



CAIO PEREIRA DA SILVA

**EFEITO DE DIFERENTES ENZIMAS PROTEOLÍTICAS SOBRE OS
PARÂMETROS FÍSICOS DE COR E MACIEZ EM CORTES DE
CARNE BOVINA**

INCONFIDENTES-MG

2017

CAIO PEREIRA DA SILVA

**EFEITO DE DIFERENTES ENZIMAS PROTEOLÍTICAS SOBRE OS
PARÂMETROS FÍSICOS DE COR E MACIEZ EM CORTES DE
CARNE BOVINA**

Projeto Final de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do curso de Engenharia de alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais Câmpus Inconfidentes para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientadora: DSc. Flávia de Floriani Pozza Rebello

INCONFIDENTES-MG

2017

CAIO PEREIRA DA SILVA

**EFEITO DE DIFERENTES ENZIMAS PROTEOLÍTICAS SOBRE OS
PARÂMETROS FÍSICOS DE COR E MACIEZ EM CORTES DE
CARNE BOVINA**

Data de aprovação: ____ de _____ de 2017

Flávia de Floriani Pozza Rebello: IFSULDEMINAS

Mariana Borges de lima Dutra: IFSULDEMINAS

Barbara Mariane Maduro Marcílio: IFSULDEMINAS

INCONFIDENTES-MG

2017

RESUMO

Dentre os vários cortes da carcaça de bovinos tem-se os cortes de primeira, oriundos da parte traseira do animal e os cortes de segunda, mais rígidos, da parte dianteira do animal com menor valor comercial. O objetivo do presente estudo foi comparar a ação da enzima oriunda do fruto da *Bromélia Antiacantha Bertol* (gravatá), com as enzimas cientificamente mais conhecidas (papaína e bromelina) no processo de amaciamento, utilizando dois cortes, sendo eles: coxão duro (*biceps femoris* – do traseiro) e capa de filé (*latissimus dorsi* – do dianteiro). Os efeitos das enzimas sobre os atributos de cor e perda de peso por cozimento também foram avaliados, uma vez que são de fundamental importância para o consumidor as características sensoriais da carne bovina. Assim, foram utilizados o colorímetro Konica Minolta CM-2300d para análise dos parâmetros L* a* b* de cor, cozimento a 80°C para perda de peso por cozimento (PPC) e texturômetro (TA XT2 plus) para avaliar a força de cisalhamento (FC). O experimento foi conduzido no laboratório de Processamento de Carnes, laboratório de análise sensorial e Laboratório de Processos Fermentativos do IFSULDEMINAS Campus Inconfidentes, durante 10 dias em que os cortes permaneceram armazenados em câmara fria a 3°C. Nos dias 0 e 4 o coxão duro foi avaliado sensorialmente, utilizando-se os testes de aceitação, ideal de maciez e intenção de compra dos consumidores. Os melhores resultados médios para os parâmetros de cor (L*, a* e b*) foram observados para a enzima proveniente do fruto gravata, não havendo grande variação estatística nos parâmetros físicos de cor a maciez, bem como nos testes sensoriais durante os dez dias, tanto na capa de filé como no coxão duro (coxão duro L* 39,75; capa de filé L*43,26; coxão duro a*17,87; capa de filé a* 14,16; coxão duro b*16,32; capa de filé b* 14,87). Os valores médios da perda de peso por cozimento (PPC) não variaram entre os tratamentos enzimáticos nem entre os cortes, sendo de (capa de filé 0,44 g/g; coxão duro 0,56 g/g). Na análise de força de cisalhamento (FC), os maiores resultados foram observados nos 3 primeiros dias em todos os tratamentos, sendo que a enzima proveniente do fruto gravata mostrou-se com menor valor da FC (gravatá dia 2: 1,83 kg/s, papaína dia 2: 4,49 kg/s; amostra controle: 4,36 kg/s), mantendo-se sem muita alteração nos demais 7 dias (coxão duro 1,89 kg/s; capa de filé 1,84 kg/s). Com relação, a avaliação sensorial, em todos os atributos avaliados (cor, textura, odor, sabor e aparência global), a amostra tratada com a enzima do gravatá mostrou-se mais aceita e com maciez mais próxima do ideal, como também teve uma maior intenção de compra.

Palavras-chaves: enzimas proteolíticas, amaciamento, *Bromélia Antiacantha Bertol*.

ABSTRACT

Among the various cuts of the bovine carcass are the first cuts from the animal's back and the second, stiffer cuts from the front of the animal with less commercial value. The objective of the present study was to compare the enzyme action of the fruit of *Bromélia Antiacantha Bertol* (gravatá), with the most scientifically known enzymes (papain and bromelain) in the softening process, using two cuts: hard cucumber (biceps femoris - of the back) and fillet cover (latissimus dorsi - front). The effects of the enzymes on the attributes of color and weight loss by cooking were also evaluated, since the sensorial characteristics of the beef are of fundamental importance for the consumer. Thus, the Konica Minolta CM-2300d colorimeter was used to analyze the parameters L^* a^* b^* of color, cooking at 80 ° C for weight loss by cooking (PPC) and texturometer (TA XT2 plus) to evaluate the strength of Shear (CF). The experiment was conducted in the Meat Processing Laboratory, sensorial analysis laboratory and Laboratory of Fermentative Processes of IFSULDEMINAS Campus Inconfidentes, during 10 days in which the cuts were stored in a cold room at 3 ° C. On days 0 and 4 the hard cushion was sensorially evaluated, using the acceptance tests, ideal of softness and consumers' purchase intention. The best average results for the color parameters (L^* , a^* and b^*) were observed for the enzyme from the fruit tie, there being no statistical variation in the physical parameters of color to softness, as well as in the sensorial tests during the ten days , Both in the fillet cover and in the hard coat (hard coat L^* 39,75, fillet cover L^* 43,26, hard coat a^* 17,87, fillet cover a^* 14,16, hard coat b^* 16,32, fillet cover b^* 14,87) . The average values of the weight loss per cooking (PPC) did not vary between the enzymatic treatments nor between the cuts, being (fillet cover 0,44 g / g; hard coating 0,56 g / g). In the analysis of shear force (HR), the highest results were observed in the first 3 days in all treatments, and the enzyme from the tie fruit showed a lower HR value (day 2: 1,83 kg / s, (Control): 4,36 kg / s), remaining without much alteration in the remaining 7 days (hard coir 1.89 kg / s, fillet cover 1,84 kg / s). Regarding the sensory evaluation, in all the evaluated attributes (color, texture, odor, taste and overall appearance), the sample treated with the enzyme of gravatá was more accepted and with softness closer to the ideal, but also had a Greater purchase intent.

Keywords: Proteolytic enzymes, softening, *Bromeliad Antiacantha Bertol*.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. JUSTIFICATIVA.....	3
1.2. OBEJETIVO GERAL.....	3
1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. A MACIEZ RELACIONADA À ESTRUTURA MUSCULAR.....	4
2.2. MACIEZ DA CARNE.....	6
2.2.1.FATORES RESPONSÁVEIS PELA MACIEZ.....	6
2.3. AMACIANTES CÁRNEOS: ENZIMAS PROTEOLÍTICAS.....	7
2.4. ENZIMAS NO PROCESSO DE AMACIAMENTO (ATUAÇÃO).....	9
2.4.1. AÇÃO DOS AMACIANTES.....	10
2.5. BROMÉLIA ANTIACANTHA BERTOL.....	12
3. MATERIAL E METODOS	14
3.1. ORIGEM DOS CORTES, ENZIMAS E FORMA DE PREPARO PARA ANÁLISES.....	14
3.2. COR.....	15
3.3. ANALISE DA PERDA DE PESO POR COZIMENTO.....	15
3.4. FORÇA DE CISALHAMENTO.....	15
3.5. AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	16
4. ANÁLISE DE DADOS	17
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5.1.COR.....	18
5.1.1.LUMINOSIDADE (L*).....	18
5.1.2.TEOR DE VERMELHO (a*).....	21
5.1.3.TEOR DE AMARELO (b*).....	24
5.2. ANÁLISE DE PERDA DE PESO POR COZIMENTO (PPC).....	28
5.3. FORÇA DE CISALHAMENTO (FC).....	28
5.4. AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	32
6. CONCLUSÕES	36
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37

DEDICO

Aos meus pais Selma e José Carlos, e ao meu filho Thales, pela dedicação, educação, confiança e amor.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado à vida, a família que tenho e por estar sempre guiando meu caminho e colocando pessoas de bem ao meu lado.

Agradeço imensamente à minha mãe e meu pai, meus exemplos de vida, de humildade, simplicidade e de honestidade. Foi graças a vocês e a educação que me proporcionaram que aprendi a nunca desistir e sempre correr atrás dos meus objetivos, mesmo com as dificuldades.

Agradeço imensamente a minha professora, amiga e orientadora Flávia Rebello, por ter confiado em mim para a realização deste trabalho, por todo ensinamento passado em sala, pela boa vontade na realização das análises, das marmitas e cafés que levava ao longo dos dias de trabalho desse projeto final de curso. Sem ela não seria possível à realização e conclusão desse projeto.

Agradeço a professora Mariana Borges, pelo empréstimo dos equipamentos e materiais, do laboratório, das informações, boa vontade e bondade em sempre ajudar.

Agradeço ao professor Miguel Toledo Del Pino, por ceder seu tempo e conhecimento na ajuda da análise estatística.

Agradeço a Fernanda Coutinho, e o Roninho, responsáveis técnicos do laticínio e laboratório de carnes pela ajuda e empréstimos de alguns equipamentos.

Agradeço a Dona Regina Silvério, Cintia Bonamichi e Jessica Bonamichi, por todo apoio ao longo desse tempo de graduação, são uma segunda família que tenho.

Agradeço a minha namorada Juliana Martins, por ter me ajudado desde o começo desse projeto, na busca e compra dos materiais, nas análises, e em todo apoio durante a realização.

Agradeço ao meu amigo Danilo Matos, irmão de graduação, pela ajuda em algumas análises e amizade durante a graduação.

Agradeço aos meus amigos (as) e companheiros (as) de graduação, Laís Bueno, Lucas Miranda, Ana Laís, Luis Paulo, Lara Oliveira, Clara Pontes, Danilo Matos, e Jéssika Michelli, por suas amizades e pelos cinco anos que passamos juntos.

Agradeço aos meus amigos por sua amizade e companheirismo, Felipe Fernandes, Thuã Dionisio, Éder Couto, Ítalo Vilar, Tomaz Fregonesi, Marcus Braga, Daniel Faria

(Bolinho), Bruno Ribeiro, Leonardo Muller, Mariana Moi, Lucas Miranda (Peçanha), Lais Bueno, Carol Dantas, Lene Dallo, aos meninos da Rep Fazendinha, e aos tantos outros que passaram ao longo dos cinco anos, deixando boas energias e pelo companheirismo.

Por fim, agradeço a todos os servidores do IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes, sem eles não existiria a instituição e nada disso seria possível, minha eterna gratidão a todos pela oportunidade.

“Na vida, não vale tanto o que temos nem tanto importa o que somos. Vale o que realizamos com aquilo que possuímos e, acima de tudo, importa o que fazemos de nós.

Está à tua disposição a potência, o poder de bem realizar, de vencer adversidades, reduzir atritos, convencer nos negócios honestos, melhorar de emprego, ampliar amizades, obter a paz no lar e tudo mais.

Quanto mais te convences de que podes ser feliz, de que tens em ti os atributos da paz, ação, resistência e amor, mais as facilidades chegam a ti. No entanto, se preferes viver em lamentações, na recusa à prática do bem ou no cultivo de vícios, ergues, desnecessariamente, barreiras a ti mesmo.

Crê em ti mesmo, age e verá os resultados. Quando te esforças, a vida também se esforça para te ajudar.”

(Chico Xavier)

“Não desista. Geralmente é a última chave no chaveiro que abre a porta.”

(Paulo Coelho).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico com valores em porcentagem (%) da intenção de compra dos consumidores para os diferentes tratamentos enzimáticos no primeiro dia de análises, após um dia de tratamento.

Figura 2 - Gráfico com valores em porcentagem (%) da intenção de compra dos consumidores para os diferentes tratamentos enzimáticos no segundo dia de análises, após quatro dias de tratamento.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores médios de luminosidade (L^*) do musculo bovino *Bíceps femoris* (coxão duro), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Tabela 2 - Valores médios de luminosidade (L^*), do musculo bovino *Latissimus dorsi* (capa de filé), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Tabela 3 - Valores médios de teor de vermelho (a^*), do musculo bovino *Bíceps femoris* (coxão duro), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Tabela 4 - Valores médios do teor de vermelho (a^*), do musculo bovino *Latissimus dorsi* (capa de filé), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Tabela 5 - Valores médios do teor de amarelo (b^*), do musculo bovino *Bíceps femoris* (coxão duro) de bovino, para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Tabela 6 - Valores médios de teor de amarelo (b^*), do musculo bovino *Latissimus dorsi* (capa de filé), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Tabela 7 - Valores médios da perda de peso por cozimento (PPC) em g/g, dos músculos bovino *Latissimus dorsi* (capa de filé) e *Bíceps femoris* (coxão duro) para os diferentes tratamentos enzimáticos.

Tabela 8 - Valores médios da força de cisalhamento (FC) em kg/s do musculo bovino *Bíceps femoris* (coxão duro), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Tabela 9 - Valores médios da força de cisalhamento (FC) em kg/s do musculo bovino *Latissimus dorsi* (capa de filé), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Tabela 10 - Média dos resultados dos atributos do teste de aceitação para as análises com um dia de tratamento, quatro dias de tratamento das amostras e medias dos resultados do teste do Ideal para o atributo maciez.

1. INTRODUÇÃO

A pecuária, atualmente ocupa uma grande fatia de produção do agronegócio Brasileiro, sendo a carne bovina um produto amplamente consumido por todas as classes econômicas, e também um produto exportado para vários países. Tais atribuições a tornam alvo de melhoramento constante da qualidade para que possa garantir suas oportunidades de expansão do mercado que estão intimamente associadas à capacidade competitiva do setor produtivo e, nesse aspecto, a qualidade sensorial torna-se ponto fundamental para garantia de vendas e expansão dos negócios. Dentre as características de qualidade da carne bovina, a maciez assume posição de destaque, sendo considerada como a característica sensorial de maior influência na aceitação da carne por parte dos consumidores (ALVES et al. ; PAZ E LUCHIARI FILHO, 2000).

Um dos fatores que interferem muito na qualidade e aceitação, e interferem diretamente na sua importância comercial é a maciez da carne e para contornar esses fatores são utilizados diferentes tipos de métodos que assegurem essa característica do produto final. Dentre os vários métodos empregados, o uso de enzimas proteolíticas oriundas de plantas, em diferentes formas de aplicação (em pó, extratos, própria planta), é amplamente utilizado no processo de amaciamento, os processos enzimáticos são também empregados em casos que pacientes necessitam de alimentação via parenteral (pacientes que necessitam de alimentos pré-digeridos) (ALVES, GOES, E MANCIO, 2005).

Nota-se atualmente que o nível de exigência dos consumidores vem crescendo muito devido a estímulos das propagandas de carne com qualidade, e isso fez com que o comércio passasse a exigir das indústrias frigoríficas o fornecimento de carnes e carcaças que apresentassem certas características qualitativas (maciez, suculência e cor). Quando avaliados parâmetros que envolvem a qualidade de carne, a maciez é o fator de maior variabilidade, sendo o atributo mais desejável pelo consumidor (LAGE, OLIVEIRA, PAULINO, E RIBEIRO, 2009). Na maioria das vezes, a indústria frigorífica, antes da distribuição de seus produtos, busca garantir a maciez por alguns processos, entre eles podemos citar: a estimulação elétrica, suspensão pélvica, manejo de câmara fria, maturação, manejo pré-abate feito de forma correta garantindo o bem estar animal e a fase do *rigor mortis*.

Segundo Judge et al. (1989) o processo de maturação é um método de conservação da carne, que fundamenta-se na estocagem da carne, por um período que

varia de 15 a 21 dias. Esses cortes são embalados a vácuo e armazenados em temperaturas que encontram-se acima do ponto de congelamento da carne, por volta de 0°C. No entanto, pode-se dizer que a maturação é um fenômeno da carne bem complexo, que decorre a partir da resolução cadavérica, que se estende durante as estocagens refrigeradas dos cortes e que envolve em seu processo um conjunto enzimático, onde destaca-se a calpaína e a calpastatina (inibidora da calpaína) (RUBENSAM et al., 1998, PEREIRA, 2002). No entanto, algumas variáveis podem influenciar nesse processo, como por exemplo: a velocidade da glicólise, espécie e a raça do animal, comprimento do sarcômero das miofibrilas, quantidade e solubilidade do colágeno, degradação das proteínas miofibrilares e força iônica (FELÍCIO, 1997).

Buscando garantir a maciez e conseqüentemente maior qualidade da carne após esses processos nas indústrias frigoríficas, o uso de enzimas proteolíticas é amplamente utilizado, sendo as mais empregadas à papaína proveniente do mamão, a bromelina proveniente do abacaxi e a ficina proveniente do figo, que possuem uma efetiva ação amaciante (OLIVEIRA et al., 2013). Essas enzimas proporcionam ação similar às proteases cisteínicas, porém atuam sobre as fibras do tecido conjuntivo (LAGE, OLIVEIRA, PAULINO, E RIBEIRO, 2009)

Os amaciantes enzimáticos naturais são substâncias termoestáveis, e têm a propriedade de degradar não só as proteínas miofibrilares como também apresentam uma atividade colagenolítica elevada (OLIVEIRA 2000; LAGE, OLIVEIRA, PAULINO, E RIBEIRO, 2009). As enzimas vegetais, quando adicionadas à carne, exercem maior efeito de hidrólise durante a cocção, pelo fato de serem desnaturadas pelo aquecimento. Essas enzimas continuam em atividade a 80°C e sofrem inativação em temperaturas mais elevadas (PARK E DRAETTA, 1971; LAGE et al, 2009)

Pesquisas tem demonstrado a alta eficiência e a melhoria esperada na maciez da carne proveniente do uso de enzimas proteolíticas de origem vegetal, aumentando as expectativas quanto a diferentes produtos e melhores resultados esperados nos produtos finais. Os resultados diante dessa linha de pesquisa têm se demonstrado promissores para utilização no processo de amaciamento de carnes com características mais rígidas, melhorando a característica final do produto e conseqüentemente satisfazendo as necessidades impostas pelos consumidores.

1.1. JUSTIFICATIVA

Avaliar os efeitos da enzima proveniente do fruto de *Bromélia Antiacantha Bertol* gravatá, e comparar seus resultados com as enzimas já cientificamente estudadas (controle – enzimas naturais da própria carne; papaína e bromelina) sobre os parâmetros físicos de cor, perda de peso por cozimento e maciez em 2 cortes de carne bovina (capa de filé e coxão duro). Até o momento do início do experimento, não se tinha conhecimento prático sobre o efeito amaciador da enzima proveniente do fruto gravatá (*Bromélia Antiacantha Bertol*). Diante disso, o uso dessa enzima foi a principal proposta deste trabalho, procurando-se avaliar sua ação em comparação com as enzimas já conhecidas comercialmente, e assim introduzir uma nova proposta de uso não só para a área de carnes como várias outras áreas da indústria de alimentos que empregam processos bioquímicos, ampliando a linha de pesquisa que envolva proteases vegetais.

1.2. OBEJETIVO GERAL

Avaliar parâmetros físicos como a cor, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) das amostras tratadas com a enzima proveniente do fruto do gravatá, avaliar seus resultados com os diferentes tratamentos que serão objetos de comparação, como também a qualidade sensorial.

1.3. OBJETIVOS ESPECIFICOS

Avaliar a eficiência da enzima proveniente do fruto gravata no amaciamento da carne bovina e compará-la às enzimas vegetais mais conhecidas e empregadas como amaciantes cárneos, (papaína e bromelina) durante 10 dias de armazenamento em câmara fria a 3°C, em dois cortes cárneos, sendo um dianteiro (capa de filé) e outro traseiro (coxão duro) analisando os atributos físicos de cor, perda de peso por cozimento (PPC) e força de cisalhamento (FC) e avaliação sensorial do corte coxão duro nos dias 1 e 4 de armazenamento, aplicando o teste de intenção de compra, aceitabilidade e teste do ideal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A carne é composta basicamente por quatro tipos de tecidos: tecido muscular, tecido conjuntivo, tecido epitelial e tecido nervoso. O principal componente da carne é o músculo, sendo dividido em músculo estriado esquelético ou voluntário, músculo liso ou involuntário e músculo estriado cardíaco. O músculo esquelético é o mais importante dos três em razão de sua maior quantidade na carcaça e seu maior valor econômico (ALVES, GOES, E MANCIO, 2005; LUCHIARI FILHO, 2000).

Dentre os músculos citados anteriormente, o músculo esquelético é um músculo estriado de contração voluntária. Portanto, sua ação é controlada de acordo com a vontade do indivíduo. Sua unidade estrutural é a fibra muscular, que são constituídas de uma membrana externa chamada de sarcolema e de um citoplasma diferenciado conhecido como sarcoplasma, que está praticamente tomado pelas miofibrilas (ALVES, GOES, E MANCIO, 2005).

A dureza da carne pode ser dividida em dureza residual, causada pelo tecido conjuntivo e outras proteínas do estroma, e dureza de actomiosina, causada pelas proteínas miofibrilares. Dentre os fatores que influenciam na maciez da carne, podem ser destacados fatores como: a genética, a raça, a idade ao abate, o sexo, a alimentação, o uso de agentes hormonais (β - adrenérgicos) e os tratamentos *ante – mortem* e *post-mortem*. A qualidade final da carne é resultante de tudo o que aconteceu com o animal durante toda a cadeia produtiva. Devem-se assegurar procedimentos adequados de transporte, armazenamento, manipulação, exposição e preparo da carne, a fim de se obter um produto final de melhor qualidade (ALVES, GOES, E MANCIO, 2005).

2.1. A MACIEZ RELACIONADA À ESTRUTURA MUSCULAR

As qualidades nutricionais da carne, incluindo a maciez, suculência e sabor, são considerados as características mais importantes relacionadas à palatabilidade da carne pelos consumidores (QIANLI, 2011; LAWRIE E LEDWARD, 2006; WARRISS, 2000). Embora a maciez seja considerada uma das características finais mais importantes e os consumidores estejam cada vez mais dispostos a pagar mais por isso, sabe-se que na prática, menos de 20% da carne atendem essa demanda (QIANLI, 2011;

MILLER, 2002). A sensibilidade à maciez é determinada pela quantidade e solubilidade do tecido conjuntivo, pelo encurtamento do sarcômero durante o desenvolvimento do *rigor mortis* e pela proteólise *post-mortem* de proteínas miofibrilares (QIANLI, 2011; KOOHMARAIE E GEESINK, 2006; TROY E KERRY, 2010). As proteínas miofibrilares (solúveis em água) e do tecido conjuntivo (fibroso e insolúvel) estão localizadas intracelularmente e extracelularmente, respectivamente (QIANLI, 2011; ABERLE et al 2001).

A característica de maciez da carne bovina pode vir a variar muito entre as espécies animais e entre os diferentes tipos de tecidos musculares que são mantidos por diferentes tempos *post-mortem*. Dentre as proteínas presentes na carne, o colágeno é a proteína mais abundante no animal e tem uma influência significativa na maciez da carne. A proporção relativa de tecidos conjuntivos e fibras musculares difere, e como tal, contribui para as diferenças relativas na ternura da carne (QIANLI, 2011; KANDEEPAN, et al 2009). Há um consenso geral de que a proteólise de proteínas miofibrilares, acelerada pelo sistema proteolítico de calpaina, é o maior contribuinte para a abrandação da carne bovina durante o armazenamento *post-mortem* (QIANLI, 2011; BOWKER, et al, E ZHOU, 2011).

Estudos anteriores relataram que a ativação de μ -calpaina e m-calpaina foi responsável pela proteólise e amaciamento *post mortem* (POLIDORI et al., 2000). Além disso, a l-calpaina desempenha um papel importante na maciez da carne, enfraquecendo a integridade estrutural das proteínas miofibrilares (QIANLI, 2011; GEESINK, et al E KOOHMARAIE, 2006).

Geesink et al (2011) sugeriram que métodos de intervenção adicionais, tais como enzimas de amaciamento, são necessários para melhorar a maciez da carne cozida com maior grau de dureza. Os tratamentos com enzimas exógenas demonstraram aumentar a sensibilidade através da degradação das proteínas miofibrilares e colágenas, sem diferença entre os músculos dos tecidos alto e baixo do tecido conjuntivo da carne bovina (SULLIVAN E CALKINS, 2010).

O processo de amaciamento da carne pode ser realizado quimicamente ou fisicamente. As tecnologias utilizadas para melhorar a maciez da carne incluem a estimulação elétrica (JAYASOORIYA, et al E BHANDARI, 2007), o envelhecimento *post mortem* (HOPE-JONES, et al ,HUNT et al., 2003) e injeção de enzimas proteolíticas de plantas (ASHIE et al., 2002; WADA, et al , 2002).

O tratamento por enzimas proteolíticas é o método mais popular para a amaciamento de carnes. Três métodos comuns de introdução das enzimas proteolíticas nos cortes de carne *post-mortem* incluem: mergulhar a carne numa solução contendo enzimas proteolíticas; bombear a solução de enzima em vasos sanguíneos principais do corte de carne e reidratar a carne liofilizada numa solução contendo uma enzima proteolítica (QIANLI, 2011; GERELT, IKEUCHI, E SUZUKI, 2000). Os dois primeiros métodos são um pouco insatisfatórios, uma vez que não há como mensurar o grau de maciez final da carne. No primeiro caso, como as enzimas são incapazes de penetrar dentro da carne, o interior é deixado sem ação enzimática, comprometendo o processo (LAWRIE E LEDWARD, 2006). No segundo caso, há o risco de causar desuniformidade no corte. A reidratação da carne liofilizada mostrou uma distribuição muito melhor das enzimas do que a imersão ou perfusão. No entanto, isto não é ideal, e exige o uso de um liofilizador. Em vez de introduzir enzimas na carne *post-mortem*, a injeção pré-abate de enzimas em animais vivos foi realizada (BEUK, HINSDALE, GOESER, E HOGAN, 1959) e provou ser o método mais eficaz de introduzir as enzimas em carne (CHRISTENSEN et al., 2009, GAO et al., 2011, LIU, XIONG, E RENTFROW, 2011), apesar de este método exigir alta capacidade técnica do manipulador, além de poder causar a morte prematura do animal.

2.2. MACIEZ DA CARNE

2.2.1. FATORES RESPONSÁVEIS PELA MACIEZ

De acordo com a literatura, ainda pode-se dizer que são desconhecidos os fatores e os mecanismos que são responsáveis pelas modificações que ocorrem durante o processo de maturação da carne e devido a isso, ainda geram controvérsias (LAGE et al., 2009; KOOHMARAIE E GEESINK, 2006). Sugere-se atualmente mecanismos e fatores de natureza variada para o processo de maturação da carne, como por exemplo, fatores físico-químicos como o pH, pressão osmótica, íons cálcio e processos oxidativos, como também enzimas sem atividade peptidásica (enzimas glicolíticas, ATPases e glicosidases), peptidases (catepsinas, calpaínas, complexo endopeptidásico multicatalítico e outras endopeptidases musculares (LAGE et al., 2009; KOOHMARAIE, 1996).

Basicamente o processo de amaciamento da carne depende tanto de alterações nos componentes estruturais do músculo, como também a associação de proteínas durante e após o *rigor mortis*. As catepsinas lisossomais foram responsáveis pelo amaciamento até a descoberta em 1970 de um novo sistema proteolítico. Este sistema foi referido como proteinase dependente de cálcio ou calpaína, devido à necessidade de utilização de cálcio para sua ativação, (LAGE et al., 2009; BUSH et al. 1972).

2.3. AMACIANTES CÁRNEOS: ENZIMAS PROTEOLÍTICAS

Em seu processo natural de amaciamento, a carne tem em sua composição a presença de enzimas proteolíticas que auxiliam no processo de amaciamento (calpaínas e catepsinas), porém, nem sempre essas enzimas naturais da carne conseguem atuar de forma a fazer com que a carne tenha uma maciez esperada, e devido a isso, tem-se o uso de enzimas que desempenham o mesmo papel para continuidade no processo de amaciamento, gerando produtos com as qualidades esperadas (maciez). (Lage et al., 2009).

O amaciamento da carne é um processo que merece grande atenção dos pesquisadores, pois atualmente tem crescido a exigência dos consumidores por produtos de qualidade. A maioria dos processos que irão garantir o amaciamento da carne *post mortem*, ocorre durante a estocagem refrigerada, ou maturação, e tem como base inicial a proteólise dos componentes estruturais das proteínas miofibrilares presente no tecido muscular (KIRINUS et al., 2014).

Tornam-se isentos da obrigatoriedade de registro sanitário, enzimas e preparações enzimáticas, como os amaciantes cárneos, desde que previstas em Regulamentos Técnicos específicos, inclusive suas fontes de obtenção, e que atendam às especificações estabelecidas nestes regulamentos (BRASIL, 2010).

Atualmente o processo de amaciamento das carnes pode ser realizado por meio do uso de amaciantes industrializados, contendo como ingrediente enzimático principal a papaína. Os amaciantes industrializados por serem encontrados mais facilmente, terem um custo relativamente baixo e de fácil utilização apresentam vantagens em relação aos outros métodos de amaciamento (PEDREIRA, 2001). A partir da ação de uma série de ingredientes, como vinagre, suco de limão, sal e enzimas

vegetais a carne pode sofrer um processo de amaciamento artificial. Sendo as enzimas de origem vegetal, a papaína proveniente do mamão, a bromelina proveniente do abacaxi e a ficina proveniente do figo, são enzimas que possuem efetiva ação amaciante (OLIVEIRA et al., 2013).

Desse modo os principais amaciantes utilizados são a papaína, no qual sua importância comercial é devido aos variados usos nas indústrias têxteis, farmacêutica, cosméticas e alimentícia (GALINDO-ESTRELLA et al., 2009). Essa enzima proteolítica causa hidrólise geral de todos os componentes estruturais do músculo da carne bovina. Sua penetração é baixa (de 0,5 a 2,0 mm), necessitando-se, assim, a perfuração da carne durante sua preparação, para que esta enzima penetre mais facilmente na carne. (FLÁVIO et al., 1989). A ficina é uma enzima proteolítica obtida do látex de figos imaturos (*Ficus carica*). Como a papaína, a ficina atua sobre as proteínas estruturais da carne (PEDREIRA, 2001; VELLOSO, 2003).

Outro amaciante é o abacaxi, no qual é a principal fonte da enzima proteolítica bromelina (FRANÇA et al., 2009). A presença da enzima bromelina depende da fase de crescimento da planta, sendo que ela não é encontrada quando a planta é muito jovem ou muito velha. Acredita-se que esta enzima, nestas fases, seja transformada em uma outra proteína com função metabólica diferente, como enzima produtora de sabor e aroma (BALDINI et al., 1993).

A bromelina tem diversos usos, todos baseados em sua atividade proteolítica. A sua importância econômica está relacionada com a produção de fármacos e a sua utilização na indústria alimentícia (na clarificação de cervejas, na fabricação de queijos, no amaciamento de carnes, no preparo de alimentos infantis e dietéticos, entre outros), no tratamento de distúrbios, digestivos, feridas e inflamações, preparo de colágenos hidrolisados, nas indústrias têxteis, para amaciamento de fibras e também na produção de detergentes (BALDINI et al., 1993).

Além dessas técnicas de amaciamento, existe também técnicas como a maturação e a marinação que promovem a melhora, principalmente na maciez da carne o que possibilita o uso destas técnicas para corrigir esta característica de qualidade. Estas técnicas, além de serem extensivamente utilizada na indústria avícola apresentam também a vantagem se serem de baixo custo (KOMIYAMA, 2009).

2.4. ENZIMAS NO PROCESSO DE AMACIAMENTO (ATUAÇÃO)

As enzimas são proteínas produzidas por todos os organismos vivos. Elas aceleram as reações químicas de forma seletiva como parte do processo essencial da vida, tais como digestão, respiração, metabolismo e manutenção de tecidos. Em outras palavras, são catalisadores biológicos altamente específicos. As enzimas agem sob condições mais ou menos moderadas, o que as tornam catalisadores ideais para utilização na tecnologia de alimentos, em que o fabricante pretenda modificar seletivamente matérias-primas alimentícias, sem destruir os nutrientes essenciais (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2011).

O amaciamento enzimático da carne é um resultado da degradação parcial dos componentes da carne, ou seja, o amaciamento ocorre devido modificações na estrutura da carne (PEDREIRA, 2001).

As enzimas apresentam a capacidade de reagir com determinados constituintes das células, denominados substratos, formando complexos, ou mesmo compostos com ligações covalentes; esse fato é denominado atividade biológica. Esta atividade é dependente da estrutura da proteína, ou seja, do número de cadeias peptídicas e arranjo dessas cadeias na molécula, da natureza do substrato e, ainda, se existir, da natureza do grupo prostético (FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2009).

Os amaciantes vegetais são termoestáveis como a papaína do mamão, a ficina do figo e a bromelina do abacaxi. Essas enzimas têm a propriedade de degradar não só as proteínas miofibrilares como também apresentam uma atividade colagenolítica elevada (OLIVEIRA, 2000). As enzimas vegetais quando adicionadas à carne exercem maior efeito de hidrólise durante a cocção, por ela ser desnaturada pelo aquecimento. Essas enzimas continuam em atividade em 80°C e sofrem inativação em temperaturas mais elevadas (PARK E DRAETTA, 1971).

O colágeno é uma proteína termolábil, que pela ação do calor experimenta mudanças que afetam a qualidade dos produtos cárneos. Apresenta efeito direto sobre a textura da carne, atuando diretamente na maciez da carne. A influência na maciez da carne depende da quantidade e da qualidade de colágeno, localização no tecido muscular, dimensão (tamanho da fibra de colágeno) e tipo de ligação cruzada (solubilidade) dentro dos tipos de colágeno. Outros fatores como raça, espécie animal, idade, sexo, etc., também influenciam na estrutura e conteúdo de colágeno no músculo (FLORES E BERMELL, 1988).

Quando em cocção, a carne é amaciada devido as elevadas temperaturas afetarem o colágeno do Tipo I (encontrado no epimísio), enquanto que o colágeno do Tipo III é menos afetado pelo calor. A explicação para esse fenômeno é que, o colágeno do Tipo I apresenta mais ligações cruzadas lábeis ao calor e ao ácido, enquanto que o colágeno do Tipo III apresenta ligações dissulfeto intramoleculares, aumentando a estabilidade ao calor das fibras (BURSON E HUNT, 1986).

Em estudos a solubilidade do colágeno da carne de animais abatidos aos 1 a 16 meses, relataram que, conforme se aumenta a temperatura de cozimento da carne, também ocorre um aumento da solubilidade da hidroxiprolina, conseqüentemente, do colágeno. O cozimento mais lento resulta em maior solubilidade dessa proteína, o que não ocorre quando o cozimento é mais rápido. No mesmo estudo, foi observado que, com aumento da porcentagem de colágeno solúvel, houve um decréscimo nos valores de força de cisalhamento (PENFIELD E MEYER, 1975). Nesse mesmo sentido foram encontradas positiva correlação entre força de cisalhamento e conteúdo de colágeno total ($r=0.72$) e conteúdo de colágeno insolúvel ($r=0.66$) (TORRESCANO et al, 2003).

2.4.1. AÇÃO DOS AMACIANTES

Na indústria alimentícia, as enzimas proteolíticas são largamente utilizadas para o amaciamento de carne e clarificação da cerveja (CHAMBERS et al, 1998). Na industrialização do couro, a papaína é empregada no processo de remoção dos pelos e amaciamento do couro, agindo na degradação do colágeno (SASMITO et al., 1982).

O rompimento ocorre no tecido conectivo e nas proteínas contrateis. A papaína, bromelina, ficina (protease do figo), tripsina e Rhozyme P-11 hidrolisam as proteínas solúveis da carne, mas a bromelina e a ficina degradam o colágeno, enquanto a elastina é somente degradada pela papaína e ficina. A papaína é 2 vezes mais ativa sobre a elastina do que a ficina. A ficina também é apontada por atuar rapidamente sobre as proteínas musculares, colágeno e elastina, enquanto a papaína tem menor e a bromelina maior efeito sobre o colágeno (PARK E DRAETTA, 1971).

O amaciamento da carne pelo emprego de enzimas vegetais, bacterianas e fúngicas, surge como outra técnica capaz de proporcionar uma melhoria na maciez. Essas enzimas têm ação similar às proteases cisteínicas. As enzimas proteolíticas bacterianas e fúngicas atuam unicamente sobre as proteínas da fibra muscular, enquanto

que as enzimas proteolíticas de origem vegetal atuam preferentemente sobre as fibras do tecido conjuntivo. O mesmo afirma ainda que estas enzimas não atacam o colágeno nativo, mas sim o colágeno desnaturado pelo cozimento. Dentre as preparações enzimáticas de origem bacteriana e fúngica podem ser destacadas a protease 15, rhozima, amilase fúngica e hidrolase D (OLIVEIRA, 2000).

A papaína promove a hidrólise das ligações peptídicas das proteínas da carne, produzindo um enfraquecimento estrutural proteico. A ação da papaína, sobre as fibras de colágeno do tecido conjuntivo e sobre as proteínas miofibrilares do tecido muscular contraído, resultando no amaciamento cárneo. (PEDREIRA, 2001). As aplicações dessas enzimas proteolíticas podem ser feitas por imersão dos cortes cárneos em solução, passando a solução pela superfície antes do cozimento, com um spray aerossol e injeção diretamente na carne ou injeção ante mortem de solução de enzima na veia jugular do animal. O método de aplicação dependerá do tipo do corte cárneo e do resultado que se queira alcançar (PEDREIRA, 2001). Após aplicado na carne o produto deve ficar em repouso, por um tempo não superior a 15 minutos, pois pode haver o rompimento muito intenso das fibras (PIRES, 2009).

A enzima bromelina vem sendo amplamente caracterizada. A bromelina do fruto tem uma atividade proteolítica maior que a bromelina do talo em diversos substratos proteicos, e sua atividade é máxima em pH 8,0 e temperatura de 70°C (ROWAN, 1990). A temperatura de armazenamento ou de exposição de uma enzima também é um fator de extrema importância para a manutenção de sua atividade catalítica, já que o calor é um agente desnaturante. Assim como o pH, a temperatura pode ser um fator de desnaturação proteica e conseqüentemente de perda da atividade enzimática. Baseando-se nesta possibilidade, a atividade proteolítica da enzima bromelina foi testada em diferentes temperaturas. Em estudo feito pode-se notar um decréscimo inicial da atividade enzimática entre as temperaturas de 20°C a 30°C, seguido de uma alta taxa de atividade enzimática e um decréscimo praticamente constante com a elevação da temperatura até 70°C. A bromelina apresentou temperatura ótima de 40°C, sendo que em 70°C a enzima apresentou-se desnaturada. Estudos anteriores a esse relataram a temperatura ótima para a bromelina de 60°C sendo que além desta, a enzima apresenta-se desnaturada (ROWAN et al., 1990, SUH et al., 1992).

2.5. BROMÉLIA ANTIACANTHA BERTOL

A *Bromelia antiacantha* Bertol, é uma Bromeliaceae nativa, conhecida como banana-do-mato por ter à aparência de seus frutos (bagas amarelas). Seus frutos são comumente utilizados na medicina popular Brasileira, podem ser ingeridos tanto *in natura* como em preparados, como remédio contra a tosse (FILIPPON et al., 2012, REITZ 1983), tendo ação expectorante nas infecções respiratórias, recomendados para o tratamento de asma e de bronquite (FILIPPON et al., 2012, JORGE E FERRO 1993, MORS et al. 2000). Os mesmos frutos são tidos como anti-helmínticos, sendo que seu sumo tem ainda efeito sobre tecidos decompostos, deixando feridas completamente limpas. O xarope extraído também é usado no tratamento de cálculos renais e das folhas podem ser extraídas fibras para fins industriais como a cordoaria (FILIPPON et al., 2012, REITZ 1983). Assim, *B. antiacantha* apresenta características medicinais, além de alimentícias, ornamentais e industriais e reúne em uma única espécie um grande potencial de uso.

Segundo Vallés, Furtado, & Cantera, 2007, que realizaram onde, em seu trabalho de pesquisa foram isoladas e parcialmente caracterizadas enzimas proteolíticas de frutos maduros de *Bromelia antiacantha Bertol* (Bromeliaceae), citaram que muitas dessas proteinases, são amplamente utilizadas em muitos processos industriais. São amplamente utilizadas na indústria de alimentos para processos de amaciamento da carne (separar os tecidos conectivos), na indústria cervejeira (solubilizar proteínas de grãos e estabilizar a cerveja), na indústria de panificação (para melhorar a nitidez), como também na produção de hidrolisados de proteínas, e que em muitas das vezes esses hidrolisados proteicos são atualmente na produção de muitos alimentos em que as enzimas podem substituir substâncias potencialmente cancerígenas ou de outra forma prejudiciais à saúde. Têm-se também aplicações em processos de bronzeamento, nas indústrias de couro, lã, e também para amaciar peles (VALLÉS, FURTADO, E CANTERA, 2007). Suas aplicações farmacêuticas como composto terapêutico foram feitas em 1957: suas ações incluem propriedades antitumorais, modulação da imunidade, assistência digestiva, cicatrização de feridas melhorada, melhora cardiovascular e circulatória, entre outros, mesmo quando a maioria de seus

mecanismos de ação ainda não estão completamente resolvidos (VALLÉS, FURTADO, E CANTERA, 2007).

Vallés, Furtado, E Cantera, 2007, propuseram também em sua pesquisa um interesse marcado pela biodiversidade vegetal regional disponível, procura-se catalisadores proteolíticos que permitam sua aplicação em diferentes processos biotecnológicos, bem como o desenvolvimento de novos empreendimentos.

3. MATERIAL E METODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Carnes do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – *Campus* Inconfidente, localizado no município de Inconfidentes/MG, no período de fevereiro a março de 2017.

3.1. ORIGEM DOS CORTES, ENZIMAS E FORMA DE PREPARO PARA ANÁLISES

Os cortes de carne bovina: coxão duro (*Biceps femoris* - traseiro) e capa de filé (*Latissimus dorsi* - dianteiro) foram obtidos de supermercados do município de Ouro Fino/MG. Os frutos para obtenção das proteases empregadas foram obtidos da coleta no IFSULDEMINAS (mamão), comércio de Inconfidentes (abacaxi), e na cidade de Cristina - MG, os frutos da *Bromélia Antiacantha Bertol* (gravatá), onde fez-se sua colheita com estagio de maturação considerado como maduro, bagas amarelas, sendo esse fruto dificilmente encontrado no comércio.

Primeiramente, as peças de carne foram cortadas em 10 pedaços de aproximadamente 200g cada para cada tratamento, totalizando 40 pedaços da capa de filé e 40 pedaços do coxão duro. Em seguida foram extraídos os sucos de gravatá e abacaxi separadamente, com o auxílio de um liquidificador, para extração da papaína realizou-se cortes longitudinais no mamão verde. Dez pedaços de coxão duro e dez pedaços de capa de filé foram colocados em embalagem a vácuos e identificados como Controle, com datas que variavam de 0 a 10 dias. Os demais cortes foram tratados com cada uma das enzimas, distribuindo o suco/leite do mamão em cada peça, massageando-as por cerca de 10 minutos e embalando-as a vácuo e identificando-as de acordo com o tratamento (enzima) e com as datas de 0 a 10 dias. O mesmo procedimento foi realizado com o coxão duro. Ao final, todos os 80 pedaços foram mantidos em câmara fria a 3°C por um periodo de dez (10) dias de armazenamento. Onde, sequencialmente, a cada dia, todos os 80 pedaços foram analisados sob os parâmetros de cor, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento.

3.2. COR

A cada dia as peças embaladas a vácuo foram abertas e deixadas em bandejas brancas identificadas de acordo com o tratamento e corte, expostas ao oxigênio do ar por 20 minutos, em temperatura ambiente, a fim de normalizar a cor do corte. Em seguida, em cada pedaço foi realizada a análise de cor com auxílio de um colorímetro (Konica Minolta CM-2300d), previamente calibrado, utilizando o Sistema CIE L*a*b*, em que L* representa o índice de luminosidade, a* o teor de vermelho e b* o teor de amarelo, de modo a obter 6 leituras (3 da porção cranial, 3 da porção medial e 3 da porção caudal do pedaço de carne).

3.3. ANALISE DA PERDA DE PESO POR COZIMENTO

Feita a determinação de cor de cada porção do músculo, estas foram cortadas em retângulos de modo que cada retângulo pesasse, em média, 30 gr. Cada retângulo foi então pesado em balança semi-analítica, tendo seu peso anotado como o peso antes do cozimento. Depois de pesado, colocou-se cada retângulo em sacolas plásticas de polietileno de 10 X 16 cm, devidamente identificadas. As amostras foram então cozidas em água a 80°C, por 30 minutos (ONYANGO et al.,1998). Após 30 minutos, as amostras foram esfriadas em água corrente por 15 minutos, secas em papel toalha e novamente pesadas por mais 3 vezes, sempre secas entre cada pesagem, tomando-se o peso anotado como sendo o peso após o cozimento. A diferença entre o peso após o cozimento e antes do cozimento dividido pelo peso da primeira pesagem, transformada em g/g, foi tida como a diferença de peso por cozimento (PPC). Após a determinação da PPC, cada porção (cada retângulo cozido) foi cortado em cilindros de aproximadamente ½ polegada (1,27cm) de espessura para a realização da análise de força de cisalhamento.

3.4. FORÇA DE CISALHAMENTO

De cada retângulo que representava a porção, foram retirados nove cilindros de cerca de ½ polegada cada. Estes foram identificados e analisados quanto à força de

cisalhamento (FC) em texturômetro (TA XT2 plus), com capacidade para 50 kg, acoplado à probe Warner Bratzler, numa escala variando de 0 a 10 kg (Wheeler & Koohmaraie, 1994). O texturômetro foi calibrado para: Distancia de retorno em mm = 30 mm, velocidade de retorno em mm/s= 10 mm/s e o contato da força em g = 1g. A leitura foi feita em kg/s (quilograma/seg).

3.5. AVALIAÇÃO SENSORIAL

A análise sensorial foi realizada em cabines individuais, a temperatura ambiente (25°C). Os avaliadores foram instruídos a realizar a análise das amostras começando da esquerda para a direita, enxaguando a boca com água entre as amostras para evitar o efeito de transição entre as amostras. As sessões foram realizadas no IFSULDEMINAS – Campus Inconfidentes. Realizou-se a avaliação sensorial das amostras correspondentes aos dias 1 e 4, utilizando-se o corte coxão duro. No preparo das amostras para realização das análises os pedaços para prova foram distribuídos de acordo com um desenho de bloco completo casualizado, alternando a posição dos bifés entre os tratamentos para minimizar o efeito da posição dos pedaços (MACFIE, BRATCHELL, GREENHOFF E VAL LIS, 1989). Fez-se o uso de uma grelha elétrica para preparo das amostras, que foram preparadas ao ponto. Depois de preparados, os pedaços foram cortados em cubos de 1,5 x 1,5 x 1,5 cm (GOMES, Carolina Lugnani; 2014) e acondicionados em caixas térmicas, identificados e mantidos aquecidos a aproximadamente 40°C. Foram realizadas avaliações sensoriais da aparência, aroma, sabor, textura e a impressão global da carne, bem como a intenção de compra e o teste do ideal, onde avaliou-se o quão próximo da maciez ideal se encontrava a carne. Os avaliadores receberam 4 cubos de carne, um de cada tratamento, servidos em copos plásticos e colocados sobre pratinhos também de plástico. Realizou-se a análise sensorial com um total de 96 consumidores para cada dia.

4. ANÁLISE DE DADOS

Para a análise estática da força de cisalhamento, componentes de cor (L^* , a^* e b^*) e perda de peso por cozimento (PPC) empregou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de *Scott & Knott* a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR[®].

Os resultados obtidos nos métodos sensoriais dos testes de aceitação e teste do ideal foram analisados por ANOVA/teste tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Sensomaker[®], desenvolvido por Pinheiro et al. (2013).

Foi construído histograma de frequência para o teste de intenção de compra tendo como suporte o software Microsoft Office[®] Excel 2010.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. COR

Os valores médios dos dados estatísticos para os diferentes componentes de cor das amostras coxão duro e capa de filé, de acordo com os diferentes tratamentos enzimáticos e dias, estão apresentados nas tabelas de 1 a 6.

5.1.1. LUMINOSIDADE (L*)

Os valores médios da luminosidade (L*) para coxão duro (*Bíceps femoris*) submetido a diferentes tratamentos enzimáticos são apresentados na tabela 3.

Tabela 1 - Valores médios de luminosidade (L*) do musculo bovino *Bíceps femoris* (coxão duro), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Dias	Enzimas				Médias
	Papaína	Gravatá	Bromelina	Controle	
1	37,97 aA	42,02 bB	37,60 aA	38,80 aA	39,09
2	34,86 aA	39,60 cC	37,57 bB	40,90 cC	38,23
3	39,84 bB	40,32 bB	34,24 aA	39,67 bB	38,52
4	36,00 aA	38,09 aA	35,25 aA	43,31 bB	38,16
5	36,61 aA	41,31 bB	36,34 aA	38,30 aA	38,14
6	42,68 bB	36,87 aA	40,73 bB	42,26 bB	40,63
7	39,12 bB	39,98 bB	36,58 aA	41,03 bB	39,18
8	36,63 aA	42,60 bB	37,52 aA	45,16 bB	40,48
9	33,33 aA	38,48 bB	34,55 aA	44,50 cC	37,71
10	37,97 aA	42,02 bB	37,60 aA	38,80 aA	39,33
Médias	37,51	39,75	36,47	42,05	

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

De acordo com os valores médios de luminosidade (L^*) para coxão duro, apresentados na tabela 1, houve diferença significativa entre os tratamentos durante os 10 dias de armazenamento, sendo que a amostra submetida ao tratamento com a enzima do gravatá no primeiro dia apresentou maior valor de L^* (42,02), sendo a carne mais clara. As amostras submetidas ao tratamento com papaína e bromelina e amostra controle não diferiram entre si estatisticamente. No segundo dia, valores maiores de L^* foram observados para gravatá (39,60) e controle (40,90), enquanto a papaína apresentou menor valor de L^* (34,86), sendo a carne mais escura. No terceiro dia, não houve diferença significativa entre os tratamentos com gravatá e papaína; a amostra controle também não diferiu, enquanto a bromelina apresentou menores valores (34,24), mostrando-se mais escura. No quarto dia de tratamento, não houve diferença significativa entre os tratamentos com enzimas, sendo a amostra controle a mais clara, com maior valor de L^* (43,31). No quinto dia, a amostra tratada com gravatá apresentou maior valor de L^* (41,31), sendo mais clara, enquanto as demais amostras não diferiram entre si. No sexto dia, houve diferença para a enzima do gravatá, quando esta mostrou-se mais escura, com menor valor de L^* (36,87), quando comparada as demais. No sétimo dia, a amostra tratada com bromelina mostrou-se mais escura, com menor valor de L^* , (36,58). As amostras com papaína e gravatá mostraram valores estatisticamente semelhantes à amostra controle (39,12; 39,98; 41,03, respectivamente). No oitavo dia de tratamento, as amostras tratadas com papaína e bromelina apresentaram menores valores de L^* (36,63; 37,52 - mais claras), não diferindo entre si, enquanto a amostra tratada com gravatá apresentou maior valor de L^* (42,60) junto à amostra controle (45,16), sendo ambas mais escuras quando comparadas as demais. No nono dia, a amostra tratada com a enzima do gravatá mostrou-se mais clara entre as enzimas testadas, apresentando um maior valor de L^* , (38,48) sendo porém a amostra controle a mais clara de todas (44,50) quando comparada às demais. No décimo dia, apenas a amostra tratada com gravatá mostrou-se mais clara, com maior valor de L^* (42,02), enquanto a papaína e bromelina não diferiram estatisticamente comparadas à amostra controle.

Comparando as amostras tratadas com diferentes enzimas e a amostra controle, a amostra submetida ao tratamento com a enzima do gravatá mostrou-se mais estável em seu teor de luminosidade, não havendo grande mudança durante os dias em seus valores de L^* . As amostras com bromelina e papaína equiparam-se entre si quanto

à variação de L* de acordo com o tempo, ou seja, a luminosidade da carne não sofreu mudança significativa quando comparada ao controle e aos valores do primeiro dia de tratamento.

Luminosidade (L*) para capa de filé

Valores da luminosidade (L*) para a capa de filé (*Latissimus dorsi*) são apresentados na tabela 2.

Tabela 2 - Valores médios de luminosidade (L*), do musculo bovino *Latissimus dorsi* (capa de filé), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Dias	Enzimas				Médias
	Papaína	Gravatá	Bromelina	Controle	
1	45,42 aA	43,34 aA	40,46 aA	40,60 aA	42,45
2	26,21 aA	44,53 bC	34,23 bB	46,86 bC	37,95
3	37,10 aA	42,19 bB	42,81 bB	37,30 aA	39,85
4	38,66 aA	43,40 aA	39,32 aA	43,57 aA	41,24
5	39,46 aA	42,62 aA	44,00 aA	44,68 aA	42,69
6	40,48 bA	42,34 bB	34,81 aA	42,55 bC	40,04
7	41,46 aA	44,86 aA	41,30 aA	41,38 aA	42,25
8	37,05 aA	42,78 bB	43,75 bB	48,21 bB	42,95
9	39,93 aA	41,96 aA	41,47 aA	39,66 aA	40,75
10	45,32 bB	44,62 bB	39,89 aA	39,61 aA	42,36
Médias	39,11	43,26	40,20	42,44	

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

De acordo com os valores médios de luminosidade (L*) para capa de filé apresentados na tabela 2, observa-se que não houve diferença significativa para os tratamentos enzimáticos ao serem comparados com a amostra controle no primeiro dia. No segundo dia, a amostra tratada com a enzima do gravatá obteve o mesmo valor de

L*(44,53) comparado a amostra controle (46,86), sendo a papaína mais escura comparada com a bromelina, com menor valor de L*(26,21). No terceiro dia, a amostra tratada com papaína mostrou-se semelhante à amostra controle, não diferindo-se entre si, enquanto gravatá e bromelina apresentaram os maiores valores de L* (42,19; 42,81; - respectivamente), portanto carnes mais claras. No quarto, quinto, sétimo e nono dias, observa-se que não houve diferença significativa para a luminosidade entre os tratamentos enzimáticos comparados com a amostra controle. No sexto dia as amostras, tratadas com gravatá e papaína não se diferiram quando comparadas a amostra controle, ambas apresentaram estatisticamente os mesmos valores de L* (42,34; 40,48; 42,55 respectivamente), sendo a amostra tratada com bromelina a com menor valor de L*(34,81), portanto sendo mais escura. No oitavo dia, a amostra tratada com papaína mostrou-se mais escura, com menor valor de L*(37,05), enquanto as amostras tratadas com gravatá e bromelina não diferiram estatisticamente da amostra controle, que mostraram-se mais claras (42,78; 43,75; 48,21, respectivamente). No décimo dia, as amostras tratadas com gravatá e papaína não diferiram estatisticamente da amostra controle, sendo a amostra tratada com bromelina a mais escura, com menor valor de L*(39,89).

Observando os dados da tabela 2, nota-se que não houve diferença significativa dos valores de L*, de modo geral entre os tratamentos com adição de enzimas ao longo dos 10 dias. As enzimas mostraram-se estáveis quanto à luminosidade da carne, quando comparada a amostra controle.

5.1.2. TEOR DE VERMELHO (a*)

Os dados médios dos valores de a* (teor de vermelho), amostra de coxão duro para os diferentes tratamentos enzimáticos e em relação aos dias são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios de teor de vermelho (a*), do musculo bovino *Bíceps femoris* (coxão duro), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Dias	Enzimas				Médias
	Papaína	Gravatá	Bromelina	Controle	
1	20,69 cC	17,34 bB	16,75 bB	14,34 aA	17,28
2	17,60 aA	17,17 aA	18,78 aA	16,40 aA	17,48
3	18,03 aA	19,53 aA	18,46 aA	16,60 aA	18,15
4	18,12 bB	21,00 cC	18,43 bB	14,61 aA	18,04
5	18,04 aA	17,37 aA	17,94 aA	16,51 aA	17,46
6	15,09 aA	19,33 bB	15,73 aA	17,21 aA	16,84
7	17,20 aA	16,43 aA	15,93 aA	16,56 aA	16,53
8	15,72 bB	17,45 bB	17,46 bB	12,52 aA	15,79
9	14,44 aA	15,35 aA	15,72 aA	17,23 aA	15,69
10	13,11 aA	17,77 bB	13,95 aA	13,66 aA	14,62
Médias	16,80	17,87	17,06	15,41	

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados da tabela 3 para o teor de vermelho (a*) da amostra de coxão duro, as amostras tratadas com as enzimas do gravatá e bromelina não se diferiram da amostra controle, sendo a amostra tratada com papaína com maior teor de vermelho (20,69). Nos dias 2, 3, 5, 7 e 9 não houve diferença estatística dos valores de a* das amostras tratadas com enzimas comparadas com a amostra controle. Maior teor de vermelho no quarto dia foi encontrado para a amostra tratada com a enzima do gravatá (21,00). Amostras tratadas com papaína e bromelina não diferiam entre si estatisticamente, porém, apresentaram menores valores de a* (18,12; 18,43; - respectivamente) comparados a amostra controle (14,61). No sexto dia, a amostra tratada com a enzima do gravatá apresentou maior teor de a* (19,33), enquanto as amostras tratadas com as enzimas papaína e bromelina não diferiram da amostra controle. No oitavo dia, ambas as amostras tratadas com enzimas não se diferiram, porém apresentaram maiores valores de (a*) comparadas à amostra controle (15,72; 17,45; 17,46; 12,52, respectivamente). No décimo dia, a amostra tratada com a enzima do gravatá apresentou maior teor de a* (17,77), enquanto as amostras tratadas com as

enzimas papaína e bromelina não se diferiram estatisticamente da amostra controle (13,11; 13,95; 13,66, respectivamente).

Nota-se que a enzima do gravatá apresentou valores do teor de vermelho maiores comparadas às amostras submetidas ao tratamento com papaína e bromelina, quando não houve variação do teor de vermelho, mostrando-se mais estável ao longo dos 10 dias de armazenamento.

Teor de vermelho (a*) para capa de filé

Os dados médios dos valores de a* (teor de vermelho), amostra de capa de filé para os diferentes tratamentos enzimáticos e em relação aos dias são apresentados na tabela 4.

Tabela 4 - Valores médios do teor de vermelho (a*), do musculo bovino *Latissimus dorsi* (capa de filé), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Dias	Enzimas				Médias
	Papaína	Gravatá	Bromelina	Controle	
1	13,40 aA	12,18 aA	14,51 aA	14,31 aA	13,60
2	13,63 bB	12,76 bB	13,92 bB	9,97 aA	12,57
3	14,84 aA	16,82 aA	15,60 aA	14,20 aA	15,36
4	15,36 aA	13,18 aA	12,56 aA	14,15 aA	13,81
5	14,10 aA	11,60 aA	14,23 aA	14,17 aA	13,52
6	10,97 aA	17,47 cC	14,27 bB	15,09 bB	14,45
7	12,40 aA	16,57 bB	14,56 bB	16,25 bB	14,94
8	12,04 aA	15,65 bB	15,95 aA	11,78 aA	13,86
9	9,94 aA	12,94 aA	12,33 aA	18,97 bB	13,54
10	12,12 aA	12,44 aA	11,41 aA	17,17 bB	13,29
Médias	12,88	14,16	13,63	14,61	

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados da tabela 4 para o teor de vermelho (a*) da amostra de capa de filé, observa-se que as amostras tratadas com as enzimas de origem vegetal

bem como a amostra controle não apresentaram diferenças significativas quanto ao teor de vermelho nos dias 1, 3, 4 e 5. No segundo dia de tratamento apenas a amostra controle mostrou-se com menor teor de vermelho (9,97), os tratamentos com enzimas não diferenciaram entre si quanto ao teor de vermelho. No sexto dia, a amostra tratada com a enzima do gravatá apresentou maior teor de a^* (17,47) e a amostra tratada com papaína mostrou-se com menor teor de vermelho (10,97), a amostra tratada com a enzima bromelina não diferenciou-se da amostra controle. No sétimo dia a amostra tratada com papaína mostrou-se com um menor teor de vermelho (12,40), as amostras tratadas com gravatá e bromelina não diferiram entre si, como também não se diferiram da amostra controle. No oitavo dia, a amostra tratada com a enzima do gravatá mostrou-se também com um maior teor de a^* (15,65), enquanto a papaína, controle e a bromelina não diferiram entre si. No nono e décimo dia não houve diferença significativa entre as amostras tratadas com enzimas, porém comparadas a amostra controle apresentaram menores valores de a^* , sendo as amostras controles com maiores valores. Dia nove (18,97) e décimo dia (17,17)

Nota-se que as amostras tratadas com a enzima do gravatá são mais estáveis quanto ao teor de vermelho na capa de filé, não havendo redução significativa dos valores de a^* quando comparada as demais amostras e a amostra controle, no período de 10 dias de armazenamento.

5.1.3. TEOR DE AMARELO (b^*)

Os valores médios de b^* (teor de amarelo) para coxão duro são apresentados na tabela 5.

Tabela 5 - Valores médios do teor de amarelo (b*), do musculo bovino *Bíceps femoris* (coxão duro) de bovino, para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Dias	Enzimas				Médias
	Papaína	Gravatá	Bromelina	Controle	
1	15,16 bB	16,89 bB	15,67 bB	12,76 aA	15,12
2	11,94 aA	15,98 bB	16,13 bB	14,67 bB	14,68
3	14,79 aA	17,58 bB	15,14 aA	14,37 aA	15,47
4	13,52 aA	17,05 bB	14,84 aA	15,33 aA	15,18
5	13,83 aA	16,39 bB	14,86 aA	13,90 aA	14,75
6	14,99 aA	15,64 aA	15,16 aA	16,56 aA	15,59
7	13,07 aA	15,74 aA	13,81 aA	14,82 aA	14,36
8	12,16 aA	16,98 bB	13,20 aA	13,73 aA	14,01
9	10,83 aA	14,81 bB	13,79 bB	15,38 bB	13,70
10	12,60 aA	16,13 bB	12,75 aA	15,58 bB	14,26
Médias	13,29	16,32	14,53	14,71	

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados da tabela 5 para o teor de amarelo (b*) da amostra de coxão duro, as amostras tratadas com as enzimas no primeiro dia não tiveram diferença entre si estatisticamente, porém, comparadas a amostra controle apresentaram maiores valores de b* (Amostra controle 12,76). Nos dias 2 e 9, as amostras tratadas com gravatá, controle e bromelina não se diferiram entre si estatisticamente (Dia 2: 15,98; 14,67; 16,13; Dia 9: 14,81; 13,79; 14,81 - respectivamente), enquanto a amostra tratada com papaína apresentou menores valores de b* (Dia 2: 11,94; Dia 9: 10,83). Nos dias 3, 4, 5 e 8, a amostra tratada com a enzima do gravatá apresentou maiores valores de b* (15,58; 17,05; 16,39; 16,98 - respectivamente); amostras tratadas com bromelina, papaína e o controle não diferiram entre si estatisticamente. Nos dias 6 e 7, não houve diferença entre as amostras tratadas com enzimas, como também não diferiram-se comparadas a amostras controle. No décimo dia, maior valor de b* foi encontrado para a amostra tratada com a enzima do gravatá (16,13), não havendo

diferença quando comparada as amostras com papaína e bromelina. Porém, comparadas a amostra controle apresentaram menores valores de b* (15,58).

Nota-se que as amostras tratadas com a enzima do gravatá apresentaram maiores teores de amarelo. Tais valores podem estar associados provavelmente à presença de beta caroteno, uma vez que o fruto era de coloração alaranjada, o que consequentemente aumentou o teor de amarelo na amostra de carne, e a vida útil do produto, atuando provavelmente como antioxidante.

Teor de amarelo (b*) para capa de filé

Os valores médios de b* (teor de amarelo) para capa de filé são apresentados na tabela 6.

Tabela 6 - Valores médios de teor de amarelo (b*), do musculo bovino *Latissimus dorsi* (capa de filé), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Dias	Enzimas				Médias
	Papaína	Gravatá	Bromelina	Controle	
1	13,67 aA	14,08 aA	15,64 aA	13,25 aA	14,16
2	11,08 aA	13,51 bB	11,52 aA	9,51 aA	11,40
3	11,81 aA	16,54 cC	13,70 bB	11,23 aA	13,32
4	13,42 aA	12,41 aA	13,07 aA	12,81 aA	12,92
5	11,93 aA	12,81 aA	15,82 bB	14,37 bB	13,73
6	8,23 aA	18,03 dD	11,75 bB	14,67 cC	13,17
7	11,86 aA	16,89 bB	13,48 aA	14,44 aA	14,16
8	10,81 aA	15,12 bB	14,42 bB	14,48 bB	13,70
9	9,77 aA	14,05 bB	12,52 bB	14,84 bB	12,80
10	12,38 aA	15,18 bB	12,46 aA	14,22 bB	13,56
Médias	11,50	14,87	13,44	13,38	

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

De acordo com os dados da tabela 6 para o teor de amarelo (b*) da amostra de capa de filé, não houve diferença estatística entre as amostras tratadas com enzimas

nos dias 1 e 4, como também não se diferenciaram da amostra controle. Nos dias 2 e 7, as amostras tratadas com gravatá apresentaram maiores valores de b^* (13,51 e 16,89), amostras tratadas com papaína e bromelina não diferenciaram entre si bem como não se diferenciaram quando comparadas a amostra controle. No terceiro dia a amostra tratada com a enzima do gravatá mostrou-se com um maior teor de amarelo (16,54), papaína não se diferiu da amostra controle, ambas mostraram-se com menores valores de b^* (11,81 e 11,23 respectivamente), bromelina mostrou-se com um maior teor de amarelo comparada a controle e papaína (13,70). No quinto dia as amostras tratadas com papaína e gravatá não diferiram entre si estatisticamente, porém comparadas a amostra controle apresentaram menores valores de b^* (papaína 11,93, gravatá 12,81 e controle 14,37), a amostra tratada com bromelina não se diferiu da amostra controle, apresentando media maior que papaína e gravatá (15,82). No sexto dia a amostra tratada com gravatá mostrou-se com maior valor de b^* (18,03), amostras tratadas com papaína e bromelina mostraram-se com menores valores de b^* (8,23 e 11,75) quando comparadas a amostra controle (14,67), sendo ambas com os menores valores de b^* , menor teor de amarelo. Nos dias 8 e 9 não houve diferença entre as amostras tratadas com as enzimas do gravatá e bromelina quando comparadas as amostras controle, as amostras tratadas com papaína mostraram-se com menores teores de amarelo quando comparadas entre os tratamento e a amostra controle. No décimo dia a amostra tratada com a enzima do gravatá não se diferiu da amostra controle, ambas apresentaram maiores valores de b^* (15,18 e 14,22), amostras tratadas com papaína e bromelina não se diferiram entre si, porem apresentaram menor teor de amarelo.

A enzima do gravatá, mostrou-se com maiores valores de b^* durante os dias comparada as demais enzimas adicionadas, bem como comparada a amostra controle, não observando-se uma redução significativa do teor de amarelo.

Fogle et al (1982), em estudou utilizando a papaína e bromelina no processo de amaciamento cárneo, bem como na perda de características físicas, notaram que ambas as enzimas levaram a perda de algumas características, principalmente de cor.

Andrade et al., 2010, avaliaram a cor de amostras submetidas ao processo de amaciamento, e verificaram que os teores de vermelho (a^*) e amarelo (b^*) mantiveram-se estáveis no período de armazenamento de 14 dias a 0°C, porém a luminosidade (L^*) aumentou nesse mesmo período. Quando comparado ao presente estudo, observou-se que a enzima gravatá manteve todos os parâmetros de cor estáveis durante o período de estudo (10 dias a 3°C).

5.2. ANÁLISE DE PERDA DE PESO POR COZIMENTO (PPC)

Os valores médios da perda de peso por cozimento (PPC) para coxão duro e capa de filé em ambos os dias e para cada tratamento não diferiram entre si estatisticamente de acordo com tabela 7.

Tabela 7 - Valores médios da perda de peso por cozimento (PPC) em g/g, dos músculos bovino *Latissimus dorsi* (capa de filé) e *Bíceps femoris* (coxão duro) para os diferentes tratamentos enzimáticos.

Perda de peso por cozimento (PPC)		
Enzimas	Amostras	
	Capa de Filé	Coxão Duro
Papaína	0,49 a	0,68 a
Gravata	0,45 a	0,49 a
Bromelina	0,51 a	0,57 a
Controle	0,34 a	0,40 a

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

De acordo com os valores da perda de peso por cozimento (PPC em g/g) apresentados na tabela 7, nota-se que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos. As amostras submetidas aos tratamentos enzimáticos mostraram que em todas as amostras onde havia tecidos conjuntivo, houve maior retenção de água, com consequente redução na perda de peso por cozimento.

Akpan E Omojola, 2015 avaliando a perda de peso por cozimento de carne bovina submetida ao tratamento com papaina, observaram que a perda de peso por cozimento aumentou à medida que as concentrações da enzima aumentaram, ao longo do período de armazenamento.

5.3. FORÇA DE CISALHAMENTO (FC)

Os valores médios da força de cisalhamento (FC em kg/s) para coxão duro são apresentados na tabela 8.

Tabela 8 - Valores médios da força de cisalhamento (FC) em kg/s do músculo bovino *Bíceps femoris* (coxão duro), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Dias	Enzimas				Médias
	Papaína	Gravatá	Bromelina	Controle	
1	3,22 aA	3,03 aA	3,30 aA	5,97 bB	3,88
2	4,49 bB	1,83 aA	1,71 aA	4,36 bB	3,10
3	1,69 aA	1,71 aA	1,80 aA	2,08 aA	1,82
4	1,66 aA	1,69 aA	1,66 aA	1,74 aA	1,69
5	1,73 aA	1,74 aA	1,69 aA	1,72 aA	1,72
6	1,70 aA	1,75 aA	1,76 aA	1,75 aA	1,74
7	1,73 aA	1,68 aA	1,69 aA	1,75 aA	1,71
8	1,76 aA	1,66 aA	1,75 aA	1,76 aA	1,73
9	-	-	-	-	
10	-	-	-	-	
Médias	2,25	1,89	1,92	2,64	

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

De acordo com os valores descritos na tabela 8, houve diferença entre os tratamentos nos primeiros dois dias. No primeiro dia, não houve diferença estatística entre os tratamentos com papaína (3,22 kg/s), gravatá (3,03 kg/s) e bromelina (3,30 kg/s); apenas a amostra controle (5,97 kg/s) mostrou-se mais rígida comparada às demais enzimas, como esperado.

No segundo dia de tratamento, as amostras com gravatá e bromelina apresentaram valores mais baixos de FC. As amostras com papaína e controle não diferiram entre si estatisticamente, o que comprova uma melhor ação da enzima do gravatá e bromelina em um menor tempo de tratamento.

A partir do terceiro dia, não houve diferença significativa na FC entre as amostras tratadas pelas enzimas e a amostra controle, sendo que no nono dia, a amostra tratada com papaína se desfez, as fibras musculares foram totalmente quebradas e conseqüentemente não foi possível à realização da análise da FC, mostrando-se, ao ser comparada a enzima do gravatá e bromelina, ser uma enzima que não sofre inibição,

não tendo sua ação proteolítica cessada ou diminuída com o passar dos dias de armazenamento sob refrigeração.

Força de cisalhamento (FC), capa de filé

Os valores médios da força de cisalhamento (FC em kg/s) para capa de filé são apresentados na tabela 9.

Tabela 9 - Valores médios da força de cisalhamento (FC) em kg/s do músculo bovino *Latissimus dorsi*(capa de filé), para os diferentes tratamentos enzimáticos em relação aos dias.

Dias	Enzimas				Médias
	Papaína	Gravatá	Bromelina	Controle	
1	2,92 aA	2,95 aA	3,74 bB	5,99 cC	3,90
2	3,79 bB	1,65 aA	1,70 aA	5,72 cC	3,21
3	1,72 aA	1,70 aA	1,80 aA	1,97 aA	1,80
4	1,69 aA	1,71 aA	1,63 aA	1,71 aA	1,69
5	1,72 aA	1,75 aA	1,74 aA	1,72 aA	1,73
6	1,69 aA	1,70 aA	1,69 aA	1,72 aA	1,70
7	1,71 aA	1,72 aA	1,72 aA	1,67 aA	1,70
8	1,75 aA	1,77 aA	1,73 aA	1,73 aA	1,74
9	1,70 aA	1,75 aA	1,75 aA	1,68 aA	1,72
10	1,73aA	1,72 aA	1,70 aA	1,70 aA	1,71
Médias	2,04	1,84	1,92	2,56	

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas em linha e letras maiúsculas na coluna não diferem entre si, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade.

Os dados, de acordo com a tabela 9, mostram que houve diferença significativa da FC para capa de filé nos primeiros dois dias. No primeiro dia, menores valores de FC foram observados para gravatá (2,95 kg/s) e papaína (2,92 kg/s), sendo que a amostra com bromelina apresentou maior de FC (3,74 kg/s) que as demais enzimas e menor valor quando comparada ao controle (5,99 kg/s), demonstrando que as enzimas obtidas dos frutos apresentam maior ação amaciante do que as enzimas calpaína e complexo multienzimático da carne maturada.

No segundo dia houve diferença entre os quatro tratamentos, sendo que os menores valores de FC foram observados para as amostras submetidas ao tratamento com gravatá (1.65 kg/s) e bromelina (1.70 kg/s), mostrando melhor ação amaciante. A amostra com papaína diferiu da amostra controle, apresentando menor valor (3.79kg/s).

A partir do terceiro dia de tratamento, não houve diferença estatística de FC entre as amostras, mostrando ação amaciante semelhante em todos os tratamentos.

De forma geral, pode-se dizer que diferente da amostra coxão duro, submetida aos mesmos tratamentos enzimáticos, a capa de filé mostrou-se mais dura. Ao analisar os valores das duas tabelas de FC para coxão e capa, o coxão duro a partir do nono dia não foi possível à realização da leitura da FC, as enzimas tiveram uma ação mais uniforme e romperam a estrutura fibrilar da peça, e na capa, após sessada a ação enzimática, ambas mantiveram a estrutura da carne, o que nota-se que para o coxão duro que tem característica de menor rigidez comparada a capa de filé, a enzima do gravata e bromelina são mais indicadas, proporcionam maciez a carne a matem sua estrutura, quanto a capa ambas podem ser empregadas num determinado período, pois não ocorre perda total da estrutura do musculo.

Segundo Istrati, Vizireanu E Dinică, que realizaram estudos com papaina e bromelina no processo de amaciamento da carne, os resultados obtidos na pesquisa mostram melhor ação da enzima papaina, o que pode-se dizer que ao compra-la com a enzima do gravata, ela apresentou menores valores como também valores semelhantes quanto a força de cisalhamento, como também semelhante ação na degradação do tecido conjuntivo da carne.

Em estudo realizado por Andrade et al., 2010, menores valores da força de cisalhamento na carne, após período de maturação, influenciou na força de cisalhamento ao longo do tempo, A maturação melhora a maciez das carnes, por reduzir a força de cisalhamento, porém modifica alguns atributos sensoriais. A escolha do tempo de maturação mais adequado para as carnes bovinas depende do atributo a ser mais valorizado.

Akpan E Omojola, 2015, avaliaram os atributos de qualidade física de carne bovina injetada de papaina, e observaram que a força de cisalhamento diminuiu linearmente comparada a amostra controle e com outras enzimas comumente empregadas Fogle et al (1982) avaliaram o efeito da papaína sobre o amaciamento da carne, e observaram valores semelhantes à força de cisalhamento das amostras com papaína do presente estudo.

5.4. AVALIAÇÃO SENSORIAL

Foram avaliados no teste de aceitação os atributos aroma, aparência, sabor, textura e impressão global de cada amostra, os resultados para o primeiro dia de análises com as amostras submetidas a um dia de tratamento enzimático e o segundo dia de análises, após quatro dias de tratamento, avaliados pelos consumidores são apresentados na tabela 10.

Tabela 10 - Média dos resultados dos atributos do teste de aceitação para as análises com um dia de tratamento, quatro dias de tratamento das amostras e medias dos resultados do teste do ideal para o atributo maciez.

Atributos Avaliados e teste do ideal						
Enzimas	Aparência	Aroma	Sabor	Textura	Impressão	Teste do
					global	Ideal
Gravatá	6,83 ab	7,29 ab	6,87 a	6,35 abc	6,35 a	0,08 b
Papaína	6,20 bc	6,89 abcd	5,58 b	5,39 de	5,38 de	1,43 c
Bromelina	6,55 bc	6,75 bcd	5,65 b	5,97 bcd	5,96 cde	1,03 c
Controle	6,90 ab	7,04 abc	6,75 a	5,70 cde	5,70 bc	-1,02 a
Segunda análise após quatro dias						
Gravatá	6,58 abc	7,01 abcd	6,80 a	7,03 a	7,03 a	1,36 c
Papaína	6,03 c	6,45 cd	5,37 b	4,90 e	4,98 e	2,75 d
Bromelina	5,96 c	6,41 d	5,63 b	4,92 e	4,92 d	2,23 d
Controle	7,25 a	7,40 a	7,18 a	6,61 ab	6,61 a	-1,15 a

*Médias seguidas da mesma letra na coluna são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Teste do Ideal

Dentre os vários atributos sensoriais a textura é uma dos parâmetros sensoriais mais importantes segundo os consumidores e o teste do ideal possibilita determinar a enzima em tratamento nas diferentes amostras que mais próxima do ideal se mostrou, comparada às demais enzimas em estudo.

Segundo o teste do ideal realizado, a amostra tratada com enzimas proteolíticas que apresentou média mais próxima de zero foi àquela considerada com a maciez mais próxima do ideal, os resultados são demonstrados na Tabela 10.

De acordo com os resultados nos dois dias de análises, apresentados na tabela 10 a amostras tratada com a enzima do gravatá (um dia de tratamento e com quatro dias de tratamento) foram as que apresentaram resultados mais próximos de 0, ou seja, não diferindo estatisticamente ($p \leq 0,05$) entre si, podendo ser consideradas com maciez mais próxima do ideal. Papaína e bromelina não diferiram entre si, apresentando valores próximos o que indicam maciez semelhante após um dia de tratamento como também após quatro dias de tratamento, sendo a amostra controle a que mais se diferiu, mostrando-se menos macia as demais em ambos os dias de análise.

Atributos do teste de aceitação

Para o atributo aparência não houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as amostras gravata e amostra controle, bem como não houve diferença significativa para papaína e bromelina, porém ambas se diferiam da amostra gravata e controle. No segundo dia de análises após um dia e quatro dias de tratamento, a amostra gravata apresentou maior média do atributo aparência, papaína e bromelina não diferiram entre si, apresentaram pior aparência comparada à amostra controle e gravata.

As amostras gravatá, papaína, bromelina e controle se diferiram estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) para o atributo aroma, e as amostras que apresentaram maiores médias de aceitação neste atributo foram gravata e amostra controle.

Para o atributo sabor as amostras não apresentaram diferença significativa para ambos os dias de análises ($p \leq 0,05$) para gravata e amostra controle sendo as que apresentaram maiores médias foram às amostras controle e gravata, demonstrando maior aceitação para este atributo.

Em relação ao atributo textura a amostra gravata demonstrou diferença estatística entre as amostras nos dois dias de análises, após um e quatro dias de tratamento ($p \leq 0,05$), foi a que apresentou maior média de aceitação para este atributo. Papaína e bromelina se diferiram entre si e entre a amostra controle, mostraram menores valores para o atributo textura, tiveram menos aceitação em ambos os dias de análises, com um e quatro dias de tratamento.

As amostras tratadas com papaína e bromelina foram as que apresentaram menores médias de aceitação em todos os atributos, não apresentando diferença estatística significativa ($p \leq 0,05$) em relação ao atributo textura.

Quanto ao atributo impressão global a amostra gravata diferiu significativamente entre as amostras em ambos os dias ($p \leq 0,05$), a amostra gravata foi a que apresentou maior média neste atributo. Papaína e bromelina não diferiram entre si significativamente, porem comparadas a amostra controle ambas demonstraram menores valores do atributo impressão global.

Avaliação da Intenção de compra

Avaliaram-se também as amostras tratadas com gravata, papaína, bromelina e controle por meio da intenção de compra dos consumidores, os resultados podem ser observados nas Figuras 1 (após um dia de tratamento) e 2 (após quatro dias de tratamento).

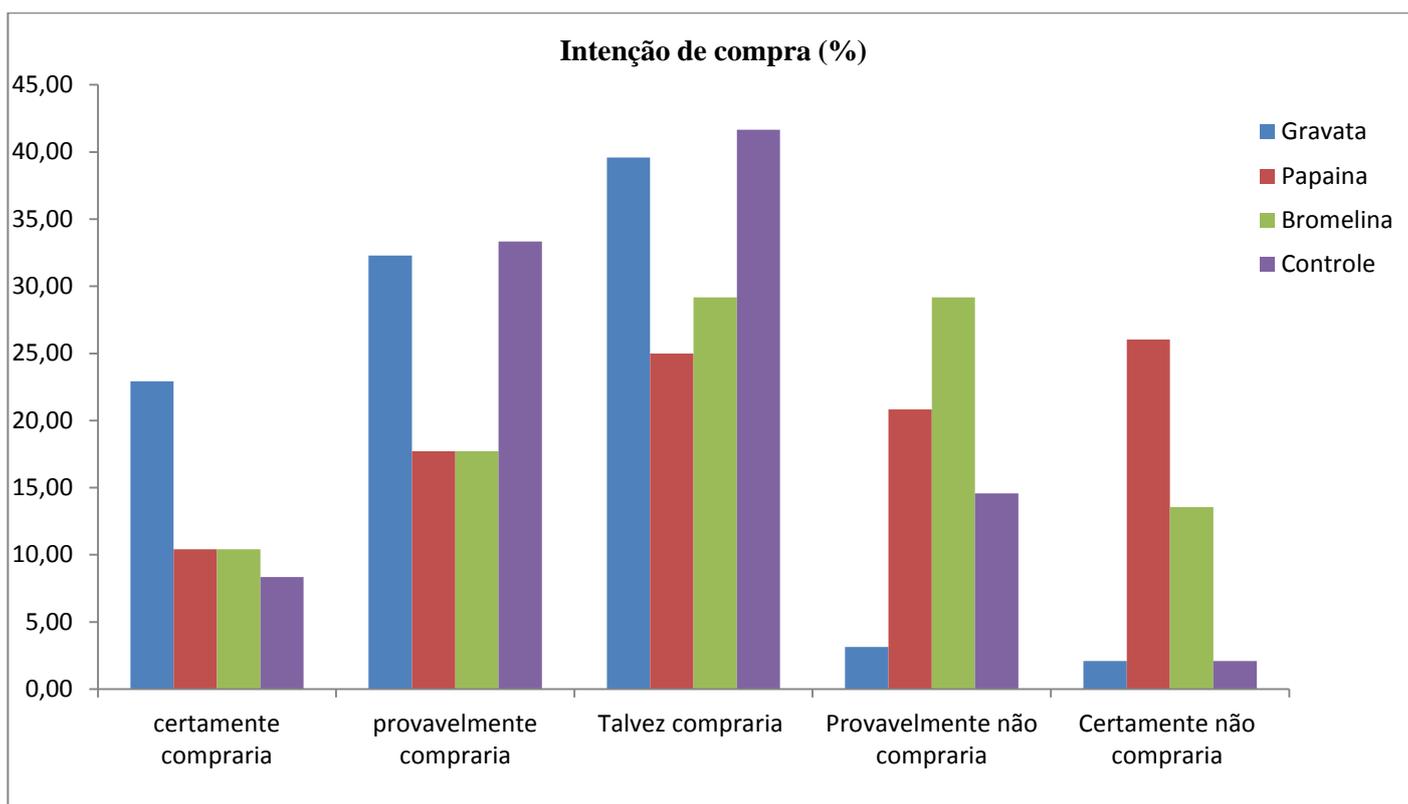


Figura 1. Distribuição da frequência das respostas de intenção de compra, das amostras para os diferentes tratamentos enzimáticos no primeiro dia de análises, após um dia de tratamento.

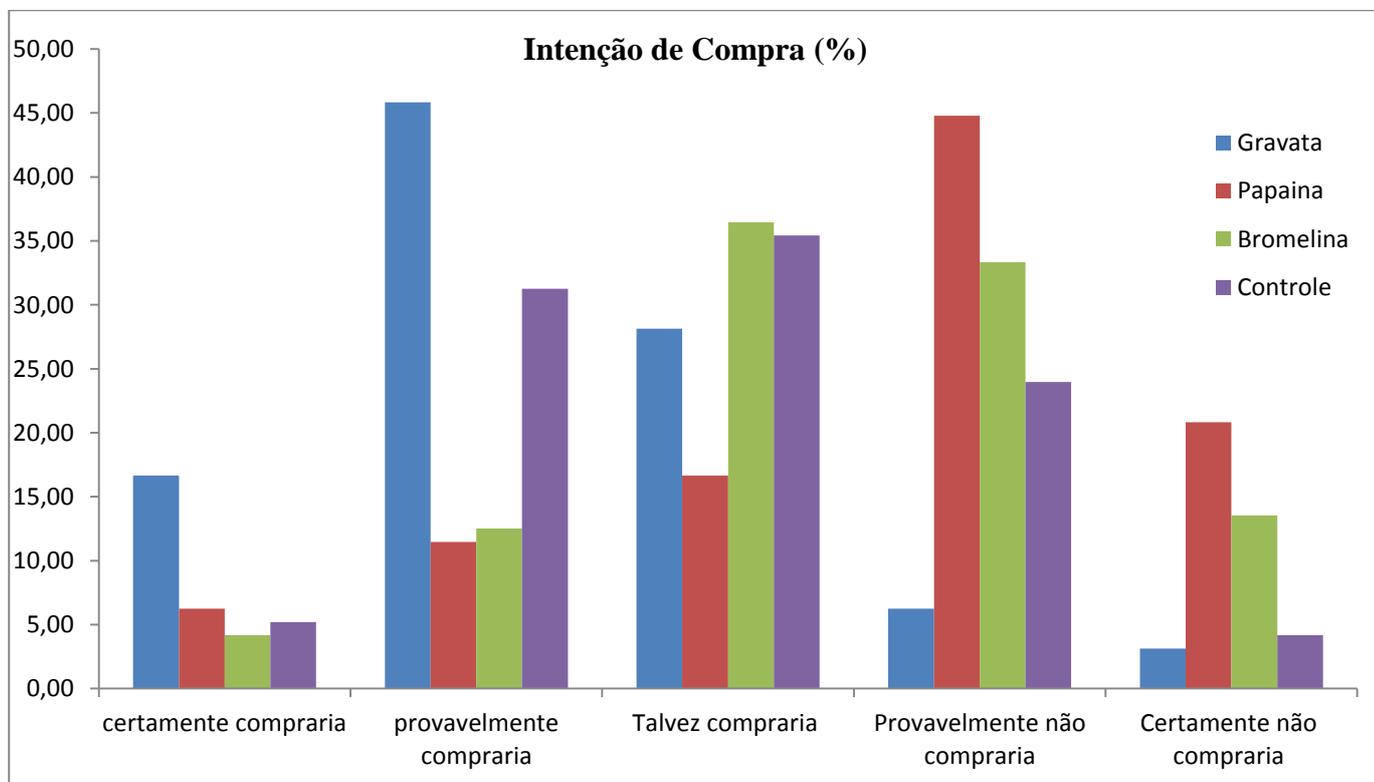


Figura 2. Distribuição da frequência das respostas de intenção de compra, das amostras para os diferentes tratamentos enzimáticos no segundo dia de análises, após quatro dias de tratamento.

De acordo com as figuras 1 e 2, para o primeiro e segundo dia de análises, em que a amostra foi submetida a um dia, e após quatro dias de tratamento com as enzimas, a amostra gravata foi a que apresentou maior intenção de compra positiva (22,92% para o primeiro dia de análises e 16,67% para o segundo dia de análises) representada pela resposta “certamente compraria”. Maior intenção de compra negativa no primeiro e segundo dia de análises foi para as amostras tratadas com papaína e bromelina, no primeiro dia de análises papaína (26,04%) teve pior intenção de compra, como também no segundo dia (20,83%) com a resposta “certamente não compraria”.

Akpan & Omojola, 2015 em avaliação sensorial da carne tratada com papaina, observou que sensorialmente, não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) no sabor, suculência, facilidade de fragmentação da carne, em contrapartida nos resultados

obtidos no presente estudo a papaina mostrou-se sensorialmente menos aceita, como também as amostras submetidas ao tratamento com bromelina.

6. CONCLUSÕES

De acordo com os dados obtidos, a enzima proveniente do fruto de *Bromélia Antiacantha Bertol* – gravata mostrou-se com semelhante ação na força de cisalhamento (FC) para ambos os cortes submetidos a diferentes enzimas, podendo ser substituída pelas já empregadas. Na análise de cor a enzima do gravatá mostrou-se mais estável durante os dias, melhores valores de luminosidade, teor de vermelho e amarelo. Quanto à avaliação sensorial teve melhor aceitação, maciez ideal mais próxima do ideal e maior intenção de compra. A enzima mostrou-se superior e/ou semelhante ação nos componentes físicos das carnes submetidas ao processo de amaciamento cárneo através de enzimas proteolíticas de origem vegetal, podendo ser empregada como uma nova tecnologia com função amaciante da carne.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akpan, I. P., & Omojola, A. B. (2015). Quality attributes of crude papain injected beef. *Journal of Meat Science and Technology*, 3, 42–46.

ABERLE, E. D., FORREST, J. C., GERRARD, D. E., & MILLS, E. W. (2001). *Principles of meat science*: Kendal/Hunt Publishing.

ALVES, D. D., GOES, R. H. D. T. E. B. DE, & MANCIO, A. B. (2005). Maciez da carne bovina. *Ciência Animal Brasileira*, 6(April 2014), 135–149. Alves, D. D., Goes, R.

ASHIE, I. N. A., SORENSEN, T. L., & NIELSEN, P. M. (2002). Effects of papain and a microbial enzyme on meat proteins and beef tenderness. *Journal of Food Science*, 67(6), 2138-2142.

BANDMAN, E.; ZDANIS, D. An immunological method to assess protein degradation in post-mortem muscle. *Meat Science*, v. 22, p. 1-19. 1988.

BEUK, J. F., HINSDALE, S., A. L., GOESER, P. A., & HOGAN, J. M. (1959). Method of tendering meat. *US patent 2903362*

BOWKER, B. C., FAHRENHOLZ, T. M., PAROCZAY, E. W., EASTRIDGE, J. S., & SOLOMON, M. B. (2008). Effect of hydrodynamic pressure processing and aging on the tenderness and myofibrillar proteins of beef strip loins. *Journal of Muscle Foods*, 19(1), 74-97.

BOWKER, B. C., LIU, M. N., SOLOMON, M. B., EASTRIDGE, J. S., FAHRENHOLZ, T. M., & VINYARD, B. (2007). Effects of hydrodynamic pressure

processing and blade tenderization on intramuscular collagen and tenderness-related protein characteristics of top rounds from brahman cattle. *Journal of Muscle Foods*, 18(1), 35-55.

BOWLING, R.A., DUTSON, T.R.; SMITH, G.C. et al. Effects of cryogenic chilling on beef carcass grade, shrinkage and palatability characteristics. **Meat Science**, v. 21, p. 67-72, 1987.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. 2010. Resolução n.27 de 6 de agosto de 2010. Dispõe sobre as categorias de alimentos e embalagens isentos e com obrigatoriedade de registro sanitário. Brasília, 6 de ago. 2010.

BURSON, D.E.; HUNT, M.C. 1986. Heat-induced changes in the proportion of types I and III collagen in bovine *Longissimus dorsi*. *Meat Science*, **17**: 153-160.

BUSCH, W.A., GOLL, D.E.; PARRISH, F.C. JR. et al. Molecular properties of degradation in post-mortem muscle. **Meat Science**, v. 22, p. 1-19. 1988.

postmortem muscle. Isometric tension development and decline in bovine, porcine and rabbit muscle. **Journal of Food Science** 37, 289–299, 1972.

CHAMBERS, L.; BROWN, A.; PRITCHARD, D. I.; SREEDHARAN, S.;

BROCKLEHURST, K.; KALSHEKER, N. A. 1998. Enzymatically active papain preferentially induces an allergic response in mice. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, **253**: 837-840.

CHRISTENSEN, M., TØRNGREN, M. A., GUNVIG, A., ROZLOSNIK, N., LAMETSCH, R., KARLSSON, A. H., & ERTBJERG, P. (2009). Injection of marinade with actinidin increases tenderness of porcine M. biceps femoris and affects myofibrils and connective tissue. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(9), 1607-1614.

DAYEY, C. L.; GILBERT, K. V. **Journal of Food Science**, v. 34, p. 69-74, 1969.

ETHERINGTON , E.J. The contribution of proteolytic enzymes to postmortem changes in muscle. **Journal of Animal Science**, v. 59, p. 1644–1650, 1984.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e postmortem que influenciam na qualidade da carne bovina. In: Produção do Novilho de Corte. A.M. Peixoto, J.C. Moura & V.P. Faria Eds. P.79-97. FEALQ, Piracicaba, 1997.

FOGLE, D. R., PLIMPTON, R. F., OCKERMAN, H. W., JARENBACK, L. and PERSSON, T. (1982), Tenderization of Beef: Effect of Enzyme, Enzyme Level, and Cooking Method. *Journal of Food Science*, 47: 1113–1118. doi:10.1111/j.1365-2621.1982.tb07629.

FLORES, J.; BERMELL, S. 1988. Colágeno: características y propiedades de interés para la industria cárnica. *Revista Agroquímica Tecnología Alimentos*, **28** (4): 463-472.

Filippon, S., Fernandes, C. D., Ferreira, D. K., Silva, D. L. S. Da, Altrak, G., Duarte, A. S., & Reis, M. S. Dos. (2012). *Bromelia antiacantha* Bertol.(Bromeliaceae): caracterização demográfica e potencial de manejo em uma população no Planalto Norte Catarinense. *Biodiversidade Brasileira*, 2(2), 83–91. Retrieved from <http://www.icmbio.gov.br/revistaelectronica/index.php/BioBR/article/view/276>

FOOD INGREDIENTS BRASIL. 2011. Enzimas: Natureza e ação nos alimentos. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/166.pdf>. Acesso em: 06/ 01/ 2017.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. 2009. Enzimas. Disponível em: <http://www.revistafi.com/materias/113.pdf>. Acesso em: 06/ 01/ 2017.

GERELT, B., IKEUCHI, Y., & SUZUKI, A. (2000). Meat tenderization by proteolytic enzymes after osmotic dehydration. *Meat Science*, 56(3), 311-318.

GEESINK, G., SUJANG, S., & KOOHMARAIE, M. (2011). Tenderness of pre- and post rigor lamb longissimus muscle. *Meat Science*, 88(4), 723-726. Doi:10.1061j.meatsci.2011.03.003

GALLEGOS-TINTORÉ, S. 2009. Proteolytic activity in enzymatic extracts from Carica papaya L. cv. Maradol harvest byproducts. *Process Biochemistry*, **44** (1): 77-82.

GOLL, D. E.; TAYLOR, R. G.; CHRISTIANSEN, J. A. et al. Role of proteinases and protein turnover in muscle growth and meat quality. Proc. **Recip. Meat. Conf.**, v. 44, p.25–33, 1991.

GOMES, Carolina Lugnani. *Impact of end-point temperature of different heat Transfer processes in sensory profile of beef strip loin Steaks*. 2014. 142 f. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2014.

HOPE-JONES, M., STRYDOM, P. E., FRYLINCK, L., & WEBB, E. C. (2010). The efficiency of electrical stimulation to counteract the negative effects of β -agonists on meat tenderness of feedlot cattle. *Meat Science*, **86**(3), 699-705.

H. D. T. E. B. De, & Mancio, A. B. (2005). Maciez da carne bovina. *Ciência Animal Brasileira*, **6**(April 2014), 135–149.

HOPKINS, D.L. AND THOMPSON, J.M. The degradation of myofibrillar proteins in beef and lamb meat using denaturing electrophoresis – an overview. **Journal of Muscle Foods** **13**, 81–102, 2002.

Istrati, D., Vizireanu, C., & Dinică, R. (2012). Influence of post-mortem treatment with proteolytic enzymes on tenderness of beef muscle. *J. Agroalimentary Processes Tech*, **18**(1), 70–75.

JAYASOORIYA, S. D., TORLEY, P. J., D'ARCY, B. R., & BHANDARI, B. R. (2007). Effect of high power ultrasound and ageing on the physical properties of bovine Semitendinosus and Longissimus muscles. *Meat Science*, **75**(4), 628-639.

JORGE, L.I.F. & FERRO, V.O. 1993. Reconhecimento da espécie *Bromelia antiacantha* Bertol. Características botânicas e fitoquímicas. *Revista de Farmácia e Bioquímica da Universidade de São Paulo*, 29 (2):69-72.

JUDGE et al. Principles of Meat Science. Principles of Meat Science. Dubuque: Kendall/Hunt, p.351, 1989.

KHAN, A.W.; COHEN, D.C. Rapid estimation of muscle proteins in beefvegetable protein mixtures. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 25, p. 236- 238, 1977.

KIRINUS, J. K.; FRUET, A. P. B.; TEIXEIRA, C.; DORR, A. C.; NORNBORG, J. L. 2014. Aplicação da genética molecular para melhoria da qualidade da carne bovina. *Revista eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental- REGET*, **18**: 165-174

KOOHMARAIE, M.; GEESINK, G.H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, v. 74, p. 34-43, 2006.

KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization process of meat. **Meat Science**, v. 43, p.193–201, 1996.

KANDEEPAN, G., ANJANEYULU, A. S. R., KONDAIAH, N., MENDIRATTA, S. K., & LAKSHMANAN, V. (2009). Effect of age and gender on the processing characteristics of buffalo meat. *Meat Science*, 83(1), 10-14.

LAWRIE, R. A., & LEDWARD, D. A. (2006). *Lawrie's Meat Science (7th Edition)*: Woodhead Publishing. Warriss, P. D. (2000). *Meat science: An introductory text*. Oxon, UK: CABI Publishing.

LAGE, J. F., OLIVEIRA, I. M., PAULINO, P. V. R., & RIBEIRO, F. (2009). Papel do sistema calpaína-calpastatina sobre a proteólise muscular e sua relação com a maciez da carne em bovinos de corte. *Revista Eletrônica de Veterinária*, 10, 1–19. Retrieved from [htt9.html](#)

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. São Paulo: Luchiari Filho, 2000. 135p.

MILLER, R. K. (2002). Factors affecting the quality of raw meat. In J. P. Kerry, J. F. Kerry, & D. Ledward (Eds.), *Meat processing—Improving quality* (pp. 27–63). Cambridge, England: Woodhead Publishing Co. MARSH, B. B.; LEET, N. G. **Journal Food Science**, v.31, p. 450-459, 1966.

MacFie, H. J., Bratchell, N., Greenhoff, K., & Vallis, L. V. (1989). Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effect in halls tests. *Journal of Sensory Studies*, 4, 129-148.

OLIVEIRA, J. D.; SILVA, T. R. S.; CORREIA, M. G. S. 2013. Fatores determinantes da qualidade nutricional da carne bovina. *Cadernos de Graduação – Ciências Biológicas e da Saúde*, 1 (16): 37-46.

OLIVEIRA, A. L. Maciez da carne bovina. 2000. *Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia*, (33): 7-18. Mais a ref do vermelhinho de cima

ONYANGO, C. A.; IZUMIMOTO, M.; KUTIMA, P. M. Comparison of some physical and Chemical Properties of Select game meats. **Meat Science**, Barking, v. 49, n. 1, p. 117-125, May 1998.

POLIDORI, P., TRABALZA MARINUCCI, M., FANTUZ, F., RENIERI, C., & POLIDORI, F. (2000). Tenderization of wether lambs meat through pre-rigor infusion of calcium ions. *Meat Science*, 55(2), 197-200.

PENFIELD, M.P.; MEYER, B.H. 1975. Changes in tenderness and collagen of beef semitendinosus muscle heated at two rates. *Jornal Food Science, Tennessee*, 40: 150-154.

PEDREIRA, A. C. M. S. 2001. Enzimas proteolíticas de plantas usadas no amaciamento da carne: bromelina, ficina e papaína. Disponível em: <http://www.beefpoint.com.br/radarestecnicos/qualidade-da-carne/enzimas-proteoliticas->

de-plantas-usadas-no-amaciamento-dacarne-bromelina-ficina-e-papaina-4977/. Acesso em: 06/01/2017.

PIRES, D. 2009. Aditivos ingredientes Especial Carnes – Maciez ao alcance de todos. *Aditivos & Ingredientes*. Disponível em: http://www.insumos.com.br/aditivos_e_ingredientes/materias/100.pdf. Acesso em: 06/01/2017.

PARK, Y. K.; DRAETTA, I. S. 1971. Aplicação de enzimas proteolíticas no amaciamento de carne de boi. *Revista brasileira de Tecnologia*, **2**: 125-129.

PAZ, C.C.P. de; LUCHIARI FILHO, A. Melhoramento genético e diferenças de raças com relação à qualidade da carne bovina. **Pecuária de Corte**, n. 101, p. 58-63, 2000.

QIANLI, M. Evaluation of pre-rigor injection of beef with proteases on cooked meat volatile profile after 1day and 21days post-mortem storage. 2011.81 f – Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas) - Escola de Ciências Aplicadas. Universidade de Tecnologia de Auckland. Nova Zelândia. 2011

REITZ, R. 1983. Bromeliáceas e a malária – bromélia endêmica. Flora ilustrada Catarinense. 559p.

ROBSON, R.M., HUFF-LONERGAN, E., PARRISH, F.C. Jr. Postmortem changes in the myofibrillar and other cytoskeletal proteins in muscle. In: **Proceedings 50th Reciprocal Meat Conference**. American Meat Science Association, Chicago, Illinois, p. 43–52, 1997.

REDVET. Revista electrónica de Veterinária. ISSN: 1695-7504 2009 Vol. 10, Nº 12 **Papel do sistema calpaína-calpastatina sobre a proteólise muscular e sua relação com a maciez da carne em bovinos de corte...**

Revista interdisciplinar da universidade federal do tocantins – v. 2 – n. 01. P. 160-174, jul/dez. 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.20873/uft.2359-3652.2015v2n1p160>
amaciantes cárneos: tipos e aplicação em carne bovina

- ROWAN, A. D.; BUTTLE D. J.; BARRET, A. J. 1990. The cysteine proteinases of the pineapple plant. *Biochemical Journal*, (266): 869-875.
- RUBENSAM, J.M.; FELICIO, P.E; TERMIGNONI, C. Influência do genótipo Bos Indicus na atividade da calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no Sul do Brasil. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.18, n.4, p.405-409, 1998.
- SUH, H.J.; LEE, H.; CHO, H.Y.; YANG, H.C. 1992. Purification and characterization of bromelain isolated from pineapple. *Han'guk Nonghwa Hakhoechi* **35**: 300-307.
- SASMITO, T.; DEMEESTER, J.; BRACKE, M. 1982. Review on the production, properties and uses of papain. *Pharm. Tidschr. Belg.* **59** (2): 149-158.
- SULLIVAN, G. A., & CALKINS, C. R. (2010). Application of exogenous enzymes to beef muscle of high and low-connective tissue. *Meat Science*, 85(4), 730-734.
- TROY, D. J., & KERRY, J. P. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat Science*, 86(1), 214-226. \
- TORRESCANO, G. et al. 2003. Shear values of raw samples of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. *Meat Science, Barking*, **64**: 85-91.
- Vallés, D., Furtado, S., & Cantera, a. M. B. (2007). Characterization of new proteolytic enzymes from ripe fruits of *Bromelia antiacantha* Bertol. (Bromeliaceae). *Enzyme and Microbial Technology*, 40, 409–413. <http://doi.org/10.1016/j.enzmictec.2006.07.011>
- VEISETH, E.; SHACKELFORD, S. D.; WHEELER, T. L. et al. Technical note: comparison of myofibril fragmentation index from fresh and frozen pork and lamb *longissimus*. **Journal Animal Science**, v. 79, p. 904-906, 2001.
- WADA, M., HOSAKA, M., NAKAZAWA, R., KOBAYASHI, Y., & HASEGAWA, T. (2004). The solubilization of unheated cattle achilles tendon with actinidin under neutral and acidic conditions. *Food Science and Technology Research*, 10(1), 35-37.

WALLS, E. W. The microanatomy of muscle. In: G. H. Bourne (ed.). 1960. **Structure and Function Muscle**. Vol. 1. Academic Press, New York and London, 1960

WHEELER, T.L.; SHACKELFORD, S.D.; KOOHMARAIE, M. Variation in proteolysis, sarcomere length, collagen content, and tenderness among major pork muscles. **Journal of Animal Science**, v.78, p.958-965, 2000.