem, e há várias décadas criadas nos Estados Unidos com a finalidade de exploração de carne, ovos, couro e penas, além das vísceras. Com a chegada dessa atividade pecuária no Brasil, criadores

empenharam seus esforços no sentido de implantar e melhorar sua produção. Com isso, a ema (*Rhea americana*) também começou a despertar o interesse pelas suas características semelhantes às dos avestruzes, apresentando vantagens, devido a sua adaptabilidade às condições ambientais e estar entre os mais cotados devido ao seu potencial reprodutivo e produtos de excelente qualidade como carne, couro, penas, ovos e gordura (GIANNOMI, 1996; SILVA, 2001; ALMEIDA, 2003).

Estrutura do ovo

As porcentagens das frações dos ovos de diferentes espécies de aves apresentam diferenças percentuais, com a gema variando de 30,7 a 34,0%; o albúmen, de 55,2 a 65,7% e a casca, de 12,4 a 17,9 % do conteúdo total. Essa variação não está relacionada ao tamanho do ovo, mas com a espécie que o produziu. O ovo de avestruz pesa cerca de 1500 gramas, e o conteúdo representa 80 a 85% do peso total. O ovo do emu pesa cerca de 707g, e o peso médio dos ovos de emas é de 641,6g (DEEMING, 1997).

A composição química dos ovos de ratitas é pouco relatada. As informações disponíveis demonstram que os componentes são similares entre os ovos de diferentes espécies de aves. Há uma variação considerável na quantidade, e na composição centesimal (calorias, lipídeos, proteínas do albúmen) entre os ovos. Essas diferenças centesimais conferem variabilidades na resistência à contaminação microbiológica. Um dos principais fatores relacionados aos processos antibacterianos está na fração do albúmen. O albúmen dos ovos de avestruz contém altos níveis de ovomucóide e baixa quantidade de avidina. O albúmen do emu tem menor conteúdo de lisozima (STANDELMAN *et al.*, 1988; DEEMING, 1997).

Estruturas da casca

As cascas dos ovos de diferentes espécies de aves representam a primeira barreira contra os contaminantes microbianos. O tamanho dos poros,

neste contexto, tem um papel importante no estabelecimento da seletividade gasosa e principalmente, dos agentes microbianos. Em estudos sobre a porosidade das cascas de ovos, o número de poros e área total foram determinados, mas a distribuição de tamanho de poro não foi apresentada em termos de sua ocorrência na casca do ovo (CHRISTENSEN et al., 1996).

O conhecimento exato dos tamanhos de poros em cascas de ovos poderia contribuir de forma significativa para a avaliação da sua qualidade funcional e, portanto, os requisitos para a produção de ovos com uma estrutura de cobertura adequada. A casca de um ovo pode apresentar 10.000-20.000 poros, mas apenas alguns deles podem ser penetrados por bactérias, o que sugere que os poros maiores são escassos em cascas de ovos (BAXTER-JONES, 1994).

Fibras da membrana interna da casca são mais finas e formam uma malha. O aumento geral na espessura das fibras e o tamanho interno dos espaços entre as fibras variam com um aumento do tamanho do ovo em corte transversal. Cada fibra de membrana é composta de um núcleo interno rodeado por um manto protéico de mucopolissacarídeo.

Essas diferentes composições estruturais interferem diretamente no gradiente de contaminação microbiana, na quantidade e nas possibilidades de contágio. As mudanças no número de poros, área de poro e comprimento dos poros têm sido observadas em ovos adaptados para regimes de nidificação incomuns. As formas e estruturas da porosidade da casca são adaptações para os processos de sobrevivência (Board, 1982).

Proteínas do albúmen e da gema

O albúmen é uma solução de várias proteínas, com viscosidade mínima nas proximidades da casca e nas na gema é máxima (BOBBIO et al., 1992). Contém de 85 a 90% de água, sendo a proteína o componente principal, possui também pequenas quantidades de glicoproteínas e glicose (menos de 1%) e sais minerais (MULLER et al., 1996).

Das proteínas, destacam-se a ovalbumina, que pode variar de acordo com a espécie de ave, representando 54% do total para ovos de galinhas (MADRID et al., 1996) e 56% para ovos de emas (CERVI et al., 2015), sendo encontrada em três formas: A1, A2 e A3 nas proporções de 85%, 12% e 3%, respectivamente. A diferença entre as três formas está na quantidade do fósforo ligado à proteína: dois, um ou nenhum átomo de fósforo por mol de ovalbumina, respectivamente (FENNEMA, 1993). Possui peso molecular 45.000 Da, uma ponte dissulfeto e quatro grupos sulfídricos livres que só reagem após a desnaturação da proteína, indicando que, na forma original, os grupos sulfídricos estão protegidos em regiões hidrofóbicas da proteína. Cerca de 50% dos aminoácidos da ovalbumina são hidrofóbicos (SGARBIERI, 1996).

Essa proteína desnatura com relativa facilidade nas interfaces após a agitação ou batida em solução aquosa (espumas e emulsões). Durante o armazenamento dos ovos, a ovalbumina é convertida em S-ovalbumina, proteína mais termoestável devido ao intercâmbio sulfídrico-dissulfeto e é resistente ao calor. A S-ovalbumina é encontrada em pequena quantidade no albúmen de ovo fresco, porém, chegando a representar 81% da ovalbumina após seis meses de estocagem do albúmen sob refrigeração (ORDÓÑEZ et al., 2005).

A ovotransferrina, também denominada conalbumina, é uma glicoproteína facilmente isolada por precipitação fracionada com sulfato de amônio. Representa 12% das proteínas do albúmen de ovo de galinhas e 3% em avestruz e ema, 10% em emu, e tem peso molecular 76.600 Da (Osuga et al., 1968; Sgarbieri, 1996). A forte tendência de ligação de ferro à ovotransferrina confere a esta proteína, como as transferrinas em geral, propriedade bacteriostática (LINDEN et al., 1996).

A ovomucóide é uma glicoproteína que possui uma única cadeia polipeptídica de peso molecular 28.000 Da, com segmentos helicoidais e nove pontes

de dissulfeto, o que a torna mais estável à coagulação pelo calor. Precipita apenas em presença da lisozima e em meio alcalino. A ovomucóide representa 11% das proteínas do albúmen de ovos de Galinha, 10% em avestruz e ema, 20% em emu. Contêm 20-25% de carboidrato na molécula, constituídos por D-galactose, D-manose, ácido siálico e glicosamina (OSUGA et al., 1968; ORDÓÑEZ et al., 2005).

Cinco tipos de ovomucóides podem ser diferenciados de acordo com seu ponto isoelétrico e referidos como O₁, O₂, O₃, O₄ e O₅. Todos os tipos de ovomucóides possuem atividades de inibição de tripsina e propriedades imuno-químicas (LI-CHAN et al., 1989). Diferenciam-se bioquimicamente da albumina e da conalbumina por não apresentar coagulação sob efeito do calor (MEYER, 1976).

A ovoinibidor representa apenas 1,5% das proteínas do albúmen de galinha, 0,6% em avestruz, 0,5% em emu e ema (OSUGA, 1968), com peso molecular 49.000 Daltons. Da mesma forma que a ovomucóide, a ovoinibidor, com uma serina-protease, inibe duas moléculas de tripsina e duas de quimiotripsina, simultaneamente. Além da tripsina e da quimiotripsina, a ovoinibidor inibe também proteases de fungos e de bactérias. Tanto a ovoinibidor como a ovomucóide contêm arginina em seus centros ativos (SGARBIERI, 1996).

A ovomucina é uma glicoproteína que contribui para a estrutura gelatinosa da camada espessa do albúmen. Ocorrem duas frações de ovomucina: uma rica em carboidratos (50%) e outra mais pobre (15%), denominadas β -ovomucina e α -ovomucina. É uma proteína termoestável. Junto com a lisozima forma um complexo insolúvel em água, cuja estabilidade depende do pH. Durante o armazenamento, o pH do albúmen se eleva significativamente devido à perda de CO₂ através da casca. A perda de viscosidade do albúmen durante o armazenamento está relacionada à diminuição na qualidade do complexo ovomucina-lisozima, com a elevação do pH (FENNEMA, 1993).

A lisozima é uma glicoproteína presente no albúmen do ovo de galinha na quantidade de 3,5%, 0,45% para avestruz, 0,05% para emu e 2% para ema. Possui um peso molecular baixo, que pode variar de 14.000 a 14.600 Daltons, e o seu ponto isoelétrico é de 10,7. (LI-CHAN et al., 1989). A denominação dessa proteína é devido à sua ação sobre *Micrococcus lysodeikticus*. Sua ação enzimática inclui a clivagem de polissacarídeos em parede celular de bactérias, exercendo ação antimicrobiana. A lisozima do albúmen é homóloga à humana e à α -lactalbumina. A grande estabilidade da lisozima pode ser atribuída à estrutura compacta da molécula, com quatro pontes de dissulfeto intra-moleculares e a presença de apenas três moléculas de água por molécula de lisozima (SGARBIERI, 1996). A inativação pelo calor depende do pH e da temperatura (ORDÓÑEZ et al., 2005).

As lisozimas atuam principalmente sobre bactérias Gram-positivas, porém quando desnaturada, por meio do aquecimento e mudança do pH, tornam-se efetivas contra bactérias Gram-negativas. A lisozima de ovo quando conjugada com ácido cafeico ou cinamaldeído possui atividade antimicrobiana aumentada contra *E. coli* quando comparada com a lisozima livre (VALENTA et al., 1998).

A ovoflavoproteína representa 0,8% da proteína do albúmen dos ovos de galinha, e 0,3% para os de avestruz. Tem peso molecular 32.000 Daltons e possui propriedades antimicrobianas. Aparece no albúmen e na gema, bem como no soro sanguíneo de galinhas poedeiras (SGARBIERI, 1996; OSUGA, 1968).

A avidina é uma glicoproteína básica composta de quatro subunidades idênticas. Representa 0,5% das proteínas do albúmen de ovo de galinha e apresenta atividade antimicrobiana (ORDÓÑEZ et al., 2005).

As diferentes proteínas constituintes das frações do ovo apresentam ações nos processos de controle antimicrobiano e bacteriostático. A

composição dessas proteínas sofre variações significativas nos ovos de diferentes espécies de aves.

A gema é uma dispersão de fosfoproteínas e lipoproteínas. Há também algumas lecitinas que, juntamente com as lipoproteínas, tornam a gema do ovo um ótimo emulsificante (ORNELLAS, 1985).

Também é na gema que se encontra a gordura do ovo, incluindo o colesterol. A composição da gema pode variar bastante de acordo com o tipo de alimentação oferecida às aves. Uma pequena parte dos carboidratos é formada de glicose em estado livre; esses e as cinzas podem chegar a 1%, sendo os principais elementos o fósforo, o cálcio e o potássio (MADRID et al., 1996).

As proteínas e os lipídios da gema devem ser considerados conjuntamente, tanto do ponto de vista químico quanto funcional. A gema é uma fonte de lipídios facilmente dispersáveis na água e que permite a emulsão de outras substâncias. Essas propriedades são devidas ao elevado conteúdo em fosfolipídios e ao fato de que todos os lipídios – incluindo os triacilgliceróis – estão associados pelo menos a duas proteínas, vitelina e vitelenina (LINDEN et al., 1996).

A gema é composta em sua maior fração de lipovitelina (36%) e outras proteínas relacionadas ao alto percentual lipídico em seu conteúdo total.

Microbiologia em ovos de ratitas

A contaminação de ovos pode acontecer de duas formas, por via vertical no momento da formação a partir do trato reprodutor infectado ou por via horizontal pelo contato com as fezes no momento da postura uma vez que existe proximidade entre o sistema reprodutor e digestório e ainda pelo ambiente contaminado (GANTOIS et al., 2009).

Outro fator que pode favorecer a contaminação é a alta umidade do local de oviposição (SAYEED et al., 1990). A penetração de água através dos poros por capilaridade e, principalmente, pelo surgimento de pressão negativa, pode facilitar a entrada de microrganismos para o interior do ovo (TRANter et al., 1982). Em cascas sujas e úmidas, à medida que a

diferença de pressão se equilibra através da casca, água e bactérias contaminantes são aspiradas para o interior do ovo, permanecendo retidas na superfície de sua membrana interna (FOODS, 2015).

A estrutura do ovo apresenta barreiras físicas e químicas contra a contaminação por patógenos, tais como casca e membranas e componentes antimicrobianos (FOODS, 2015). A casca de um ovo contém milhares de poros e é revestida externamente por uma fina cutícula protéica (GANTOIS et al., 2009). Cascas com menos poros, apresentam maior resistência à penetração bacteriana, inclusive de salmonelas. As membranas internas também desempenham um fator seletivo para penetração de micro-organismos, porém em ovos de ratitas não foram pesquisados. Quanto à cutícula, essa pode ser danificada pela limpeza dos ovos com substâncias abrasivas, o que aumenta as chances de invasão de micro-organismos (FOODS, 2015).

A contaminação dos ovos de aves silvestres ocorre principalmente por enterobactérias através da casca, pois estas aves constroem seus ninhos no solo. Apesar da incidência de *Salmonella* Enteritidis em lotes de aves de postura, a ocorrência de ovos contaminados é considerada baixa (EBEL et al., 2000).

Qualquer sorovar de *Salmonella* pode contaminar a casca e, a partir daí para o interior do ovo. A contaminação transovariana do ovo durante sua formação, é especialmente importante para *S. Enteritidis*, além dos sorovares adaptados às aves, *S. Gallinarum* e *S. Pullorum* (QUINN et al., 2005; BRADEN, 2006).

Os gêneros bacterianos envolvidos na contaminação do ovo são representados por agentes deteriorantes como as pseudomonas e agentes contaminantes como as salmonelas. Entre os microrganismos mais comumente isolados dos ovos, destacam-se as *Pseudomonas*, *Actinobacter*, *Proteus*, *Aeromonas*, *Alcaligenes*, *Escherichia*, *Micrococcus*, *Serratia*, *Enterobacter*, *Flavobacterium*, *Salmonella*, *Staphylococcus*, *Campylobacter jejuni*, *Listeria* e

Yersinia (RICKE et al., 2001; ARAGON-ALEGRO et al., 2005).

As *Pseudomonadaceae* distribuem-se amplamente na natureza, normalmente no solo e nas águas. Os principais gêneros são agentes deteriorantes dos ovos, relacionados à coloração negra da gema e odores de putrefação, como as *Pseudomonas*, *Xanthomonas* e *Gluconobacter* (BERGEY et al., 1994; KONEMAN et al., 2001).

As *Enterobacteriaceae* apresentam substancial heterogeneidade na sua ecologia, gama de hospedeiros e potencial patogênico para homens, animais, insetos e plantas. Os principais gêneros dessa família são: *Escherichia*, *Salmonella*, *Hafnia*, *Shigella*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Providencia* e *Serratia marcescens* (BERGEY et al., 1994; ARAGON-ALEGRO et al., 2005).

A contaminação por fungos pode ocorrer do momento da postura, onde os ovos são expostos ao substrato dos ninhos. Nesse local de postura há presença de fungos e esporos. Contaminações decorrentes de fungos são acometidas especialmente, por espécies dos gêneros *Penicillium*, *Sporotrichum*, *Mucor*, *Cladosporium* e *Alternaria* (CARDOSO et al., 2001). Posteriormente ao processo, também o acondicionamento dos ovos em embalagens cobertas com filmes plásticos, algumas vezes favorece a condensação de vapores sobre a casca, contribuindo para o desenvolvimento de colônias de fungos (FRAGA et al., 2010).

Bactérias e fungos que muitas vezes fazem parte da microbiota dos avestruzes, podem ser fonte de auto-contaminação, e dependendo das condições físicas e imunológicas do animal, podem ocasionar patologias graves. No Brasil, estudos realizados com avestruzes da variedade "*African Black*", evidenciaram a presença de *Streptococcus* spp, *Actinomyces* spp, *Bacillus* spp, *Clostridium* spp, *Escherichia coli*, *Proteus* spp e leveduras do gênero *Candida* spp na orofaringe e nas fezes dessas aves (ALMEIDA et al., 2002).

Nos avestruzes a falha do desenvolvimento embrionário ou alta contaminação interna dos ovos pode ser ocasionado por trincas ou malformação apresentadas na casca desses ovos, permitindo a contaminação por bactérias presentes no local de postura. A espessura da casca, alta densidade de poros, a deposição de cutícula deficiente e baixa resistência de casca de ovo são associados com baixa eclodibilidade e elevada mortalidade embrionária durante a incubação (PERELMAN, 2009).

Alta porosidade da casca de ovo favorece a contaminação dos ovos por micro-organismos presentes nas fezes e pela flora intestinal por *Staphylococcus warneri*, *Acinetobacter baumannii*, *Alcaligenes* sp., *Serratia marcescens*, *Carnobacterium* sp. *Pseudomonas* sp. e *Salmonella* Enteritidis (DE REU et al., 2006).

A contaminação por *Citrobacter* spp e *Serratia* spp. também é uma preocupação em saúde pública, uma vez que esses agentes estão associados com resistência a antimicrobianos e a desinfetantes. Há vários relatos de ocorrências de doenças sistêmicas causadas por essas bactérias em seres humanos com síndromes de imunodeficiência ou devido a infecções hospitalares (HESS et al., 2004). Em ratitas, citrobacteriose é uma doença rara e altamente fatal, causada principalmente por Infecção *Citrobacter freundii* que afeta filhotes de avestruzes (RUPLEY, 1999).

Os emus (*Dromaius novaehollandiae*), são mantidos em criações comerciais em diversos países. Estudos realizados por Bennett et al. (2013) indicaram que emus podem ter uma quantidade microbiana superior do que outras espécies de aves, mas eles apresentaram uma menor diversidade microbiana. Através da identificação da microbiota do ceco de emus, foram encontradas as seguintes espécies: *Escherichia fergusonii*, *Shigella flexneri*, *Shigella dysenteriae*, *Escherichia coli*, *Escherichia albertii*, *Cronobacter turicensis*, *Pantoea dispersa*,

Cronobacter muytjensii, *Salmonella bongori*,
Cronobacter dublinensis lactaridi.

A criação de emas (*Rhea americana*) e Rhea Lesser (*Pterocnemia pennata*) é uma crescente atividade agrícola na América do Sul (AUCRIÑA, 2000). Comparativamente às outras espécies de ratitas, existem dois fatores que podem comprometer a produção dessas aves: baixa eclodibilidade e baixa sobrevivência (NAVARRO *et al.*, 1998; NAVARRO *et al.*, 2002).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ratitas apresentam índices zootécnicos adequados para produção comercial. As características de rusticidade aliadas à seleção e resistência a contaminações microbiológicas necessitam de estudos mais aprofundados, para o conhecimento dos mecanismos de defesa contidos nesta diferenciação. Os setores produtivos desenvolveram métodos eficientes para criação desses animais, mas pesquisas que elucidem os processos físico-químicos de defesa a micro-organismos são escassas.

Devido à falta de pesquisas, o setor produtivo de ratitas atingiu um limite, ocorrendo um declínio no estabelecimento de novos criatórios. Isso também ocasionou determinada carência quanto às políticas de implantação e manutenção dos criatórios por parte dos órgãos de controle da fauna silvestre e de espécies exóticas. Esses fatores proporcionaram uma retração da criação de avestruzes, emus e emas no Brasil.

A partir de 2010, o setor voltou a receber atenção, realizando novas pesquisas com métodos científicos analíticos mais avançados, utilizando os modelos bem-sucedidos de desenvolvimento da avicultura comercial. Os fatores promissores para novas descobertas estão fundamentados nas características físicas distintas, e principalmente na composição protéica dos ovos dessas aves, com diferenças significativas em suas estruturas moleculares e quantidades, nas frações de albúmen e gema destes ovos.

Vários fatores físicos e químicos atuam conjuntamente para resistência dos ovos de aves silvestres. Pelas pesquisas desenvolvidas até o momento, a proteômica do albúmen dos ovos esclareceu que não existe um fator específico de resistência relacionado à contaminação microbiológica, mas um conjunto de proteínas que agindo conjuntamente desempenham a ação efetiva.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. A. Influências dos sistemas artificial e natural de incubação e criação de emas (*Rhea americana*) nos índices produtivos de criadouros do Estado de São Paulo. (**dissertação de mestrado**). Medicina veterinária, Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2003.
- ALMEIDA, R. M. A.; Gonçalves Neto, M.; Bianchi, D.; Avestruz (*Struthio camelus*): microbiota oral e intestinal. **XXIX Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**. Gramado: CONBRAVET.2002.
- ARAGON-ALEGRO, L. C.; SOUZA, K. L. O.; SOBRINHO, P. S. C. Avaliação da qualidade microbiológica de ovo integral pasteurizado produzido com e sem a etapa de lavagem no processamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**; v. 25: 618-22, 2005.
- AUCRIÑA. **El ñandú**. Boletín Informativo, v. 1-2, 2000.
- BAXTER-JONES, C. **Egg hygiene: Microbial contamination, significance and control**. In: Tullett, S. G. **Avian Incubation**. London: Butterworth-Heinemann, 1991. p.269-276.
- BENNETT, D. C.; TUN, H. M.; KIM, J. E.; LEUNG, F. C.; CHENG, K. M. Characterization of cecal microbiota of the emu (*Dromaius novaehollandiae*). **Veterinary Microbiology**; v. 166, n. 1-2, p. 304-10, 2013.
- BERGEY, D. H.; HOLT, J. G.; KRIEG, N. R. **Bergey's: manual of determinative bacteriology**. Baltimore, W. & Williams, 1994.

- BOARD, R. G. Properties of avian egg shells and their adaptive value. **Biology. Review**, v. 57, p. 1-28, 1982.
- BOBBIO, O. P.; BOBBIO, F. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo, Varela, 1992.
- BRADEN, C. R. Salmonella enterica serotype Enteritidis and eggs: a national epidemic in the United States. **Clinical Infectious Diseases**, v. 43, n. 4, p. 512-17, 2006.
- BRESSAN, W. S. Ambiente térmico qualidade do ar bem-estar e desempenho produtivo de emas (*Rhea americana*) confinadas em fase de crescimento. **Tese**, 2005. 250 p.
- CARDOSO, A. L. S. P.; TESSARI, E. N. C.; CASTRO, A. G. M.; KANASHIRO, M. I.; GAMA, N. M. S. Q. Pesquisa de coliformes totais e coliformes fecais analisados em ovos comerciais no laboratório de patologia avícola de descaldado. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 68, n. 1, p. 19-22, 2001.
- CERVI, R. C.; MINAFRA REZENDE, C. S.; MIRANDA-ARAÚJO, L. B.; ANDRADE, M. A.; MAGNO, L. L.; CAFÉ, M. B. Effects of storage on physico-chemical parameters and quality of Greater Rhea (*Rhea americana*) eggs. **Avian Biology Research**, v. 8, n. 3, 175-178, 2015.
- CHRISTENSEN, V. L.; DAVIES, G. S.; LUCORE, L. A. Eggshell conductance and other functional qualities of ostrich eggs. **Poultry Science**, v. 75, p. 1404-10, 1996.
- DANI, S. U. A ema (*Rhea americana*): Biologia, Manejo e Conservação. Belo Horizonte, MG: **Fundação Acangá**, 1993.
- DAVIES, S. J. J. F. Ratites and Tinamous Tinamidae Rheidae Dromaiidae Casuariidae Apterygidae Struthionidae. **Oxford University Press**. Oxford, UK, 2002.
- DE REU, J. K.; GRUSPEERDT, K.; MESSENS, W.; HEYNDRICKX, M.; UYTENDAELE, M.; DEBEVERE, J.; HERMAN, L. Eggshell factors influencing eggshell penetration and whole egg contamination by different bacteria, including *Salmonella enteritidis*. **International Journal of Food Microbiology**, v. 112, n. 3, p. 253-60, 2006.
- DEEMING, D. C. **Ratite egg incubation**. Silveira-souza, J. D. **Incubação de ovos de avestruz, ema, emu e casuar**. Viçosa, 1997, 257 p.
- DEEMING, D. C. **The ostrich Biology Production and health**. Cabi Publishing International, 1999.
- EBEL, E.; SCHLOSSER, W. Estimating the annual fraction of eggs contaminated with *Salmonella enteritidis* in the United States. **International Journal of Food Microbiology**, v. 61, n. 1, p. 51-62, 2000.
- FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. Zaragoza, Acribia, 1993.
- FOODS, C. M. S. f. The efficacy of measures to control microbial contamination of foods using the Food Safety Objective approach. **Microorganisms in Foods 8: Use of Data for Assessing Process**, Australia, 2015.
- FRAGA, M. E.; CUEVELLO, F. A.; MAGALHÃES, A. P. C.; MORENS, M. J. F. Avaliação da presença fúngica em ovos de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 32, n. 2, p. 71-74, 2010.
- GANTOIS, I.; DUCATELLE, R.; PASMANS, F.; HAESBROUCK, F.; GAST, R.; HUMPHREY, T. J. Mechanisms of egg contamination by *Salmonella Enteritidis*. **FEMS Microbiological Review**, v. 33, n. 4, p. 718-38, 2009.
- GIANNONI, M. L. **Emus and ostriches: an alternative for the farmer**. Jaboticabal, FUNEP, 1996.
- GIANNONI M. L. **Avestruz Reprodução Cria e Recria. Boletim técnico**. Viçosa, CPT. 361, 2001, 136 p.
- HESS, P.; ALTENHÖFE, A.; KHAN, A. S.; DARYAB, N.; KIM, K. S.; HACKER, J.; OELSCHLAEGE, T. A. A *Salmonella* fim homologue in *Citrobacter freundii* mediates invasion in vitro and crossing of the bloodbrain barrier in the rat pup model. **Infection and Immunity**, v. 72, n. 9, p. 5298-5307, 2004.

- KONEMAN, E. W.; ALLEN, S. D.; JANDA, W. M.; SCHRECKENBERGER, P. C.; WINN Jr, W. C. **Diagnóstico microbiológico: texto e atlas colorido**. Rio de Janeiro, MEDSI, 2001. 1465 p.
- LI-CHAN, E.; NAKAI, S. Biochemical basis for the properties of egg white. *Critical Review Poultry Biology*, v. 2, n. 1, p. 21-57, 1989.
- LINDEN, G.; LORIENT, D. **Revalorización Alimentaria de la producción agrícola**. Zaragoza, Acribia, 1996, 428 p.
- MADRID, A. V.; CENZANO, J.; VICENTE, J. M. **Manual de Indústria dos Alimentos**. São Paulo, Varela, 1996, 600 p.
- MEYER, L. **Food chemistry**. Westport: Van Nostrand Reinhold, 1976, p. 141-156.
- MORATA, R. L. Rheacultura: aspectos legais, biológicos, reprodutivos, nutricionais e Mercadológicos. **Simpósio de Produção e Conservação de Animais Silvestres**. UFV, E. Viçosa-MG, SIMAS, 2005, 139 p.
- MULLER, H. G.; TOBIN, G. **Nutrición y Ciencia de los alimentos**. Zaragoza: Acribia; 1996, 321 p.
- NAVARRO, J. L.; MARTELLA, M. B. Reproductivity and raising of Greater Rhea (*Rhea americana*) and Lesser Rhea (*Pterocnemia pennata*) **Archiv für Geflügelkunde**, v66, n. 3, p. 124-32, 2002.
- NAVARRO, J. L.; MARTELLA, M.; CABRERA, M. B. Evidence for fertility of Greater Rhea orphan eggs: conservation and management implications. **Journal of Field Ornithology**, v. 69, n. 3, p. 124-32, 1998.
- ORDÓÑEZ, J. A.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLON, G. D. G. F.; PERALES, L. H.; CORTECERCO, M. D. S. **Tecnología de Alimentos: alimentos de origen animal**. Porto Alegre, Artimed, 2005, 280 p.
- ORNELLAS, L. H. **Técnica Dietética**. São Paulo, Atheneu, 1985, 307 p.
- OSUGA, D. T.; FEENEU, R. E. Biochemistry of the egg-white proteins of the ratite group. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v. 124, p. 560-74, 1968;
- PERELMAN B. **Doença das avestruzes**. REVOLLEDO, L e FERREIRA, A. J. P. São Paulo, Patologia Aviária, 2009, 492 p.
- QUINN, P. J.; MARKEY, B. K.; CARTER, M. E.; DONNELLY, W. J.; LEONARD, F. C. **Microbiologia veterinária e doenças infecciosas**. Porto Alegre, Artmed, 2005, 512 p.
- RICKE, S. C.; BIRKHOLOLD, S. G.; GAST, R. K. Eggs and egg products. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. ed. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. American Public Health Assoc. Washington, D.C. p. 473-79, 2001.
- RUPLEY, A. E. **Manual de clínica aviária**. São Paulo, Editora Roca, 1999, 582 p.
- SAYEED, S. A.; SANKARAN, R. A study on the behaviour of air microflora in food industries. **Journal of Food Science and Technology**, v. 27, n. 5, p. 340-44, 1990.
- SGARBIERI, V. C. **Proteínas em Alimentos Protéicos**. São Paulo, Varela, p. 157-72, 1996.
- SILVA, J. B. G. **Rheacultura criação de emas: manual prático nutrição, reprodução, manejo e enfermidades**. São Paulo, Guaíba Agropecuária, 2001, 144 p.
- STANDELMAN, W. J.; OLSON, V. M.; SHEMWELL, G. A.; PASCH, S. **Egg and poultry meat processing**. New York, Cambridge, VCH, 1988, 211 p.
- TRANTER, H. S.; BOARD, R. G. The antimicrobial defence of avian eggs: biological perspective and chemical basis. **Journal Applied Biochemistry**, v. 4, p. 295-38, 1982.
- VALENTA, C.; BERNKOP-SCHURCH, A.; SCHAWARTZ, M. Lisozyne caffeic acid conjugates: possible novel preservatives for dermal formulations. **International Journal of Pharmaceutics**. v. 174, p. 125-132, 1998.