

QUALIDADE BROMATOLÓGICA E MICROBIOLÓGICA DA CARNE DE PEITO DE FRANGO LIOFILIZADO EM DIFERENTES AMBIENTES DE ARMAZENAMENTO

BROMATOLOGICAL AND MICROBIOLOGICAL QUALITY OF LYOPHILIZED CHICKEN BREAST MEAT IN DIFFERENT STORAGE ENVIRONMENTS

*¹Bruna da Costa Viana, ¹Fábio Augusto Gomes, ²Marcus Augusto Damaceno do Vale, ¹Leonardo Augusto Kohara Melchior, ³Guilherme Pimenta de Pádua Zolini, ¹Bruna Laurindo Rosa
¹Universidade Federal do Acre, Campus Rio Branco; ² Universidade Federal do Acre, Campus Floresta
³Prefeitura Municipal de Varginha, Minas Gerais

*Autora correspondente: Bruna da Costa Viana e-mail:brunaviana1@hotmail.com

RESUMO

A indústria de alimentos vem elaborando produtos versáteis, fáceis de abrir, consumir, sinônimos de segurança alimentar e agradável paladar, tais como os liofilizados. A liofilização é um processo de desidratação usado para preservar alimentos perecíveis, princípios ativos, bactérias, entre outros. Avaliou-se a liofilização como meio de conservação da carne do peito de frango. A carne de peito de frango in natura e liofilizada armazenada após 3 e 6 meses foi submetida às análises: coliformes totais e termotolerantes, pH, atividade de água (aw), perfil de aminoácidos e de ácidos graxos. O resultado da análise de coliformes totais e termotolerantes negativou para 100% das amostras. Nos valores de pH, apenas o “vácuo” teve um aumento em relação ao *in natura*. Os maiores valores de aw foram no “refrigerado” e “vácuo” tanto no 3º quanto no 6º mês em todas as condições de armazenamento. A concentração dos aminoácidos essenciais e não essenciais foi maior no “vácuo”. Os ácidos graxos da amostra “vácuo” no 6º mês apresentaram maiores valores. O frango liofilizado cru pode ser potencialmente seguro do ponto de vista sanitário, com alto valor nutricional, sem adição de aditivos e com longa vida de prateleira à temperatura ambiente quando acondicionado a vácuo.

Palavras-chave: conservação de alimentos; produtos desidratados, qualidade nutricional.

ABSTRACT

The food industry has been making versatile, easy-to-open, consumable products that are synonymous with food safety and pleasant taste, such as lyophilisates. Lyophilization is a dehydration process used to preserve perishable foods, active ingredients, bacteria, among others. Freeze drying was evaluated as a means of preserving chicken breast meat. Fresh and lyophilized chicken breasts stored after 3 and 6 months were analyzed: total and thermotolerant coliforms, pH, water activity (aw), amino acid and fatty acid profile. The result of the analysis of total and thermotolerant coliforms was negative for 100% of the samples. In the pH values, only the "vacuum" had an increase in relation to the *in natura*. The highest aw values were in "refrigerated" and "vacuum" in the 3rd and 6th months under all storage conditions. The concentration of the essential and nonessential amino acids was higher in the vacuum. Fatty acids from the vacuum sample at the 6th month presented higher values. Raw freeze-dried chicken can be potentially safe from a health standpoint, with high nutritional value, no additives added and long shelf life at room temperature when vacuum packed.

Keyword: food preservation; dehydrated products, nutritional quality.

1. INTRODUÇÃO

Dados atuais apontam o Brasil como o terceiro maior produtor (13.245 milhões de toneladas) e o maior exportador mundial (4.214 milhões de toneladas) de carne de frango; o consumo brasileiro, em 2019, foi de aproximadamente 42,84 kg/hab, antecedido de valores

aproximados a partir de 2010 (41,8 kg/hab) [1]. Especificamente dentre os produtos provenientes da carne de frango, observa-se a elevação no consumo de todos os processados, os quais peito e coxa de frango, e a redução no consumo do frango inteiro [2].

A indústria de alimentos vem desenvolvendo cada vez mais produtos versáteis, fáceis de abrir, consumir, sinônimos de segurança alimentar e que satisfaçam o paladar dos seus consumidores. Consequente, existe uma demanda considerável em relação a esses produtos, devido ao novo estilo de vida das pessoas que trabalham e já não dispõem de tempo para preparar seu próprio alimento. Nesse enfoque surgem os produtos com valor agregado, em suas diferentes maneiras de conservação e apresentação, que podem ser comercializados na forma de cortes especiais, empanados, sopas, produtos com adição de molhos, pré-cozidos e liofilizados [3].

A liofilização é um processo de desidratação usado para preservar alimentos perecíveis, princípios ativos, bactérias, entre outros. [4]. Os principais benefícios da liofilização incluem: retenção das propriedades morfológica e bioquímicas; alto nível de viabilidade; utilização de baixas temperaturas; resulta em boas condições de cisalhamento em comparação à outros métodos de secagem; apresenta alta recuperação de substâncias voláteis, retenção de estrutura, mantendo a área superficial e índices estequiométricos; possui alto rendimento; vida útil longa; e peso reduzido para armazenamento, transporte e manuseio [5], podendo inclusive ser uma alternativa de produtos saudáveis a serem adotados por regiões de difícil acesso, como comunidades ribeirinhas amazônicas [5]. O objetivo desse estudo foi avaliar a liofilização como meio de conservação da carne do peito de frango sob diferentes condições de armazenamento, observando distintos aspectos de qualidade, entre eles a contagem de coliformes termotolerantes e totais, pH, aw, perfil de ácidos graxos e perfil de aminoácidos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização dos experimentos utilizou-se carne do peito de frango de linhagem industrial comercializados em Rio Branco. A aquisição da amostra se deu de forma aleatória em um estabelecimento comercial, respeitando o critério de ser da mesma marca e lote, cujos freezers utilizados para comercialização estavam em boas condições e com temperatura aproximada de -10°C. O peito de frango foi cortado em cubos com 1cm de aresta e acondicionados em sacos plásticos transparentes de contendo 230g do frango in natura, identificados com uma numeração correspondente a seu destino no experimento e lote

industrial, totalizando 45 amostras. A amostra foi liofilizada e embalada em três modelos: a vácuo em temperatura ambiente (grupo Vácuo), hermeticamente fechado em temperatura ambiente (grupo Ambiente) e hermeticamente fechado em refrigeração (grupo Refrigerado).

Posteriormente foram realizadas as análises: pH; atividade de água (Aw); coliformes totais e termotolerantes; perfil de aminoácidos e de ácidos graxos, em três momentos: primeiramente no frango cru, e posteriormente no frango liofilizado após 3 e 6 meses de armazenamento. Não houve comparação com o frango não liofilizado pois não foram aplicados os mesmos parâmetros que permitissem essa análise.

Para a avaliação dos coliformes totais e termotolerantes utilizou-se a técnica do número mais provável (NMP), segundo [6].

A determinação de pH foi realizada utilizando-se o processo eletroquímico, de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz [7].

As determinações das Aw foram realizadas usando o equipamento AquaLab 4TE, um analisador de Atividade de Água por Ponto de Orvalho com Controle Interno da Temperatura da Amostra, seguindo os procedimentos indicados pelo fabricante.

Para a determinação da composição de ácidos graxos, foi empregada extração dos lipídeos segundo método descrito por [8], com esterificação segundo proposto por [9]. Para a separação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos, foi utilizado um cromatógrafo a gás, modelo Shimadzu HS-20 integrado. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção dos padrões, obtidos nas mesmas condições e os tempos de retenção dos picos observados para as amostras e a quantificação realizada por normalização de área.

Para determinação de aminoácidos totais as amostras de frango foram hidrolisadas com HCl 6,0 N, a vácuo, à temperatura de 110 °C por 22 horas e, posteriormente, recuperadas em diluente pH 2,2. Uma alíquota de 25 µL foi injetada no analisador Dionex Dx 300 para separação dos aminoácidos em coluna de troca iônica (HPLC) e reação pós-coluna com ninidrina, usando como referência solução padrão de aminoácidos Pierce, de acordo com o método descrito por [10].

As análises estatísticas foram realizadas em microcomputador, utilizando-se o Programa SISVAR [11]. A diferença estatística entre as médias foi determinada pelo Teste de Tukey submetido ao nível de significância de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises microbiológicas foram realizadas pela técnica do número mais provável (NMP) também conhecido como método de tubos múltiplos e contemplaram os coliformes termotolerantes e totais em peito de frango *in natura* e liofilizado armazenados nas diferentes condições de armazenamento (ambiente, refrigerado e vácuo) em relação ao primeiro dia do frango ainda *in natura*, e dos liofilizados após armazenamento durante 3 e 6 meses. O resultado da análise para 100% das amostras apresentou-se dentro do limite estabelecido pela RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária [12] para peito de frango.

O índice de coliformes totais serve para avaliar as condições sanitárias, uma vez que altas contagens significam contaminação pós-processamento, inadequadas limpeza e sanificação de ambiente, falhas humanas no serviço executado ou tratamentos térmicos ineficientes. A pesquisa de coliformes termotolerantes nos alimentos indica, com maior segurança, informações sobre as condições higiênicas do produto e a presença eventual de enteropatógenos [13].

Os resultados de pH da carne de frango liofilizada armazenada em diferentes condições e períodos de armazenamento estão apresentadas na tabela 1. A tabela compara os valores de pH, onde em uma mesma condição de armazenamento os valores não diferiram estatisticamente em função do período de armazenamento, logo o aumento do tempo não influenciou no pH.

Tabela 1 - pH da carne de peito de frango liofilizada e armazenada em diferentes condições e períodos

Período de armazenamento (meses)	Condição de armazenamento		
	Ambiente	Refrigerado	Vácuo
3	5,38 aA	5,94 aA	5,97 aA
6	5,88 aA	5,93 abA	5,98 bA

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Comparando os valores de pH obtidos em distintos tipos de armazenamento em um mesmo período de armazenamento, observa-se que após 3 meses de armazenamento os valores de pH aferidos não diferiram estatisticamente quanto as diferentes condições de armazenamento, apesar de valores absolutos maiores terem sido evidenciados na condição de “vácuo”, seguidos de “refrigerado” e “ambiente”. Deduziu-se assim que as formas de armazenamento adotadas nesse estudo não influenciaram o pH até o terceiro mês de experimento. No 6º mês de experimento observou-se valores de pH maiores significativamente

nos frangos liofilizados armazenados do grupo “vácuo”, seguidos do “refrigerado” e “ambiente”, sucessivamente. Porém vale ressaltar que o valor do refrigerado   igual estatisticamente ao “vácuo” e ao “ambiente”, demonstrando uma mínima diferença desses valores no 6  m s de armazenamento.

O valor médio do pH do peito de frango *in natura*, antes de ser submetido a liofiliza o foi de 5,79. Segundo [14], os filés de frango podem apresentar faixa de pH entre 5,5 a 6,3, estando o valor encontrado, dentro da normalidade.

Em um estudo realizado por [15] a carne de frango foi submetida   diferentes concentra es de radia o, embalados com ou sem vácuo por até 14 dias, e verificou-se que o pH não foi diferente, provavelmente porque o período de *rigor mortis* já estava completo quando as amostras foram coletadas. O estudo [16] não observou muita varia o dos valores de pH de carne de carneiro fresca em compara o   liofilizada. Ambos comportamentos corroboram com os dados obtidos no presente experimento.

Na tabela 2 estão apresentados os resultados referentes a atividade de  gua (A_w) dos frangos liofilizados, onde observou-se que em todas as condi es de armazenamento houve um aumento significativo ($p < 0,05$) desses valores   medida que o tempo aumentava. Logo, no 6  m s de armazenamento, concentrou-se os maiores valores de A_w em todas as condi es de armazenamento.

Tabela 2 – Atividade de água da carne de peito de frango liofilizada armazenada em diferentes condi es e períodos

Período de armazenamento (meses)	Condi�o de armazenamento		
	Ambiente	Refrigerado	Vácuo
3	0,51 bA	0,42 aA	0,50 bA
6	0,57 bB	0,45 aB	0,56 bB

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

Já os valores de A_w comparados em um mesmo período de armazenamento, demonstraram que o frango liofilizado armazenado sob “refrigera o”, apresentou média significativamente ($p < 0,05$) menor do que os tratamentos “ambiente” e “vácuo”, tanto no 3  quanto no 6  m s.

O frango fresco possui A_w variando entre 0,98 e 0,99, faixa considerada excelente para multiplica o da grande maioria das bactérias, sendo 0,60 o valor de A_w limitante para a multiplica o de alguns microrganismos. A carne de peito de frango *in natura* situou-se dentro

dessa faixa com média de 0,99, e nessas condições o produto está susceptível aos microrganismos que atuam nessa faixa de Aw, tais como *Salmonella*, *Campylobacter*, *Yersinia*, *E. Coli*, *Shigella*, *Clostridium*, *S. Aureus*, *B. cereus* [17 18].

Quando a Aw situa-se abaixo de 0,60 não há crescimento microbiano embora permaneçam viáveis [19]. O que se assemelhou com os dados encontrados nesse estudo em relação as amostras liofilizadas, os quais os valores de Aw variaram de 0,42 a 0,53 e não houve registro de número significativo de coliformes termotolerantes e totais.

Como Aw é a relação entre pressão de vapor de água no produto em relação à da água pura, a diminuição mais rápida da pressão de vapor, com redução da temperatura, provoca redução na Aw, como observado nos dados coletados, em que houve redução da temperatura no tratamento refrigerado, sendo este o que apresentou menores valores da Aw [20].

Na tabela 3 estão apresentados os valores dos aminoácidos da carne liofilizada de peito de frango armazenadas em diferentes condições e períodos. Ao comparar os valores de uma mesma condição de armazenamento aos diferentes períodos de 3 e 6 meses, observou-se diferenças significativas ($p < 0,05$) nesses valores. No tratamento “ambiente” e “refrigerado” houve um decréscimo da quantidade de todos os aminoácidos avaliados, e inversamente no “vácuo” houve aumento dos valores de aminoácidos, exceto para alanina.

Os dados também foram comparados dentro de um mesmo período de tempo e as diferenças significativas entre as condições de armazenamento, onde foi possível observar que o tratamento “vácuo” dispôs dos maiores valores para a maioria dos aminoácidos essenciais, seguidos do “refrigerado” e “ambiente”, consecutivamente. A exceção foi a histidina no 3º mês de avaliação, que não apresentou diferença ($p > 0,05$) entre as condições de armazenamento, e a leucina que apresentou melhores valores na condição “refrigerada” no 3º mês de análise.

Comportamento semelhante foi observado nos aminoácidos não essenciais avaliados, que apresentaram maiores valores quando armazenados no “vácuo”, seguidos pelo “refrigerado” e “ambiente”, consecutivamente, com exceção da serina e ácido glutâmico que não diferiram ($p > 0,05$) no 3º mês. No 6º mês, ainda os aminoácidos não essenciais, obtiveram maiores valores no “vácuo” seguidos de “ambiente” e “refrigerado”. A carne de frango é considerada de alto valor biológico por possuir todos os aminoácidos essenciais na sua composição em quantidades e proporções ideais para atender às necessidades orgânicas [21]. Corroborando com a literatura, o peito de frango *in natura* e liofilizado analisados neste estudo também apresentou todos os aminoácidos essenciais aos seres humanos [22, 23].

A liofilização não altera o valor biológico das proteínas na carne, podendo melhorá-lo, uma vez os microcristais de gelo evaporam na maioria das vezes sem romper as estruturas moleculares, feito isso as membranas das proteínas continuam praticamente intactas [25, 24]. Esse processo também propicia um aumento na digestibilidade dos alimentos, devido a mudança nas estruturas quaternária e terciária das proteínas; após a retirada de água ocorre mudança nestas estruturas devido a exposição das partes hidrofóbicas da proteína, antes protegidas no interior das estruturas terciárias e quaternárias [20].

Uma das alterações na carne de frango pode ser em decorrência da oxidação proteica que resultam em perturbações bioquímicas e estruturais, levando a vários problemas sensoriais, tecnológicos e nutricionais nos alimentos cárneos. A embalagem a vácuo parece limitar a oxidação proteica. Evitar o oxigênio ou sua substituição por moléculas de nitrogênio ou dióxido de carbono, bem como a adição de aditivos e ingredientes com capacidade antioxidante comprovada nas embalagens, pode limitar os efeitos prejudiciais da oxidação proteica em carnes envelhecidas que incluem comprometimento e tenacidade [26]. Esse comportamento pode ser deduzido a partir dos resultados encontrados no presente estudo.

Tabela 3 - Perfil de aminoácidos da carne de peito de frango liofilizada e armazenada em diferentes condições e períodos

Período de armazenamento (meses)	Condição de armazenamento					
	Ambiente		Refrigerado		Vácuo	
	3	6	3	6	3	6
Aminoácidos essenciais (mg/100g)						
Leucina (Leu)	1621,67 aB	1603,00 bB	1633,17 aA	1609,50 bB	1622,67 bB	1701,83 aA
Isoleucina (Ile)	1191,00 aC	1119,00 bC	1204,33 aB	1165,83 bB	1213,17 bA	1269,67 aA
Valina (Val)	1075,83 aC	1025,67 bB	1083,83 aB	1029,83 bB	1094,00 bA	1136,33 aA
Lisina (Lis)	1873,67 aC	1821,67 bB	1884,66 aB	1826,83 bB	1893,00 bA	1926,83 aA
Metionina (Met)	575,50 aC	520,83 bB	585,00 aB	534,83 bB	593,66 bA	637,67 aA
Treonina (Tre)	913,50 aC	881,50 bC	924,17 aB	901,67 bB	935,33 bA	1004,67 aA
Triptofano (Trp)	274,67 aB	214,00 bB	273,17 aB	218,67 bB	284,33 bA	324,33 aA
Histidina (His)	594,00 aA	532,50 bB	596,67 aA	528,83 bB	595,00 bA	633,83 aA
Fenilalanina (Fen)	884,17 aC	825,50 bB	893,33 aB	846,67 bB	904,83 bA	972,67 aA
Aminoácidos não essenciais (mg/100g)						

Serina (Ser)	854,67 aA	813,83 bB	856,50 aA	817,17 bB	855,67 bA	924,17 aA
Prolina (Pro)	975,50 aB	915,00 bC	976,00 aB	934,67 bB	984,83 bA	1029,50 aA
Tirosina (Tir)	684,00 aC	614,17 bB	694,17 aB	640,83 bB	703,83 bA	753,17 aA
Glicina (Gli)	1294,17 aC	1223,00 bC	1304,67 aB	1258,33 bB	1315,83 bA	1389,33 aA
Cistina (Cis)	304,50 aB	278,83 bA	306,33 aB	268,50 bA	314,00 bA	481,33 aA
Arginina (Arg)	1305,33 aB	1259,00 bB	1305,83 aB	1266,83 bB	1314,33 bA	1387,33 aA
Alanina (Ala)	1784,33 aB	1724,83 bA	1794,17 aA	1736,17 bA	1795,50 aA	1784,67 aA
Ác. Aspártico (Asp)	3123,50 aC	3094,00 bB	3134,33 aB	3108,33 bB	3143,00 bA	3206,50 aA
Ác. glutâmico (Glu)	1894,33 aA	1817,17 bC	1894,83 aA	1835,33 bB	1894,33 bA	1929,17 aA

Letras maiúsculas diferentes nas linhas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ($P < 0,05$); a, b: Letras minúsculas diferentes nas colunas indicam diferença estatística pelo teste Tukey ($P < 0,05$); Letras iguais não diferem entre si significativamente.

O processo de maturação por exemplo aumenta a concentração de solutos em carne bovina, o que gera uma maior concentração de aminoácidos livres [27]. No processo de liofilização também há a extração de água e também observou-se a concentração dos solutos nas amostras, incluindo os aminoácidos.

Os valores relacionados aos ácidos graxos do frango liofilizado estão apresentados na tabela 4. A maioria dos ácidos graxos dos tratamentos “ambiente” e “refrigerado” não diferiram significativamente nos tempos 3 e 6 meses, com exceção do ácido palmítico do tratamento “ambiente”, que reduziu com o decorrer do tempo. Inversamente a esse comportamento, todos os valores de ácidos graxos no tratamento “vácuo” aumentaram significativamente entre as análises do 3º para o 6º mês.

Tabela 4 - Perfil de ácidos graxos da carne de peito de frango liofilizada e armazenada em diferentes condições e períodos

Período de armazenamento (meses)	Condição de armazenamento					
	Ambiente		Refrigerado		Vácuo	
	3	6	3	6	3	6
Ácidos graxos saturados (g/100g)						
Ác. Mirístico (C14:0)	0,033 aA	0,0383 aB	0,043 aA	0,045 aB	0,052 bA	0,085 aA
Ác. Esteárico (C18:0)	0,273 aA	0,243 aB	0,238 aAB	0,237 aB	0,255 bB	0,285 aA

Ác. Palmítico (C16:0)	0,850 aA	0,827 bB	0,852 aA	0,842 aB	0,838 bA	0,878 aA
Ácidos graxos monoinsaturados (g/100g)						
Ác. Palmitoleico (C16:1)	0,153 aA	0,140 aA	0,152 aA	0,162 aA	0,148 bA	0,172 aA
Ác. Oleico (C18:1)	1,660 aA	1,588 aA	1,660 aA	1,645 aA	1,673 bA	1,702 aA
Ácidos graxos poliinsaturados (g/100g)						
Ác. Linoleico (C18:2)	0,837 aB	0,777 aB	0,845 aAB	0,827 aAB	0,868 bA	0,897 aA
Ác. Linolênico (C18:3)	0,063 aA	0,050 aB	0,058 aA	0,050 aB	0,062 bA	0,085 aA

Letras diferentes na linha evidenciam diferença significativa ($p < 0,05$) para os distintos períodos de armazenamento dentro de cada condição de armazenamento.

Em relação aos valores de ácidos graxos em um mesmo tempo comparando-os nas diferentes condições de armazenamento, é possível observar que na análise do 3º mês os ácidos mirístico, palmítico, palmitoleico, oleico e linolênico, não apresentaram diferença significativa. A exceção foi o ácido esteárico que apresentou o “ambiente” com valor mais elevado em relação ao grupo “vácuo” e o linoleico que se destacou no “vácuo” em relação ao “ambiente”.

Já no 6º mês as maiores médias foram no tratamento “vácuo” para os ácidos graxos saturados e polinsaturados, enquanto os monoinsaturados não diferiram significativamente, quanto aos tipos de armazenamento.

A formação de óxidos de colesterol, as alterações na composição de ácidos graxos e a consequente formação de compostos voláteis provenientes da oxidação lipídica possuem um papel de destaque dentre os fatores responsáveis pela perda de qualidade e das características nutricionais durante o processamento e o armazenamento da carne de frango, levando a aromas anormais, sabor inaceitável e presença de produtos tóxicos, que são razões importantes para a rejeição do consumidor [28].

Na ausência de oxigênio, os pró-oxidantes exercem efeitos mínimos sobre a oxidação durante o armazenamento [26, 28, 29]. No presente estudo, observou-se essa ação do vácuo sobre a proteção contra a redução de ácidos graxos de uma forma geral, que pode estar relacionada ao retardamento da oxidação lipídica, apesar desta ser um processo espontâneo e inevitável que afeta diretamente o valor comercial e os produtos da carne [30].

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo com o aumento da atividade de água e pH, no decorrer do tempo e em todas as condições de armazenamento, não houve proliferação de coliformes termotolerantes e totais e/ou demais variações na qualidade da carne.

No final dos 6 meses, dentre os diferentes tipos de armazenamento, o vácuo mostrou-se a melhor forma de embalagem na conservação dos aminoácidos e ácidos graxos.

A carne crua fresca do peito do frango liofilizada pode ser um produto, potencialmente seguro do ponto de vista sanitário, com alto valor nutricional, sem adição de aditivos e com longa vida de prateleira à temperatura ambiente quando acondicionado a vácuo.

Nessas condições este produto pode ser futuramente viabilizado para consumo de comunidades de difícil acesso, sem energia elétrica, que demandam longos períodos de transporte, bem como adoção pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar. Outras variáveis precisam ser investigadas, tais como impacto financeiro desse fornecimento, porém os resultados aqui encontrados respaldam essa aplicação prática e social.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABPA. **Avicultura**, em 2020. Disponível em: < <http://abpa-br.com.br>>.
- GERBENS, F. Genetic control of intramuscular fat accretion. In: PAS, M.F.W.;
- [2] TRAVASSOS, G. F.; COELHO, A. B.. Padrão de Substituição entre Carnes no Consumo Domiciliar do Brasil. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, Brasília, v. 55, n. 2, p. 285-304, 2017.
- [3] KLOTZ-SILVA, J; PRADO, S. D.; SEIXAS, C. M. Comportamento alimentar no campo da Alimentação e Nutrição: do que estamos falando? **Physis Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 4, p. 1103-1123, 2016.
- [4] OIKONOMOPOULOU, V. P.; KROKIDA, M. K.; KARATHANOS, V. T. The influence of freeze drying conditions on microstructural changes of food products. *Procedia Food Science*, v. 1, p. 647-654, 2011.
- [5] DINÇER, I.; KANOGLU, M. *Refrigeration Systems and Applications*, 2 ed, United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd, pp. 534–536, 2010.
- [6] FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microrganismos patogênicos de importância em alimentos**. In: *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 2006. p.33-82.
- [7] BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físicos-Químicos para Análise de Alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde; Instituto Adolfo Lutz. 2005. 1018 p.

- [8] BLIGH, E.G.; DYER, W. J. A rapid method for total lipid extraction and purification. **Can.J.Biochem.Physiol.** v. 37. p. 911-917, 1959.
- [9] JOSEPH J. D.; ACKMAN, R. G. “Capillary Column Gas- Chromatographic Method for Analysis of Encapsulated Fish Oils and Fish Oil Ethyl-Esters—Collaborative Study,” **Journal of AOAC International**, v. 75, n. 3, pp. 488-506, 1992.
- [10] SPACKMAN, D.H., STREIN, W.H., MOORE, S. Automatic recording apparatus for use in the chromatography of amino acids. **Anal Chem**, v.30, n.7, p.1120-1206, 1958.
- [11] FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- [12] BRASIL. Ministério da Saúde. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. **Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial da Republica Federativa do Brasil. Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, nº7-E. p.45-53.
- [13] JAY, J. M., **Microbiologia dos Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Acribia, 2005. 711p.
- [14] ODA, S. H. I.; BRIDI, A. M.; SOARES, A. L.; GUARNIERI, P. D.; IDA, E. I.; SHIMOKOMAKI, M. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em aves e suínos - diferenças e semelhanças. **Rev. Nac. Carne**, v. 28, n. 325, p. 108-113, 2004.
- [15] PELICIA, K et al., Chicken Meat Submitted to Gamma Radiation and Packed with or without Oxygen. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 255-261, June 2015 .
- [16] JALARAMA REDDY, K.; PANDEY, M. C.; HARILAL, P. T; RADHAKRISHNA, K. Optimization and quality evaluation of freeze dried mutton manchurian. **International Food Research Journal** v.20, n.6, pag. 3101-3106, 2013.
- [17] SOUZA, G. C; GONSALVES, H. R, O; GONSALVES, H. E. O.; COÊLHO, J. S. Característica microbiológica da carne de frango. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 10, n. 1, p. 12-17, 2014.
- [18] SOUZA, C. O., MELO, T. R.B.; MELO, C.S..B.; MENEZES, E. M.; CARVALHO, A.C.; MONTEIRO, L.C.R. Escherichia coli enteropatogênica: uma categoria diarréiogênica versátil. **Revista Pan-Amazonica de Saude**, Ananindeua , v. 7, n. 2, p. 79-91, jun. 2016 .

- [19] OLIVEIRA, M. R.; GUBERT, G.; ROMAN, S. S; KEMPKA, A. P; PRESTES, R.C. Meat Quality of Chicken Breast Subjected to Different Thawing Methods. **Rev. Bras. Cienc. Avic.**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 165-171, 2015.
- [20] FELLOWS P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e prática**. Tradução: Florencia Cladera Oliveira et al – 2º edição – Porto Alegre: Artmed, 2018.
- [21] LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- [22] GERAERT, PA; Y MERCIER. **Amino Acids: Beyond the building blocks**. Antony: ADISSEO France SAS; 2010.
- [23] ESTÉVEZ, M., Protein carbonyls in meat systems: A review. **Meat Sci**, n. 89, v. 3, p. 259-279, 2011.
- [24] FUENTES, V.; VENTANAS, J.; MORCUENDE, D.; ESTÉVEZ, M.; VENTANAS, S. Lipid and protein oxidation and sensory properties of vacuum-packaged dry-cured ham subjected to high hydrostatic pressure. **Meat Sci**, v. 85, n. 3, p. 506-514, 2010.
- [25] BEZERRA, T. S. **Caracterização física, química e morfológica de polpa de marolo liofilizada**. 2014. 141 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2014.
- [26] JONGBERG, S., WEN, J., TORNGREN, M. A., LUND, M. N. Effect of high-oxygen atmosphere 516 packaging on oxidative stability and sensory quality of two chicken muscles during chill 517 storage. **Food Packaging and Shelf Life**, n.1, v.1, p. 38-48, 2014.
- [27] VILELLA, G. F. **Efeito dos processos de maturação úmido e seco e suas combinações nos atributos físicos, químicos e sensoriais em filé de costela bovino**. Dissertação (mestrado), Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2016.
- [28] PEREIRA, A. L. F.; ABREU, V. K. G. **Lipid Peroxidation in Meat and Meat Products** [Online First], IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.81533. (November 5th 2018).
- [29] MIN, B.; AHN, U. A. Mechanism of lipid peroxidation in meat and meat products -A review. **Food Sci. Biotechnol.**, v. 14, n. 1, p. 152 – 163, 2005.
- [30] LIMA, D. M.; RANGEL, A.; URBANO, S.; MITZI, G.; MORENO, G.M. Oxidação lipídica da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.1, pag. 14-28, 2013.