

# TENDERIZAÇÃO DE CARNE BOVINA

## BEEF TENDERIZATION

RUBISON OLIVO<sup>1\*</sup>

1. Farmacêutico-Bioquímico (UFSC), Doutor em Ciência de Alimentos (USP) e Pós-Doutorado como Professor-Convocado pela *Guelph State University* (Canadá). Diretor Técnico e Administrativo da Empresa OLIVOS – Ciência & Tecnologia.

\* Av. Roberto Galli, 1762, Área Industrial 1, Cocal do Sul, Santa Catarina, Brasil. CEP: 88845-000. [rubison@olivos.com.br](mailto:rubison@olivos.com.br)

Recebido em 07/11/2016. Aceito para publicação em 16/12/2016

### RESUMO

A maciez e suculência é um dos mais importantes atributos da qualidade sensorial e afetam a percepção dos consumidores, que anseiam em saborear esse alimento com prazer. Os músculos bovinos em geral são duros ou rígidos, mesmo sob as mais favoráveis condições de maturação, principalmente os cortes de menor valor comercial devido ao seu alto conteúdo de tecido conectivo. A *tenderização* mecânica por lâminas ou agulhas é o mais efetivo e eficiente método, usado nos países desenvolvidos para garantir a maciez de todos os cortes de carne bovina. Sendo que consenso dos pesquisadores de que essa tecnologia melhora significativamente a maciez sem comprometer os outros atributos de qualidade e nutrição. A melhora da maciez pela *tenderização* por lâminas e agulhas é atribuída à parcial destruição do tecido conectivo e outras fibras musculares, reduzindo a resistência ao cisalhamento, mastigação e deglutição. Tem sido demonstrado que os cortes de carne bovina em forma de bifes se tornam mais macios e suculentos quando injetados com soluções de ingredientes, o que aumenta significativamente a aceitabilidade dos consumidores. Esta revisão discute sobre os benefícios dessa tecnologia como forma de atender a satisfação dos consumidores e a necessidade da sensibilização dos legisladores ao atendimento dessa expectativa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carne bovina, qualidade, *tenderização*

### ABSTRACT

Tenderness and juiciness is one of the most important sensory qualities that affect the perception of consumers of meat and they want to taste meats that are more palatable. The beef muscles are generally tough, even under the most favorable ageing conditions, mainly the lower cost beef cuts because of their high connective tissue content. Mechanical tenderization by blade or needles is one of the most effective and efficient currently method that has been used around the world to ensure the meat tenderness for all types of beef cuts and there is a consensus among researchers that technology significantly improves the tenderness without compromising other quality attributes such as palatability and nutrition. The increase in tenderness by blade or needles tenderization is attributed to partial destruction of connective tissue and severance of mus-

cle fibers which leads to reduced resistance to shear force, mastication and swallowing. It has also been demonstrated that beef steaks are more tender and juicy when injected with some ingredients solutions and significantly increase the consumer acceptability. This review discusses the benefits of this technology as a way to meet consumer satisfaction and the need for awareness of legislators to meet this expectation.

**KEYWORDS:** Beef, quality, *tenderization*.

### 1. INTRODUÇÃO

A ciência e tecnologia no processamento de cortes cárneos bovinos *tenderizados* é uma prática consolidada internacionalmente. Os estudos científicos nessa área enfocando a *tenderização* mecânica foram inicialmente publicados em 1975 e de forma mais intensa a partir de 1977. Portanto, pelo menos há 40 (quarenta) anos essa tecnologia tem sido estudada pela academia e aplicada na indústria, em países desenvolvidos e com eficácia e melhorias contínuas.

A demanda desses estudos e de sua aplicação prática tecnológica surgiu pela necessidade de atender as reivindicações do próprio mercado consumidor por cortes cárneos mais macios e suculentos que satisfizessem o seu prazer degustativo, além de sua qualidade nutricional e como alimento seguro.

A textura final resultante em diferentes peças de um mesmo tipo de corte é bastante complexa e muito variável, devido ao grande número de fatores envolvidos como a espécie, a idade do animal no momento do abate, tipos de feixes musculares, estruturação conectiva, bioquímica da carne, técnica e forma de elaboração industrial do corte, forma de conservação e a maneira de sua aplicação doméstica ou institucional, dentre tantos outros fatores envolvidos em sua cadeia produtiva.

Assim sendo, a adoção industrial da tecnologia de *tenderização* mecânica é opção bem conhecida, segura, prática e eficaz quando o objetivo é melhorar e padronizar a textura dos cortes cárneos bovinos e, desta forma, satisfazer a expectativa de melhor palatibilidade pelos consumidores.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo é uma revisão literária científica pesquisada em diversas fontes de consultas bibliográficas internacionais, como artigos científicos, livros e anais de congressos. Trata-se de uma abordagem abrangente mostrando a história e a tendência do tema desenvolvido desde 1974, caracterizando o assunto como importante e atual. Para o desenvolvimento do conteúdo e obtenção do resultado alcançado, foram utilizadas na pesquisa bibliográfica as palavras-chave: Beef, Meat e Tenderization.

## 3. DISCUSSÃO

As principais percepções de qualidade de uma carne pelos consumidores são a cor, maciez e suculência<sup>1</sup>. A textura macia e tenra da carne bovina é indubitavelmente um importante fator de decisão dos consumidores<sup>2,3,4,5,6</sup> e como tal tem sido amplamente estudada cientificamente com a utilização de métodos físicos e químicos visando a melhoria desse importante parâmetro de qualidade<sup>7</sup>.

Nas últimas quatro décadas foram realizados inúmeros trabalhos científicos sobre esse assunto, publicados em conceituadas revistas científicas do mundo nessa área. Nessas publicações há unanimidade na opinião de que cortes cárneos duros geram elevado nível de insatisfação e desgosto pelos consumidores. Por esta razão, nos países desenvolvidos existe acentuada preocupação em focar na melhoria e padronização da textura dos cortes cárneos bovinos. Esse empenho é maior para os cortes subutilizados, de menor valor comercial, que apresentam alto índice de rejeição pelos consumidores, especialmente quando se tornam duros ao paladar ao serem preparados domesticamente na forma de bifês<sup>8,9,10,11</sup>. Essa questão ganha relevância nos dias atuais, quando as pessoas não dispõem de maior tempo para o preparo de suas refeições e que são necessárias a praticidade e conveniência, em pequenas porções e de fácil preparo<sup>12,13</sup>.

Esse objetivo agrega valor para todos os tipos de cortes e especialmente para os de menor preço, aumentando o valor percebido da carcaça, imprescindível para a sobrevivência econômica da atividade. Alguns autores<sup>5,14,15</sup> identificaram e caracterizaram esses músculos e opinaram de forma enfática que de fato a indústria precisa melhorar a qualidade dos cortes cárneos com o objetivo de valorizar a carcaça animal, ao mesmo tempo em que estaria prestando um bom serviço aos consumidores.

A maciez e suculência são fatores primários para a aceitação da carne<sup>2,16</sup>. Por esse motivo, diversos autores<sup>15,17</sup> enfatizaram a opinião de que devido a inconsistência na maciez geralmente observada nos diversos músculos - mesmo os da parte mais nobre que é o traseiro - é esperado que a *tenderização* pós *rigor mortis* deva ser um procedimento adotável pela indústria para melhorar e

padronizar a maciez e a suculência da carne, visando satisfazer as expectativas dos consumidores.

Nos países desenvolvidos muitas pesquisas foram publicadas ainda nas décadas de 70 e 80. Importante ressaltar que na maioria dos países desenvolvidos existe firme comprometimento entre os institutos de pesquisas, a iniciativa privada e as autoridades constituídas no processo evolutivo positivo das tecnologias. Diferentemente, no Brasil, continua dúbia a consciência de que carnes bovinas devam satisfazer a expectativa dos consumidores quanto à sua maciez e suculência, bem como a sobrevivência do negócio empresarial. Fato esse que nos torna atrasados em 40 (quarenta) anos nessa tecnologia.

Inicialmente, desde 1974, as publicações mostraram a eficácia da *tenderização* mecânica por lâminas na melhoria da textura e amaciamento da carne bovina e outras espécies de açougue, devido ao rompimento da estrutura de tecido conjuntivo e do sistema contrátil miofibrilar<sup>18</sup>, resultando em menor valor da força de cisalhamento medida em texturômetro<sup>18,19,20,21,22,23,24,25,26,27</sup>. Muitos outros estudos<sup>18,21,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37</sup> encontraram que a *tenderização* mecânica melhorou as características organolépticas e sensoriais da carne bovina, analisado em painel sensorial.

Dentro da tendência evolutiva da tecnologia, trabalhos subsequentes confirmaram que a *tenderização* por lâminas perfurantes é realmente efetiva para o amaciamento de diversos tipos de cortes cárneos, dentre as variadas espécies de açougue<sup>8,9,10,11,38,39,40</sup>. Contudo, o processo simplório de *tenderização* por lâminas, ao provocar determinada abertura física da carne, em alguns cortes menos estruturados, eventualmente permitirá a migração para o exterior da umidade natural (purga, exsudato) durante o seu armazenamento, manipulação e principalmente durante o seu cozimento, tornando-a mais seca e desta forma prejudicando a maciez e suculência final desejada<sup>38</sup>. Essa questão já havia sido discutida e bem estudada nas pesquisas iniciais, ou seja, na década de 70<sup>21,35,41,42,43</sup>, quando ficou caracterizado que o benefício da ação mecânica poderia ser parcialmente comprometido com o desidratação e ressecamento da carne durante seu cozimento. Obviamente que esse fator não é geral para todos os músculos, pois na mesma época outros autores<sup>24,32</sup> concluíram que a *tenderização* mecânica melhorou a maciez sem afetar outros atributos da palatabilidade. Assim, a *tenderização* pode efetivamente ser utilizada para diminuir o fator variabilidade dos diferentes tipos de músculos e assim prover, pela padronização, substancial benefício para a atividade produtora de carne<sup>38</sup>.

Para garantir que não ocorra perda de umidade durante o cozimento, como eventualmente ocorre com aquelas carnes simplesmente *tenderizadas* por lâminas, diversos trabalhos mais recentes concluíram que a melhor indicação seria a injeção de solução salina com polifos-

fatos e outros ingredientes funcionais. Muitas avaliações em painel sensorial mostraram que carnes bovinas e suínas quando agregadas com solução de sal e fosfatos são mais suculentas e macias, tendo sido preferida pelos degustadores<sup>1,3,6,13,15,17,39,40,44,45,46,47,48,49</sup>.

A adoção da técnica de injeção de solução salina e polifosfatos ao nível de 15% (com retenção de 12%, com 0,65% de cloreto de sódio e 0,38% de tripolifosfato de sódio, no produto final), conforme pesquisa sensorial prática realizada com 395 consumidores nos EUA, melhorou acentuadamente a maciez e palatabilidade com o uso dessa tecnologia, quando comparada com os controles “in natura” e com amostras apenas *tenderizadas* com laminas<sup>15</sup>. Resultados semelhantes foram também encontrados em outras pesquisas com a injeção de 10% de solução de sal e polifosfatos (respectivamente 0,5% e 0,3% no produto final)<sup>40</sup> e quando injetados em média de 12% (0,4% e 0,5% respectivamente de tripolifosfato de sódio e cloreto de sódio no produto final)<sup>49</sup>.

Portanto, diversos autores<sup>1,3,6,13,17,44</sup> são unânimes em confirmarem que foi efetivo o amaciamento dos diversos cortes e sem alteração das características típicas da carne bovina e de outras espécies, ao nível de aproximadamente 10% de injeção e com os teores de sal e polifosfatos acima citados. Outros pesquisadores estudaram a injeção de 20% a 40% de salmoura, sendo 0,5% e 0,3% respectivamente de sal e polifosfatos no produto final, tendo alcançados os mesmos resultados positivos em relação à maciez e suculência, sem comprometimento das características inerentes da carne<sup>39</sup>. Estes ingredientes atendem a Lista dos Ingredientes e Aditivos preconizados na Instrução Normativa N<sup>o</sup>. 51 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA)<sup>50</sup>.

A injeção de salmoura com sal e polifosfatos nos níveis acima sugeridos permite mais rápida difusão dos ingredientes dentro do sistema muscular, resultando em maior ativação eletrostática (extração e solubilidade) das proteínas naturais. Subsequentemente ocorre a formação de uma matriz ou malha protéica retentora (interação proteína-proteína), com a melhora substancial da capacidade de retenção de água pela carne. Esse fenômeno de interação proteína-proteína irá diminuir ou evitar a eventual migração da umidade ao exterior, influenciando diretamente em melhor textura e suculência, algo que evidentemente não ocorre com a simples *tenderização* por lâminas cortantes<sup>17</sup>.

Olivo & Barbut (2004)<sup>51</sup> estudaram a liberação de gel branco (purga, detectável visualmente em carnes brancas) que ocorre durante o cozimento de carnes. Esse gel exsudado contém proteínas sarcoplasmáticas, que primariamente não possuem capacidade de estruturação (geleificação), mas que quando retidas na carne irão sinergicamente aumentar o poder de geleificante e coesivo das proteínas miofibrilares. A conclusão desses autores é que existe correlação positiva entre a adição de sal e

tripolifosfatos e a estabilidade do sistema. Esses ingredientes agem promovendo ligações químicas que levam a formação da matriz protéica de cimentação (interações proteína-proteína), com estruturação micro compartimentalizada que irá evitar a exsudação do gel e da umidade<sup>51</sup>, o que contribuirá acentuadamente para a maciez e suculência da carne.

A retenção de umidade é um assunto tão importante para a ciência e tecnologia da carne que existe uma área de estudo específica denominada de “Capacidade de Retenção de Água (CRA)”, na qual muitos cientistas tem se dedicado extensivamente, devido à sua relevância para a garantia da qualidade, para o desempenho da indústria processadora e para a satisfação dos consumidores, estando muito bem tratado nas seguintes publicações de livros clássicos da Ciência da Carne: Hedrick *et al.* (1989)<sup>52</sup>, Swatland (1995)<sup>53</sup>, Lawrie (1998)<sup>54</sup>, RANKEN (2000)<sup>55</sup>, Sams (2001)<sup>56</sup>, Aberle *et al.* (2001)<sup>57</sup>, Barbut (2002)<sup>58</sup>, Kerry *et al.* (2002)<sup>59</sup> E Olivo (2006)<sup>60</sup>.

A água representa 60% a 80% do peso da carne, contribuindo de forma imprescindível para a suculência e palatabilidade desse alimento. Desta forma, a habilidade de reter água é uma propriedade essencial, principalmente sobre o aspecto sensorial, bem como para garantir a qualidade geral dos produtos cárneos e atender aos anseios e satisfação dos clientes. Os produtos que demandam valor agregado necessitam sofrer algum tipo de processamento e durante o mesmo pode ocorrer perda de umidade natural, nas diversas etapas de sua elaboração. A perda dessa umidade confere produtos finais duros, secos, fibrosos e rançosos. O surgimento do ranço oxidativo em carnes exsudativas ocorre devido à concentração dos solutos (sais minerais e metais) pró-oxidantes, tornando o produto comprometido sob o aspecto de alimento seguro, durante a sua vida de prateleira<sup>60,61,62,63</sup>.

Boa parte da água da carne está fortemente ligada por diversas proteínas naturais. Aproximadamente 45% da umidade da carne estão firmemente presas pelas proteínas e ligadas por forças hidrofílicas; 30% estão em estado intermediário e ligadas por fracas forças químicas e o restante 25% está em estado livre, preso apenas por barreiras físicas constituídas pelas membranas celulares, vasos sanguíneos e tecido conjuntivo. Os 30% da umidade em estado intermediário estão parcialmente ligados, pois sofrem menor influência dos grupos hidrofílicos das proteínas, podendo estar mais ou menos presas ou livres, dependendo de fatores fisiológicos e bioquímicos pré e pós-abate<sup>54,60,61,62,63</sup>.

Em produtos de valor agregado, a indústria necessita recorrer à tecnologia de injeção cárnea, com a utilização de injetoras e/ou *tumblers*. Sem a adoção dessas tecnologias dificilmente se consegue obter a satisfação do cliente, pois a mesma permite a melhoria e a uniformidade da qualidade geral do produto nos aspectos de sabor, aroma, maciez e suculência deixando o mesmo mais

agradável ao paladar durante toda a sua vida útil. Quando realizada com critérios, essa tecnologia não altera as características nutritivas e não promove alterações que comprometem a carne como alimento seguro. Além de melhorar a qualidade geral do produto, contribui para um menor custo e permitiu de certa forma o seu repasse ao consumidor, implicando diretamente ou indiretamente em menores preços de venda no mercado. A satisfação do consumidor será o resultado do preço pago pelo produto e da qualidade geral percebida. Na qualidade geral estão envolvidos o sabor, aroma, maciez, suculência, agradabilidade, nutrição e o alimento seguro, entre outros parâmetros. Permite também aumentar a disponibilidade de alimentos, bem como tornar viável economicamente o negócio empresarial, imprescindível para a manutenção da atividade econômica<sup>60,61,62,63</sup>.

## 5. CONCLUSÃO

A tecnologia de amaciamento da carne bovina é um tema consolidado internacionalmente e muito bem documentado cientificamente. A razão de sua existência é a premente necessidade de atender aos anseios dos consumidores por cortes cárneos tenros e suculentos e que satisfaçam as suas exigências palatáveis básicas, sem o comprometimento de sua qualidade nutricional e de alimento seguro.

É minimamente esperado que no Brasil os legisladores entendam que a ciência e tecnologia fazem parte de um processo dinâmico e que as novas tendências possam ser adaptadas à rotina industrial e econômica, visando acima de tudo, corresponder aos anseios e necessidades dos consumidores com qualidade e ética. Desta forma, o entendimento entre as áreas legislativa, industrial e consumidora viabilizará a atividade econômica e a continuidade garantida da oferta de alimentos processados dentro das necessidades e desejos.

## REFERÊNCIAS

- [1] Robbins K, Jensen J, Ryan KJ, Homco-Ryan C, Mckeith FK, Brewer MS. Dietary vitamin E supplementation effects on the color and sensory characteristics of enhanced beef steaks. *Meat Science*, v.64, p.279-285, 2003.
- [2] Boleman SJ, Bolman SL, Miller RK, Taylor JF, Cross HR. Consumer evaluation of beef of known categories of tenderness. *Journal of Animal Science*, v.75, p.1521-1524, 1997.
- [3] Vote DJ, Platter WJ, Tatum JD, Schmidt GR, Belk KE, Smith, GC, Speer, NC. Injection of beef strip loins with solutions containing sodium tripolyphosphate, sodium lactate and sodium chloride to enhance palatability. *Journal of Animal Science*, v.78, p. 952-957, 2000.
- [4] Robbins K, Jensen, J, Ryan KJ, Homco-Ryan C, Mckeith, FK, Brewer MS. Consumer attitudes towards beef and acceptability of enhanced beef. *Meat Science*, v.65, p.721-729, 2003b.
- [5] Belew, JB, Brooks, JC, McKenna, DR, Savell, JW. Warner-Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Science*, v.64, p.507-512, 2003.
- [6] Pietrasik, Z, Aalhus, JL, Gibson, LL, Shand, PJ. Influence of blade tenderization, moisture enhancement and pancreatin enzyme treatment on the processing characteristics and tenderness of beef *semitendinosus* muscle. *Meat Science*, v.84, p.512-517, 2010.
- [7] Zhao GY, Zhou MY, Zhao HL, Chen XL, Xie BB, Zhang, X, He, HL, Zhou, BC, Zhang, YZ. Tenderization effect of cold-adapted collagenolytic protease MCP-01 on beef meat at low temperature and its mechanism. *Food Chemistry*, v.134, p.1738-1744, 2012.
- [8] Morgan JB, Savell JW, Hale DS, Miller RK, Griffin, DB, Cross, HR, Shackelford, SD. National Beef Tenderness Survey. *Journal of Animal Science*, v.69, p.3274-3283, 1991.
- [9] Brooks JC, Belew JB, Griffin DB, Gwartney BL, Hale DS, Henning WR, Johnson DD, Morgan JB, Parrish FC Jr., Reagan JO, Savell JW. National Beef Tenderness Survey – 1998. *Journal of Animal Science*, v.78, p.1852-1860, 2000.
- [10] Rhee MS, Wheeler TL, Shackelford, SD, Koomaraie, M. Variation in palatability and biochemical traits within an among eleven beef muscles. *Journal of Animal Science*, v.82, p.534-550, 2004.
- [11] Von Seggern DD, Calkin CR, Johnson DD, Brickler JE, Gwartney BL. Muscle profiling characterizing the muscle of the beef chuck and round. *Meat Science*, v.71, p.39-51, 2005.
- [12] Stites CR, Mckeith FK, Bechtel PJ, Carr TR. Palatability and storage characteristics of precooked beef roasts. *Journal of Food Science*, v.1, p.3-6, 1989.
- [13] McGee MR, Henry KL, Brooks JK, Morgan JB. Injection of sodium chloride, sodium tripolyphosphate, and sodium lactate improves Warner-Bratzler shear and sensory characteristics of pre-cooked inside round roasts. *Meat Science*, v.64, p.273-277, 2003.
- [14] Jones SJ, Burson DE, Calkins CR. Muscle profiling and bovine mycology – CD-ROM. Centennial, CO: National Cattlemen's Beef Association, 2001.
- [15] Mueller SL, King DA, Baird BE, McKenna DR, Osburn, WN, Savell JW. In-home consumer evaluations of individual muscles from beef rounds subjected to tenderization treatments. *Meat Science*, v.74, p.272-280, 2006.
- [16] Savell JW, Shackelford SD. The significance of tenderness to the meat industry. In: Proceedings of the 45<sup>th</sup> Reciprocal Meat Conference (p.43-46). Chicago (IL), American Meat Science Association and National Live Stock and Meat Board, 1992.
- [17] Pietrasik Z, Shand PJ. Effects of mechanical treatments and moisture enhancement on the processing characteristics and tenderness of beef *semimembranosus* roasts. *Meat Science*, v.71, p.498-505, 2005.
- [18] Seideman SC, Smith GC, Carpenter ZL, Marshall WH. Blade tenderization of beef psoas major and semimembranosus muscles. *Journal of Food Science*, v.42, p.1510-1512, 1977.
- [19] Goldner WJ, Mandigo RW. The effects of mechanical tenderization and press/cleave portioning on boneless pork loins. *Journal of Animal Science*, v.39, p.971-972,

- 1974.
- [20] Carpenter, Z L. Mechanical tenderization proves itself – but extra care is needed. *National Provisioner*, p.187-190, 1975.
- [21] Glover E, Forrest JC, Johnson HR, Bramblett VD, Judge MD. Palatability and cooking characteristics of mechanically tenderized beef. *Journal of Animal Science*, v.41, p.292, 1975.
- [22] Bowling RA, Marshall WH, Smith GC, Carpenter ZL, Shelton M. Mechanical tenderization of whole sale cuts from ram lambs and kid goats. *Journal of Animal Science*, v.43, p.122-130, 1976.
- [23] Campbell JF, Neer KF, Mandigo RW, Caporaso F, Smith GM. Mechanical tenderization of beef inside rounds as affected by ration and biological type. *Meat Conference*, v.29, p.253, 1976.
- [24] Savell JW, Smith GC, Carpenter ZL. Blade tenderization of four muscles from three weigth-grade groups of beef. *Journal of Food Science*, v.42, p.866-871, 1977.
- [25] Savell JW, Mckeith FK, Murphey CE, Smith GC, Carpenter ZL. Singular and combined effects of electrical stimulation, postmortem aging and blade tenderization on the palatability attributes of beef from young bulls. *Meat Science*, v.6, p.97-109, 1982.
- [26] Bidner TD, Montgomery RE, Bagley CP, Mcmillin KW. Influence of electrical stimulation, blade tenderization and postmortem vacuum aging upon the acceptability of beef finished on forage or grain. *Journal of Animal Science*, v.61, p.584-589, 1985.
- [27] Shackelford SD, Reagan JO, Mann TF, Lyon CE, Miller MF. Effects of blade tenderization, vacuum massage time, and salt level on chemical, textural and sensory characteristics of precooked chuck roasts. *Journal of Food Science*, v.54, p.843-845, 905, 1989.
- [28] Bowling RA, Marshall WH, Smith GC, Carpenter ZL, Shelton M. Mechanical tenderization of raw lamb and goat cuts. *Journal of Animal Science*, v.41, p.286, 1975.
- [29] Hinnergardt LC, Drake SR, Kluter RA. Grilled freeze-dried steaks. Effects of mechanical tenderization plus phosphate and salt. *Journal of Food Science*, v.40, p.621-623, 1975.
- [30] Miller SG. Mechanical tenderization of meat in the HRI trade. *Meat Conference*, v.28, p.134-139, 1975.
- [31] Huffman DL. Shaping, forming, and tenderizing meat. *Proceedings of the Meat Industry Research Conference* (p.33-41), Washington DC: American Meat Institute Found, 1975.
- [32] Davis GW, Smith GC, Carpenter ZL. Effect of blade tenderization on storage life, retail case life and palatability of beef. *Journal of Food Science*, v.42, p.330-337, 1977.
- [33] Neer KL, Campbell JF, Mandigo RW, Caparaso F, Smith GM. Press/cleave portioning and mechanical tenderization of beef top lions as affected by nutritional regime and biological type. *Journal of Food Science*, v.43, p.165-167, 185, 1978.
- [34] Smith GC, Seideman SC, Carpenter ZL. Blade tenderization effects on cooking and palatability characteristics of steaks from bullock and cow carcasses. *Journal of Food Science*, v.42, p.563-566, 1979.
- [35] Hayward LH, Hunt MC, Kastner CL, Kropf DH. Blade tenderization effects on beef *longissimus*. Sensory and Instron textural measurements. *Journal of Food Science*, v.45, p.925-930, 935, 1980.
- [36] Mandigo RW, Olson DG. Effect of blade size for mechanically tenderizing beef roasts. *Journal of Food Science*, v.47, p.2095-2096, 1982.
- [37] Medeiros LC, Field RA, Meakhaus, DJ, Riley, ML, Russell, WC. Effect of electrical stimulation and blade tenderization on palatability of beef *longissimus* and *semi-membranosus* muscles. *Journal of Food Quality*, v.11, p.487-495, 1988.
- [38] Jeremiah LE, Gibson LL, Cunningham B. The influence of mechanical tenderization on the palatability of certain bovine muscles. *Food Research International*, v.32, p.585-591, 1999.
- [39] Pietrasik Z, Shand PJ. Effect of blade tenderization and tumbling time on the processing characteristics and tenderness of injected cooked roast beef. *Meat Science*, v.66, p.871-879, 2004.
- [40] Kolle BK, Mckenna DR, Savell JW. Methods to increase tenderness of individual muscles from beef rounds when cooked with dry or moist heat. *Meat Science*, v.68, p.145-154, 2004.
- [41] Ockerman HW, Plimpton RF, Cahil VR, Boyd KJ. Mechanically tenderized beef. *Proceedings 22<sup>nd</sup> Eur. Meet. Meat Res.Work*, 22:1, A10:1-A10:6, 1976.
- [42] Tatum JD, Carpenter ZL, Smith GC. Blade tenderization of four muscles from cow and bull carcasses. *Journal of Animal Science*, v.43. p.247, 1976.
- [43] Tatum JD, Smith GC, Carpenter, Z L. Blade tenderization of steer, cow and bull beef. *Journal of Food Science*, v.43, p.819-822, 1978.
- [44] Smith LA, Simmons SL, Mckeith FK, Bechtel PJ, Brady PL. Effects of sodium tripolyphosphate on physical and sensory properties of beef and pork roasts. *Journal of Food Science*, v.49, p.1636-1637(1641), 1984.
- [45] Sutton DS, Brewer MS, Mckeith FK. Effects of sodium lactate and sodium phosphate on the physical and sensory characteristics of pumped pork loins. *Journal of Muscle Foods*, v.8, p.95-104, 1997.
- [46] Sheard PR, Nute GR, Richardson RI, Perry A, Taylor AA. Injection of water and polyphosphate into pork to improve juiciness and tenderness after cooking. *Meat Science*, 51, p.371-376, 1999.
- [47] Prestat C, Jensen J, McKeith FK, Brewer MS. Cooking method and endpoint temperature effects of sensory and color characteristics of pumped pork loin chops. *Meat Science*, v.60, n.4, p.391-400, 2002.
- [48] Robbins K, Jensen J, Ryan KJ, Homco-Ryan C, Mckeith FK, Brewer MS. Enhancement effects on sensory and retail display characteristics of beef rounds. *Journal of Muscle Foods*, v.13, p.279-288, 2002.
- [49] Baublits RT, Ohlman FW, Brown AH, JR, Yancey EJ, Johnson ZB. Impact of muscle type and sodium chloride concentration on the quality, sensory, and instrumental color characteristics of solution enhanced whole-muscle beef. *Meat Science*, v.72, p.704-712, 2006.
- [50] Brasil. Instrução Normativa N<sup>o</sup>. 51, de 20 de dezembro de 2006. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasília, 2007.
- [51] Olivo R, Barbut S. Exsudative cooked gel in chicken breast meat products. In: XIX Congresso de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CBTA). Recife, 2004. Pro-

- grama Final, SBCTA, 2004. 89p.
- [52] Hedrick HB, Aberle ED, Forrest JC, Judge MD, Merkel RA. Principles of Meat Science. Dubuque: Kendal/Hunt, 1989, 3ª. Ed., 354p.
- [53] Swatland HJ. On line evaluation of meat. Lancaster: Technomic, 1995. 345p.
- [54] Lawrie RA. Meat Science. Cambridge: Technomic, 6ª. Ed., 1998. 336p.
- [55] Ranken MD. Handbook of Meat Product Technology. Oxford: Blackwell, 2000. 212p.
- [56] Sams AR. Poultry Meat Processing. Boca Raton: CRC Press, 2001. 334p.
- [57] Aberle ED, Forrest JC, Gerrard DE, Mills EW. Principles of Meat Science, Dubuque: Kendal/Hunt Publishing Company, 2001. 354p.
- [58] Barbut S. Poultry products processing, an industry guide. Boca Raton: CRC Press, 2002. 548p.
- [59] Kerry J, Kerry J, Ledward D. Meat processing – Improving quality. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited, 2002. 464p.
- [60] Olivo R. O Mundo do Frango. Criciúma: do autor, 2006. 680p.
- [61] Olivo R. Tecnologia de extensão cárnea. In: Shimokomaki M, Olivo R, Terra NN, Franco BGM Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes. São Paulo: Varela, p.175-184, 2006.
- [62] Olivo R. Fatores que influenciam as características das matérias-primas cárneas e suas implicações tecnológicas. In: Shimokomaki, M, Olivo, R, Terra, NN, Franco, BGM. Atualidades em Ciência e Tecnologia de Carnes. São Paulo: Varela, p.17-27, 2006.
- [63] Olivo R. Preparo de soluções funcionais, injeção e *tambaleamento*. In: OLIVO, R. O Mundo do Frango. Criciúma: do autor, 2006. p.453-460.