



AVALIAÇÃO DE COR E EXTENSÃO DA REAÇÃO DE MAILLARD EM AMOSTRAS DE CHICKEN JERKY (CARNE SECA DE FRANGO)

Mariana Rodrigues **Oliveira**¹; Márcia Regina Cucatti **Alves**²; Marcia Mayumi Harada **Haguiwara**³;
Ana Lúcia da Silva Correa **Lemos**⁴; Darlila Aparecida **Gallina**⁵

Nº 22201

RESUMO – Este estudo teve como objetivo a avaliação da cor objetiva e a extensão ou o progresso da reação de Maillard e escurecimento não enzimático em amostras de chicken jerky acondicionadas em dois tipos de embalagem (metalizada e transparente) durante o armazenamento em temperatura ambiente. Inicialmente avaliou-se a composição centesimal, pH, atividade de água (Aw), cor instrumental, absorbância UV (Reação de Maillard) e intensidade de escurecimento não enzimático a fim de caracterizar os produtos. Após 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 e 270 dias de estocagem foram avaliados os parâmetros de pH, cor instrumental, R. Maillard e intensidade de escurecimento não enzimático. As duas embalagens empregadas no acondicionamento do chicken jerky foram eficientes para manutenção da qualidade deste produto, já que não ocorreram alterações significativas quanto ao escurecimento (R. Maillard e não enzimático), pH e cor instrumental durante 270 dias de estocagem a temperatura ambiente.

Palavras-chaves: carne seca, frango, cor instrumental, escurecimento, reação Maillard.

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Química, Unicamp, Campinas-SP; mariih.anna@live.com
2 Co-orientador: Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Assistente de Pesquisa, CTC/Ital, Campinas-SP.
3 Colaborador: Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Pesquisador científico VI, CTC/Ital, Campinas-SP.
4 Colaborador: Doutora em Tecnologia de Alimentos, Pesquisador científico VI, CTC/Ital, Campinas-SP.
5 Orientador: Doutora em Tecnologia de Alimentos, Pesquisador científico VI, CTC/Ital, Campinas-SP; darlila@ital.sp.gov.br



ABSTRACT – *This study aimed to evaluate the objective color and the extension or progress of the Maillard reaction and non-enzymatic browning in chicken jerky samples packed in two types of packaging (metallized and transparent) during storage at room temperature. Initially, the proximate composition, pH, water activity (Aw), instrumental color, UV absorbance (Maillard reaction) and intensity of non-enzymatic browning were evaluated in order to characterize the products. After 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 and 270 days of storage, the parameters of pH, instrumental color, R. Maillard and intensity of non-enzymatic browning were evaluated. The two packages used in the packaging of chicken jerky were efficient in maintaining the quality of this product, since there were no significant changes in browning (R. Maillard and non-enzymatic), pH and instrumental color during 270 days of storage at room temperature.*

Keywords: jerky, chicken, instrumental color, browning, Maillard reaction.

1. INTRODUÇÃO

Verificou-se um aumento do consumo dos snacks de carne. O mercado global de *snacks* (salgadinhos) de carne cresceu consideravelmente e deve atingir US\$ 10,1 bilhões em 2022, superando US\$ 21,3 bilhões até 2032 (Meat snacks market, 2022). Produtos de carne secos, conhecidos como *jerky* (ou charque) tornaram-se muito populares por poderem ser comprados facilmente em supermercados e lojas de conveniência, apresentando boa estabilidade e alto teor de proteínas (Li et al., 2014, Church et al., 2012; Konieczny et al., 2007).

De acordo com a legislação brasileira (IN 92, Brasil 2020), a carne salgada curada dessecada ou "jerked beef" é o produto cárneo obtido de carne, com adição de sal e de agentes de cura, submetido a processo de dessecação, cujos parâmetros permitidos são similares ao charque, sendo que a umidade máxima permitida é de 60% e o teor de minerais de 25%. Os produtos do tipo Jerky são principalmente preparados de carne bovina e suína. A substituição de ingredientes em produtos de carne tipo Jerky ou charque, com carnes mais baratas de diferentes espécies tem sido reportada (Balía et al., 2009).

O peito de frango é rico em proteínas, vitaminas e minerais e um bom material para o processamento de carne seca (Li et al., 2014). A carne de frango é usada como matéria-prima na carne seca de frango (*chicken jerky*), devido à vantagem de ser uma fonte rica em proteínas (cerca de 18 a 22% em base úmida), por ser uma carne mais barata, ter menos colesterol e por ter menos restrições religiosas (Wongwiwat e Wattanachant, 2014; Wongwiwat e Wattanachant, 2016). No entanto, o músculo do peito de frango tem baixo teor de mioglobina, o que pode resultar em menor

desenvolvimento da cor marrom do produto após o processamento térmico. A carne de frango desidratada doce ou charque de carne de frango (chicken jerky) é geralmente considerada um produto estável sem refrigeração ou processamento térmico, podendo ser consumida crua sem reidratação ou cozimento. Embora este produto seja mais estável e a deterioração microbiana seja mais lenta do que a carne crua ou cozida, ele ainda está sujeito à deterioração por meio de processos químicos e físicos (Wongwiwat e Wattanachant, 2016). Açúcar é um importante ingrediente em carne seca de frango e usado em grande quantidade. Tem dois efeitos diferentes do açúcar nas proteínas musculares que são produzir uma cor marrom através da reação de Maillard e a caramelização, gerando desnaturação por calor estabilizando as proteínas. Diferentes tipos de açúcar resultam em diferentes cores e texturas e aceitação global (Chen e Lin, 2017).

Neste estudo foi realizado o acompanhamento de parâmetros físicos e químicos a fim de verificar a estabilidade de amostras de chicken jerky acondicionadas a temperatura ambiente, em dois tipos de embalagem, com barreira à oxigênio e com e sem barreira à luz.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Amostras de chicken Jerky

As amostras de chicken Jerky foram cedidas pela empresa MSP Brazil para a execução deste projeto, em duas embalagens diferenciadas: uma embalagem metalizada com barreira a luz e oxigênio (com absorvedor de O₂) e uma embalagem transparente com impressão preta (Beef Jerky), sem barreira a luz, mas com barreira à oxigênio (com absorvedor de O₂), ambas pertencentes ao lote E0302140821, de 24/08/2021. A Figura 1 representa as fotos das amostras.



Figura 1. Foto das amostras avaliadas, na embalagem metalizada (amostra M) e na embalagem transparente (amostra T).

2.2. Elaboração das amostras de Chicken Jerky

O processamento foi realizado pela empresa que cedeu as amostras, sendo as matérias primas empregadas: peito de frango, pele de frango e CMS (carne mecanicamente separada) e os aditivos: açúcar (sacarose), condimentos/temperos e nitrito. Na elaboração do chicken jerky, as matérias primas passam por moagem, adição ingredientes, preparação de lâmina do produto para extrusão, cozimento/desidratação (estufa 91°C, aw <0,85), defumação com fumaça natural e embalagem. O produto acabado contém aproximadamente 3% de açúcar. Inicialmente o produto é embalado ou acondicionado em “bags” de 16 kg, sendo transportado à temperatura ambiente para filial (SP), estocado à 20-25°C para no prazo de 2 meses ser reembalado em embalagens individuais. A validade do produto é 12 meses à partir da embalagem individual.

2.3. Avaliações

Foram realizadas as análises de composição centesimal, pH, atividade de água (Aw), cor instrumental, absorbância UV e intensidade de escurecimento não enzimático a fim de caracterizar os produtos, chicken jerky nos dois tipos de embalagem. Após 1, 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, 240 e 270 dias de estocagem à temperatura ambiente, foram realizadas as avaliações dos parâmetros de pH, cor instrumental, absorbância UV e intensidade de escurecimento.

2.3.1. Composição Físico-química

O teor de umidade foi determinado em estufa à 105°C até peso constante (AOAC, 2012a). Os lipídios presentes na amostra foram extraídos com éter de petróleo, em unidade Soxhlet, e a porcentagem foi determinada por gravimetria (AOAC, 2012b). O teor de proteína total está baseado na análise de nitrogênio total (Kjeldhal), onde o teor de nitrogênio é determinado através da conversão em porcentagem de proteína presente na amostra, utilizando-se o fator de conversão de 6,25 (AOAC, 2012c). O teor de cinzas é obtido após calcinação das amostras em mufla à 550°C e estufa à 105°C até peso constante (Brasil, 2005). O teor de carboidratos totais foi determinado por diferença de acordo com a fórmula: Carboidratos totais = $[100 - (\% \text{ umidade} + \% \text{ cinzas} + \% \text{ proteínas} + \% \text{ lipídios})]$. A determinação da Aw das amostras foi realizada empregando-se um medidor Aqualab® (Water Activity Meter), modelo 4TE.

2.3.2. Análises físicas e físico-químicas durante o período de estocagem

A medida do pH das amostras foi determinada após a homogeneização das amostras diluídas (50g de amostra para 20ml de água destilada) usando pHmetro Digimed/DM21.

A determinação da cor das amostras foi realizada empregando-se um colorímetro Konica Minolta Chroma Meter CR 400, usando o sistema CIELab para determinar os parâmetros de cor quanto à luminosidade (L^*), vermelho (a^*), amarelo (b^*).

A medida da absorbância em 280 nm (A_{280}) foi usada para determinar os produtos intermediários da reação de Maillard. A intensidade de escurecimento não enzimático foi determinada pelo desenvolvimento da reação de escurecimento não enzimático, com leitura da absorbância no comprimento de onda 420 nm (A_{420}). Estas determinações foram conduzidas usando um espectrofotômetro (Espectrofotômetro UV- Shimadzu/UV-1800, Japão) de acordo com Wongwiwat e Wattanachant (2016).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliação da composição centesimal

As amostras de chicken jerky acondicionadas nas 02 embalagens (metalizada, M, e transparente, T), foram avaliadas quanto à composição centesimal, após 15-20 dias das mesmas serem embaladas de forma individual. Os resultados das análises estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Resultados expressos como média \pm desvio padrão. Análises em triplicata.

Análises	Amostra M	Amostra T
Proteínas (g/100g)	36,67 \pm 0,320	37,11 \pm 0,040
Lipídios (g/100g)	26,48 \pm 0,350	27,36 \pm 0,570
Carboidratos (g/100g)	11,17 \pm 2,107	7,86 \pm 1,692
Cinzas (g/100g)	6,57 \pm 0,001	6,01 \pm 0,010
Sólidos totais (g/100g)	80,89 \pm 2,001	78,34 \pm 1,049
Umidade (g/100g)	19,11 \pm 2,001	21,65 \pm 1,049
Atividade de água (A_w)	0,81 \pm 0,001	0,81 \pm 0,002

Os resultados do teor de proteínas totais e carboidratos estão de acordo com as informações nutricionais descritas nos rótulos das amostras de *chicken jerky protein snack* (10 g de proteínas totais, 2,0 g de carboidratos e 10 g de gorduras totais), na porção de 30 gramas. No entanto, o teor de lipídios está ligeiramente inferior ao valor descrito nos rótulos. Os resultados foram avaliados estatisticamente empregando-se o teste de comparação de médias (Teste de *Tukey*) ao nível de significância de 5%, sendo que as amostras M e T não diferiram entre si, em relação aos parâmetros físico-químicos avaliados.

3.2. Avaliações durante o período de estocagem

3.2.1. pH

A Figura 2 apresenta as médias dos resultados referente às avaliações de pH das amostras M e T, durante 270 dias à temperatura ambiente. Os valores médios variaram entre 5,90 e 6,19. Verificou-se uma queda no pH com 30 dias de estocagem e um aumento no pH com 60 dias, permanecendo um valor constante, em torno de 6,0 até 210 dias de estocagem. Esta mesma queda foi observada com 240 dias seguida de um aumento de pH em 270 dias.

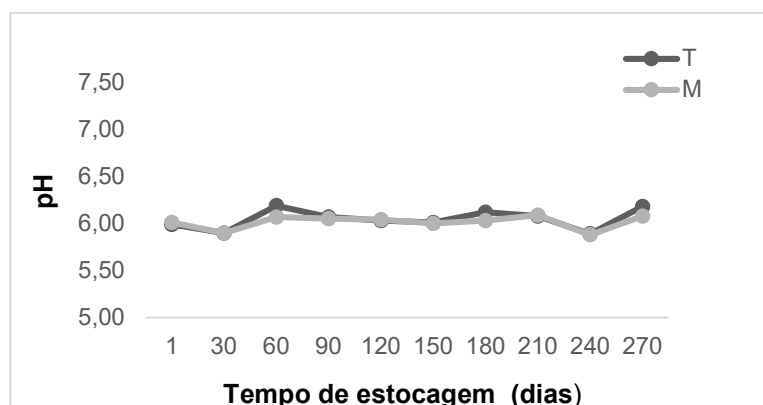


Figura 2. pH das amostras (M e T) durante 270 dias de estocagem à temperatura ambiente.

Wongwiwat e Wattanachant (2016), estudaram o efeito de diferentes tipos de açúcares; sacarose e uma mistura contendo sacarose/sorbitol/frutose, em parâmetros de qualidade de carne de frango desidratada/seca e observaram que o pH de todas as amostras diminuiu quando o tempo de armazenamento aumentou ($p < 0,05$) devido a formação de ácidos orgânicos, como ácido fórmico e ácido acético, que são produtos finais importantes da reação de Maillard. As amostras preparadas com a mistura de açúcares apresentaram pH mais baixo do que as amostras preparadas com sacarose. Isso provavelmente ocorreu porque houve início da reação de Maillard, devido a presença da frutose, que é um açúcar redutor, agindo como um reagente capaz de acelerar a formação de produtos intermediários, diminuindo o pH. Nas amostras avaliadas (M e T), que contém apenas a sacarose, verificou-se que houve diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) no valor de pH entre as amostras, assim como na interação dia de estocagem e amostra. Contudo, a maioria dos valores situou-se no pH próximo a 6,0, com algumas variações. Estes valores de pH são considerados normais em produtos cárneos, e não impactam na qualidade do produto.

3.2.2. Absorbância UV (R. Maillard) e escurecimento não enzimático

A reação de Maillard é uma importante deterioração que ocorre em produtos alimentícios durante o armazenamento. A reação de Maillard é uma reação de escurecimento não enzimático devido a interações espontâneas de açúcares redutores, como frutose e glicose, com aminas ou os grupos amino de proteínas, como grupos ϵ -NH₂ de resíduos de lisina e α -NH₂ grupos de proteínas. Esta reação é uma causa importante de perda de proteínas. A taxa de escurecimento não enzimático é fortemente dependente dos valores de pH, tempo, temperatura, concentração do reagente e tipo de reagente (Chen e Lin, 2017).

A extensão da reação de Maillard pode ser monitorada pelo aumento na formação de produtos intermediários incolores (A280) e desenvolvimento de cor marrom (A420), bem como a diminuição dos grupos amino livres, teor total de açúcar e pH.

Na Figura 3 estão apresentadas as avaliações das amostras quanto aos parâmetros escurecimento não enzimático (A420) e absorbância UV-R.Maillard (A280). Não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras. Segundo Shibao e Bastos (2011), o tipo de açúcar redutor interfere na velocidade da reação de Maillard, pois são compostos por grupamentos amina. As amostras avaliadas não contêm açúcar redutor em sua composição, apresentando apenas a sacarose, que é um dissacarídeo, um açúcar não redutor que não contribui para reação de Maillard. Desta forma, conclui-se que a reação de Maillard não foi favorecida neste produto, em função do pH, Aw e da presença de açúcar não redutor (sacarose).

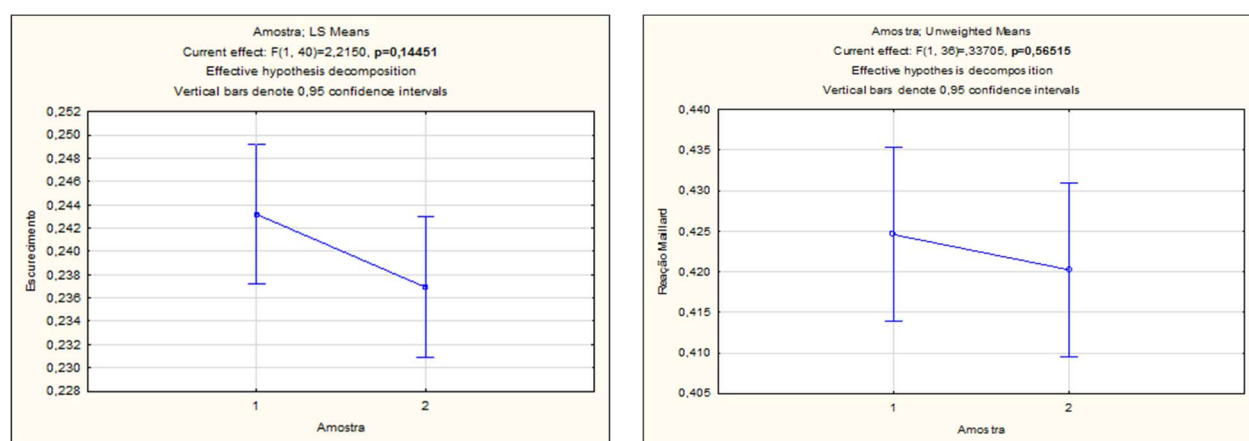


Figura 3. Representação gráfica da avaliação estatística das amostras (T= 1 e M= 2) usando o programa Statistica 10.0 (ANOVA), para os parâmetros: Escurecimento não enzimático (A420) e Absorbância UV 280 nm (R. Maillard).

Wongwiwat e Wattanachant (2016), verificaram um aumento na absorbância (280nm) em amostras de carne seca de frango preparada com sacarose ou açúcares mistos (açúcar/sorbitol/frutose). O aumento da intensidade de absorbância do extrato em 280 nm (A280) foi devido a extensão do desenvolvimento da reação de Maillard, já em estágio avançado. As substâncias absorvidas no comprimento de onda ultravioleta são os produtos intermediários incolores precursores na reação de Maillard. O valor de A280 de todas as amostras aumentou em tempos de armazenamento prolongados ($p \leq 0,05$). A carne seca de frango preparada com açúcares mistos apresentou intensidade de A280 superior as amostras preparadas com sacarose em todas as condições de armazenamento ($p \leq 0,05$), devido a presença de açúcar redutor (frutose) nestas amostras, além da Aw dos produtos estar entre 0,6-0,7, o que favoreceu a reação.

Wongwiwat e Wattanachant (2016) também verificaram que a intensidade de escurecimento (A420) das amostras preparadas com sacarose em todas as condições de armazenamento não foi significativamente diferente. Isso ocorreu porque a sacarose não é um açúcar redutor. Os autores concluíram que a alteração na cor da carne seca de frango depende dos tipos de açúcares e Aw das amostras, fatores estes que podem acelerar o desenvolvimento da reação de Maillard.

Ramírez et al. (2005) sugerem que a absorbância em 420 nm de compostos de cor em produtos cárneos correlacionou-se positivamente com os valores de a^* , b^* e C^* ; entretanto, o valor de L^* correlacionou-se negativamente com os compostos de cor extraídos.

3.2.3. Cor instrumental

A cor é um atributo de qualidade da carne seca de frango que afeta a preferência do consumidor. O sistema CIELAB (Comissão Internacional de Iluminantes) estabeleceu um sistema de coordenadas numéricas para localizar cores individuais em um espaçamento visual uniforme de cores (CIE Colorimetry). As características essenciais da cor nos termos L^* , a^* e b^* são medidos pelo índice L^* que indica a luminosidade da cor, e o a^* e b^* , que são as coordenadas cromáticas, sendo:

a^* = coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e -a indica verde)

b^* = coordenada amarelo / azul (+b indica amarelo e -b indica azul)

C^* = Chroma (saturação)

h = hue (ângulo de tonalidade)

Os valores médios de L^* , a^* , b^* , C^* e h das amostras de carne seca de frango (T e M) durante a estocagem estão apresentados na Figura 4.

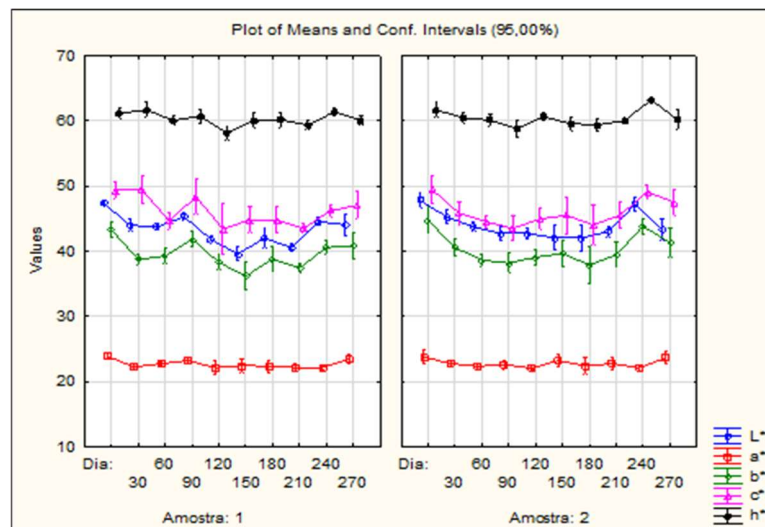


Figura 4. Representação gráfica da cor instrumental das amostras (T= 1 e M= 2) usando o programa Statistica 10.0, com valores médios de L*, a*, b*, C* e h durante 270 dias estocagem.

O índice L* (luminosidade) apresentou diferença significativa ($p \leq 0,05$) para as amostras (T e M), com valores variando entre 39,56 e 47,81. Wongwiwat e Wattanachant (2014) verificaram valores da luminosidade para carne de frango desidratada preparada com diferentes tipos de açúcar antes da fritura (BF) e após a fritura (AF) variando entre 38,05 e 43,40, respectivamente. Estes valores são similares aos valores obtidos para as amostras analisadas. Wongwiwat e Wattanachant (2016) obtiveram valores de L* entre 50-60 para amostras de chicken jerky preparadas com 35% de sacarose e mistura de açúcares (sacarose, sorbitol e frutose), durante a estocagem a temperatura ambiente, em diferentes condições de umidade relativa. Os autores observaram ainda que o valor de L* das amostras tendeu a diminuir em tempos prolongados de estocagem. Quanto as amostras avaliadas (T e M) verificou-se oscilações nos valores de L*, com uma tendência a diminuir ao longo do tempo. Contudo, os valores inicial e final (com 1 e 270 dias) foram similares.

Na figura 4 verifica-se que o valor de cor a* manteve-se constante, com valores de a* entre 22,07 e 23,88, ao longo de 270 dias a temperatura ambiente, demonstrando que não houve diferença significativa ($p > 0,05$) neste parâmetro de cor das amostras, ou seja, não ocorreu alteração na cor vermelha (a+) durante a estocagem. Já quanto ao valor da cor b* (valores de b* variando entre 36,16 e 44,72) verificou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras, com uma tendência a uma pequena diminuição da cor amarela, ao longo do tempo.

O músculo do peito de frango possui um baixo teor de mioglobina, o que pode resultar em menor desenvolvimento da cor marrom do produto após o processamento térmico. A sacarose é

geralmente usada como açúcar em produtos de carne marinados, além do sabor influencia também a Aw. No entanto, a sacarose não é um açúcar redutor então não participa da reação de Maillard.

Wongwiwat e Wattanachant (2016) estudaram o efeito dos tipos de açúcar na qualidade do produto de carne de frango desidratada. A cor desejável do charque de carne de frango é marrom-dourada. O produto feito a partir de sacarose apresentou uma cor amarelo-escura, enquanto os produtos feitos com frutose ou lactose apresentaram uma cor marrom-escura. O aumento da cor marrom na carne seca é induzido pela reação de Maillard levando à mudança na cor. A coloração amarelo-escuro foi obtida nas amostras preparadas com sacarose, devido à alguma degradação da sacarose com o processamento térmico. Estes autores verificaram que os valores de L^* , a^* e b^* das amostras preparadas com sacarose apresentaram pouca alteração durante o armazenamento, o que também foi observado em nosso estudo.

Os valores de cor C^* (valores entre 40,77 e 49,39) e h (valores entre 58,79 e 63,21), correspondendo a saturação (Chroma) e intensidade da cor (ângulo hue), apresentaram pequenas variações. No entanto não houve diferença significativa ($p > 0,05$) entre as amostras, nestes parâmetros de cor. Wongwiwat e Wattanachant (2016), obtiveram valores h variando entre 81 e 89 para amostras preparadas com sacarose, sendo que o valor h diminuiu com o aumento do tempo de estocagem. Já o valor C^* , Chroma ou intensidade de cor das amostras aumentou quando o tempo de estocagem aumentou. Isto não foi observado neste estudo já que houve uma tendência ao valor h em manter-se constante, e o valor C^* em diminuir ao longo da estocagem. O ângulo de matiz (hue) é um instrumento de medida da cor percebida. De acordo com Mercier, Gatellier, Viau, Remington e Renerre (1998), aumentos no ângulo de tonalidade (h) ao longo do armazenamento de produtos cárneos indicam um incremento das reações de oxidação com o tempo. Portanto, de acordo com os resultados obtidos, onde não foi observada alteração significativa deste parâmetro (h), pode-se inferir que as embalagens empregadas foram eficientes para evitar reações de oxidação no período de tempo estudado.

3. CONCLUSÃO

As amostras avaliadas de chicken Jerky acondicionadas nos dois tipos de embalagem (metalizada e transparente) não apresentaram diferença significativa quanto ao escurecimento (R. Maillard e não enzimático). Verificou-se uma pequena variação quanto aos parâmetros de pH, cor instrumental, reação de Maillard e escurecimento não enzimático, durante os 270 dias de armazenamento à temperatura ambiente. Portanto, os resultados denotam que as duas embalagens



empregadas foram eficientes para a manutenção da qualidade do produto, devido as barreiras à luz e oxigênio.

4. AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pela bolsa concedida e ao ITAL/CTC pelo suporte para o desenvolvimento do projeto.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of AOAC International. 19ª ed., 2012a, cap. 39, (método 950.46b).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of AOAC International. 19ª ed., 2012b, cap. 39, (método 991.36).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of AOAC International. 19ª. ed., 2012c, cap. 39, (método 981.10).

BALIA, R. L.; LENGKEY, H. A. W.; MUDJIARTININGSIH, S.; ROSIANNIE, E.; SURYANINGSIH, L.; SETYADI, W. P.; GHANI, A. R.; GEMILANG, L. U. S. Qualitative determination of pork species content in cooked meats using enzyme immunoassay techniques: Case beef jerky and shredded meat products in West Java-Indonesia. **Biotechnology in Animal Husbandry**, v. 25, nº 5-6, p. 895-899, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Métodos físico-químicos para análises de alimentos / Instituto Adolfo Lutz. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 4ª Edição. Pág. 105-106.

BRASIL. MAPA/SDA. Diário oficial Edição 182, Seção 1, Página 3: Instrução Normativa nº 92, de 18 de setembro de 2020. Dispõe Sobre a Identidade e os Requisitos de Qualidade do Charque, da Carne Salgada Curada Dessecada, do Miúdo Salgado Dessecado e do Miúdo Salgado Curado Dessecado. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-92-de-18-de-setembro-de-2020-278692460> Acesso em: 23/02/2021.

CHEN, C-M.; LIN, H-T. Supplementary effects of higher levels of various disaccharides on processing yield, quality properties and sensory attributes of Chinese - style pork jerky. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 30, nº 12, p. 1773-1783, 2017.

CHURCH, J. S.; MACINTYRE, C. M.; ARCHAMBAULT, W. R.; MOOTE, P. E.; COCHRAN, J. L.; DURANCE, T. D.; VAN HAMME, J. D. Effect of radiant energy vacuum on physical and microbial properties of beef jerky. **Journal of Food Science and Engineering**, v. 3, p. 33-39, 2012.

KONIECZNY, P.; STANGIERSKI, J.; KIJOWSKI, J. Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky. **Meat Science**, v. 76, p. 253–257, 2007.

LI, M.; WANG, H.; ZHAO, G.; QIAO, M.; LI, M.; SUN, L.; ZHANG, J. Determining the drying degree and quality of chicken jerky by LF-NMR. **Journal Food Engineering**, v. 139, p. 43–49, 2014.

MEAT snacks market. Disponível em: <[http:// https://www.futuremarketinsights.com/reports/meat-snacks-market](https://www.futuremarketinsights.com/reports/meat-snacks-market)>. Acesso em: 08 fev. 2022.



MERCIER, Y.; GATELLIER, P.; VIAU, M.; REMINGTON, H.; RENERRE, M. Effect of dietary fat and vitamin E on colour stability and on lipid and protein oxidation in Turkey meat during storage. **Meat Science**, v. 48, p.301–318, 1998.

RAMÍREZ, M. R.; CAVA, R. Changes in colour, lipid oxidation and fatty acid composition of pork loin chops as affected by the type of culinary frying fat. **LWT - Food Science and Technology**, v. 38, nº 7, p. 726–734, 2005.

SHIBAO, J.; BASTOS, D. H. M. Produtos da reação de Maillard em alimentos: implicações para a saúde. **Revista de Nutrição**, v. 24, nº 6, p. 895-904, 2011.

WONGWIWAT, P.; WATTANACHANT, S. Effect of sugar types on physical attributes and crystalline structure of sweet-dried chicken meat product. **International Food Research Journal**, v. 21, nº6, p. 2285-2291, 2014.

WONGWIWAT, P.; WATTANACHANT, S. Color characteristics and Maillard reactions of chicken meat jerky with different sweeteners during storage. **Walailak Journal of Science and Technology**, v. 13, nº 3, p.141-155, 2016.