

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 06/03/2022.

Marcio Augusto Ribeiro Sanches

**Uso do ultrassom em salga de carne bovina: Efeito do cruzamento entre
raças e da concentração de sal**

São José do Rio Preto

2020

Marcio Augusto Ribeiro Sanches

Uso do ultrassom em salga de carne bovina: Efeito do cruzamento entre raças e da concentração de sal

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

Financiadora: CAPES

Orientador: Prof. Dr. Javier Telis Romero

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Andrea Carla da Silva Barretto

São José do Rio Preto

2020

S211u

Sanches, Marcio Augusto Ribeiro

Uso do ultrassom em salga de carne bovina: Efeito do cruzamento entre raças e da concentração de sal / Marcio Augusto Ribeiro Sanches. -- São José do Rio Preto, 2020
74 f. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientador: Javier Telis Romero

Coorientadora: Andrea Carla da Silva Barretto

1. Carne bovina. 2. Ultrassom. 3. Massa Transferência. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas,
São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Marcio Augusto Ribeiro Sanches

Uso do ultrassom em salga de carne bovina: efeito do cruzamento entre raças e da concentração de sal

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

Financiadora: CAPES

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Javier Telis Romero
Unesp/Ibilce – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientador

Dr. Marco Antonio Trindade
USP/FZEA – Câmpus Pirassununga

Dr. Roger Darros Barbosa
Unesp/Ibilce – Câmpus de São José do Rio Preto

São José do Rio Preto

06 de março de 2020

*Aos meus pais, Adilson e Luciane, aos meus
irmãos Gustavo e Marcela e toda a minha família*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre me guardando e iluminando os meus caminhos e sempre me dando forças pra continuar.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Dr. Javier Telis Romero e Prof.^a Dr.^a. Andrea Carla da Silva Barretto, pela orientação, confiança, apoio, amizade e por todos os ensinamentos transmitidos, que levarei comigo durante toda a minha caminhada profissional.

Agradeço a Profa. Dra. Patrícia Maria Onofre Colombo Silva pela colaboração realizada durante o estudo.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001*, à qual agradeço.

À empresa Beef Passion, em especial ao Antonio Ricardo Sechis, pela confiança, parceria e apoio ao trabalho.

À toda minha família, especialmente aos meus pais, Marcio e Luciane, pelo exemplo de família, de caráter, simplicidade, amor e por toda força e apoio para que eu conseguisse o que eles nunca tiveram oportunidade de ter. Aos meus irmãos, Marcela e Gustavo, que sempre estiveram presentes, independentemente da situação.

Agradeço imensamente aos meus amigos do mestrado, em especial ao Rodrigo, ao Adilson, a Caroline e a Kamilla pela grande amizade, companhia de todos os dias, companheirismo e conhecimentos compartilhados durante essa fase do mestrado. Agradeço a Deus por ter colocado vocês em meu caminho.

Aos amigos do laboratório de Carnes e do laboratório de Medidas Físicas, que quando eu precisei, sempre que possível me ajudaram, especialmente a Elisa, o Tiago Barretto, a Camila, o João, o Gilmar, a Maria Júlia, a Bianca, o Tiago Polachini, a Lilian e a Bruna.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos (DETA-UNESP) por toda dedicação, conhecimentos transmitidos, empenho e por contribuírem para a nossa formação como profissionais, e principalmente, como pessoas.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), ao Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos (DETA) e a todos que de alguma forma contribuíram com esse trabalho.

RESUMO

Os efeitos do cruzamento entre raças bovinas e da aplicação do ultrassom sobre a cinética de transferência de massa durante a salga úmida de carne bovina foram avaliados. Os cortes de coxão duro (*bíceps femoris*) resultantes de três cruzamentos - C1 ($\frac{1}{2}$ Angus e $\frac{1}{2}$ Nelore); C2 ($\frac{3}{4}$ Angus e $\frac{1}{4}$ Nelore) e C3 ($\frac{1}{2}$ Wagyu, $\frac{1}{4}$ Nelore e $\frac{1}{4}$ Angus) foram caracterizados quanto a composição química, pH, atividade de água e oxidação lipídica. Os cortes foram submetidos a salga úmida em salmoura (concentração de 5% de NaCl – Temperatura de 5°C): estática – SE e com aplicação de ultrassom – US. Em outros experimentos, os cortes de apenas um dos cruzamentos (C1) foram submetidos a salga úmida em salmoura estática – SE e com aplicação de ultrassom – US, nas concentrações de 10, 20 e 30% de NaCl – temperatura de 5°C, sendo posteriormente investigados quanto as propriedades tecnológicas (pH, cor, oxidação lipídica, atividade de água, temperatura e entalpia de desnaturação das proteínas). Em ambos os estudos, os cortes foram retirados durante 30, 60 e 120 minutos de salga úmida e analisados quanto aos teores de umidade e NaCl. Estes resultados foram utilizados para determinar os coeficientes de difusão para água e para o NaCl. Os resultados do primeiro estudo mostraram que a aplicação de ultrassom e o cruzamento entre raças afetaram o conteúdo de água e o coeficiente de difusão efetivo para a água, mostrando maiores valores nos cortes com maior conteúdo de proteínas. O cruzamento entre as raças e a aplicação de ultrassom também influenciaram o conteúdo de NaCl, entretanto somente a aplicação de ultrassom proporcionou aumento no coeficiente de difusão efetivo do NaCl durante a salga úmida. No segundo estudo, os resultados mostraram que a aplicação de ultrassom e o aumento da concentração de sal aumentaram o ganho de sal, a perda de água e o coeficiente de difusão de sal e de água nas amostras durante a salga úmida. O uso do ultrassom não influenciou as propriedades tecnológicas como pH, cor e oxidação lipídica, porém reduziu a atividade de água e a temperatura e entalpia de desnaturação das proteínas. O aumento da concentração de sal aumentou a oxidação lipídica, diminuiu os parâmetros de cor e a temperatura e entalpia de desnaturação das proteínas durante a salga úmida. Portanto, o ultrassom se mostrou uma tecnologia potencial para a aplicação no processo de salga úmida de carne bovina.

Palavras-chave: Salga úmida. Coeficiente de difusão. Oxidação lipídica. Atividade de água. Desnaturação de proteínas. NaCl.

ABSTRACT

The effects of crossbreeding and the application of ultrasound on mass transfer kinetics during wet salting of beef were evaluated. The cuts of muscle (*Biceps femoris*) resulting from three crossbreeds - C1 ($\frac{1}{2}$ Angus and $\frac{1}{2}$ Nellore); C2 ($\frac{3}{4}$ Angus and $\frac{1}{4}$ Nelore) and C3 ($\frac{1}{2}$ Wagyu, $\frac{1}{4}$ Nelore and $\frac{1}{4}$ Angus) were characterized by their chemical composition, pH, water activity and lipid oxidation. The cuts were submitted to wet brining in brine (5% NaCl concentration - 5 °C temperature): static brine - SE and with ultrasound - US. In another study, the cuts of only one of the crossbreeds (C1) were subjected to wet salting in static brine - SE and with the application of ultrasound - US, in concentrations of 10, 20 and 30% NaCl - temperature of 5 °C, which samples were investigated regarding technological properties (pH, color, lipid oxidation, water activity, temperature and enthalpy of protein denaturation). In both studies, cuts were removed after 30, 60 and 120 minutes of wet salting and analyzed for water and NaCl contents. These results were used to determine the diffusion coefficients for water and NaCl. The results of the first study showed that the application of ultrasound and the crossbreeding affected the water content and the effective water diffusion coefficient, showing higher values in the cuts with higher protein content. The crossbreeding and the application of ultrasound also influenced the NaCl content, however only the application of ultrasound provided an increase in the effective diffusion coefficient of NaCl during wet salting. In the second study, the results showed that the application of ultrasound and the increase the concentration of salt increased the salt gain, the loss of water and the coefficient of diffusion of salt and water in the samples during wet salting. The use of ultrasound did not influence technological properties such as pH, color and lipid oxidation, but it did reduce water activity, temperature and enthalpy of protein denaturation. The increase in salt concentration increased lipid oxidation, decreased color parameters and the temperature and enthalpy of protein denaturation during wet salting. Therefore, ultrasound proved to be a potential technology for application in the wet salting process of beef.

Key words: Wet salting. Diffusion coefficient. Lipid oxidation. Water activity. Protein denaturation. NaCl.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Touros das raças: A) Nelore; B) Angus; C) Wagyu.	15
Figura 2. Representação esquemática da organização estrutural do músculo.....	17
Figura 3. Transferência de massa na desidratação osmótica.....	19
Figura 4. O espectro do som.....	20
Figura 5. Frequência de uma onda.	21
Figura 6. Atenuação da intensidade do ultrassom.	22
Figura 7. Esquema de um banho ultrassônico.....	24
Figura 8. Sistema de sonda para aplicação de ultrassom de potência.	25
Figura 9. Fenômeno da cavitação acústica.....	26
Figura 10. Amostras do coxão duro dos três cruzamentos.....	29
Figura 11. Salmouras: A) Estática; B) Com aplicação de ultrassom.	30
Figura 12. Cinética de difusão de água (A) e NaCl (B) em amostras tratadas em salmoura estática (SE) e salmoura com aplicação de ultrassom (US).	43
Figura 13. Resíduo entre os valores previstos e experimentais do conteúdo de água (a) e conteúdo de NaCl (b) em amostras tratadas em salmoura estática (SE) e salmoura por ultrassom (US).....	44
Figura 14. Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl em salmoura sobre o teor de água (%) em carne bovina.	49
Figura 15. Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl em salmoura sobre o teor de NaCl (%) durante a salga úmida dos cortes de carne bovina.	50
Figura 16. Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl na salmoura sobre a atividade de água durante a salga úmida dos cortes de carne bovina.....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal, pH, atividade de água e índice de TBARS.	37
Tabela 2. Efeito do cruzamento entre raças e da aplicação de ultrassom no teor de água (%) durante salga úmida dos cortes de carne bovina.....	38
Tabela 3. Efeito do cruzamento entre raças e da aplicação de ultrassom no teor de NaCl (%) durante a salga úmida dos cortes de carne bovina.....	41
Tabela 4. Efeito do cruzamento entre raças e da aplicação de ultrassom sobre o coeficiente de difusão efetivo de água e NaCl durante a salga úmida dos cortes de carne bovina.	46
Tabela 5. Propriedades físico-químicas das salmouras a 5°C.	47
Tabela 6. Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl na salmoura sobre a estabilidade da cor durante a salga úmida dos cortes de carne bovina.....	52
Tabela 7. Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl na salmoura sobre o índice de TBARS durante a salga úmida dos cortes de carne bovina.	56
Tabela 8. Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl em salmoura sobre a temperatura de desnaturação das proteínas durante a salga úmida dos cortes de carne bovina.	58
Tabela 9. Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl em salmoura sobre a entalpia de desnaturação das proteínas durante a salga úmida dos cortes de carne bovina.	59
Tabela 10. Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl em salmoura sobre o coeficiente de difusão efetivo de água e de NaCl durante a salga úmida dos cortes de carne bovina.	61

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	13
2.1. Objetivo Geral	13
2.2. Objetivos específicos	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1. Carne bovina: Produção e consumo.....	14
3.2. Bovinocultura no Brasil	14
3.3. Estrutura e composição do tecido muscular	16
3.4. O papel do sal	17
3.5. Tratamento osmótico e o processo de salga de carnes.....	18
3.6. Ultrassom	19
3.6.1. Classificação das ondas sonoras	20
3.6.2. Parâmetros ultrassônicos	20
3.6.2.1. Frequência.....	20
3.6.2.2. Comprimento de onda.....	21
3.6.2.3. Velocidade	21
3.6.2.4. Intensidade	21
3.6.2.5. Atenuação	22
3.6.3. Equipamentos de ultrassom	23
3.6.3.1. Banhos Ultrassônicos.....	23
3.6.3.2. Sistema de sondas	24
3.7. Mecanismos e Efeitos do Ultrassom.....	25
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	27
4.1. Parte I: Efeito do cruzamento entre raças bovinas e da aplicação de ultrassom sobre a cinética de transferência de massa durante o processo de salga úmida	27
4.1.1. Matéria prima.....	27
4.1.2. Composição Química.....	28
4.1.2.1. Umidade	28
4.1.2.2. Cinzas.....	28
4.1.2.3. Proteínas.....	28
4.1.2.4. Lipídeos	28

4.1.3.	pH	28
4.1.4.	Atividade de água	29
4.1.5.	Oxidação Lipídica (TBARS)	29
4.1.6.	Preparo das amostras e da salmoura	29
4.1.7.	Tratamento por salga úmida	30
4.1.8.	Determinações analíticas durante o processo de salga úmida	31
4.1.8.1.	Conteúdo de água.....	31
4.1.8.2.	Conteúdo de NaCl.....	31
4.1.9.	Modelagem da transferência de massa	31
4.2.	Parte II: Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl em salmoura sobre a cinética de transferência de massa e propriedades tecnológicas durante o processo de salga úmida de carne bovina	32
4.2.1.	Matéria prima	32
4.2.2.	Preparo das amostras e da salmoura	32
4.2.3.	Propriedades das salmouras	33
4.2.4.	Tratamento por salga úmida	33
4.2.5.	Determinações analíticas durante o processo de salga úmida	33
4.2.5.1.	Conteúdo de água.....	33
4.2.5.2.	Conteúdo de NaCl.....	33
4.2.5.3.	Cor instrumental	34
4.2.5.4.	Atividade de água (aw)	34
4.2.5.5.	Potencial hidrogeniônico (pH).....	34
4.2.5.6.	Oxidação lipídica (TBARS).....	34
4.2.5.7.	Calorimetria diferencial de varredura (DSC).....	35
4.2.6.	Modelagem da transferência de massa	35
4.3.	Análise Estatística	35
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1.	Parte I: Efeito do cruzamento entre raças bovinas e da aplicação de ultrassom sobre a cinética de transferência de massa durante o processo de salga úmida	36
5.1.1.	Composição centesimal	36
5.1.2.	Teor de água durante a salga úmida.....	37
5.1.3.	Teor de NaCl durante a salga úmida.....	40
5.1.4.	Coeficiente de difusão efetivo de água e de NaCl durante a salga úmida	42
5.2.	Parte II: Efeito da aplicação de ultrassom e da concentração de NaCl em salmoura	

sobre a cinética de transferência de massa e propriedades tecnológicas durante o processo de salga úmida de carne bovina	47
5.2.1. Propriedades das salmouras	47
5.2.2. Teor de água durante a salga úmida.....	48
5.2.3. Teor de NaCl durante a salga úmida.....	50
5.2.4. Cor instrumental	51
5.2.5. Atividade de água (aw)	54
5.2.6. Potencial hidrogeniônico (pH).....	55
5.2.7. Oxidação lipídica (TBARS).....	55
5.2.8. Calorimetria diferencial de varredura (DSC).....	57
5.2.9. Coeficiente de difusão efetivo de água e de NaCl durante a salga úmida	60
6. CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS	65

1. INTRODUÇÃO

A salga é um dos métodos mais antigos usados no processamento e conservação dos alimentos, sendo uma das principais etapas na preparação de uma variedade de produtos cárneos salgados, muitos dos quais consumidos em diversos países, principalmente devido as suas características sensoriais e maior vida útil considerada em relação a carne in natura (SHIMOKOMAKI et al., 1998). Os procedimentos para a salga podem ser divididos em salga seca, que é realizada empilhando camadas alternadas de carne e sal, e a salga úmida, que consiste na imersão da matéria-prima em salmoura. Esses processos envolvem trocas de massa entre a salmoura e o produto, que podem ocorrer na mesma direção ou direções opostas (BAMPI et al., 2016).

Atualmente o Brasil é o segundo maior produtor de carne bovina, ficando atrás somente dos EUA, e é líder na exportação de carne bovina (ABIEC, 2019). A dieta e a raça ou a combinação de raças contribuem com a qualidade final de carnes obtidas (AVILÉS et al., 2015). Nesse contexto, o cruzamento entre raças bovinas se mostra como uma alternativa importante para melhorar a qualidade da carne (LAGE et al., 2012) que está relacionada com a quantidade de gordura intramuscular, também denominada marmoreio, que é uma característica associada principalmente ao grupo genético de animais de determinadas raças. O cruzamento entre raças como Angus e Wagyu são responsáveis por melhorar as características sensoriais como suculência e sabor (FRANK et al., 2016; MOTOYAMA et al., 2016), levando a uma maior aceitação entre os consumidores, porém não se sabe se o cruzamento entre raças pode afetar a cinética de transferência de massa durante o processo de salga de produtos cárneos.

Entre os produtos cárneos salgados de origem bovina produzidos no Brasil, a carne de sol, o charque e o jerked beef são produtos que possuem características interessantes levando em consideração o mercado de exportação e a expansão comercial interna desses produtos, os quais devido à atividade de água intermediária, podem ser transportados e armazenados sem refrigeração. Entretanto, o processo de fabricação destes produtos ainda se mostra bastante empírico, envolvendo longas etapas de salga e secagem (VIDAL et al., 2019). Este fato impõe mudanças nas técnicas de processamento, dando espaço para as chamadas tecnologias emergentes, que visam de maneira geral a otimização desses processos (CHANDRAPALA et al., 2012).

O ultrassom é apontado como uma tecnologia emergente promissora nos processos industriais de alimentos. As ondas de ultrassom podem ser classificadas como alta e baixa intensidade. Os de alta intensidade possuem baixa frequência (20–100 kHz), chegando em

6. CONCLUSÕES

A aplicação de ultrassom e o cruzamento entre raças afetaram o conteúdo de água e o coeficiente de difusão efetivo para a água, mostrando maiores valores nos cortes com maior conteúdo de proteínas. O cruzamento entre as raças e a aplicação de ultrassom também influenciaram o conteúdo de NaCl, entretanto somente a aplicação de ultrassom proporcionou aumento no coeficiente de difusão efetivo do NaCl durante a salga úmida.

A aplicação de ultrassom e o aumento da concentração de sal aumentaram o ganho de sal, a perda de água e o coeficiente de difusão de sal e de água nas amostras durante a salga úmida. O uso do ultrassom não influenciou as propriedades tecnológicas como pH, cor e oxidação lipídica, porém reduziu a atividade de água e a temperatura e entalpia de desnaturação das proteínas. O aumento da concentração de sal aumentou a oxidação lipídica, diminuiu os parâmetros de cor e a temperatura e entalpia de desnaturação das proteínas durante a salga úmida.

O ultrassom se mostrou uma tecnologia potencial para a aplicação no processo de salga úmida de carne bovina.

REFERÊNCIAS

- ABIEC - Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Beef Report 2019. Disponível em: <www.abiec.com.br/controle/uploads/arquivos/sumario2019portugues.pdf>. Acesso em: 10 de Julho de 2019.
- ALARCON-ROJO, A. D.; CARRILLO-LOPEZ, L. M.; REYES-VILLAGRANA, R.; HUERTA-JIMÉNEZ, M.; GARCIA-GALICIA, I. A. Ultrasound and meat quality: A review. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 55, p. 369–382, 2019.
- ALARCON-ROJO, A. D.; JANACUA, H.; RODRIGUEZ, J. C.; PANIWNKY, L.; MASON, T. J. Power ultrasound in meat processing. **Meat Science**, v. 107, p. 86–93, 2015.
- ALBARRACÍN, W.; SÁNCHEZ, I. C.; GRAU, R.; BARAT, J. M. Salt in food processing; usage and reduction: a review. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 46, n. 7, p. 1329–1336, 2011.
- ALBRECHT, E.; KUZINSKI, J.; KOMOLKA, K.; GOTOH, T.; MAAK, S. Localization and abundance of early markers of fat cell differentiation in the skeletal muscle of cattle during growth — Are DLK1-positive cells the origin of marbling flecks? **Meat Science**, v. 100, p. 237–245, 2015.
- ALVES, L. D. L.; SILVA, M. S. D.; FLORES, D. R. M.; ATHAYDE, D. R.; RUVIARO, A. R.; BRUM, D. D. S.; BATISTA, V. S. F.; MELLO, R. D. O.; MENEZES, C. R. D.; CAMPAGNOL, P. C. B.; WAGNER, R.; BARIN, J. S.; CICHOSKI, A. J. (2018). Effect of ultrasound on the physicochemical and microbiological characteristics of Italian salami. **Food Research International**, v. 106, p. 363–373, 2018. a.
- ALVES, L. L.; RAMPELOTTO, C.; SILVA, M. S.; DE MOURA, H. C.; DURANTE, E. C.; MELLO, R. O.; MENEZES, C. R.; BARIN, J. S.; CAMPAGNOL, P. C. B.; CICHOSKI, A. J. The effect of cold storage on physicochemical and microbiological properties of beef Semitendinosus muscle subjected to ultrasonic treatment in different systems (bath or probe). **International Food Research Journal**, v. 25, n. 2, p. 504-514, 2018. b.
- AOAC, Official Methods of Analysis, seventeenth ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, 2007.
- ARRIGONI, M. D. B.; JÚNIOR, A. A.; DIAS, P. M. A.; MARTINS, C. L.; CERVIERI, R. D. C.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H., N., D.; CHARDULO, L. A. L. Desempenho, fibras musculares e carne de bovinos jovens de três grupos genéticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 1033-1039, 2004.
- ASHOKKUMAR, M.; MASON, T. Sonochemistry. **Kirk–Othmer Encyclopedia of Chemical Technology**, John Wiley & Sons, 2007.
- AVILÉS, C.; MARTÍNEZ, A. L.; DOMENECH, V.; PEÑA, F. Effect of feeding system and breed on growth performance, and carcass and meat quality traits in two continental beef breeds. **Meat science**, v. 107, p. 94-103, 2015.
- AYKIN-DINÇER, E.; ERBAŞ, M. Drying kinetics, adsorption isotherms and quality characteristics of vacuum-dried beef slices with different salt contents. **Meat Science**, v. 145,

p. 114–120, 2018.

BAMPI, M.; DOMSCHKE, N. N.; SCHMIDT, F. C.; LAURINDO, J. B. Influence of vacuum application, acid addition and partial replacement of NaCl by KCl on the mass transfer during salting of beef cuts. **LWT - Food Science and Technology**, v. 74, p. 26–33, 2016.

BARAT, J. M.; GRAU, R.; IBÁÑEZ, J. B.; PAGÁN, M. J.; FLORES, M.; TOLDRÁ, F.; FITO, P. Accelerated processing of dry-cured ham. Part I. Viability of the use of brine thawing/salting operation. **Meat Science**, v. 72, n. 4, p. 757–765, 2006.

BARBOSA-CÁNOVAS, G.; VEGA-MERCADO, H. **Deshidratación de alimentos**. Editorial Acribia S.A, Zaragoza (España), 2000.

BARRETTO, T. L.; POLLONIO, M. A. R.; TELIS-ROMERO, J.; DA SILVA BARRETTO, A. C. Improving sensory acceptance and physicochemical properties by ultrasound application to restructured cooked ham with salt (NaCl) reduction. **Meat Science**, v. 145, p. 55–62, 2018.

BLIGH, E. Graham; DYER, W. Justin. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian journal of biochemistry and physiology**, v. 37, n. 8, p. 911–917, 1959.

BOMBRUN, L.; GATELLIER, P.; CARLIER, M.; KONDOYAN, A. The effects of low salt concentrations on the mechanism of adhesion between two pieces of pork semimembranosus muscle following tumbling and cooking. **Meat Science**, v. 96, n. 1, p. 5–13, 2014.

CARAVEO, O.; ALARCON-ROJO, A. D.; RENTERIA, A.; SANTELLANO, E.; PANIWNKY, L. Physicochemical and microbiological characteristics of beef treated with high-intensity ultrasound and stored at 4 °C. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 12, p. 2487–2493, 2015.

CÁRCEL, J. A.; BENEDITO, J.; BON, J.; MULET, A. High intensity ultrasound effects on meat brining. **Meat Science**, v. 76, n. 4, p. 611–619, 2007. a.

CÁRCEL, J. A.; BENEDITO, J.; ROSSELLÓ, C.; MULET, A. Influence of ultrasound intensity on mass transfer in apple immersed in a sucrose solution. **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 2, p. 472–479, 2007. b.

CÁRCEL, J. A.; GARCÍA-PÉREZ, J. V.; BENEDITO, J.; MULET, A. Food process innovation through new technologies: Use of ultrasound. **Journal of Food Engineering**, v. 110, n. 2, p. 200–207, 2012.

CARVALHO, R. A.; SANTOS, T. A.; OLIVEIRA, A. C. S.; AZEVEDO, V. M.; DIAS, M. V.; RAMOS, E. M.; BORGES, S. V. Biopolymers of WPI/CNF/TEO in preventing oxidation of ground meat. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, n. 12, p. 14269, 2019.

CHAMBAZ, A.; SCHEEDER, M. R. L.; KREUZER, M.; DUFEY, P. A. Meat quality of Angus, Simmental, Charolais and Limousin steers compared at the same intramuscular fat content. **Meat Science**, v. 63, n. 4, p. 491–500, 2003.

CHANDRAPALA, J.; OLIVER, C.; KENTISH, S.; ASHOKKUMAR, M. Ultrasonics in food processing. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 19, n. 5, p. 975–983, 2012.

CHEMAT, F.; GRONDIN, I.; COSTES, P.; MOUTOUSSAMY, L.; SING, A. S. C.; SMADJA, J. High power ultrasound effects on lipid oxidation of refined sunflower oil. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 11, n. 5, p. 281–285, 2004.

CHEMAT, F.; ZILL-E-HUMA; KHAN, M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 18, n. 4, p. 813–835, 2011.

CICHOSKI, A. J.; RAMPELOTTO, C.; SILVA, M. S.; DE MOURA, H. C.; TERRA, N. N.; WAGNER, R.; DE MENEZES, C. R.; FLORES, E. M. M.; BARIN, J. S. Ultrasound-assisted post-packaging pasteurization of sausages. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 30, p. 132–137, 2015.

CICHOSKI, A. J.; SILVA, M. S.; LEÃES, Y. S. V.; BRASIL, C. C. B.; DE MENEZES, C. R.; BARIN, J. S.; WAGNER, R.; CAMPAGNOL, P. C. B. Ultrasound: A promising technology to improve the technological quality of meat emulsions. **Meat Science**, v. 148, p. 150–155, 2019.

COMPRE RURAL – Degustação de picanhas das raças: Wagyu, Angus e Nelore, 2019. Disponível em: <<https://www.comprerural.com/de gustacao-de-picanha-de-tres-racas-wagyu-angus-e-nelore/>>. Acesso em: 15 de julho de 2019.

CORBIN, C. H.; O'QUINN, T. G.; GARMYN, A. J.; LEGAKO, J. F.; HUNT, M. R.; DINH, T. T. N.; RATHMANN, R. J.; BROOKS, J. C.; MILLER, M. F. Sensory evaluation of tender beef strip loin steaks of varying marbling levels and quality treatments. **Meat Science**, v. 100, p. 24–31, 2015.

DOLATOWSKI, J. L. G.; PEREIRA, L. M.; VIEIRA, G. S.; HUBINGER, M. D. Mass transfer kinetics of pulsed vacuum osmotic dehydration of guavas. **Journal of Food Engineering**, v. 96, n. 4, p. 498–504, 2010.

CRANK, John. **The mathematics of diffusion**. Oxford university press, 1979.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química De Alimentos De Fennema**. Editorial Acribia, Espanha, 1258p, 2010.

DAVIDSON, P. MICHAEL; SOFOS, JOHN N.; BRANEN, A. LARRY. **Antimicrobials in food**. CRC press, 2005.

DESMOND, E. Reducing salt: A challenge for the meat industry. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 188–196, 2006.

DEUMIER, F.; TRYSTRAM, G.; COLLIGNAN, A.; GUÉDIDER, L.; BOHUON, P. Pulsed vacuum brining of poultry meat: interpretation of mass transfer mechanisms. **Journal of Food Engineering**, v. 58, n. 1, p. 85–93, 2003.

DIAS, L. S.; HADLICH, J. C.; LUZIA, D. M. M.; JORGE, N. Influence of breed on beef and intramuscular fat quality from nellore (*Bos indicus*) and wagyu (*Bos taurus*) crossbreed cattle. **International Food Research Journal**, v. 23, n. 4, 2016.

DIMAKOPOULOU-PAPAZOGLU, D.; KATSANIDIS, E. Diffusion coefficients and volume changes of beef meat during osmotic dehydration in binary and ternary solutions.

Food and Bioproducts Processing, v. 116, p. 10–19, 2019.

DIMAKOPOULOU-PAPAZOGLU, D.; KATSANIDIS, E. Mass transfer kinetics during osmotic processing of beef meat using ternary solutions. **Food and Bioproducts Processing**, v. 100, p. 560–569, 2016.

DUARTE, M. S.; PAULINO, P. V. R.; DAS, A. K.; WEI, S.; SERÃO, N. V. L.; FU, X.; HARRIS, S. M.; DODSON, M. V.; DU, M. Enhancement of adipogenesis and fibrogenesis in skeletal muscle of Wagyu compared with Angus cattle. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 6, p. 2938–2946, 2013.

DUBIE, J.; STANCIK, A.; MORRA, M.; NINDO, C. Antioxidant extraction from mustard (*Brassica juncea*) seed meal using high-intensity ultrasound. **Journal of food science**, v. 78, p. E542-E548, 2013.

Fahy, F. **Foundations of engineering acoustics**. Academic Press, London, 2005.

FENG, H.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. V.; WEISS, J. **Ultrasound technologies for food and bioprocessing**. New York: Springer, 2011.

FERGUSON, D. M. Objective on-line assessment of marbling: a brief review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 44, n. 7, p. 681-685, 2004.

FERNANDES, F. A. N.; GALLÃO, M. I.; RODRIGUES, S. Effect of osmosis and ultrasound on pineapple cell tissue structure during dehydration. **Journal of Food Engineering**, v. 90, n. 2, p. 186–190, 2009.

FERNANDEZ, X.; MONIN, G.; TALMANT, A.; MOUROT, J.; LEBRET, B. Influence of intramuscular fat content on the quality of pig meat - 2. Consumer acceptability of m. longissimus lumborum. **Meat science**, v. 53, n. 1, p. 67–72, 1999.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. Production systems—An example from Brazil. **Meat science**, v. 84, p. 238-243, 2010.

FLORES, D. R. M.; BRASIL, C. C. B.; CAMPAGNOL, P. C. B.; JACOB-LOPES, E.; ZEPKA, L. Q.; WAGNER, R.; MENEZES, C. R.; BARIN, J. S.; FLORES, E. M. M.; CICHOSKI, A. J. Application of ultrasound in chicken breast during chilling by immersion promotes a fast and uniform cooling. **Food Research International**, v. 109, p. 59–64, 2018.

FRANK, D.; BALL, A.; HUGHES, J.; KRISHNAMURTHY, R.; PIYASIRI, U.; STARK, J.; WARNER, R. Sensory and flavor chemistry characteristics of Australian beef: influence of intramuscular fat, feed, and breed. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 64, n. 21, p. 4299-4311, 2016.

GAMBUTEANU, C.; ALEXE, P. Comparison of thawing assisted by low-intensity ultrasound on technological properties of pork Longissimus dorsi muscle. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 4, p. 2130–2138, 2015.

GARCIA-NOGUERA, J.; OLIVEIRA, F. I. P.; GALLÃO, M. I.; WELLER, C. L.; RODRIGUES, S.; FERNANDES, F. A. N. Ultrasound-Assisted Osmotic Dehydration of Strawberries: Effect of Pretreatment Time and Ultrasonic Frequency. **Drying Technology**, v. 28, n. 2, p. 294–303, 2010.

- GÓMEZ-SALAZAR, J. A.; OCHOA-MONTES, D. A.; CERÓN-GARCÍA, A.; OZUNA, C.; SOSA-MORALES, M. E. Effect of Acid Marination Assisted by Power Ultrasound on the Quality of Rabbit Meat. **Journal of Food Quality**, v. 2018, 2018.
- GOT, F.; CULIOLI, J.; BERGE, P.; VIGNON, X.; ASTRUC, T.; QUIDEAU, J. M.; LETHIECQ, M. Effects of high-intensity high-frequency ultrasound on ageing rate, ultrastructure and some physico-chemical properties of beef. **Meat Science**, v. 51, n. 1, p. 35–42, 1999.
- GRAIVER, N.; PINOTTI, A.; CALIFANO, A.; ZARITZKY, N. Diffusion of sodium chloride in pork tissue. **Journal of Food Engineering**, v. 77, n. 4, p. 910–918, 2006.
- HA, D. M.; YOUNG L. C.; JEONG, J. Y.; KIM, G. D.; MIN HA, D.; JONG PARK, M.; CHUL PARK, B.; JOO, S. T. Relationships of Muscle Fiber Characteristics to Dietary Energy Density, Slaughter Weight, and Muscle Quality Traits in Finishing Pigs. **Journal of Animal Science and Technology**, v. 54, n. 3, 2012.
- HOSKINS, P. R.; MARTIN, K.; THRUSH, A. **Diagnostic Ultrasound**. Cambridge University Press, 2010.
- HWANG, Y. H.; KIM, G. D.; JEONG, J. Y.; HUR, S. J.; JOO, S. T. The relationship between muscle fiber characteristics and meat quality traits of highly marbled Hanwoo (Korean native cattle) steers. **Meat Science**, v. 86, n. 2, p. 456–461, 2010.
- INGUGLIA, E. S.; ZHANG, Z.; BURGESS, C.; KERRY, J. P.; TIWARI, B. K. Influence of extrinsic operational parameters on salt diffusion during ultrasound assisted meat curing. **Ultrasonics**, v. 83, p. 164–170, 2018.
- JAYASOORIYA, S. D.; TORLEY, P. J.; D'ARCY, B. R.; BHANDARI, B. R. Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine Semitendinosus and Longissimus muscles. **Meat Science**, v. 75, n. 4, p. 628–639, 2007.
- JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, Y. H.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **MESCI**, v. 95, p. 828–836, 2013.
- KANG, D.; WANG, A.; ZHOU, G.; ZHANG, W.; XU, S.; GUO, G. Power ultrasonic on mass transport of beef: Effects of ultrasound intensity and NaCl concentration. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 35, p. 36–44, 2016. a.
- KANG, D.; ZOU, Y.; CHENG, Y.; XING, L.; ZHOU, G.; ZHANG, W. Effects of power ultrasound on oxidation and structure of beef proteins during curing processing. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 33, p. 47–53, 2016. b.
- KILIC, A. Low temperature and high velocity (LTHV) application in drying: Characteristics and effects on the fish quality. **Journal of Food Engineering**, v. 91, n. 1, p. 173–182, 2009.
- KIM, G. D.; KIM, B. W.; JEONG, J. Y.; HUR, S. J.; CHO, I. C.; LIM, H. T.; JOO, S. T. Relationship of Carcass Weight to Muscle Fiber Characteristics and Pork Quality of Crossbred (Korean Native Black Pig × Landrace) F2 Pigs. **Food and Bioprocess Technology**, v. 6, n. 2, p. 522–529, 2013.
- KNORR, D.; ZENKER, M.; HEINZ, V.; LEE, D.-U. Applications and potential of ultrasonics

in food processing. **Trends in Food Science & Technology**, v. 15, n. 5, p. 261–266, 2004.

KOH, L. L. A.; NGUYEN, H. T. H.; CHANDRAPALA, J.; ZISU, B.; ASHOKKUMAR, M.; KENTISH, S. E. The use of ultrasonic feed pre-treatment to reduce membrane fouling in whey ultrafiltration. **Journal of Membrane Science**, v. 453, p. 230–239, 2014.

KOOHMARAIE, M.; KENT, M. P.; SHACKELFORD, S. D.; VEISETH, E.; WHEELER, T. L. Meat tenderness and muscle growth: is there any relationship? **Meat Science**, v. 62, n. 3, p. 345–352, 2002.

KOWALSKI, S. J.; PAWŁOWSKI, A.; SZADZIŃSKA, J.; ŁECHTAŃSKA, J.; STASIAK, M. High power airborne ultrasound assist in combined drying of raspberries. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 34, p. 225–233, 2016.

KUIJPERS, M. W. A.; KEMMERE, M. F.; KEURENTJES, J. T. F. Calorimetric study of the energy efficiency for ultrasound-induced radical formation. **Ultrasonics**, v. 40, n. 1–8, p. 675–678, 2002.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SOUZA, E. J. O.; DUARTE, M. S.; BENEDETI, P. D. B.; SOUZA, N. K. P.; COX, R. B. Influence of genetic type and level of concentrate in the finishing diet on carcass and meat quality traits in beef heifers. **Meat Science**, v. 90, n. 3, p. 770–774, 2012.

LATEEF, A.; OLOKE, J. K.; PRAPULLA, S. G. The effect of ultrasonication on the release of fructosyltransferase from *Aureobasidium pullulans* CFR 77. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 40, n. 5, p. 1067–1070, 2007.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384p.

LEGAKO, J. F.; BROOKS, J. C.; O'QUINN, T. G.; HAGAN, T. D. J.; POLKINGHORNE, R.; FARMER, L. J.; MILLER, M. F. Consumer palatability scores and volatile beef flavor compounds of five USDA quality grades and four muscles. **Meat Science**, v. 100, p. 291–300, 2015.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J. de A.; ROTTA, P. P.; PEROTTO, D.; DUCATTI, T.; VISENTAINER, J. V.; PRADO, I. N. Do. Animal performance and meat quality of crossbred young bulls. **Livestock Science**, v. 127, n. 2–3, p. 176–182, 2010.

MAGOLSKI, J. D.; BUCHANAN, D. S.; MADDOCK-CARLIN, K. R.; ANDERSON, V. L.; NEWMAN, D. J.; BERG, E. P. Relationship between commercially available DNA analysis and phenotypic observations on beef quality and tenderness. **Meat Science**, v. 95, n. 3, p. 480–485, 2013.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. Influence of salt on lipid oxidation in meat and seafood products: A review. **Food Research International**, v. 94, p. 90–100, 2017.

MARTINS, M. G.; MARTINS, D. E. G.; PENA, R. da S. Drying kinetics and hygroscopic behavior of pirarucu (*Arapaima gigas*) fillet with different salt contents. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 144–151, 2015.

MASON, T. J. Large scale sonochemical processing: aspiration and actuality. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 7, n. 4, p. 145–149, 2000.

MASON, T. J.; LORIMER, J. P. **Applied sonochemistry: the uses of power ultrasound in chemistry and processing**. 2002.

MCDONNELL, C. K.; ALLEN, P.; MORIN, C.; LYNG, J. G. The effect of ultrasonic salting on protein and water-protein interactions in meat. **Food Chemistry**, v. 147, p. 245–251, 2014.

MORALES, R.; AGUIAR, A. P. S.; SUBIABRE, I.; REALINI, C. E. Beef acceptability and consumer expectations associated with production systems and marbling. **Food Quality and Preference**, v. 29, n. 2, p. 166–173, 2013.

MOTOYAMA, M.; SASAKI, K.; WATANABE, A. Wagyu and the factors contributing to its beef quality: A Japanese industry overview. **Meat Science**, v. 120, p. 10–18, 2016.

MUJUMDAR, A. S. **Handbook of Industrial Drying**. [s.l.] : CRC Press, 2006.

MULET, A.; CÁRCEL, J. A.; SANJUÁN, N.; BON, J. New Food Drying Technologies - Use of Ultrasound. **Food Science and Technology International**, v. 9, n. 3, p. 215–221, 2003.

MUTHUKUMARAN, S.; KENTISH, S. E.; STEVENS, G. W.; ASHOKKUMAR, M.; MAWSON, R. The application of ultrasound to dairy ultrafiltration: The influence of operating conditions. **Journal of Food Engineering**, v. 81, n. 2, p. 364–373, 2007.

NGUYEN, M. V.; ARASON, S.; THORARINSDOTTIR, K. A.; THORKESSON, G.; GUDMUNDSDÓTTIR, A. Influence of salt concentration on the salting kinetics of cod loin (*Gadus morhua*) during brine salting. **Journal of Food Engineering**, v. 100, n. 2, p. 225–231, 2010.

NOWACKA, M.; TYLEWICZ, U.; ROMANI, S.; DALLA ROSA, M.; WITROWA-RAJCHERT, D. Influence of ultrasound-assisted osmotic dehydration on the main quality parameters of kiwifruit. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 41, p. 71–78, 2017.

NOWACKA, M.; WIKTOR, A.; ŚLEDŹ, M.; JUREK, N.; WITROWA-RAJCHERT, D. Drying of ultrasound pretreated apple and its selected physical properties. **Journal of Food Engineering**, v. 113, n. 3, p. 427–433, 2012.

OJHA, K. S.; KEENAN, D. F.; BRIGHT, A.; KERRY, J. P.; TIWARI, B. K. Ultrasound assisted diffusion of sodium salt replacer and effect on physicochemical properties of pork meat. **International Journal of Food Science & Technology**, v. 51, n. 1, p. 37–45, 2016.

ORDÓÑEZ PEREDA, J. A.; MURAD, F. **Tecnología de alimentos**. [s.l.]: Artmed, 2005.

OZAWA, S.; MITSUHASHI, T.; MITSUMOTO, M.; MATSUMOTO, S.; ITOH, N.; ITAGAKI, K.; KOHNO, Y.; DOHGO, T. The characteristics of muscle fiber types of longissimus thoracis muscle and their influences on the quantity and quality of meat from Japanese Black steers. **Meat Science**, v. 54, n. 1, p. 65–70, 2000.

OZUNA, C.; PUIG, A.; GARCÍA-PÉREZ, J. V.; MULET, A.; CÁRCEL, J. A. Influence of high intensity ultrasound application on mass transport, microstructure and textural properties of pork meat (*Longissimus dorsi*) brined at different NaCl concentrations. **Journal of Food Engineering**, v. 119, n. 1, p. 84–93, 2013.

PAULA, M. M. de O.; HADDAD, G. de B. S.; RODRIGUES, L. M.; BENEVENUTO JÚNIOR, A. A.; RAMOS, A. de L. S.; RAMOS, E. M. Effects of PSE meat and salt concentration on the technological and sensory characteristics of restructured cooked hams. **Meat Science**, v. 152, p. 96–103, 2019.

PINTON, M. B.; CORREA, L. P.; FACCHI, M. M. X.; HECK, R. T.; LEÃES, Y. S. V.; CICHOSKI, A. J.; LORENZO, J. M.; DOS SANTOS, M.; POLLONIO, M. A. R.; CAMPAGNOL, P. C. B. Ultrasound: A new approach to reduce phosphate content of meat emulsions. **Meat Science**, v. 152, p. 88–95, 2019.

POLACHINI, T. C. **Determinação das melhores condições de hidrólise física com ultrassom de potência em resíduos de amendoim**. 2015. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual Paulista (Unesp), São José do Rio Preto, 2015.

POND, W. G.; BELL, A. W. **Encyclopedia of Animal Science (Print)**. CRC Press, 2005.

POVEY, M. J. W.; MASON, T. J. **Ultrasound in food processing**. Springer Science & Business Media, 1998.

PRADO, I. N. D.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J. J. S.; VALERO, M. V.; PRADO, R. M.; SOUZA, N. E.; SOUZA, N. E. Meat quality of crossbred bulls fed with sorghum silage or sugar cane and slaughtered at two levels of fat thickness. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 34, n. 3, p. 337–344, 2012.

RIISPOA. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária dos produtos de Origem Animal**. Brasília-DF: Ministério da Agricultura. 2017.

RODRIGUES, S.; GOMES, M. C.; GALLÃO, M. I.; FERNANDES, F. A. Effect of ultrasound-assisted osmotic dehydration on cell structure of sapotas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 89, n. 4, p. 665–670, 2009.

ROSSATO, L. V.; BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, É. C.; GAMA, L. T. Da; BESSA, R. J. B.; ALVES, S. P. A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 5, p. 1127–1134, 2010.

RYU, Y. C.; CHOI, Y. M.; LEE, S. H.; SHIN, H. G.; CHOE, J. H.; KIM, J. M.; HONG, K. C.; KIM, B. C. Comparing the histochemical characteristics and meat quality traits of different pig breeds. **Meat Science**, v. 80, n. 2, p. 363–369, 2008.

SANJUÁN, N.; SIMAL, S.; BON, J.; MULET, A. Modelling of broccoli stems rehydration process. **Journal of Food Engineering**, v. 42, n. 1, p. 27–31, 1999.

SCHMIDT, F. C. **Desenvolvimento de um processo integrado de cozimento e resfriamento a vácuo aplicado a cortes de peito de frango**. 2010. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Departamento de Engenharia Química e de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2010.

SCHMIDT, F. C.; CARCIOFI, B. A. M.; LAURINDO, J. B. Application of diffusive and empirical models to hydration, dehydration and salt gain during osmotic treatment of chicken breast cuts. **Journal of Food Engineering**, v. 91, n. 4, p. 553–559, 2009.

- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.-F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v. 74, n. 1, p. 17–33, 2006.
- SERRANO-LEÓN, J. S.; BERGAMASCHI, K. B.; YOSHIDA, C. M. P.; SALDAÑA, E.; SELANI, M. M.; RIOS-MERA, J. D.; ALENCAR, S. M.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J. Chitosan active films containing agro-industrial residue extracts for shelf life extension of chicken restructured product. **Food Research International**, v. 108, p. 93–100, 2018.
- SHACKELFORD, S. D.; KOOHMARAIE, M.; MILLER, M. F.; CROUSE, J. D.; REAGAN, J. O. An evaluation of tenderness of the longissimus muscle of Angus by Hereford versus Brahman crossbred heifers. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 1, p. 171, 1991.
- SHIMOKOMAKI, M.; FRANCO, B. D. G. D. M.; BISCONTINI, T. M.; PINTO, M. F.; TERRA, N. N.; ZORN, T. M. T. Charqui meats are hurdle technology meat products. **Food Reviews International**, v. 14, n. 4, p. 339-349, 1998.
- SIKES, A. L., MAWSON, R., STARK, J., WARNER, R. Quality properties of pre-and post-rigor beef muscle after interventions with high frequency ultrasound. **Ultrasonics sonochemistry**, v. 21, n. 6, p. 2138-2143, 2014.
- SIRÓ, I.; VÉN, C.; BALLA, C.; JÓNÁS, G.; ZEKE, I.; FRIEDRICH, L. Application of an ultrasonic assisted curing technique for improving the diffusion of sodium chloride in porcine meat. **Journal of Food Engineering**, v. 91, n. 2, p. 353–362, 2009.
- STADNIK, J.; DOLATOWSKI, Z. J. Influence of sonication on Warner-Bratzler shear force, colour and myoglobin of beef (m. semimembranosus). **European Food Research and Technology**, v. 233, n. 4, p. 553–559, 2011.
- STADNIK, J.; DOLATOWSKI, Z. J.; BARANOWSKA, H. M. Effect of ultrasound treatment on water holding properties and microstructure of beef (m. semimembranosus) during ageing. **LWT - Food Science and Technology**, v. 41, n. 10, p. 2151–2158, 2008.
- SZADZIŃSKA, J.; ŁECHTAŃSKA, J.; KOWALSKI, S. J.; STASIAK, M. The effect of high power airborne ultrasound and microwaves on convective drying effectiveness and quality of green pepper. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 34, p. 531–539, 2017.
- TAIWO, K. A.; ANGERSBACH, A.; KNORR, D. Effects of pulsed electric field on quality factors and mass transfer during osmotic dehydration of apples. **Journal of Food Process Engineering**, v. 26, n. 1, p. 31–48, 2003.
- TELIS, V. R. N.; MURARI, R. C. B. D. L.; YAMASHITA, F. Diffusion coefficients during osmotic dehydration of tomatoes in ternary solutions. **Journal of Food Engineering**, v. 61, n. 2, p. 253–259, 2004.
- TORNBERG, E. V. A. Effects of heat on meat proteins—Implications on structure and quality of meat products. **Meat science**, v. 70, n. 3, p. 493-508, 2005.
- VÉLEZ, H. A. V. **Estudo do ultrassom de potência no pré-tratamento do material lignocelulósico de resíduos da bananeira**. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Departamento de Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Universidade

Estadual Paulista (Unesp), São José do Rio Preto, 2015.

VIDAL, V. A. S.; BIACHI, J. P.; PAGLARINI, C. S.; PINTON, M. B.; CAMPAGNOL, P. C. B.; ESMERINO, E. A.; DA CRUZ, A. G.; MORGANO, M. A.; POLLONIO, M. A. R. Reducing 50% sodium chloride in healthier jerked beef: An efficient design to ensure suitable stability, technological and sensory properties. **Meat Science**, v. 152, p. 49–57, 2019.

VYNCKE, W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette, Seifen, Anstrichmittel**, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.

WANG, Y. H.; BOWER, N. I.; REVERTER, A.; TAN, S. H.; DE JAGER, N.; WANG, R.; MCWILLIAM, S. M.; CAFE, L. M.; GREENWOOD, P. L.; LEHNERT, S. A. Gene expression patterns during intramuscular fat development in cattle1. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 1, p. 119–130, 2009.

YAMADA, T.; HIGUCHI, M.; NAKANISHI, N. Fat depot-specific differences in pref-1 gene expression and adipocyte cellularity between Wagyu and Holstein cattle. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 445, n. 2, p. 310–313, 2014.

YASHODA, K. P.; RAO, R. J.; MAHENDRAKAR, N. S.; RAO, D. N. Marination of sheep muscles under pressure and its effect on meat texture quality. **Journal of Muscle Foods**, v. 16, n. 3, p. 184–191, 2005.

YUSAF, T.; JUBOORI, R. A. Alternative methods of microorganism disruption for agricultural applications. **Applied Energy**, v. 114, p. 909–923, 2014.