

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

RUBEM FERNANDO DOS ANJOS

**Estudo sobre a perda da hermeticidade de embalagens plásticas  
flexíveis utilizadas no envase de carne bovina cozida e  
desidratada (*Beef Jerky*)**

---

Pirassununga  
2017

RUBEM FERNANDO DOS ANJOS

**Estudo sobre a perda da hermeticidade de embalagens plásticas flexíveis utilizadas no envase de carne bovina cozida e desidratada (*Beef Jerky*)**  
**“VERSÃO CORRIGIDA”**

Dissertação apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciências do programa de Mestrado Profissional em Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Área de Concentração: Gestão e Inovação na Indústria Animal.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Teresa de A. Freire

---

Pirassununga  
2017

Ficha catalográfica elaborada pelo  
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A599e Anjos, Rubem Fernando dos  
Estudo sobre a perda da hermeticidade de  
embalagens plásticas flexíveis utilizadas no envase  
de carne bovina cozida e desidratada (Beef Jerky) /  
Rubem Fernando dos Anjos ; orientadora Maria Teresa  
de Alvarenga Freire. -- Pirassununga, 2007.  
88 f.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação  
em Mestrado Profissional Gestão e Inovação na  
Indústria Animal) -- Faculdade de Zootecnia e  
Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

1. Embalagens. 2. Hermeticidade. 3. MAP. 4. Beef  
Jerky. I. Freire, Maria Teresa de Alvarenga,  
orient. II. Título.

## RESUMO

ANJOS, R. F. **Estudo sobre a perda da hermeticidade de embalagens plásticas flexíveis utilizadas para o envase de carne bovina cozida e desidratada (*Beef Jerky*)**. 2017. 88p. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. Pirassununga, 2017.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a perda da hermeticidade do sistema de embalagens plásticas flexíveis utilizadas para o envase de carne bovina cozida e desidratada (*Beef Jerky*) que é realizado por meio da aplicação de vácuo, atmosfera modificada e a inserção de absorvedores de oxigênio. Durante 1 (um) mês foram realizadas avaliações dos defeitos que ocasionam a perda da hermeticidade na produção do *Beef Jerky* em três plantas fabris localizadas no Brasil. Os defeitos encontrados foram mapeados, identificados e avaliados por meio de análises microscópicas da estrutura do filme flexível, análises de oxigênio do espaço livre da embalagem e ensaios de verificação dos canais de solda. Os resultados apresentados nesta pesquisa demonstraram que as origens da perda da hermeticidade estão relacionadas a fatores físicos, biológicos e humanos. Após a realização de melhorias como a alteração da linha de produção e treinamento dos operadores, o aumento da espessura da solda e a redução da quantidade de vácuo aplicada, houve a redução de 33,66%, 51,32% e 43,59% de defeitos de hermeticidade respectivamente. Foi observado também que a taxa de permeabilidade ao O<sub>2</sub> da embalagem (TPO<sub>2</sub>) pode ser reduzida e conseqüentemente a barreira mecânica pode ser aumentada possibilitando a redução de defeitos mecânicos nas embalagens. A substituição dos sachês absorvedores, que podem ser danificados pelo contato com o produto, por sistemas de embalagens ativas que contém o princípio ativo incorporado ao filme também foi proposta, porém não foi recomendada uma vez que o oxigênio residual não atingiu menos que 1% de oxigênio após 72 horas. O resultado preliminar demonstrou que este sistema é menos eficiente do que o atual e que novos estudos e aprimoramentos da tecnologia devem ser realizados para que a aplicação das embalagens no sistema de envase de *Beef Jerky* seja eficiente.

**Palavras-chave:** barreira, defeitos, solda, oxigênio, MAP.

## ABSTRACT

ANJOS, R.F. **Study of the leaks on flexible plastic used for the packaging of dried cooked beef (Beef Jerky)**. 2017. 88p. Masters dissertation – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, University of São Paulo. Pirassununga, 2017.

The objective of the present study was to evaluate the leakage of the flexible plastic packaging system used for the packaging of Beef Jerky, which is carried out through the application of vacuum, modified atmosphere and the insertion of oxygen absorbers. During 1 month were made evaluations of the defects that causes the leakage in the production of Beef Jerky at three plants located in Brazil. The defects were mapped, identified and evaluated through microscopic analysis of the flexible film structure, oxygen analyzes of the packaging headspace and the seal channels verification tests. The results presented in this research demonstrated that the origins of leakage are related to physical, biological and human factors. After improvements such as the alteration of the production line and training of the operators, the increase of the seal thickness and the reduction of the applied vacuum amount, there was noted a reduction of 33,66%, 51,32% e 43,59% of sealing defects, respectively. It has also been observed that the package O<sub>2</sub> transmission rate (OTR) can be reduced and consequently the mechanical barrier can be increased enabling reduction of mechanical defects in the packages. The replacement of the absorbent sachets, which may be damaged by contact with the product, for the active packaging systems containing the active principle incorporated in the film was also proposed, but it was not recommended since the residual oxygen did not reach less than 1% of after 72 hours. The preliminary result has shown that this system is less efficient than the current one and that further studies and improvements of the technology must be made so that the application of the packages in the system of Beef Jerky packaging will be efficient.

**Keywords:** barrier, defects, seal, oxygen, MAP.

## 1 INTRODUÇÃO

As embalagens são estruturas amplamente utilizadas na proteção, distribuição e transporte dos produtos alimentícios para o consumo humano, com o objetivo de melhorar as condições de manipulação, informação e vida de prateleira destes produtos. São utilizadas tanto fora quanto dentro do ambiente fabril, auxiliando em diversos processos como, por exemplo, no armazenamento de matérias-primas e insumos antes da conversão para o produto final.

Atualmente a embalagem é um componente essencial no cotidiano das pessoas viabilizando e facilitando a conexão entre a produção e o consumo dos produtos. Quando manipulada corretamente, a embalagem garante a segurança e a qualidade do produto final acondicionado dentro do recipiente.

Existem diversos tipos de materiais que podem ser utilizados como embalagens tais como madeira, papel, plástico, alumínio, ferro, dentre outros. Estes materiais podem ser utilizados puros ou combinados na fabricação das embalagens. Os materiais plásticos são uma das estruturas mais utilizadas na fabricação de embalagens para diversos tipos de produtos e possuem, em sua maioria, alta flexibilidade estrutural que facilita o preenchimento dos espaços vazios durante a distribuição e na exposição dos produtos finais. Estas vantagens podem reduzir os custos com fretes e com as áreas reservadas nas gondolas de supermercados uma vez que a área ocupada por quilograma de produto é menor.

A composição e a estrutura das embalagens dependem dos alimentos a serem acondicionados e das condições do ambiente em que estes produtos serão distribuídos, comercializados e consumidos. A carne bovina fresca, por exemplo, é um alimento perecível que possui elevada quantidade de água livre em sua composição e quanto maior a quantidade de água livre melhor deve ser as características do sistema de embalagens que a protege.

Quanto aos fatores externos a embalagem deve proteger o produto tanto das contatos mecânicos e sujidades do meio ambiente, quanto da luz, umidade e dos gases atmosféricos que podem deteriorar os alimentos. Porém, independentemente de o sistema de embalagem ser desenvolvido corretamente, a hermeticidade é uma característica fundamental para que todo sistema funcione e para que o produto se mantenha seguro durante toda a sua vida de prateleira. A hermeticidade é a integridade do sistema de embalagens com um todo, onde qualquer falha neste sistema pode colocar em risco a segurança e a qualidade do produto final.

A perda da hermeticidade pode, por exemplo, permitir a passagem de altas concentrações de oxigênio ( $O_2$ ) para dentro da embalagem. O  $O_2$  é o principal gás atmosférico que atua na deterioração dos alimentos pois promove a rancificação das gorduras, o escurecimento enzimático e a oxidação das vitaminas, além de promover o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e patogênicos. A passagem de umidade relativa do ambiente para o interior das embalagens também é outro fator importante que atua na aceleração da deterioração dos alimentos, uma vez que, esta passagem pode aumentar a atividade de água livre do produto final a níveis acima dos considerados seguros para o desenvolvimento microbiano.

Além da hermeticidade das embalagens outro fator importante e intrínseco das embalagens flexíveis é a permeabilidade aos gases atmosféricos que se movem através da estrutura das embalagens no decorrer do tempo (ROBERTSON, 2009). Ou seja, mesmo que o sistema de embalagens esteja fechado existe a passagem gradual de gases, umidade e odores estranhos através das embalagens. Diferentes combinações de materiais plásticos podem ser utilizadas para reduzir esta permeabilidade evitando assim a deterioração acelerada dos produtos acondicionados. Outros fatores como a exposição à luz, variações de temperatura e umidade relativa, e ações mecânicas também afetam consideravelmente a vida de prateleira dos alimentos.

Na indústria de carnes frescas e processadas a grande parte das embalagens utilizadas são plásticas e flexíveis. Estas embalagens possuem, em sua maioria, espessuras finas entre  $50\mu m$  a  $200\mu m$  e geralmente moldam-se em volta do produto acondicionado. Neste grupo encontram-se os sacos, envoltórios e tripas artificiais, “pouches”, filmes termo-encolhíveis, esticáveis, dentre outros. As embalagens flexíveis podem ser combinadas com diferentes tipos de polímeros para obtenção das propriedades de barreira necessárias que atendam aos requisitos de conservação dos produtos.

Além da estrutura ideal e da hermeticidade das embalagens flexíveis novas tecnologias também contribuem para a manutenção e extensão da vida de prateleira dos alimentos. Atualmente a aplicação do vácuo juntamente com a atmosfera modificada (*Modified Atmosphere Packaging* - MAP) é uma das tecnologias mais difundidas da última década na indústria de alimentos e que trouxe inúmeros avanços para a qualidade dos produtos acondicionados.

Estas tecnologias consistem na remoção do  $O_2$  do espaço livre interno da embalagem por meio da aplicação de vácuo e de gases, como o nitrogênio ( $N_2$ ), o gás carbônico ( $CO_2$ )

e o Hélio (He), e portanto, após a aplicação da MAP e do fechamento hermético da embalagem o ambiente interno (espaço livre) atinge baixos níveis de concentração de O<sub>2</sub> (LECHEVALIER, 2016).

Ainda assim, para alguns alimentos, mesmo com a aplicação da MAP e com o sistema de embalagens perfeitamente hermético não é possível a remoção completa do O<sub>2</sub> residual. A carne bovina cozida e desidratada (*Beef Jerky*), objeto desta dissertação, é um dos exemplos em que a aplicação da MAP não é suficiente para que o residual de O<sub>2</sub> da embalagem fechada atinja 0%. Nestes casos são utilizadas as embalagens ativas como os sachês absorvedores de O<sub>2</sub>, que são responsáveis por absorver todo o O<sub>2</sub> residual que não foi possível ser retirado com a aplicação do vácuo e da MAP.



## 2 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi de avaliar a situação atual da empresa quanto à perda de hermeticidade das embalagens, bem como revisar a literatura e propor alternativas para que a redução dos defeitos.

Os resultados apresentados demonstraram que o problema da perda da hermeticidade pode ter várias origens, as quais estão relacionadas a questões simples como o correto manuseio da embalagem, a remoção de áreas de atrito na linha de produção, e a questões um pouco mais complexas como o vácuo aplicado, a estrutura do filme da embalagem e o seu fechamento (solda).

Após a realização das melhorias observou-se uma redução de 33,66%, 51,32% e 43,59% de defeitos de hermeticidade (orifícios e canais de solda) considerando as alterações de linha de produção, alteração da solda e redução da quantidade de vácuo aplicada respectivamente. A meta da empresa de se obter o nível máximo de falhas de 0,12% foi atingida em dois meses de produção (maio/17 e agosto/17) observados neste trabalho. Isto demonstra que as alterações realizadas surtiram efeito no resultado anterior observado. No entanto, o resultado observado após a última alteração de maio/2017, não foram constantes e abaixo de 0,12%, portanto, novas avaliações devem continuar a serem feitas para observar a efetividade das alterações.

Neste estudo foi observado também que a taxa de permeabilidade ao O<sub>2</sub> da embalagem (TPO<sub>2</sub>) pode ser reduzida e conseqüentemente a barreira mecânica da embalagem pode ser aumentada. Desta forma existe a possibilidade de tornar as embalagens mais resistentes a furos, abrasões e atritos ocasionados durante o armazenamento e transporte do produto até o cliente final.

Foi também demonstrado por meio de testes preliminares que a possível alteração dos sachês absorvedores de O<sub>2</sub> danificados por sistemas de embalagens ativas não é recomendada no cenário atual e que novos estudos e/ou aprimoramentos da tecnologia, do processo e dos equipamentos devem ser realizados para que a aplicação deste sistema no envase do *Beef Jerky* seja eficiente.

### 3 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. **Informativo ABIEC:** Brasil exporta 1,4 milhão de toneladas de carne bovina e fatura US\$ 5,5 bilhões em 2016. São Paulo: ABIEC, 2017. Disponível em: <<http://www.abiec.siteoficial.ws/download/abiec-170117.pdf>>. Acesso em: jul. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **Apresentação do Setor de Embalagem.** São Paulo: ABRE, 2016. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/downloads/cartilha.pdf>>. Acesso em: set. 2016.

AHVENAINEN, R. Active and intelligent packaging: An introduction. In: **Novel Food Packaging Techniques**, R. Ahvenainen (Ed.). London, U.K.: Woodhead Publishing, 2003.

ARVANITOYANNIS, I. S. **Modified Atmosphere and Active Packaging Technologies.** CRC PRESS, Boca Raton. 2012.

ATCO. **Technical Information of ATCO® oxygen absorbers**, Standa Industrie, France. 2002.

BAK, K. H.; LINDAHL, G.; KARLSSON, A. H. & ORLIEN, V. Effect of highpressure, temperature, and storage on the color of porcine *longissimus dorsi*. **Meat Science**, p.581-753. 2012.

BREWER, S. J.; JENSEN, A.; SOSNICKI, B.; FIELD, E.; WILSON, and F. MCKEITH. The effect of pig genetics on palatability, color and physical characteristics of fresh loin chops, **Meat Science**, p.249-256. 2002.

BREWER, S. Technological Quality of Meat for Processing. In: **Handbook of meat processing.** F. Toldrá (Ed.), p.25-42. Wiley-Blackwell, Ames, IA. 2010.

BRITT, I. J. Thermal processing. In: **Food Biodeterioration and Preservation**, G. Tucker (Ed.), p.63-79. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, U.K.: 2008.

BRODY, A. What's active in active packaging. **Food Technology**, v.55, p.104-06. 2001.

BRODY, A.L.; STRUPINSKY, E.R.; KLINE, L.R. **Active Packaging for Food Applications.** CRC Press, New York, p.31-64. 2001.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Guia técnico ambiental de frigoríficos:** industrialização de carne bovina e suína. São Paulo: CETESB, 2008.

CHARCUTARIA, **Entenda a cor da carne.** Publicado em 2014. Disponível em: <<https://charcutaria.org/carnes/entenda-a-cor-da-carne/>>. Acesso em: jul. 2017.

CHRISTIAN, J. H. B. Drying and reduction in water activity. In: **The Microbiological Safety and Quality of Food**, B. M. Lund, A.C. Baird-Parker, and G.W. Gauld (Eds.), p.146-174. Aspen Publishers Inc. Gaithersburg, MD. 2000.

CHUNG D. H.; PAPADAKIS S. E.; YAM K. L. A model to evaluate transport of gas and vapors through leaks. **Packaging Technology Science**. 16, 77–86. 2003.

CHURCH, N. Developments in modified-atmosphere packaging and related technologies. **Trends in Food Science and Technology**, v.5, p.345-352. 1994.

COLES, R.; MCDOWELL, D.; KIRWAN, M. J. **Food Packaging Technology**, CRC Press. Boca Raton, FL. 2003.

CRUZ, R. S; SOARES, N. F. F.; ANDRADE, N. J, Efficiency of oxygen absorbing sachets in different relative humidities and temperatures. **Ciência Agrotec**, v.31, p.1800-1804. 2007.

DRULHE, E., Emballage sous atmosphère modifiée, In: **L’emballage des denrées alimentaires de grande consommation**. Multon J.L., Bureau G. (Eds.). Lavoisier, Paris, 1998.

EFSA. Opinion of the Scientific Panel on Biological Hazards on the Request from the Commission related to the Effects of Nitrites/Nitrates on the Microbiological Safety of Meat Products, **EFSA Journal**, v.14, p.1-31. 2003.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Meat Processing Technology for Small to Medium Scale Producers**. Bangkok, 2007. G. Heinz and P. Hautzinger (Eds.). Rap Publication 2007/20, p.15. 2007.

FARMER, N. **Trends in packaging of food, beverages and other fast moving consumer goods (FMCG)**. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition: Number 244. 2013.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Instituto de Tecnologia de Alimentos. **Brasil pack trends 2020**. São Paulo: FIESP/ITAL, 2010.

FEINER, G. **Meat Products Handbook: Practical Science and Technology**. CRC Press. Boca Raton, FL. 2006.

FINNIGAN, B. Barrier Polymers. In: **The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology 3<sup>rd</sup> edition**. K. L. Yam (Ed.). John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2009.

FOSTER R. H. Ethylene–Vinyl Alcohol Copolymers. In: **The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology 3<sup>rd</sup> edition**. K. L. Yam (Ed.). John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2009.

FOOD SAFETY AND INSPECTION SERVICE, U.S Department of Agriculture. FSIS Compliance Guideline for Meat and Poultry Jerky Produced by Small and Very Small Establishments - 2012 Updated Compliance Guideline, **FSIS/USDA**. United States. 2012.

GIUSEPPE, C.; SPIZZIRRI U. G.; IEMMA F. **Functional Polymers in Food Science: From Technology to Biology**. Volume 1: Food Packaging, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2015.

U.S GOVERNMENT PUBLISHING OFFICE (GPO). 9 CFR 317.2 - **Labels: Definition; Required Features**. Disponível em: <<https://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2010-title9-vol2/pdf/CFR-2010-title9-vol2-sec317-2.pdf>> Acesso em: set. 2016.

GREVER, A. B. G.; A. RUITER. **Prevention of clostridium outgrowth in heated and hermetically sealed meat products by nitrite and nitrate**. European Food Research Technology. v.213:p.165-169. 2001.

HASTINGS, M. J. MAP machinery. In: **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food, 2<sup>nd</sup>**. Blakistone, B.A. (Ed.), Aspen Publications, Gaithersburg, MD. 1999.

HONIKEL, K. O. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. **Meat Science**, v.78, p.68-76. 2008.

HONIKEL, K. O. Curing. In: **Handbook of meat processing**. F. Toldrá, (Ed.), p.125-141. Wiley-Blackwell. Ames, IA. 2010.

HURME E. **Detecting leaks in modified atmosphere packaging VTT Biotechnology**, Finland, 2003.

HURME, E.; AHVENAINEN, R. Active and smart packaging of ready-made foods. In: **Minimal Processing and Ready Made Foods**. T. Ohlsson, R. Ahvenainen and T. Mattila-Sandholm (Eds). Goteborg, SIK, p.169-82. 1996.

International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF). Characteristics of Microbial Pathogens. In: **Microorganisms in Foods 5**. London: Blackie Academic & Professional. p. 304, Table B. 1996.

JAMES C; JAMES S. J. Freezing/Thawing. In: **Handbook of meat processing**. F. Toldrá (Ed.). p.125-141. Wiley-Blackwell, Ames, IA. 2010.

KING A. D.; NAGEL C. W. Growth inhibition of a pseudomonas by carbon dioxide. **Journal of Food Science**. 32:575–579. 1967.

KOOHMARAIE, M.; M. P. KENT; S. D. SHACKELFORD, E. VEISETH, T. WHEELER. Meat tenderness and muscle growth: Is there any relationship?. **Meat Science**, v.62, p.345–352. 2002.

KRUIJF N.; VAN BEEST M.; RIJK R.; SIPIILÄINEN-MALM T.; PASEIRO LOSADA P.; DE MEULENAER B. Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. **Food Addit Contam**, v.19, p.144-162. 2002.

LABUZA, T. P.; ACOTT, K.; TATINI, S. R.; LEE, R. Y.; FLINK, J; MCCALL, W. Water activity determination: a collaborative study of different methods. **Journal of Food Science**, v.41, p.910-917. 1976.

LAWRIE, R. A. The eating quality of meat. In: **Meat Science**, 5 ed. Pergamon Press. New York. 2002.

LECHEVALIER, V. Packaging: Principles and Technology. In: **Handbook of Food Science and Technology 2 – Food Process Engineering and Packaging**. R. Jeantet et. al, (Ed.), p.271-310. ISTE Ltd and John Wiley & Sons, Inc. 2016.

LEE D. S.; YAM K.L.; PIERGIOVANNI L. **Food Packaging Science and Technology**. CRC Press. Boca Raton, FL. 2008.

LOURINDO, P.; JÚNIOR, A., NAGANO, M.; FARIA, A. **A Integração do Kaizen o Custeio Baseado em Atividades (ABC)**, Vol. 25, N.2, pp. 55-64. 2006.

LÜCKE, F. K. Nitrit und die Haltbarkeit und Sicherheit erhitzter Fleischerzeugnisse. **Mitteilungsblatt der Fleischforschung Kulmbach**, v.47, p.177-185. 2008.

MASSEY L. K. Permeability Properties of Plastics and Elastomers. **A Guide to Packaging and Barrier Materials**. Plastic Design Laboratory/William Andrew Publishing, New York. 2003.

MCMILLIN, K.W. Introduction. In: **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food**, 2nd ed., Blakistone, B.A. (ed.), Aspen publications, Gaithersburg, MD. Meat Science, 80, 43, 2008; Blakistone, B.A., 1999.

MCMILLIN K. W. Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. **Meat Science**. 80:43–65. 2008.

MORALES, M.M. **Avaliação dos resíduos sólidos e líquidos num sistema de abate de bovinos**. 84p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MORRIS B. A.; DARBY D.; Sealing, Heat, In: **The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology 3<sup>rd</sup> edition**. K. L. Yam (Ed.). John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2009.

MORRIS, S. A. **Food and package engineering**. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2011.

NOLLET, **Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality**. Leo M. L. Nollet (Ed.) Blackwell Publishing. Oxford, U.K., 2007.

NOLLET, L. M. L.; BOYLSTON, T.; CHEN, F.; COGGINS, P.; HYDLIG, G.; MCKEE, L. H.; KERTH, C. **Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality**. Wiley-Blackwell, Ames, IA. 2012.

NOVAKOFSKI, J.; S. BREWER. The paradox of toughening during the aging of tender steaks. **Journal of Food Science**, v.71, p.473-479. 2006.

ORTEGA-RIVAS E. **Processing Effects on Safety and Quality of Foods**, 2009.

OZDEMIR M.; FLOROS J. D.; Active Food Packaging Technologies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.44, p.185-193. 2004.

PACHECO, J.W.; YAMANAKA, H.T. **Guia técnico ambiental de abate (bovino e suíno)**. São Paulo: CETESB, 2008. 95p.

PAPADAKIS, S. E. Food Packaging and Aseptic Packaging. In: **Handbook of Food Processing: Food Preservation**. Varzakas, T; Tzia C. (Eds.), p.271-310 CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL. 2016.

PARISI, S. **Food Industry and Packaging Materials: Performance-oriented Guidelines for Users**. Smithers Rapra. United Kingdom. 2013.

PARRY, T.R., Introduction. In: **Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Food**, 1st edn., Parry, T.R. (ed.), Blackie Academic and Professional, London, U.K. 1993.

PERERA, C. O. Selected quality attributes of dried foods. **Drying Technology**, v.23(4), p.717-730. 2005.

PIATTI.T. M.; RODRIGUES R. A. F.; **Plásticos: características, usos, produção e impactos ambientais**. Série: Conversando sobre Ciências em Alagoas, Maceió. EDUFAL, 2005.

PIRINGER, O. G.; BANER, A. L. **Plastic Packaging Materials for Food**, Wiley VCH, Weinheim, Germany, 2000.

RAHMAN M. S.; LABUZA T. P. Water Activity and Food Preservation (Chapter 20). In: **Handbook of Food Preservation**, 2nd ed., M. Shafiur Rahman (Ed.). Taylor & Francis Group, LLC., Boca Raton, FL. p.1011-1029. 2007.

ROBERTSON, G. L. **Food Packaging: Principles and Practice**, 2nd ed. CRC Press, Taylor & Francis Group. Boca Raton, FL. 2006.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging and shelf life: a practical guide**. CRC Press. Boca Raton, FL. 2009.

ROBINSON J. G.; MARCHELLO M. J.; **Jerky Making: then and now** – NDSU Extension Service. 2016.

ROONEY, M. L. Introduction to active food packaging technologies. In: **Innovations in Food Packaging**. Han JH (Ed.) Elsevier Ltd. London, UK, p.63-69. 2005.

ROUSSEL. Les emballages absorbeurs d'oxygène. In: **Les emballages actifs**. Gontard N. (Ed.) Paris, p.31-37. 1999.

SÄNGERLAUB, S.; GIBIS D.; KIRCHHOFF E.; TITTJUNG M.; SCHMID M.; MÜLLER K. Compensation of Pinhole Defects in Food Packages by Application of Iron-based Oxygen Scavenging Multilayer Films. **Packaging Technology and Science**, v.26, p.17-30. 2012.

SANTOS A.O.; ZWIRTES D.S.; ZAMPARONI T. **Complexo Agroindustrial da Carne Bovina**. Projeto de pesquisa apresentado ao Departamento de Engenharia de Produção Agroindustrial da Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. 2007.

SEBRANEK, J. G.; T. A. HOUSER. Modified atmosphere packaging. In: **Advanced Technologies for Meat Processing**. L. M. L. Nollet and F. Toldrá (Eds.), p.419-447. CRC Press/Taylor & Francis. Boca Raton, FL. 2006.

SGARBIERI, V.C. **Proteínas em alimentos protéicos: propriedades, degradações, modificações**. Livraria Varela Ltda, 517p. São Paulo. 1996.

SINGH, J.; SINGH, H. **Kaizen Philosophy: A Review of Literature**, pp.1-63. 2006.

SIVARAMAKRISHNA V.; RASPANTE F.; PALANIAPPAN S.; PASCALL M-A.; **Development of a timesaving leak detection method for brick-type packages**. Journal of Food Engineering, v.82, p.324-332. 2007.

SIVERTSVIK M.; ROSNES J.T.; BERGSLIEN H. Modified atmosphere Packaging. In: **Minimal Processing Technologies in the Food Industries**. Ohlsson T., Bengtsson N. (Eds.), Woodhead Publishing, 2012.

SMIDDY, M.; FITZGERALD, M.; KERRY, J. P.; PAPKOVSKY, D. B.; O'SULLIVAN, C. K.; GUILBAULT, G. G. Use of oxygen sensors to non-destructively measure the oxygen content in modified atmosphere and vacuum packed beef: Impact of oxygen content on lipid oxidation. **Meat Science**, v.61, p285-290. 2002.

SMOKING MEATING FORUNS. Disponível em: <<http://www.smokingmeatforums.com/t/138397/beef-jerky-ten-pounds-two-types-with-pics>>. Acesso em: jul. 2017.

STETZER, A.; E. TUCKER; F. MCKEITH; S. BREWER. Quality changes in various beef muscles enhanced prior to aging. I. *Gluteus medius*, *Infraspinatus*, *Psoas major*, *Rectus femoris* and *Teres major*. **Journal of Food Science**, v.72(4), p.242-246. 2007.

SWEET AVA KATE. Disponível em: <<http://sweetavakate.blogspot.com.br/2011/05/beef-jerky-marinade.html>>. Acesso em: jul. 2017.

UTTARO, B. Effects of Some Common Processing Steps on Physicochemical Changes of Raw Red Meats. In: **Physicochemical Aspects of Food Engineering and Processing**. S. Devahastin (Ed.), p.207-326. CRC Press, Boca Raton, FL. 2010.

VAN WILLIGE, R W G. **Effects of flavour absorption of foods and their packaging materials**, PhD thesis, Wageningen University, The Netherlands, 140p. 2002.

VERMEIREN, L.; HEIRLINGS, L.; DEVLIEGHERE, F.; DEBEVERE, J. Oxygen, ethylene and other scavengers. In: **Novel Food Packaging Techniques**. R. Ahvenainen (Ed.). CRC Press, Boca Raton, FL. 2003.

WALSH, H. M.; KERRY, J. P. Meat packaging. In: **Meat Processing. Improving Quality**. J. Kerry, J. Kerry, and D. Ledward (Eds.). p.417-451. Boca Raton, FL/Cambridge, England: CRC Press/Woodhead Publishing Limited. 2002.

WICKLUND, S.; HOMCO-RYAN C.; RYAN K.; MCKEITH F.; MCFARLANE B.; BREWER S. Aging and enhancement effects on quality characteristics of beef strip steaks. **Journal of Food Science**, v.70, p.242-248. 2005.

YAM, K. L.; Gas Barrier Properties: Effects of Small Leaks. In: **The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology 3<sup>rd</sup> edition**. K. L. Yam (Ed.). John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ. 2009.

YANCEY, E.; GROBBEL J. P.; DIKEMAN M.; SMITH J.; HACHMEISTER K.; CHAMBERS E.; GADGIL P.; MILLIKEN G.; DRESSLER E. Effects of total iron, myoglobin, hemoglobin, and lipid oxidation of uncooked muscles on livery flavor development and volatiles of cooked beef steaks. **Meat Science**, v.73, p.680-686. 2006.

YOXALL A.; LUXMOORE J.; ROWSON J.; LANGLEY J.; JANSON R. **Size does matter: further studies in hand-pack interaction using computer simulation**. Packaging Technology and Science. v.21, p.61-72. 2007.