

Influência do ácido láctico e da embalagem em atmosfera modificada sobre a validade comercial da linguiça frescal de frango

Influence of lactic acid and modified atmosphere packing in shelf life of fresh poultry sausage

Carlos Adam Conte Junior*,** Valéria Garrido de Souza*, Rami Fanticelli Batista*,
Eliane Teixeira Mársico**, Sergio Borges Mano**

Resumo

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a influência da embalagem em atmosfera modificada (EAM) e do ácido láctico (AL) na validade comercial da linguiça frescal de frango. Para tanto, foram processadas duas massas de linguiça, sendo uma delas adicionado ácido láctico (0,15%). As linguiças foram então embaladas nas seguintes atmosferas: 100% ar atmosférico, 100% N₂, 100% CO₂, 80% CO₂/20% N₂, 40% CO₂/60% N₂ e 20% CO₂/80% N₂, e armazenadas durante 16 dias a 4±2°C. Foram realizadas, nos dias 0, 1, 9 e 16, análises bacteriológicas: contagem em placa de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, bactérias heterotróficas aeróbias psicotróficas, bactérias ácido-láticas, enterobactérias e *Pseudomonas*; e determinação do pH. A EAM a 80/20 CO₂/N₂ mostrou-se como método mais eficaz, sob o ponto de vista microbiológico, em termos de conservação da linguiça frescal de frango, atingindo ao final do experimento valores de 6,0; 5,3 e 5,0 Log UFC/g (bactérias mesófilas, psicotróficas e ácido-láticas, respectivamente). Em relação à adição do AL, tal tratamento foi eficaz sob o aspecto de inibição microbiológica em quase todas as atmosferas, com exceção da 80/20 CO₂/N₂. Durante o experimento, não foi observado crescimento de enterobactérias e *Pseudomonas*. Em relação ao pH, pôde-se observar que a adição de 0,15% de AL provocou uma queda do pH de 5,89 para ~5,50, suficiente para acarretar uma inibição significativa da taxa de multiplicação microbiana nas diferentes atmosferas, exceto na 80/20 CO₂/N₂. Pôde se concluir que a EAM com 80/20 CO₂/N₂ mostrou-se como o método de conservação mais eficaz quanto ao aumento da vida útil da linguiça de frango e a adição de 0,15% de AL demonstrou ser uma alternativa eficaz para conservação deste produto.

Palavras-chave: ácido láctico, embalagem em atmosfera modificada, embutidos.

Abstract

The present work has an objective to observe and to characterize, through microbiological analyses and pH determination, the influence of the Modified Atmosphere Packaging (MAP) and the lactic acid additive in shelf life of fresh poultry sausage. Two sausage batches were made under laboratory control. One of them was added of lactic acid (0.15%). The samples were processed, and packaged in plastic bags (four sausages per bag). Finally, the bags were filled with different atmospheres: 100% air, 100% N₂, 100% CO₂, 80/20 CO₂/N₂, 40/60 CO₂/N₂ and 20/80 CO₂/N₂. Samples were stored in walk-in cold rooms at 4±2°C. Samples were taken at different days of storage (zero, 1, 9 and 16). Both added and not added with lactic acid samples were subjected to total viable aerobic counts (mesophylic and psychrophylic), lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, and *Pseudomonas* sp. in specific media plates. Also, it was determinate the pH of all the samples. The results were arranged in tables and graphs for the descriptive statistical analyses. The MAP 80/20 CO₂/N₂ was the more effective method to conserve fresh poultry sausages, reaching at the end of the experiment values of 6.0; 5.3 and 5.0 Log UFC/g (mesophylic, psychrophylic and acid-lactic bacteria, respectively), comparing to the conventional package (100% air) and 100% N₂ that reached at the end of the experiment maximum values of 8.8 and 9.4 Log UFC/g, respectively. The addition of the acid lactic was effective about the aspect of microbiological inhibition, reaching inferior values in almost all the atmospheres comparing to the samples without addition of the acid, except to 80/20 CO₂/N₂, that the values of the microbial count in both treatments (with and without acid) they were very close. During the experiment, it was not observed the growth of Enterobacteriaceae and *Pseudomonas*. Analyzing the pH, it can be observed that the addition of 0.15% lactic acid caused a fall of the pH of 5.89 for ~5.50, enough to inhibit the microbial multiplication in the different atmospheres, except in 80/20 CO₂/N₂. After analyzed this results, it was concluded that MAP to 80/20% of CO₂/N₂ was the more effective method to increase the shelf life of the fresh poultry sausage, added or not added with lactic acid; the addition of 0.15% of lactic acid was an effective alternative for conservation of fresh poultry sausage chicken, wrapped or not in modified atmosphere.

Keywords: lactic acid; modified atmosphere packaging; fresh poultry sausage.

* Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária - Higiene Veterinária e Processamento Tecnológico de Produtos de Origem Animal - Faculdade de Veterinária - Universidade Federal Fluminense.

**Departamento de Tecnologia dos Alimentos da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Rua Vital Brazil Filho, 64. Niterói - RJ, CEP 24230-340.

A quem enviar a correspondência: Sergio Borges Mano. E-mail: mtsbm@vm.uff.br

Introdução

O avanço da avicultura brasileira nas últimas três décadas permitiu um grande aumento no consumo *per capita* da carne de aves, proporcionando também o desenvolvimento dos mais variados tipos de produtos derivados, isto é, produtos mais elaborados como, por exemplo, a linguiça de frango, aos quais são agregados valor, maior conveniência e praticidade para o consumidor (Malavota et al., 2006).

Apesar de todos estes avanços científicos e tecnológicos da avicultura, a validade comercial dos produtos mantidos em atmosfera normal ou sem a presença de conservantes em sua composição é limitada. A refrigeração pode retardar as alterações indesejáveis, mas não aumenta a validade comercial suficientemente para atender as exigências de distribuição e comercialização, quando se necessita de transporte a zonas mais distantes dos centros de produção, ou quando se embalam para venda nas seções de refrigerados dos mercados (Lopes et al., 2004).

Em virtude disto, há um crescente interesse por parte das indústrias e pesquisadores em desenvolver novas tecnologias que permitam um prolongamento da validade comercial de produtos alimentícios. Logo, acredita-se que estudos devam ser conduzidos, no sentido de avaliar o comportamento de diversos produtos embalados em atmosfera modificada ou adicionados de aditivos saudáveis com características conservantes, frente às exigências atuais do mercado consumidor (Conte-Junior et al., 2006).

Em função do exposto, o presente trabalho tem como objetivo geral observar e caracterizar, através de análises bacteriológicas e determinação do pH, a influência da embalagem em atmosfera modificada (EAM) e do aditivo conservante ácido láctico na validade comercial da linguiça de frango.

Material e métodos

A linguiça frescal de frango foi elaborada no Laboratório de Tecnologia de Carnes da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal Fluminense. Utilizou-se uma formulação cuja constituição era: filé de frango (85,0%), toucinho (10%), sal (1,5%), alho (0,25%), pimenta branca (0,25%) e água destilada esterilizada (3%). Foram processadas duas massas de linguiça, sendo a uma delas adicionado o ácido láctico (0,15%) de acordo com os objetivos do experimento.

No processo de fabricação, inicialmente, moeu-se o filé de frango descongelado juntamente com o toucinho em um moedor de carne da marca C.A.F. Picadores de Carne, utilizando-se para isso o disco com 5mm de diâmetro. A seguir, procedeu-se à mistura manual com os demais ingredientes. Durante esta etapa, foram acrescentados os condimentos e a água destilada, misturando-os até que se obtivesse a liga desejada. A massa, então, foi dividida igualmente em duas bandejas, sendo que em uma delas foi adicionado o ácido láctico. A massa controle (sem o ácido láctico) foi embutida anteriormente à massa com o conservante. Para tanto, foi utilizada uma embutideira da marca Picelli, com embutidor de 5mm de diâmetro. Utilizou-se para o embutimento uma tripa artificial de colágeno da marca Coria FSC, com tamanho de 21 x 40mm.

As amostras foram constituídas, tanto as controle como as adicionadas de ácido láctico, por cerca de quatro gomos de linguiça, acondicionados em embalagens plásticas barreira, de baixa permeabilidade aos gases, próprias para embalagem em atmosfera modificada. Tais embalagens mediam 25x35cm, sendo este tamanho de embalagem escolhido por propiciar uma boa capacidade volumétrica de armazenamento dos gases.

Os cilindros de gases utilizados no experimento foram adquiridos da empresa White Martins Ltda. Foram aplicados os seguintes gases ou mistura de gases: 100% ar atmosférico, 100% nitrogênio, 100% gás carbônico, 80% gás carbônico com 20% nitrogênio (80/20), 40% gás carbônico com 60% nitrogênio (40/60) e 20% gás carbônico com 80% de nitrogênio (20/80)

Todos os gomos de linguiça já embalados foram estocados em geladeira com temperatura oscilando entre 4±2°C. As técnicas utilizadas para as análises bacteriológicas basearam-se nas metodologias citadas por Vanderzant e Splittstoesser (1992).

Durante o preparo da linguiça, ou seja, no dia zero do experimento, várias amostras controle foram colhidas para a realização das contagens iniciais de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas, bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas, bactérias ácido-láticas, enterobactérias e *Pseudomonas*. Através dessas contagens, obtinham-se informações com relação à qualidade da matéria-prima, à qualidade dos condimentos, à higienização e à condição sanitária dos equipamentos. Com estes dados foi possível realizar também um rastreamento de alguma possível contaminação, durante a confecção e manipulação do produto.

Inicialmente, colheu-se uma amostra de aproximadamente 10g da matéria prima (filé de frango) já descongelada, "over night" em geladeira. Após a moagem da matéria-prima, colheu-se também uma outra amostra de aproximadamente 10g. Em seguida a etapa da mistura, colheu-se outra amostra de aproximadamente 10g da massa já acrescida dos condimentos, do sal e da água. Após a divisão da massa em duas bandejas, colheu-se uma amostra de aproximadamente 10g desta massa misturada e adicionada do conservante ácido láctico. Estas quatro subamostras foram colhidas em embalagem plástica esterilizada para "Stomacher" e depois pesadas assepticamente (10g). Após o embutimento da massa controle, foram colhidas mais duas amostras, constituindo uma amostragem da linguiça controle e outra com ácido láctico previamente preparada. A colheita e pesagem foram realizadas da mesma forma que as anteriores.

Para a realização da contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e de bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas utilizou-se à técnica "Pour Plate". Após a solidificação do meio de cultura, incubavam-se as placas semeadas em posição invertida em estufa a 35-37°C durante 24 a 48 horas (mesófilas) e na geladeira com temperatura em torno de 7-10°C durante 7 a 10 dias (psicrotróficas). O meio de cultura utilizado para esta contagem foi o Ágar padrão para contagem. A cada contagem de mesófilas e psicrotróficas foram semeadas três placas referentes às três últimas diluições consecutivas. Foram realizadas contagens totais de mesófilas e psicrotróficas em todas as seis amostras colhidas no dia zero.

A contagem em placa de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e de bactérias heterotróficas aeróbias psicrótroficas viáveis foi realizada em todas as amostras colhidas durante o experimento. Realizou-se um acompanhamento do crescimento dessas bactérias no decorrer de 16 dias, realizando-se a contagem nos dias um, nove e 16 em todos os gomos de linguiça, tanto controle quanto adicionados de ácido láctico, embalados nas diferentes atmosferas modificadas (100% ar atmosférico, 100% N₂, 100% CO₂, 80/20, 40/60 e 20/80 CO₂/N₂) utilizadas no experimento, os quais foram estocados em geladeira. Portanto, somou-se um total de três dias de análise, e ainda o resultado das contagens iniciais, havendo então, no decorrer de todo o experimento, três contagens de mesófilas e psicrótroficas em cada gomo de linguiça controle e adicionada de ácido láctico de acordo com cada atmosfera modificada: a) três contagens (um, nove e 16) de mesófilas e psicrótroficas na amostra controle embalada em 100% ar; b) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra com ácido láctico embalada em 100% ar; c) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra controle embalada em 100% N₂; d) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra com ácido láctico embalada em 100% N₂; e) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra controle embalada em 100% CO₂; f) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra com ácido láctico embalada em 100% CO₂; g) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra controle embalada em 80/20 CO₂/N₂; h) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra com ácido láctico embalada em 80/20 CO₂/N₂; i) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra controle embalada em 40/60 CO₂/N₂; j) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra com ácido láctico embalada em 40/60 CO₂/N₂; k) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra controle embalada em 20/80 CO₂/N₂; l) três contagens de mesófilas e psicrótroficas na amostra com ácido láctico embalada em 20/80 CO₂/N₂.

Para a realização da contagem em placa de enterobactérias também se utilizou a técnica já descrita de "Pour Plate". As placas foram incubadas em posição invertida em estufa a 35-37°C por 24 a 48 horas. O meio de cultura utilizado para esta contagem foi o VRBD-ágar cristal violeta vermelho-bile-glucosa, segundo Mossel. O total de dias de contagens, assim como o número total de contagens para enterobactérias seguiu a mesma sequência das contagens de bactérias mesófilas e psicrótroficas.

Para a realização da contagem de bactérias ácido-láticas em placa também se utilizou a técnica já descrita de "Pour Plate" (com dupla camada). As placas foram incubadas em posição invertida a 35-37°C por 24 a 48 horas. O meio de cultura utilizado para esta contagem foi o ágar MRS, segundo De Man, Rogosa e Sharpe. O total de dias de contagens, assim como o número total de contagens para bactérias ácido-láticas seguiu o mesmo esquema das contagens de bactérias mesófilas e psicrótroficas.

Para a realização da contagem de *Pseudomonas* em placa, foi utilizada a técnica de espalhamento superficial. A placa foi incubada invertida em estufa a 35-37°C por 24 a 48 horas. A leitura da placa foi realizada com o auxílio de uma lâmpada ultravioleta, evidenciando as UFC através da fluorescência. O meio de cultura utilizado para esta contagem foi o ágar

Cetrimide. O total de dias de contagens, assim como o número total de contagens para *Pseudomonas* seguiu o mesmo esquema das contagens de bactérias mesófilas e psicrótroficas.

Após o período de incubação correspondente das placas semeadas em APC, VRBD, MRS e ágar Cetrimide, realizou-se a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) presentes nas placas, considerando sempre as placas que continham entre 25 e 250 UFC. Para tanto, utilizou-se o contador de colônias do tipo Quebec. O valor final da contagem era resultante da multiplicação do número de UFC pelo inverso da diluição da placa escolhida. Os resultados das contagens foram anotados em tabelas previamente preparadas para melhor organização dos dados.

Realizou-se determinação do pH. Para tanto, introduziu-se o eletrodo do pHmetro na própria embalagem plástica para "Stomacher", onde se homogeneizou a amostra de linguiça (diluição 10⁻¹). Determinou-se o pH em todas as amostras analisadas bacteriológicamente. Os dados das determinações de pH também foram postos em tabelas para melhor organização dos mesmos.

A análise estatística constou de uma análise descritiva simples, através da qual se realizou a média e proporção dos diversos dados estudados, procedendo-se um estudo comparativo, com utilização de tabelas e gráficos. Para a realização da referida análise estatística descritiva e confecção dos gráficos utilizou-se o programa Microsoft® Excel 2002.

Resultados e discussão

Os valores obtidos ao longo do experimento foram dispostos em tabelas e gráficos para realização da análise estatística descritiva. Entretanto, antes da apresentação desses resultados, é importante salientar que os diferentes tratamentos aos quais as amostras foram submetidas serão avaliados, neste trabalho, quanto à capacidade de inibição da multiplicação dos micro-organismos analisados, fator relevante para aumentar a validade comercial de um alimento.

Analisando as Figuras 1, 2, 3 e 4, observar-se que os valores das contagens do dia zero dos micro-organismos mesófilos e bactérias ácido-láticas do tratamento com ácido foram menores do que das amostras-controle. Além disso, nas amostras adicionadas de ácido láctico, tanto os mesófilos como os psicrótrofos tiveram os valores das contagens do dia um (1) inferiores aos valores do dia zero. Tais resultados poderiam sugerir uma ação bactericida do ácido láctico, pois segundo Ferreira (1999), este ácido pode ter um efeito bacteriostático, como também bactericida devido a sua capacidade de provocar um desequilíbrio intracelular, retardando o crescimento celular e, em alguns casos, provocando até a morte do micro-organismo.

Em relação ao comportamento dos mesófilos frente aos diferentes tratamentos, através das Figuras 1 e 2, pode-se observar que, no nono (9^o) dia, em praticamente todas as atmosferas (exceto a 100% CO₂) do tratamento com ácido, houve uma inibição da multiplicação microbiana em relação às amostras-controle (sem ácido). Inibição esta significativa, principalmente na atmosfera 20/80% de CO₂/N₂, onde a

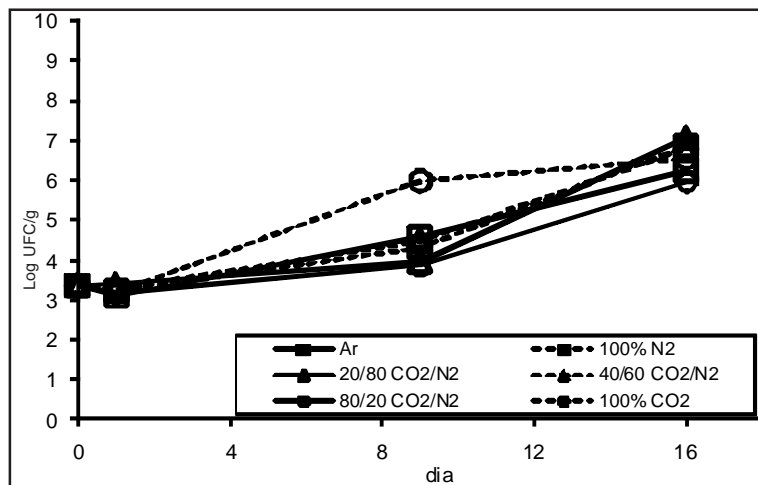


Figura 1: Representação gráfica dos resultados das contagens em placas (Log UFC/g) de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas presentes nas amostras de linguíça fresca de frango, embaladas em ar e em diferentes atmosferas modificadas, adicionadas de ácido láctico, realizadas em diferentes dias.

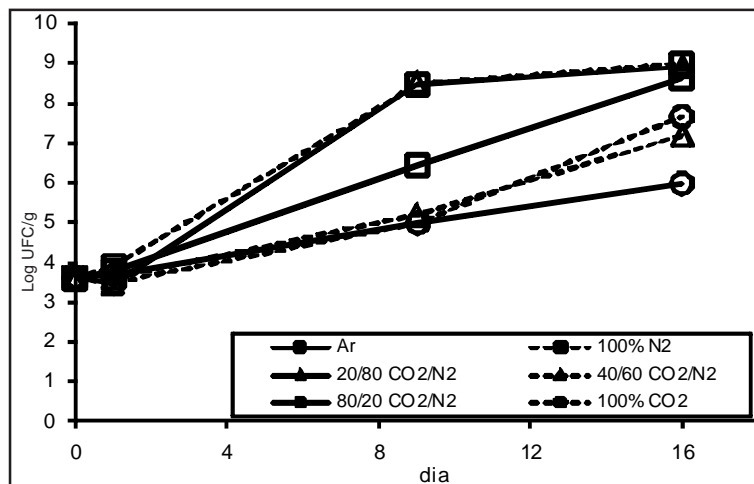


Figura 2: Representação gráfica dos resultados das contagens em placas (Log UFC/g) de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas presentes nas amostras de linguíça fresca de frango, embaladas em ar e em diferentes atmosferas modificadas, sem adição de ácido láctico, realizadas em diferentes dias.

contagem da amostra-controle (8,5) ultrapassa o dobro da contagem da amostra adicionada do ácido (4,0). Na atmosfera 100% de N₂, observou-se quase o dobro da multiplicação microbiana na amostra-controle (8,5) em relação à amostra adicionada do ácido láctico (4,3). Tais resultados comprovam a ação bacteriostática do ácido láctico. Já a EAM a 100% CO₂ teve uma ação diferenciada no comportamento dos micro-organismos mesófilos, onde se observa uma menor contagem no tratamento sem adição do ácido láctico (5,0) em relação ao tratamento com adição do mesmo (6,0).

No décimo sexto (16^º) dia, a ação bacteriostática do ácido láctico continua efetiva, fato este demonstrado através dos menores valores atingidos nas amostras submetidas ao ácido láctico em relação às controle, exceto na atmosfera a 80/20% de CO₂/N₂, onde o valores da contagem microbiana em ambos os tratamentos (com e sem ácido) foram idênticos (6,0), demonstrando que, nesta concentração gasosa, a

adição do ácido láctico não foi significativa do ponto de vista de inibição do crescimento microbiano.

Com relação aos micro-organismos mesófilos, o tratamento com a adição do ácido láctico foi muito eficaz, acarretando de modo geral uma diminuição da taxa de multiplicação microbiana quando comparado ao tratamento sem o ácido. Quanto às atmosferas, a melhor foi a 80/20 CO₂/N₂ com ou sem ácido e a pior a 100% de N₂ sem ácido.

Em relação às bactérias ácido-láticas (Figuras 3 e 4), em função de problemas de contaminação durante o desenvolvimento das análises bacteriológicas, algumas contagens não puderam ser realizadas. Entretanto, pelos resultados obtidos, pode-se perceber que o ácido láctico também teve uma ação inibitória sobre os micro-organismos. Analisando os dados do tratamento sem o ácido, observa-se que, semelhantemente ao comportamento dos micro-organismos mesófilos, a melhor atmosfera foi a 80/20 CO₂/N₂ e a pior a 100% de N₂ sem ácido. Além disso, a ação da EAM a 100% CO₂ também foi semelhante aos mesófilos, onde encontrou-se contagem de 5,0 Log UFC/g no tratamento sem o ácido e 5,8 no tratamento com ácido no nono dia.

Com relação aos psicrotróficos (Figuras 5 e 6), no dia zero, os valores da contagem microbiana em ambos os tratamentos foram idênticos, diferindo dos micro-organismos mesófilos e bactérias ácido-láticas, cujos valores do tratamento com ácido foram inferiores aos valores das amostras-controle. Entretanto, a partir do dia um (1), os psicrotróficos passam a ter um comportamento semelhante ao dos micro-organismos mesófilos, ou seja, valores inferiores aos do dia zero no tratamento com ácido (efeito bactericida) e tais valores também inferiores aos das amostras-controle (efeito bacteriostático).

No nono dia, semelhantemente aos mesófilos, em praticamente todas as atmosferas (exceto a 100% de CO₂) do tratamento com ácido, houve uma

inibição da multiplicação microbiana em relação às amostras-controle (sem ácido). Da mesma forma que os mesófilos, a 100% de N₂, houve quase o dobro de multiplicação microbiana na amostra-controle (8,2) em relação à adicionada de ácido (4,6). Ainda, a contagem do tratamento a 100% CO₂ sem adição do ácido também foi menor (4,4) do que do tratamento com o ácido (6,2).

No décimo sexto dia, também foram constatados valores inferiores no tratamento com ácido em relação ao tratamento sem ácido, exceto na atmosfera a 80/20 CO₂/N₂, onde a contagem microbiana do tratamento com ácido (5,8) foi próxima à do tratamento sem ácido (5,3), demonstrando que, semelhantemente às bactérias mesófilas, nesta concentração gasosa, a adição do ácido láctico não foi significativa do ponto de vista de inibição do crescimento microbiano.

De modo geral, pode-se observar que o comportamento dos psicrotróficos foi muito semelhante ao dos mesófilos, demonstrando que nas amostras tratadas com ácido láctico

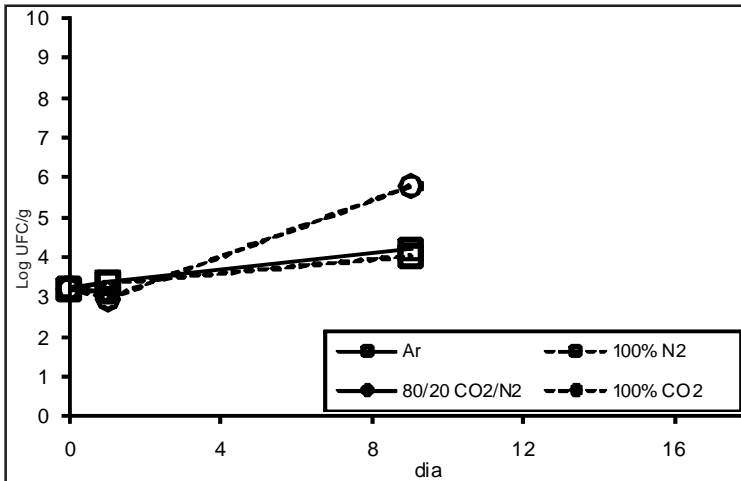


Figura 3: Representação gráfica dos resultados das contagens em placas (Log UFC/g) de bactérias ácido-láticas presentes nas amostras de linguiça fresca de frango, embaladas em ar e em diferentes atmosferas modificadas, adicionadas de ácido lático, realizadas em diferentes dias.

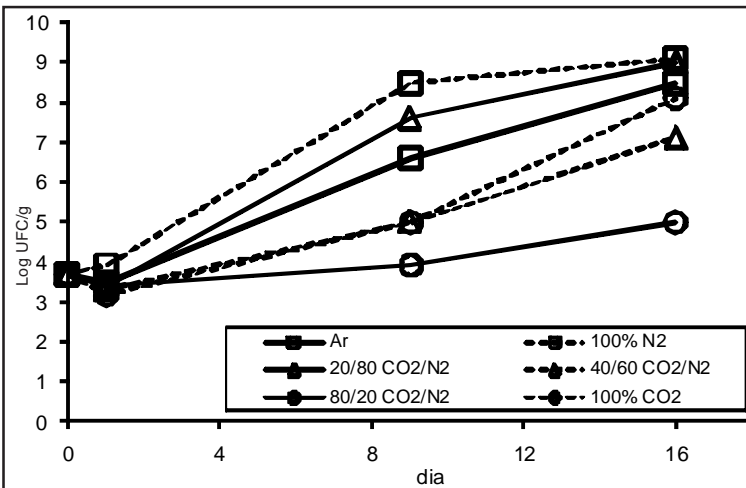


Figura 4: Representação gráfica dos resultados das contagens em placas (Log UFC/g) de bactérias ácido-láticas presentes nas amostras de linguiça fresca de frango, embaladas em ar e em diferentes atmosferas modificadas, sem adição de ácido lático, realizadas em diferentes dias.

houve uma significativa inibição da multiplicação microbiana. Também da mesma forma, a atmosfera mais eficaz foi a 80/20 CO₂/N₂ com ou sem ácido e a pior a 100% de N₂ sem ácido.

É importante ressaltar que, tanto nos mesófilos como nos psicrotófilos, a adição do ácido lático não causou grandes alterações na atmosfera com 80/20 CO₂/N₂, uma vez que os resultados de ambos os tratamentos (com ácido e sem ácido), nos diferentes dias de análise, foram muito próximos. Tais resultados demonstram que, nesta concentração de CO₂, a adição do ácido não foi significativa, pois a concentração gasosa de 80/20 CO₂/N₂, por si só, já bastou para uma boa inibição da multiplicação dos micro-organismos.

No tratamento sem o ácido, tanto nas bactérias mesófilas e psicrotófilas, como nas ácido-láticas, a adição de 40/60 e 80/20 de CO₂/N₂ e 100% CO₂ mostrou-se eficaz na redução

das contagens até o nono dia de análise, retardando a multiplicação de micro-organismos em relação às atmosferas com 20/80 CO₂/N₂, 100% de N₂ e 100% de ar. Já no décimo sexto dia, a EAM a 100% CO₂ apresenta uma ação diferente do esperado quanto ao comportamento de tais micro-organismos, atingindo valores de contagens muito próximos aos valores das amostras embaladas a 100% ar. Em relação às bactérias ácido-láticas, tal fato se deve, provavelmente, em função do gás carbônico favorecer o crescimento de tais micro-organismos (Parry, 1993). Quanto aos demais micro-organismos, não foram encontradas possíveis explicações para tal comportamento.

Cabe ainda ressaltar que a EAM a 100% CO₂ teve uma ação diferente das demais no nono dia em relação ao comportamento das bactérias mesófilas, ácido-láticas e psicrotófilas, apresentando menor contagem no tratamento sem adição do ácido em relação ao tratamento com ácido.

De modo geral, quando da adição do ácido lático, o comportamento das bactérias mesófilas, psicrotófilas e ácido-láticas frente às diferentes atmosferas foi semelhante, apresentando uma inibição da multiplicação microbiana em todas as concentrações de gases utilizados, inclusive 100% de ar e 100% de N₂, sugerindo não haver o sinergismo esperado entre a adição de ácido e a utilização do CO₂ na EAM.

Cegielska e Pikul (2000) processaram três tipos de linguiça de frango fatiada, diferindo na composição, no grau de cominuição e quantidade de bactérias psicrotófilas e ácido láticas. Foram embaladas a vácuo, em EAM (75/20/5 CO₂/N₂/O₂) ou em ar e estocadas entre 0-2°C. Concluíram, ao final do experimento, que linguiças com alto grau de cominuição e de carne desossada mecanicamente devem ser embaladas em EAM, pois tal tratamento resultou numa validade comercial duas a cinco vezes maiores do que as linguiças embaladas em ar e uma semana a mais do que as embaladas a vácuo. Semelhantemente a estes autores, no presente experimento também se observou um aumento da

validade comercial da linguiça de frango quando esta fora embalada em concentrações de 40/60 e 80/20 de CO₂/N₂ em relação à embalada em ar, quando do tratamento sem o ácido.

Alguns autores sugerem um pré-tratamento das carcaças de frango como uma forma de descontaminação, e assim também proporcionando um aumento da validade comercial do produto. Sawaya et al. (1995) estudaram a validade comercial de carcaças de frango tratadas previamente com uma solução de ácido lático e embaladas em EAM (70/25/5 CO₂/N₂/O₂). Ao final do trabalho, concluíram que o pré-tratamento das carcaças com o ácido lático, com ou sem EAM, proporcionou uma potencial alternativa para aumento da validade comercial da linguiça de frango. Da mesma forma, observou-se no presente trabalho, que a adição do ácido lático à massa da linguiça significou uma ótima alternativa para aumento da validade comercial do produto, independentemente se embalada ou não em EAM. Ainda

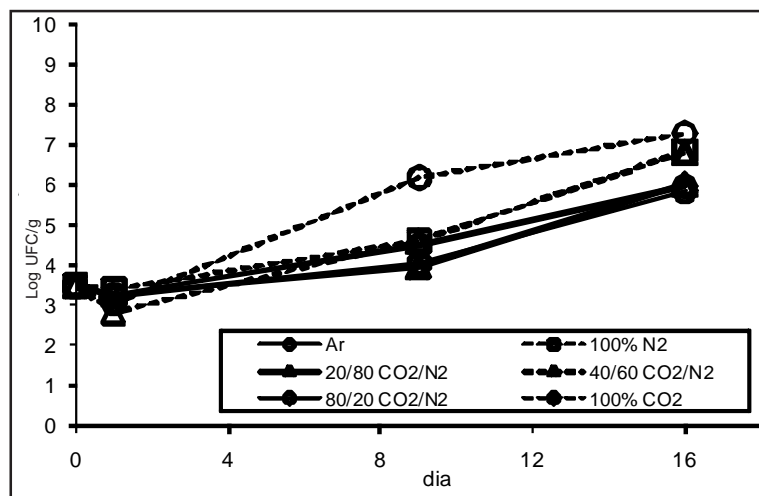


Figura 5: Representação gráfica dos resultados das contagens em placas (Log UFC/g) de bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas presentes nas amostras de linguiça fresca de frango, embaladas em ar e em diferentes atmosferas modificadas, adicionadas de ácido láctico, realizadas em diferentes dias.

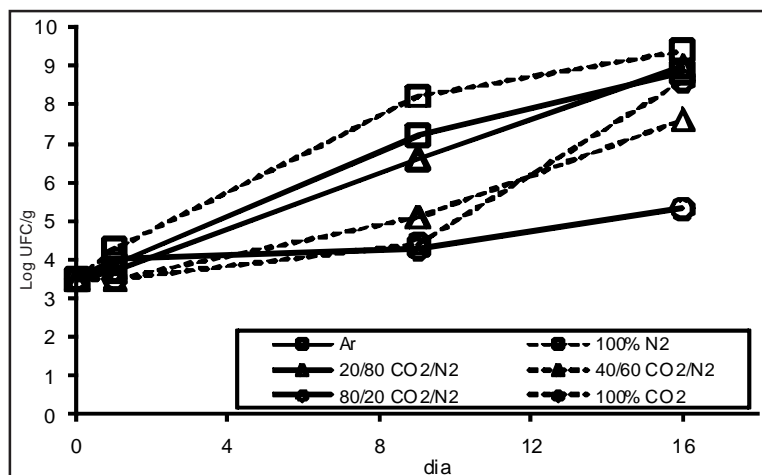


Figura 6: Representação gráfica dos resultados das contagens em placas (Log UFC/g) de bactérias heterotróficas aeróbias psicrotróficas presentes nas amostras de linguiça fresca de frango, embaladas em ar e em diferentes atmosferas modificadas, sem adição de ácido láctico, realizadas em diferentes dias.

Zeitoun e Debevere (1992) procedendo a uma descontaminação de coxas de frango com uma solução de ácido láctico/lactato de sódio em combinação com EAM, observaram que, quando o produto não era tratado com ácido láctico, a validade comercial era 1,0; 2,3 e 4,0 dias mais curta. Diferentemente, Zeitoun (1992) concluiu que o uso combinado de uma solução de ácido láctico com EAM proporcionou melhor validade comercial à carne de frango do que o uso de tais métodos de conservação isoladamente.

Lopes et al. (2004), trabalhando com linguiça de frango submetida às mesmas concentrações de gases utilizadas no presente experimento, ao final de 21 dias, semelhantemente, concluíram que a amostra embalada a 80/20 de CO₂/N₂ apresentou o maior tempo de validade comercial.

Com relação ao ácido láctico, Rondini et al. (1997) comprovaram o uso do lactato de sódio para prolongamento da validade comercial da linguiça fresca de frango. Tais autores processaram três diferentes formulações de linguiça: sem adição do lactato de sódio; 1,5% do ácido a pH 7,0 e 1,5% do ácido a pH 5,5. As linguiças foram embaladas em envoltórios permeáveis a gases ou em EAM (80/20 O₂/N₂) e estocadas a 6°C. Ao final do trabalho, semelhantemente ao uso do ácido láctico neste trabalho, os autores concluíram que, de modo geral, o lactato de sódio reduziu o crescimento microbiano, proporcionando um aumento da validade comercial do produto. Além disso, a EAM também proporcionou melhor validade comercial do que a embalagem convencional (ar).

Durante o experimento, não se observou o crescimento de enterobactérias e *Pseudomonas*, demonstrando a inocuidade da matéria-prima, bem como a aplicação das boas práticas de fabricação durante o processo de elaboração da linguiça.

Segundo Parry (1993), o gás carbônico tem uma ação inibitória muito efetiva sobre as bactérias aeróbias da decomposição, Gram-negativas, tais como *Pseudomonas*. Entretanto, tal afirmativa não pôde ser utilizada como justificativa para o não crescimento de *Pseudomonas* neste experimento, uma vez que tal crescimento não foi observado em nenhuma das atmosferas, inclusive nas que não possuíam o CO₂.

Quanto às enterobactérias, Zeitoun et al. (1994), analisando o uso destas como indicadores de higiene no processamento de coxas de frango, observaram que o tratamento das coxas com uma solução de ácido láctico a 10% eliminou as enterobactérias significativamente. Entretanto, neste trabalho, também não se pode afirmar que as enterobactérias não cresceram em função da ação do ácido láctico adicionado, uma vez que, na amostra-controle (sem adição do ácido), também não se observou crescimento.

Em relação ao pH (Figuras 7 e 8), pode-se observar que a adição de 0,15% de ácido láctico provocou uma queda do pH de 5,89 para em média de 5,50, suficiente para acarretar uma inibição significativa da taxa de multiplicação microbiana nas diferentes atmosferas, exceto na 80/20 CO₂/N₂.

É importante ressaltar que, embora a literatura (Pardi, 1996; Ferreira, 1999) recomende concentrações de 0,5 a 2,0% de ácido láctico como agente conservador, neste trabalho, foi utilizada uma concentração inferior (0,15%), uma vez que outras duas barreiras (EAM e refrigeração) estariam sendo utilizados concomitantemente. Ao final do experimento, pode-se observar que, a concentração de 0,15% de ácido láctico adicionada à massa da linguiça de frango, foi suficiente para acarretar uma inibição dos micro-organismos, demonstrando que, em concentrações inferiores a 0,5%, a ação do ácido láctico também é efetiva.

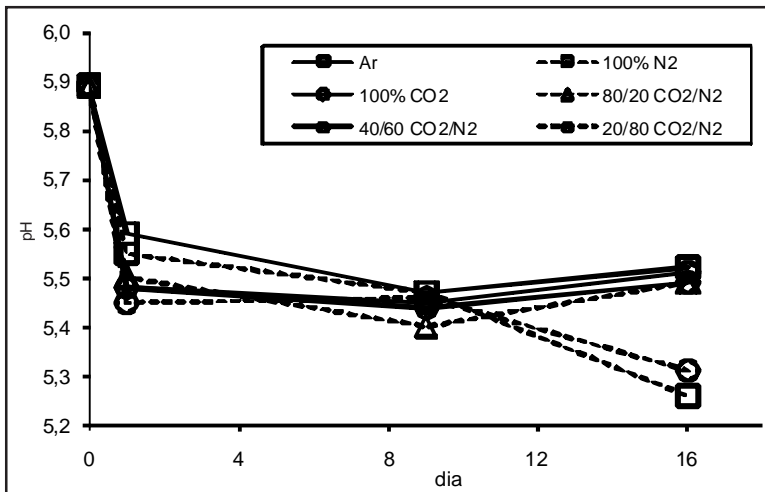


Figura 7: Representação gráfica dos resultados dos valores de pH das amostras de linguiça fresca de frango, embaladas em ar e em diferentes atmosferas modificadas, adicionadas de ácido láctico, realizadas em diferentes dias.

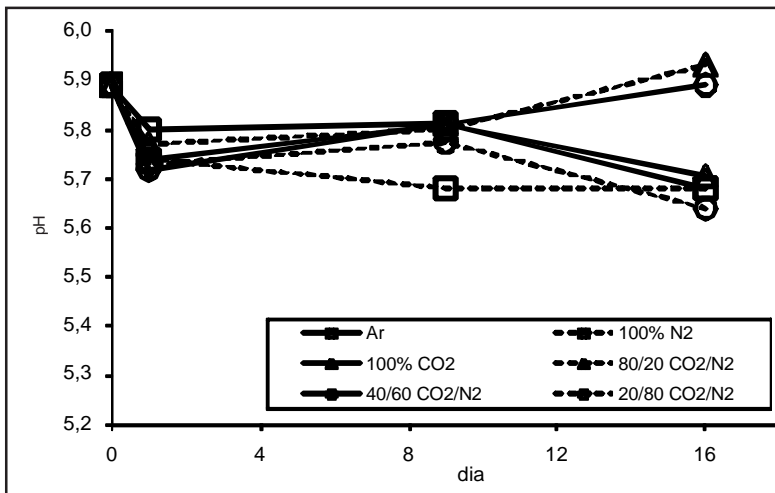


Figura 8: Representação gráfica dos resultados dos valores de pH das amostras de linguiça fresca de frango, embaladas em ar e em diferentes atmosferas modificadas, sem adição de ácido láctico, realizadas em diferentes dias.

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, sob o ponto de vista microbiológico, pode-se concluir que a embalagem em atmosfera modificada (EAM) a 80/20 CO₂/N₂, com ou sem ácido, mostrou-se como o método de conservação mais eficaz. As EAM a 40/60 e 80/20 CO₂/N₂, sem ácido láctico, retardaram o crescimento microbiano, comparativamente às EAM a 20/80 CO₂/N₂, 100% CO₂ e 100% ar, aumentando a validade comercial do produto.

A utilização do ácido láctico, a 0,15%, não provocou grandes variações de pH, mas demonstrou ser um aditivo eficaz na conservação de linguiças de frango, embaladas ou não em atmosfera modificada. Sugere-se, de acordo com as conclusões acima e baseado na literatura consultada, que mais estudos sejam realizados no sentido de avaliar o comportamento dos micro-organismos frente a outras atmosferas modificadas; avaliar a ação da EAM a 100% CO₂ sob o aspecto microbiológico, buscando as possíveis causas do seu efeito diferenciado sobre os micro-organismos observado neste experimento; avaliar o comportamento dos micro-organismos frente a um pré-tratamento ("lavagens") com ácido láctico da matéria-prima carne a ser utilizada no processamento da linguiça, resultando numa redução da carga microbiana inicial e analisar o produto (linguiça fresca de frango), submetido aos diferentes tratamentos avaliados neste experimento, também sob o ponto de vista sensorial.

Referências

- CEGIELSKA-RADZIEJEWSKA, R.; PIKUL, J. Modified atmosphere packaging as a way of prolonging shelf-life of sliced poultry sausages stored in refrigerated conditions. *Chlodnictwo*. v. 35, n. 7, p. 37-41. 2000.
- CONTE-JÚNIOR, C. A.; FERNÁNDEZ, M. e MANO, S.B. Use of carbon dioxide to control the microbial spoilage of bullfrog (*Rana catesbeiana*) meat. In: Mendez-Vilas, A. *Modern Multidisciplinary Applied Microbiology: Exploiting Microbes and Their Interactions*. Hardcover: Ed. Wiley-VCH. 822 p, 2006.
- FERREIRA, M. S. Lactatos de sódio e potássio aumentam vida-de-prateleira e melhoram a segurança. *Revista Nacional da Carne*, n. 270, p. 58-59, 1999.
- LOPES, M. M.; CONTE JUNIOR, C. A.; PEIXOTO, B. T. M.; SOUZA, V. G.; FRANCO, R. M.; OLIVEIRA, L. A. T.; PARDI, H. S.; MANO, S. B. Efeito da embalagem em atmosfera modificada sobre a conservação de linguiça fresca de frango. *Higiene Alimentar*, v. 18, p. 60-65, 2004.
- MALAVOTA, L. C. M.; CONTE-JUNIOR, C. A.; LOPES, M. M.; SOUZA, V. G.; PEIXOTO, B. T. M.; STUSSI, J. S. P.; PARDI, H. S.; MANO, S. B. Análise micrológica de linguiça de frango embalada em atmosfera modificada. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, v. 13, n. 1, p. 3-9, 2006.
- PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R.; PARDI, H.S. *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. Niterói:EdUFF, 1996. v. 2. 1110 p.
- PARRY, R. T. *Envasado de los alimentos en atmósfera modificada*. Madrid: A. Madrid Vicente, 1993. 331 p.
- RONDINI, G.; MAIFRENI, M.; MARINO, M. Use of sodium lactate at different pH for preservation of fresh sausages. *Ingegneria Alimentare le Conserve Animali*, v. 13, n. 2-9, p. 12-16, 1997.
- SAWAYA, W. N.; ELNAWAWY, A. S.; AL ZENKI, S.; AL OTAIBI, J.; AL OMIRAH, H.; AL AMIRI, H. Storage stability of chickens as affected by MAP and lactic acid treatment. *Journal of Food Science*, v. 60, n. 3, p. 611-614. 1995.
- VANDERZANT, C. e SPLITTSTOESSER, D.F. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 3. ed: Washington: American Public Health Association (APHA), Capítulo 4, p. 75-94, 1992.

ZEITOUN, A. A. M. Use of lactic buffers and modified atmosphere packaging to improve shelf-life and safety of poultry. *Voedingsmiddelentechnologie*, v. 25, n. 13, p. 50, 1992.

ZEITOUN, A. A. M.; DEBEVERE, J. M. Decontamination with lactic acid/sodium lactate buffer in combination with modified atmosphere packaging effects on the shelf life of fresh poultry. *International Journal of Food Microbiology*, v. 16, n. 2, p. 89-98, 1992.

ZEITOUN, A. A. M.; DEBEVERE, J. M.; MOSSEL, D. A. A. Significance of Enterobacteriaceae as index organisms for hygiene on fresh untreated poultry, poultry treated with lactic acid and poultry stored in a modified atmosphere. *Food Microbiology*, v. 11, n. 2, p. 169-176, 1994.