

RESSALVA

Atendendo solicitação do(a) autor(a), o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 06/12/2019.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de São José do Rio Preto

Renata Milani Moreira Hoffmann

Performance e integridade de selagem de *pouches* autoclaváveis

São José do Rio Preto
2017

Renata Milani Moreira Hoffmann

Performance e integridade de selagem de *pouches* autoclaváveis

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto.

Orientador: Prof. Dr. João Claudio Thomeo
Co-orientadora: Prof^a Dr^a Adriana Barbosa Santos

São José do Rio Preto
2017

Hoffmann, Renata Milani Moreira.

Performance e integridade de selagem de *pouches* autoclaváveis
/ Renata Milani Moreira Hoffmann. -- São José do Rio Preto, 2017
94 f. : il.

Orientador: João Claudio Thomeo

Coorientador: Adriana Barbosa Santos

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas

1. Tecnologia de alimentos. 2. Alimentos – Embalagens. 3. Embalagens - Indústria. 4. Selagem. I. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. II. Título.

CDU – 664.09

Renata Milani Moreira Hoffmann

Performance e integridade de selagem de *pouches* autoclaváveis

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, junto ao Programa Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de São José do Rio Preto

Orientador: Prof. Dr. João Claudio Thomeo

Co-orientadora: Prof^a Dr^a Adriana Barbosa Santos

Comissão Examinadora

Prof. Dr. João Claudio Thomeo
UNESP – São José do Rio Preto
Orientador

Prof^a. Dr^a. Andrea Carla da Silva Barreto
UNESP – São José do Rio Preto

Prof. Dr. Marco Antonio Trindade
FZEA- USP – Pirassununga - SP

São José do Rio Preto
06 de dezembro de 2017

RESUMO

Pouches autoclaváveis são bolsas flexíveis laminadas que podem suportar altas temperaturas, reconhecidas pela facilidade de transporte e armazenamento, economia de energia durante o processamento térmico e melhoria nas características sensoriais do produto nelas acondicionadas, além da redução na perda de nutrientes. O objetivo desta dissertação foi caracterizar a problemática da selagem de *pouches* autoclaváveis em uma unidade industrial. Para tanto, foi realizado um estudo preliminar, a partir de dados históricos da empresa, que abrangeu as etapas de envase e selagem de *pouches*. Como parte da etapa de envase, foram analisados os dados históricos de perdas de embalagem por defeitos de selagem críticos e menores, perdas por tipo de carne e formato e, ainda, o peso. Os principais problemas encontrados neste estudo preliminar foram a contaminação na região do selo e problemas de selagem. Com base nas considerações finais deste estudo preliminar, foi proposto um experimento fatorial para o processo de selagem em uma unidade industrial para embalagens de 320 g, contendo carne em cubos acrescida de líquido. As variáveis estudadas neste processo foram o tempo e velocidade de selagem. Este experimento foi realizado em um equipamento de selagem vertical e as variáveis de resposta obtidas foram: tração máxima do selo, pressão interna no selo, presença de vazamento e teste de incubação. O tempo de selagem foi fixado em 0,93s, 0,95s e 0,98s e a velocidade de selagem em 35 e 40 *pouches*/minuto. Os resultados encontrados indicaram que as condições experimentais de selagem - velocidade de selagem de 35 *pouches*/minuto e tempo de selagem de 0,98s e velocidade de selagem de 40 *pouches*/minuto e tempos de selagem de 0,96s e 0,98s - atenderam ao valor mínimo da especificação. Outros resultados alcançados: avaliação do impacto do processo térmico no selo e comparação entre diferentes métodos de avaliação do selo.

Palavras-chave: *Pouch* autoclavável. Selagem. Integridade do selo.

ABSTRACT

Retortable pouches are laminated flexible pouches that can suffer high temperatures, recognized for ease of transportation and storage, energy savings during thermal processing and improvement in the sensory characteristics of the product in them packaged in addition to the reduction in nutrient loss. The objective of this dissertation was to characterize the problem of sealing retortable pouches in an industrial unit. Therefore, a preliminary study was carried out, based on historical data of the company, which covered the stages of packaging and sealing pouches. As part of the packaging stage, the historical data of packaging losses by critical and minor sealing defects, losses by type of meat and shape and also weight were analyzed. The main problems encountered in this preliminary study were contamination in the seal region and sealing problems. Based on the final considerations of this preliminary study, a factorial experiment was proposed for the sealing process in an industrial unit for 320 g containers, containing cubed meat plus liquid. The variables studied in this process were the time and speed of sealing. This experiment was performed in a vertical sealing equipment and the response variables obtained were: maximum seal traction, internal seal pressure, presence of leakage and incubation test. The sealing time was set at 0.93s, 0.95s and 0.98s and the sealing rate at 35 and 40 pouches / minute. The results indicated that the experimental conditions of sealing - sealing speed of 35 pouches / minute and sealing time of 0.98s and sealing speed of 40 pouches / minute and sealing times of 0.96s and 0.98s - met to the minimum value of the specification. Other results achieved: evaluation of the thermal process impact on the seal and comparison between different seal evaluation methods.)

Keywords: Retortable Pouch. Sealing. Sealing integrity.

Este trabalho é dedicado aos meus colegas de trabalho e minha família e meus queridos pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me deu forças para não desistir diante das inúmeras dificuldades.

Aos meus orientadores, pela efficientíssima orientação deste estudo, paciência e aprendizado.

À empresa JBS, através dos colegas de trabalho que permitiram e colaboraram para a execução deste trabalho.

À minha família, pela compreensão nos momentos de ausência e, aos meus pais, pelo apoio.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1.	Etapas da inspeção visual do selo	25
Figura 4.1.	Mercado de <i>pouches</i> da unidade industrial em 2015	29
Figura 4.2.	Fluxograma das principais etapas do processo de produção	31
Figura 4.3.	Equipamento empregado nos testes de tração do selo	40
Figura 4.4	Equipamento para análise de rompimento interno	41
Figura 4.5.	Equipamento empregado no teste de vazamento	42
Figura 5.1.	Porcentagem de perdas de <i>pouch</i> para origem da proteína	44
Figura 5.2.	Porcentagem de perdas de <i>pouch</i> por tipo de corte	46
Figura 5.3.	Distribuição dos pesos dos <i>pouches</i> de carne bovina e frango	47
Figura 5.4.	Porcentagem de defeitos críticos no selo por motivo	48
Figura 5.5.	Boxplot da tração do selo antes do processo térmico	55
Figura 5.6.	Boxplot da tração do selo depois do processo térmico	56
Figura 5.7.	Interação entre os fatores tempo e velocidade	61
Figura 5.8.	Correlação entre Y_{1a} e Y_{1d}	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1.	Normas utilizadas para avaliação do selo de <i>pouches</i>	18
Tabela 4.1.	Níveis dos fatores velocidade e tempo de selagem	38
Tabela 4.2.	Caracterização das variáveis resposta do planejamento de experimentos	38
Tabela 4.3.	Número de unidades experimentais envolvidas no delineamento experimental	39
Tabela 5.1.	Estatísticas descritivas da porcentagem de perda de <i>pouch</i> por origem da proteína animal	44
Tabela 5.2.	Estatísticas descritivas da porcentagem de perda de <i>pouch</i> por tipo de corte	45
Tabela 5.3.	Estatísticas descritivas dos pesos de <i>pouch</i> de carne bovina e frango.	47
Tabela 5.4.	Resultado do Rompimento interno para diferentes pressões	51
Tabela 5.5.	Resultados do Rompimento interno antes e depois do processo térmico	53
Tabela 5.6.	Resultados de tração do selo antes do processo térmico	56
Tabela 5.7.	ANOVA para tração do selo antes do processo térmico	57
Tabela 5.8.	Resultados de tração do selo depois do processo térmico	59
Tabela 5.9.	ANOVA para tração do selo depois do processo térmico	60
Tabela 5.10.	Diferença de tração do selo antes e depois do processo termico	63
Tabela 5.11.	Resumo dos resultados Y_1 e Y_2	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ASTM - American Society for Testing and Materials

CFIA - Canadian Food Inspection Agency

FDA - Food and Drug Administration

NCFST - National Center for Food Safety and Technology

NFPA - National Food Processers Association

OPA - Poliamida Orientada

PE - Polietileno

PET – Poli-tereftalato de etileno

PP – Polipropileno

SPMC – Sterilization Packaging Manufacturers Council

USDA - United States Department of Agriculture

S - segundo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo geral.....	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
3.1 Principais características dos <i>pouches</i> autoclaváveis.....	16
3.2 Garantia da qualidade no processo de selagem.....	24
3.2.1 Métodos de Inspeção do selo.....	24
4 ABORDAGEM METODOLÓGICA DA PESQUISA.....	29
4.1 Descrição dos principais processos da unidade industrial.....	30
4.2 Estudo preliminar.....	35
4.3 Delineamento experimental.....	36
4.4 Método experimental.....	40
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
5.1 Resultados do estudo preliminar.....	43
5.1.1 Perdas de <i>pouches</i> por origem da proteína animal.....	43
5.1.2 Perdas de <i>pouches</i> por tipo de corte.....	44
5.1.3 Análise de peso.....	46
5.1.4 Motivos de perdas de <i>pouches</i>	48
5.2. Resultados iniciais do experimento fatorial.....	49
5.2.1 Etapas da preparação do alimento e selagem.....	50
5.2.2 Ensaio preliminar para definição dos parâmetros do teste de Rompimento interno do selo.....	51
5.2.3 Rompimento interno.....	52
5.2.4 Tração do selo antes e depois do processo térmico.....	53
5.2.4.1 Tração do selo antes do processo térmico.....	54
5.2.4.2 Tração do selo depois do processo térmico.....	57
5.2.4.3 Impacto do processo térmico sobre a tração do selo.....	61

5.2.5 Teste de vazamento	64
5.2.6 Teste de incubação.....	64
5.2.7 Comparação entre metodologias de análise do selo.....	65
6 CONCLUSÃO.....	67
7 TRABALHOS FUTUROS.....	69
8 REFERÊNCIAS.....	70
ANEXOS.....	76

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo produtor mundial de carne bovina, sendo responsável por 17% da produção total. Conforme a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil, as exportações nacionais de carne bovina cresceram 680,3% em 16 anos, passando de US\$ 779 milhões em 2000 para US\$ 5,3 bilhões em 2016. O Brasil também é líder mundial em vendas externas do produto, com 21% do total comercializado no exterior (ABIEC, 2017).

O Brasil exportou em 2016 1.076.041 ton e 105.561 ton de carne *in natura* e processada, respectivamente. Neste ano, a exportação de carne processada movimentou US\$ 600.687 mil, uma redução de 1% em relação ao ano anterior, correspondendo em valor financeiro a 11% de todos os produtos exportados, ficando em segundo lugar. Os principais mercados da carne processada brasileira foram EUA (30%), Reino Unido (25,7%), Bélgica (5,9%) e Holanda (4,4%) (ABIEC, 2017).

A carne brasileira processada é exportada em diferentes formas, que dependem do processamento térmico utilizado e conseqüentemente do tipo de embalagem. Quando exportada na forma congelada, a carne passou pelo processamento térmico de pasteurização e foi embalada em embalagens plásticas seladas com ou sem vácuo. Dentre as embalagens normalmente empregadas para a carne termoprocessada esterilizada estão as embalagens rígidas conhecidas como latas e as plásticas flexíveis, denominadas *pouches*, ambas autoclaváveis.

As principais vantagens dos *pouches* autoclaváveis são: facilidade de transporte e armazenamento, economia de energia durante o processo térmico e melhoria nas características sensoriais do produto nele acondicionado, além da redução na perda de nutrientes. Apresentam certa fragilidade e merecem atenção especial durante os processos térmico e de selagem. Durante o processo térmico, ocorre um enfraquecimento do selo, devido ao aumento da pressão interna dentro da embalagem. Defeitos do selo, tais como a perda de hermeticidade da embalagem e vazamentos, podem ser identificados durante o processo de selagem. Neste sentido, a atuação da garantia da qualidade é fundamental para prevenir os danos à saúde, ao invés de focar apenas em testes no produto final, de modo que a atenção ao perigo biológico da etapa de selagem é um aspecto crucial. Identificar causas de defeitos e definir mecanismos de controle para reduzi-los a níveis aceitáveis é uma exigência fundamental para a produção de alimentos seguros. De fato, a etapa de

6 CONCLUSÃO

Neste trabalho de avaliação das perdas de embalagens *pouch* devido as não conformidades do selo, foi possível identificar as principais causas de defeitos, dentre eles os de selagem da embalagem. Assim, os ensaios realizados em uma unidade industrial para selagem de *pouches* foram capazes de indicar as condições operacionais mais favoráveis.

As principais conclusões que se pode extrair deste trabalho são:

- As variáveis de etapas anteriores ao processo de selagem, tais como tipo de corte e origem da proteína, provenientes da etapa de envase, não influenciaram nas perdas de *pouches* por defeitos no selo. Também a etapa de pesagem não influenciou na etapa posterior de selagem;
- Contribuição metodológica para trabalhos em outros segmentos de *pouches* através da realização destes estudos das etapas anteriores, antes de focar na etapa alvo de não conformidades, trata-se de um requisito necessário para a realização de um experimento fatorial;
- A velocidade de selagem de 35 *pouches* /minuto, tempo de selagem de 0,98 segundos e velocidade de selagem de 40 *pouches* /minuto e tempos de selagem de 0,96 e 0,98 segundos atendem ao valor mínimo da especificação em ambas as metodologias utilizadas para análise de integridade do selo. Além disso, os efeitos principais (velocidade e tempo de selagem) e o efeito da interação entre os fatores não foram estatisticamente significativos;
- Relação entre o binômio tempo e velocidade de selagem;
- Relação de redução na tração do selo após processo térmico;
- Comparação entre os métodos de análise de integridade do selo, nos quais os métodos de tração e de rompimento interno se mostraram conclusivos, pois apresentaram porcentagem de conformidade muito semelhante;

As principais soluções técnicas sugeridas para promover maior robustez ao processo de selagem de *pouches* autoclaváveis foram:

- Estabelecimento de evidências documentadas que assegurem que o processo de selagem irá consistentemente produzir *pouches* de acordo com as características de qualidade do selo pré-determinadas. Sendo assim, a contribuição técnica deste trabalho forneceu dados para validação do processo de selagem.
- Comparativo entre 4 diferentes métodos de análise de integridade de selo tanto antes quanto depois do processo térmico, contribuindo para a geração de histórico, pois esta análise comparativa entre métodos não é realizada pela unidade industrial. Apartir desta análise comparativa, a unidade industrial já incluiu no programa APPCC, o monitoramento do ponto critico de controle da etapa de selagem a tração do selo.
- Informações necessárias para a realização de uma análise crítica da metodologia de monitoramento de integridade do selo utilizada atualmente pela unidade industrial.
- Confirmação de que os pontos de controle do processo de selagem apresentados nesta dissertação, tais como velocidade e tempo de selagem, são adequados para a produção de um selo com tração conforme. Sendo assim, este trabalho valida estas condições de processo que são fundamentais para este ponto critico de controle, comprovando a segurança alimentar do produto aos clientes e órgãos governamentais;
- Foi possível aplicar a metodologia científica no ambiente industrial e além disso, a aproximação da indústria com a comunidade científica é muito enriquecedor para ambas as partes e para o crescimento do país.

As principais dificuldades operacionais que ocorreram durante a realização dos experimentos em ambiente industrial foram:

- Conciliação da programação de produção da unidade industrial com a realização dos experimentos, pois foi necessário a parada da linha de produção onde o experimento foi realizado, atrelada à disponibilidade

de equipamentos e mão de obra para análises destrutivas pois estes também eram utilizados durante a produção.

7 TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão de trabalhos futuros, sugerimos:

- Estudos relacionados a outro tipo de selagem térmica, a solda ultrassônica. Neste tipo de solda, vibrações mecânicas são utilizadas no material da embalagem, utilizando amplitude e pressões específicas. Estas vibrações mecânicas criam uma fricção intermolecular, aumentando a energia na área de selagem, na forma de calor. Esta energia aumenta a temperatura até atingir o ponto de fusão do material da embalagem. Com o final da vibração, o material se resfria rapidamente e solidifica, formando uma forte ligação. Além de provocar a fusão do material, a principal vantagem tecnológica da solda ultrassônica é que a vibração também possibilita a eliminação de materiais que causam contaminação da área de selagem por gotejamento do bocal de enchimento. Este novo tipo de solda já está sendo utilizada nas empresas brasileiras no segmento de *pouches*.
- Estudos com embalagens inteligentes, que possuem sistemas de detecção automática de vazamentos durante o *shelf life* do produto.
- Estudos relacionados à resistência mecânica de *pouches* para evitar perfurações ou rompimento das camadas internas durante as diversas etapas da cadeia produtiva até chegar ao consumidor final.

8 REFERÊNCIAS

- ABIEC. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE. Brasil será o maior produtor mundial de carne bovina em cinco anos, prevê Abiec. 12/08/2015. Disponível em: <<http://sna.agr.br/brasil-sera-o-maior-produtor-mundial-de-carne-bovina-em-5-anos-preve-abiec/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- ALONSO, A.A. Real Time Optimization for Quality Control of Batch Thermal Sterilization of Prepackaged Foods. **Food Control**, v. 32, p. 392-403. 2013.
- ALSALEH, N.A. Application of Quality Tools by The Saudi Food Industry. **The TQM Magazine**, v.19, n. 2, p. 150-161. 2007.
- ANDRADE, J et al. Percepção do consumidor frente aos riscos associados aos alimentos, sua segurança e rastreabilidade. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 184-191. 2013.
- ASEFA, D. A. HACCP plan for mycotoxigenic hazards associated with dry cured meat production process. **Food Control**, v. 22, p. 831-817. 2010.
- ASTM. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATHERIALS. Standard Test Methods for Tensile Properties of Hin Plastic Sheeting. [s.l.;s.n.], 1985.
- AUGUSTO, P.E.D., et al. Thermal Processes and Commercial Sterility (Retort). Reference Module in **Food Science**, p. 567–576. 2014
- AWUAH, G.B., et al. Thermal processing and quality: Principles and overview. **Chemical Engineering and Processing**, v 46, p.584–602. 2007.
- BARNES, M, et al. Polarised Light Stress Analysis and Laser Scatter Imaging for Non-contact Inspection of Heat Seals in Food Trays. **Journal of Food Engineering**, v.112, p. 183 - 190, 201 - 237. 2011.
- BINDU, C.N., et al. Packaging of retorted process seafood, meat and poultry. **Advances in meat, poultry and seafood packaging**, p. 333-362. 2012.
- BINDU, J., et al. Shelf life evaluation of a ready-to-eat black clam (*Villorita cyprinoides*) product in indigenous retort pouches. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p.995–1000. 2007.
- BOWN, G. Developments in Conventional Heat Treatment. In: ZEUTHEN, P.; BOGH-SORENSEN, L. **Food preservation techniques**. Chap. 9. 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Circular 175/2005/CGPE/DIPOA. Disponível em: www.agricultura.gov.br/file/Animal
- BRC. British Retail Consortium – Norma BRC versão 7.

BULL, M.K., et al. Packaging under pressure: Effects of high pressure, high temperature processing on the barrier properties of commonly available packaging materials. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 11, p. 533–537. 2010.

CANOVAS, G.V.B. et al. Advanced retorting, microwave assisted thermal sterilization (MATS) and pressure assisted thermal sterilization (PATS) to process meat products. **Meat Science**, v. 98, p. 420–434. 2014.

CATALA, R. et al. Effect of high pressure treatments on the properties of EVOH-based food packaging materials. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 6, p. 51–58. 2005.

CFIA. CANADIAN FOOD INSPECTION AGENCY. Flexible retort *pouch* defects, identification and classification manual. [s.l.;s.n.], 2002.

CODEX ALIMENTARIUS. Recommended International Code of Practice – General principles of food hygiene – CAC-RCP 1. 1969.

COLTRO, L. et al. Avaliação do Efeito do Transporte no Desempenho de Embalagem Tipo Stand-up Pouch para Produtos Líquidos. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 2, p. 69-75, 2002.

FELÍCIO, P. E. Fatores ante e post mortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: PEIXOTO, A. M., MOURA, J. C., FARIA, V. P. (Eds.) **Produção do novilho de corte**. Piracicaba: Fundação de estudos agrários “Luis de Queiroz”, p. 79-97, 1997.

FIQUEIREDO, V; NETO, P. Implantação do HACCP na indústria de alimentos. **Gestão & Produção**, v. 8, n.1, p.12. 2001.

FLEXIBLE PACKAGE INTEGRITY COMMITTEE. Flexible Package integrity. Guidelines for evaluation and disposition of damaged. **National Food Processors Association (NFPA) Bulletin**. Washington D,C, v. 41. 1989.

GHANI, A.G.A. et al. Thermal sterilization of canned food in a 3-D pouch using computational fluid dynamics. **Journal of Food Engineering**, v. 48, p. 147- 156. 2001.

GHANI, A.G.A et al. Theoretical and experimental investigation of the thermal destruction of Vitamin C in food pouches. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 34, p.129–143. 2002.

GHOSH, A. **Technology of Polymer Packaging**, Capítulo 3 – Converting of Polymer Packaging. 2015.

GRIGG, N.; MCALINDEN, C. A new role for iso 9000 in the food industry? Indicative data from the UK and mainland Europe. **British food journal**, v. 103, n. 9, p. 644-656. 2001.

GRIGG, N.; WALLS, L. Developing statistical thinking for performance improvement in the food industry. **International Journal of Quality & Reliability Management**, v. 24, n. 4, p. 347-369. 2007.

GRIJSPAARDT, V.C. HACCP in the EU. **Food Technology**, v. 49 (3), p. 36. 1995.

HAN, J.H. **Innovations in Food Packaging**. Capítulo 1: A Review of Food Packaging Technologies and Innovations. 2th ed. 2014.

HARPER, C. et al. Developments in food packaging integrity testing. **Trends in Food Science & technology**, v. 6, p. 336-340. 1995.

HASSAN, H.F & RAMASWAMY. Measuring and targeting of thermophysical properties of carrot and meat based alginate particulates for thermal processing. **Journal of Food engineering**, v. 103, p 433-443. 2011.

HOLDSWORTH, S.D. Optimizing the safety and quality of thermally processed packaged foods. **Improving the thermal processing of foods**, capítulo 1, p 13-35. 2004.

ILSI (International Life Science Institute). **A simple guide to understanding and applying the hazard analysis critical control point concept**. 2th ed. 1997.

ITAL. **Alimentos enlatados, princípios de controle de processo térmico, acidificação e avaliação do fechamento de recipientes**. 4. ed. Campinas: Governo do estado de São Paulo, 1990.

JIS Z-238 – Japanese Industrial Standard. Testing methods for heat sealed flexible packages, 1998.

JOUBE, J.L. Principles of food safety legislation. **Food Control**, v. 9, n. 2-3.1998.

JUN, S., et al. Migration of electrode components during ohmic heating of foods in retort pouches. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. V. 8, p. 237–243. 2007.

KELSEY, R. J. Packaging in Today's Society. 3th ed. Lancaster, PA: Technomic Publishing Co., 1998.

KUMAR, R. et al. Development and evaluation of retort pouch processed ready-to-eat coconut kheer. **Indian Coconut Journal**. v. 37, n. 10, p. 2-6, 2007.

LAGARON, J.M., et al. Improving the performance of retortable plastics. **In-Pack processed foods**, p. 33-54. 2008.

LAMPI, A. M. et al. Changes in lipids and volatile compounds of oat flours and extrudates during processing and storage. **Journal of Cereal Science**. n. 62, p.102-109, 1980.

LAURINDO, J.B. et al. Processing of chopped mussel meat in retort pouch. **Food Science and technology**, v. 35(4), p 612-619. 2015.

LEADLEY, C. et al. A comparative study of high pressure sterilisation and conventional thermal sterilisation: Quality effects in green beans. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 9, p. 70–79. 2008.

Manual do fabricante da máquina vertical de empacotamento a vácuo. Serial nº 1221200 modelo Fvv- 12- 150 ny. Fabricante: Furukawa MFG.CO.LTD. janeiro/2005

MERMELSTEIN, N. H. Retort pouch earns. IFT food technology industrial achievement award. **Food Technology**, v. 32, n. 6, 1978.

MIGUEL, P.A. Recomendações na adoção de estudo de caso como abordagem metodológica. **Anais do XII SIMPEP** – Bauru, Brasil – 7 a 9 de novembro de 2005.

MIGUEL, P. A. C.; ANDRIETTA, J. M. Benchmarking Six Sigma application in Brazil: best practices in the use of the methodology. **Benchmarking: an International Journal**, v. 16, n. 1, p. 124-134. 2009.

MINITAB. **Minitab statistical software TM**. Release 16. [S.l]: MINITAB, 2012.

MIYAGUSKU, L. et al. HACCP introdução a análise de perigos na indústria da carne. ITAL, Campinas. 2011.

MOHAN, C.O., et al. Effect of filling medium on cooking time and quality of canned yellowfin tuna (*Thunnus albacares*). **Food Control**, v. 50, p 320-327. 2014.

MONTGOMERY, D. A modern framework for achieving enterprise excellence. **International Journal of Lean Six Sigma**, v. 1, n. 1, p. 56-65. 2010.

MOKWENA, K.K., et al. Water absorption and oxygen barrier characteristics of ethylene vinyl alcohols films. **Journal of food engineering**, v. 105, p 436-443. 2011.

ORRIS, G. D., & WHITEHEAD, A. J. Hazard analysis and critical control point (HACCP) as a part of an overall quality assurance system in international food trade. **Food Control**, v.11 (5), p. 345-351. 2000.

PARDI, M.C. **Ciência, Higiene e Tecnologia da carne**. v .2, p. 916. 2001.

PINTO, S.H. B et al. Main quality programs characteristics in large size Brazilian companies. **International journal of quality & reliability management**, vl. 25 n. 3, p. 276-291. 2008.

SABAPATHY, S. N.; BAWA, A. S. Retort processing of RTE foods. **Food Nutrition World**, v. 1, n. 12, p. 28–29. 2003.

S.A.H. Lim, et al.(2014). "Statistical process control (spc) in the food industry – a systematic review and future research agenda". **Trends in Food Science & Technology**, v. 37, p. 137-151.

SANTOS, A; ANTONELLI, S. Aplicação da abordagem estatística no contexto da gestão da qualidade: um survey com indústrias de alimentos de São Paulo. **Gestão e Produção**, v .28, n.3, p. 509-524. 2011.

SARANTÓPOULOS, C. et al. **Embalagens plásticas flexíveis**: principais polímeros e avaliação de propriedades. Campinas, ITAL/CETEA, 2002. 267p.

SELKE, S. E. M.; CULTER, J. D.; HERNANDEZ, R. J. **Plastics packaging: properties, processing, applications and regulations**. 3th. ed. Cincinnati: Hansen, 2016.

SILVA, C.R; SANT´ANNA, A.P. Uma aplicação do planejamento de experimentos na indústria farmacêutica. **S&G revista eletrônica**, v.2, n.3,pp.274-284, 2007.

SIMPSON, R., et al. Automatic control of bath thermal processing of canning foods. **Robotics and automation in food industry**, p. 420-440. 2013.

SIMPSON, R., et al. Minimizing energy consumption associated with retorted. **Handbook of water and energy management in food processing**, p. 523-543. 2008.

SIMPSON, R., et al. Advances with intelligent on-line retort control and automation in thermal processing of canned foods. **Food Control**, v 18, p. 821–833. 2007.

SIMPSON, R., et al. Energy consumption in batch thermal processing: model development and validation. **Journal of Food Engineering**, v. 73, p. 217–224. 2006.

SIVARAMAKRISHNA, V., et al. Development of a timesaving leak detection method for brick-type packages. **Journal of Food Engineering**, v. 82, p 324–332. 2007.

SPMC, Conselho dos Fabricantes de Embalagens, Standard & Test Methods, 2012.

THWINGALBERT. Tensile test. Disponível em: <<http://www.thwingalbert.com/>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

TOLINSKI, M. Additives for Polyolefins: getting the most out of polypropylene, polyethylene and TPO. 2th. ed. United States: William Andrew Elsevier, 2015

TUNG, A. T; BRITT, I. J. Food material science and food process engineering: keys to product quality and safety. **Food Research International**, v. 28, n. 1, p. 101-108, 1995.

ULTRASONIC SEALING SYSTEMS FOR PACKAGING. Disponível em: <https://www.herrmannultrasonics.com/en-us/ultrasonic-sealing/>

UNITED STATES FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (USFDA). Bacteriological Analytical manual, 8 th ed. 1998.

USDA, 9 CFR 318 (309), Finished product inspection, 1984. Disponível em: www.law.cornell.edu