



CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO CÁRNEO REESTRUTURADO
COMO ALTERNATIVA DE REAPROVEITAMENTO DE APARAS
CÁRNEAS**

Tailize De Carli

Lajeado, novembro de 2015

Tailize De Carli

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO CÁRNEO REESTRUTURADO
COMO ALTERNATIVA DE REAPROVEITAMENTO DE APARAS
CÁRNEAS**

Trabalho de Conclusão de Curso II, apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, do Centro Universitário UNIVATES, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Ms. Daniel Neutzling
Lehn

Lajeado, novembro de 2015

Tailize De Carli

**DESENVOLVIMENTO DE PRODUTO CÁRNEO REESTRUTURADO
COMO ALTERNATIVA DE REAPROVEITAMENTO DE APARAS
CÁRNEAS**

A Banca examinadora abaixo aprova este Trabalho de Conclusão de Curso II, apresentado ao Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, do Centro Universitário UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Alimentos:

Prof. Ms. Daniel Neutzling Lehn –
Orientador
Centro Universitário UNIVATES

Prof. M^a Jerusa Bruxel
Centro Universitário UNIVATES

Prof. Dr^a Claucia Fernanda Volken de
Souza
Centro Universitário UNIVATES

Lajeado, novembro de 2015

AGRADECIMENTOS

À Deus, principal responsável por tudo isso.

Aos meus pais, Celso e Delenize, e ao meu irmão, Tiago, e à minha cunhada, Mariana, pelo apoio, incentivo, compreensão, amor e principalmente pelo companheirismo, apesar da distância, sempre estando ao meu lado quando precisei.

Ao meu namorado, Gustavo, pela dedicação, amor, compreensão, principalmente pela enorme paciência tida nos últimos tempos.

Ao professor orientador e coordenador do curso de Engenharia de Alimentos, professor Daniel Neutzling Lehn pelo suporte e incentivo para a realização deste trabalho.

À minha querida professora Jerusa Bruxel, pela amizade, dedicação, auxílio, incentivo e sabedoria que contribuíram muito para a realização deste trabalho.

As empresas Ajinomoto, Gauchinho Alimentos do Brasil LTDA – EPP e a BREMIL, pela cooperação e pelo apoio.

À professora Dr^a. Lucia de Moraes Batista, do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, pelo empréstimo de material para a realização do produto elaborado.

Ao corpo docente do Centro Universitário UNIVATES, que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Aos meus amigos, que me apoiaram e incentivaram em todos os momentos, em especial, minhas queridas colegas de graduação e amigas Camila e Emanuele.

E por fim, a todos aqueles que realmente torceram e que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

O alto índice de desperdícios de matéria-prima, aliado ao aumento da demanda por produtos mais convenientes, tem estimulado as indústrias cárneas a buscarem novas tecnologias para reduzir as perdas e atender esta demanda. A busca inclui o aproveitamento de aparas cárneas de baixo valor comercial no desenvolvimento de produtos com valor nutritivo, praticidade no preparo, preço acessível, e boas características sensoriais. Uma estratégia tecnológica para esse reaproveitamento é a produção de carnes reestruturadas, as quais têm o intuito de competir com cortes íntegros em relação à aparência, sabor, textura, odor e forma. Para a obtenção de uma textura semelhante aos músculos íntegros, é necessária a ligação entre os fragmentos da carne, que é causada pela solubilização das proteínas miofibrilares. Para o melhoramento dessa ligação, são utilizados diversos sistemas ligantes, dentre eles está à enzima transglutaminase que possui capacidade de catalisar reações entre proteínas, resultando em benefícios tecnológicos, como o maior aproveitamento das matérias-primas, melhoria de qualidade e redução de custos de produção. O presente estudo teve como objetivo a aplicação da enzima transglutaminase na preparação de carne reestruturada, a fim de agregar valor às aparas cárneas, com boas características sensoriais do produto. A enzima foi aplicada na concentração de 1% nas aparas de carne bovina, que foram acondicionadas em formas de presunto, permanecendo sob pressão à 5 °C por 4 horas. A carne recebeu condimento sabor presunto. Após a desenformagem, foram analisados os parâmetros quanto à composição centesimal (proteína, umidade, cinzas, lipídeos) e análise instrumental de cor. O produto final, após preparo foi avaliado quanto as suas características sensoriais, a fim de verificar o grau de aceitabilidade do público consumidor. Os resultados físico-químicos foram comparados com legislação vigente e outros trabalhos semelhantes e os dados da análise sensorial foram tratados a fim de verificar a eficiência da utilização da enzima transglutaminase no reaproveitamento de aparas cárneas. O resultado das análises físico-químicas indicaram que o produto gerado encontra-se dentro dos padrões da legislação vigente e a análise sensorial indicou que alguns atributos podem ser melhorados, ficando a média final da impressão global atribuída pelo julgadores em $7,66 \pm 1,19$.

Palavras-Chaves: Carne reestruturada. Transglutaminase. Reaproveitamento.

ABSTRACT

The high rate of waste of raw materials, allied with increasing demand for more convenient products, has stimulated meat industries to seek new technologies in order to reduce losses and meet consumer demand. This search suggests the use of meat chips of low commercial value in developing products with nutritional value, practicality in preparation, accessible price, maintaining their sensorial characteristics. A technology strategy for this possible reuse is the production of restructured meat, which have the purpose to compete with integrity cuts in relation to appearance, taste, texture, smell and shape. In order to obtain a texture similar to intact muscles, the connection is required among the meat pieces which is caused by solubilization of the myofibrillar proteins. In order to improve this link are used many binder systems, among them is the transglutaminase enzyme. This enzyme has the ability to catalyze reactions among proteins, resulting in technological benefits, such as the best utilization of raw materials, improved quality (texture), and reduction of production costs. This study aimed at the application of the transglutaminase enzyme in preparing restructured meat in order to add value to meat chips, with good sensorial characteristics. The enzyme was used at a concentration of 1% in beef trimmings, which were placed in ham molding forms, remaining under pressure at 5 ° C for 4 hours. The meat got a ham condiment flavor. After the product was removed from the molding forms, the parameters were analyzed according to the centesimal composition (protein, humidity, ashes, lipids) and color instrumental analysis. The final product, after preparation, was evaluated according to its sensorial characteristics, in order to evaluate consumer's acceptability. The physicochemical results were compared with current legislation and other similar works and the data of sensory analysis were treated in order to verify the efficiency of the use of transglutaminase enzyme in the reuse of meat chips. The results of physicochemical analysis indicated that the generated product is within standards of the existing legislation and sensory analysis indicated that some attributes can be improved. The final average of the overall impression given by the judges was $7,66 \pm 1,19$.

Keywords: Restructured meat. Transglutaminase. Reuse.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Processo de obtenção das carnes reestruturadas	22
Figura 2- Reações catalisadas pela transglutaminase	23
Figura 3 – Pigmento da cor e reações	32
Figura 4 – Misturador utilizado na elaboração do produto reestruturado	37
Figura 5 – Formas utilizadas para moldagem do produto	37
Figura 6 – Fluxograma da preparação do produto reestruturado	38
Figura 7 – Cabine de análise sensorial	39
Figura 8 – Diagrama CIE.....	41
Figura 9 – Carne reestruturada	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Participação do Brasil no suprimento mundial de carnes em 2013	18
Tabela 2 – Suprimento mundial de carne bovina (em 1000 t equivalente carcaça) ..	19
Tabela 3 – Exportações mundiais de carne bovina (em 1000 t equivalente carcaça)	19
Tabela 4 – Mercado nacional de carne bovina.....	20
Tabela 5 – Formulação do produto reestruturado	36
Tabela 6 – Resultados físico-químicos da carne <i>in natura</i> e da carne reestruturada	44
Tabela 7 – Resultados do perfil colorímetro instrumental da carne <i>in natura</i> e da carne reestruturada	47
Tabela 8 – Frequência relativa dos atributos cor, textura, sabor, aparência e impressão global da carne reestruturada	48
Tabela 9 – Média e índice de aceitabilidade dos atributos cor, textura, sabor, aparência e impressão global da carne reestruturada	49

LISTA DE ABREVIATURAS

%	Porcento
ADP	Adenosina difosfato
AMP	Adenosina monofosfato
ATP	Adenosina Tri-Fosfato
CIE	<i>Comission Internationale d'le Ecleraige</i>
CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
CP	Creatininafosfato
CRA	Capacidade de Retenção de Água
EUA	Estados Unidos
g	Gramas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério de Agricultura e do Abastecimento
mL	Mililitros
°C	Graus Centígrados

pH	potencial Hidrogeniônico
PSE	Pálida, Flácido, Exsudativa
RIISPOA Animal	Regulamento de Inspeção Industrial Sanitária de Produtos de Origem Animal
TPA	Análise de Perfil de Textura
USDA	Departamento de Agricultura dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivos	14
1.1.1 Objetivo geral	14
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Carne	16
2.2 Carne bovina.....	18
2.3 Carne reestruturada	21
2.4 Transglutaminase.....	22
2.5 Qualidade da carne	24
2.5.1 Capacidade de retenção de água.....	25
2.5.2 Suculência	26
2.5.3 Maciez.....	27
2.5.4 Sabor e odor	28
2.5.5 Textura	29
2.5.6 Cor	31
2.6 Análise sensorial.....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1 Formulação da carne reestruturada	35
3.1.1 Preparo da carne obtida para consumo	38
3.2 Análises físico-químicas.....	39
3.3 Análise instrumental de cor	40
3.4 Análise sensorial.....	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Composição centesimal e pH.....	43
4.2 Perdas no cozimento	46
4.3 Cor instrumental.....	47
4.4 Análise sensorial.....	48
5 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	51

1 INTRODUÇÃO

Considerando o elevado desperdício de carnes menos nobres na elaboração de produtos, a indústria cárnea vem buscando novas tecnologias para utilização de todas as partes do animal, visando minimizar as perdas e maximizar o lucro da indústria. Essas novas tecnologias, também, têm sido incentivadas pela crescente demanda do público consumidor por produtos nutritivos e com aparência próxima aos naturais, facilidade de preparo, mas que tenham preços acessíveis.

Aliado a este desafio, as carnes reestruturadas foram desenvolvidas para gerar novos produtos que atendam as necessidades do público consumidor, além de agregar valor pela utilização de carnes menos aceitas em produtos mais uniformes em relação à forma, cor e textura.

A indústria cárnea necessita produzir carnes reestruturadas que possam competir com músculos íntegros em relação às características sensoriais como aparência, sabor, textura e odor, importantes para a aceitação do público consumidor. Em destaque, a textura das carnes reestruturadas deve se assemelhar à dos cortes íntegros e para isto, a propriedade funcional mais importante é a de ligação entre os fragmentos da carne. A ligação entre os fragmentos cárneos é causada pela solubilização das proteínas na superfície destes, que são moldados por compressão na forma desejada e unidos em uma só peça. Porém, carnes

reestruturadas são preparadas com baixo teor de sal e fosfatos, ocasionando em uma menor extração proteica e conseqüentemente menor poder de ligação.

Para que ocorra a ligação entre os fragmentos cárneos, podem ser utilizados diferentes sistemas ligantes, entre eles a enzima transglutaminase. É uma enzima do tipo *transferase*, e catalisa a polimerização e ligação cruzada de proteínas, através da formação de ligações covalentes entre as mesmas. A transglutaminase permitida pela legislação brasileira para utilização na indústria de alimentos deve ser obtida pelo microrganismo *Streptomyces* ou *Streptoverticillium mobaraense*, sendo uma enzima cálcio independente. Essa enzima catalisa reações acil-transferase entre grupos de resíduos de glutamina de proteínas e aminas primárias (acil-aceptores) incluindo o grupo e-amino de resíduos de lisina em certas proteínas, resultando na formação de ligações covalentes intermoleculares, proporcionando melhora na textura, elasticidade, capacidade de retenção de água, emulsificação, formação de géis, reestruturação, aumento da viscosidade, resistência física e estabilidade térmica. Enfim, a transglutaminase é uma enzima que tem grande aplicação na indústria de alimentos, por atuar sobre as proteínas, transformando suas características e resultando em benefícios tecnológicos, como o maior aproveitamento das matérias-primas, melhoria de qualidade (textura) e redução de custos de produção.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo geral, elaborar e avaliar as características físico-químicas e sensoriais de um produto reestruturado de carne bovina empregando a enzima transglutaminase.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Elaborar o produto reestruturado, utilizando aparas de carne bovina como matéria-prima.
- b) Avaliar as características sensoriais do produto quanto aos atributos aparência, sabor, textura e aroma.
- c) Avaliar as características físico-químicas e a cor do produto.
- d) Comparar os resultados com outros trabalhos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Carne

A carne é definida como a musculatura dos animais usada como alimento (LAWRIE, 2005). Montebello e Araújo (2009) consideram como carne todas as partes dos animais comestíveis, incluindo músculos, vísceras (miúdos), sangue, gordura, cartilagens, ossos e produtos cárneos. Segundo a definição dada pelo Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal – RIISPOA, de 1977, carne são massas musculares maturadas e demais tecidos que se acompanham, incluindo ou não a massa óssea correspondente, que procede de animais abatidos sob inspeção veterinária (BRASIL, 1952).

Segundo Ordoñez (2005), os componentes majoritários da carne são: 65 à 80% de água, 16 à 22% de proteína, 3 à 13% de gordura, e 1,1 à 1,4% de cinzas, embora também exista pequenas quantidades de outras substâncias, como as nitrogenadas não-proteicas (aminoácidos livres, peptídeos, nucleotídeos, creatina), carboidratos, ácido láctico, minerais e vitaminas. A composição da carne depende da espécie, podendo ser alterada por diversos fatores, como idade, sexo, alimentação.

A transformação do músculo em carne ou a mudança *post-mortem* do músculo se inicia após o abate, quando a fibra muscular modifica seu metabolismo para manter a homeostasia e a taxa de ATP para a realização das funções vitais. A degradação do ATP se deve à ação de ATPases. Ao cessar o fornecimento de

nutrientes e de oxigênio, a única fonte de ATP é o metabolismo anaeróbico do glicogênio, o qual associado à incapacidade da fibra muscular provoca a queda da taxa de ATP e de glicogênio e acúmulo de ácido láctico. A taxa de ATP é fonte direta de energia para a manutenção do metabolismo celular e atua na dissociação da interação de actina-miosina que ocorre durante a contração, ou seja, determina o relaxamento da fibra muscular. Sem o ATP, as ligações actina-miosina se completam, e o músculo inicia o processo de contração irreversível, também conhecido como *rigor mortis* (ORDOÑEZ, 2005).

A produção de ATP no período *post mortem* se mantém pela degradação anaeróbica do glicogênio. Os principais mecanismos de ressíntese são:



CP: creatininafostato



Glicólise anaeróbia

Após o abate, as taxas de glicogênio começam a enfraquecer até se reduzirem de 5,5 à 6 vezes em 24 horas. O produto resultante do metabolismo anaeróbico do glicogênio, o ácido láctico, em conjunto com o pH baixo inativa as enzimas glicolíticas cessando a degradação do glicogênio (ORDOÑEZ, 2005).

Imediatamente após o abate, o pH do músculo de um animal sadio e descansado varia de 7 a 7,3. Posteriormente ao sacrifício, o pH reduz, devido à degradação do ATP, entre 5,5 e 5,4. A velocidade do decréscimo do pH é influenciada pelos seguintes fatores: espécie do animal, tipo de músculo, temperatura em que ocorre o processo de *post mortem* e grau de estresse (ORDOÑEZ, 2005).

A temperatura do músculo tem grande influência na velocidade da glicólise *post mortem*. As temperaturas elevadas aceleram a queda do pH, enquanto as baixas temperaturas retardam o decréscimo, necessitando um tempo maior para atingir valores de pH final (ORDOÑEZ, 2005).

2.2 Carne bovina

A carne bovina é o principal grupo das carnes vermelhas e a mais consumida em todo o mundo. Este destaque na mesa dos consumidores é decorrência do seu valor nutricional, pois é fonte de proteínas cujos aminoácidos são essenciais. Segundo Montebello e Araújo (2009), a carne bovina possui alto teor de ferro, cálcio, além de vitaminas como tiamina, niacina, outras vitaminas do complexo B, em especial a B₁₂, de extrema importância na formação do sangue.

No mercado internacional, o Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de carnes no mundo (CONAB, 2014). A Tabela 1 apresenta o *ranking* brasileiro na produção, consumo e exportação de carne bovina, de frango e suína, frente ao mercado mundial.

Tabela 1 – Participação do Brasil no suprimento mundial de carnes em 2013

	Bovino	Frango	Suíno
Produção	2º	3º	4º
Consumo	2º	4º	5º
Exportação	1º	1º	4º

Fonte: CONAB (2014, p. 63).

Como maior exportador mundial de carne bovina e de frango, o país é reconhecido pelo mercado internacional pela qualidade e sanidade do produto. A agroindústria nacional emprega as melhores tecnologias disponíveis, para garantir aos consumidores produtos de qualidade a preços competitivos (CONAB, 2014).

O mercado interno também tem grande expressividade no consumo de carnes, considerando que cerca de 80 % da produção de carne bovina são consumidos internamente (CONAB, 2014).

Conforme dados divulgados em abril de 2014 pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), citados por CONAB (2014), a produção mundial de carne bovina neste exercício deverá se manter estável em relação ao ano de 2013, conforme se observa na Tabela 2. O consumo mundial apresenta desempenho similar, uma vez que no setor de carnes a produção é bem ajustada ao

consumo em razão dos altos custos de armazenamento. O fluxo de comercialização mundial deverá se reduzir em relação a 2013, de acordo com os dados da Tabela 2.

Tabela 2 – Suprimento mundial de carne bovina (em 1000 t equivalente carcaça)

	2011	2012	2013	2014/abr	2011/2012	Variação	
						2012/2013	2013/2014
Produção	54.422	57.623	58.620	58.856	0,4%	1,7%	0,4%
Consumo	55.718	56.090	56.825	57.240	0,7%	1,3%	0,7%
Exportação	8.095	8.164	9.165	9.514	0,9%	12,3%	3,8%
Importação	6.413	6.652	7.423	7.759	3,7%	11,6%	4,5%

Fonte: CONAB (2014, p. 64).

É importante destacar que o Brasil também se mantém como o maior exportador de carne. As estimativas do USDA em 2013, citadas por CONAB (2014), eram de que a Índia ultrapassasse as exportações brasileiras, fato que acabou não se confirmando. A Índia deverá dobrar suas exportações de 917 mil toneladas (equivalente carcaça) em 2010 para, aproximadamente, 1.875 mil toneladas em 2014, conforme os dados divulgados pelo USDA (TABELA 3).

Tabela 3 – Exportações mundiais de carne bovina (em 1000 t equivalente carcaça)

		2010	2011	2012	2013	2014/abr	Variação		
							2011/12	2012/13	2013/14
1	Brasil	1.558	1.340	1.524	1.849	2.030	13,7%	21,3%	9,8%
2	India	917	1.268	1.411	1.765	1.875	11,3%	25,1%	6,2%
3	Australia	1.368	1.410	1.407	1.593	1.560	-0,2%	13,2%	-2,1%
4	EUA	1.043	1.263	1.113	1.172	1.141	-11,9%	5,3%	-2,6%
5	Nova Zelândia	530	503	517	529	535	2,8%	2,3%	1,1%
6	Uruguai	347	320	360	338	385	12,5%	-6,1%	13,9%
7	Canada	523	426	335	333	355	-21,4%	-0,6%	6,6%
8	Paraguai	283	197	251	326	350	27,4%	29,9%	7,4%
9	União Européia	336	445	296	244	240	-33,5%	-17,6%	-1,6%
10	Bielorrússia	181	147	156	220	230	6,1%	41,0%	4,5%
11	Argentina	277	213	164	186	200	-23,0%	13,4%	7,5%
12	Outros	459	563	630	610	613	11,9%	-3,2%	0,5%
Total		7.822	8.095	8.164	9.165	9.514	0,9%	12,3%	3,8%

Fonte: CONAB (2014, p. 64).

Os dados de abate bovino, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), relativos ao primeiro trimestre de 2014 apontam uma redução no volume de carne a ser produzida de aproximadamente 6 %. Contudo, considerando que a demanda aumenta sazonalmente no segundo semestre do ano, estima-se que a produção deverá crescer em torno de 2 %. O bom desempenho das exportações no primeiro semestre deste ano, com um acréscimo de aproximadamente 11 % em relação ao mesmo período de 2013, poderá contribuir para o aumento da produção (TABELA 4).

Tabela 4 – Mercado nacional de carne bovina

	2010	2011	2012	2013*	2014*
Rebanho (1000 cabeças)	209.541,1	212.815,3	211.279,1	211.044,3	212.238,0
Produção de carne (1000 t equiv. carcaça)	8.782,5	8.448,4	8.751,7	9.601,9	9.793,9
Importação (1000 t equiv. carcaça)	40,8	44,8	60,1	57,1	63,1
Exportação (1000 t equiv. carcaça)	1.701,5	1.494,6	1.684,4	2.007,3	2.208,0
Disponibilidade interna (1000 t equiv. carcaça)	7.121,8	6.998,6	7.127,4	7.651,7	7.649,0
População (milhões de habitantes)	195,50	197,40	199,24	201,03	202,77
Disponibilidade <i>per capita</i> (kg/hab/ano)	36,4	35,5	35,8	38,1	37,7

Legenda: (*) Projeção USDA

- Notas: 1) Rebanho. Fonte: IBGE e mercado;
2) Exportação e Importação. Fonte: SECEX;
3) População. Fonte: IBGE.

Fonte: CONAB (2014, p. 67).

A disponibilidade de carne bovina per capita em 2014 deverá se manter estável em relação a 2013, com aproximadamente 37,7 kg/habitante/ano.

Segundo o USDA (2014), citado por CONAB (2014) a oferta mundial de carne bovina deverá permanecer inalterada em torno de 58,8 milhões de toneladas, ou mesmo com pequena queda em 2015 em função da redução do rebanho em condições de abate devido, principalmente, a adversidades climáticas verificadas nos Estados Unidos (EUA) e Oceania. A recomposição dos rebanhos é demorada. Assim, esse espaço de mercado pode ser ocupado pelo Brasil e Índia que deverão expandir sua produção.

Com a diminuição da oferta de carne bovina, as exportações brasileiras tendem a ocupar a demanda não suprida, indicando um bom desempenho nos volumes de exportação da carne brasileira, acima de 10 % do ano anterior. Espera-se um crescimento das importações pela China estimulada pelo aumento de renda e de refeições fora de casa. Este cenário de oferta mundial limitada deverá sustentar os preços da carne bovina em valores elevados.

2.3 Carne reestruturada

No início da década de 1970, o termo carne reestruturada começou a ser utilizado na inclusão de uma série de produtos elaborados a partir de porções cárneas magras e gordas, cortadas em pedaços de tamanhos variados, trituradas e reduzidas para massa fina, comercializados como produtos crus, congelados ou refrigerados, ou como pré-cozidos e cozidos (ORDOÑEZ, 2005). Na mesma década, essa definição abrangia grande número de produtos cárneos. Recentemente, esse termo é utilizado para produtos cárneos que tentam imitar o aspecto da carne integral.

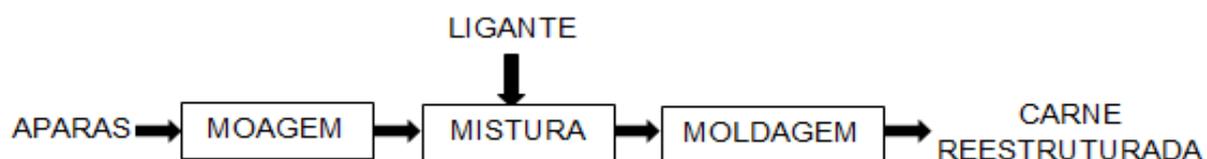
Segundo Ordoñez (2005), a elaboração de produtos reestruturados parte-se de pedaços de carnes de diversos tamanhos para obter um produto consistente com aspecto semelhante com uma carne integral. Keeton (2001) diz que a elaboração de produtos reestruturados é realizada pela desintegração do músculo por meio de processos mecânicos, nos quais os pedaços resultantes são misturados, e em seguida moldados em porções específicas. As carnes reestruturadas consistem em produtos de qualidade considerável a partir de porções de carne com textura deficiente e de difícil comercialização.

Segundo Ordoñez (2005, p. 212), a elaboração de produtos reestruturados incide, basicamente, em três operações que são: de redução de tamanho, mistura e moldagem (Figura 1).

- Redução de tamanho: permite reduzir a dureza, subdividindo a matéria-prima em pedaços menores, e aumentar a área superficial, para facilitar a disposição de proteínas miofibrilares.

- Mistura de ingredientes: pretende-se pôr em contato os ingredientes que formulam o produto final, homogeneizar o conjunto e aumentar a área superficial e a ruptura da fibra muscular, assim favorecendo a liberação dos componentes intracelulares.
- Moldagem: prensagem da massa cárnea dentro de um molde específico.

Figura 1 – Processo de obtenção das carnes reestruturadas



Fonte: Da autora (2015).

2.4 Transglutaminase

A transglutaminase é uma enzima da classe das *transferases*, capaz de melhorar as características reológicas e funcionais das proteínas por catalisar as ligações covalentes entre a lisina e a glutamina, ocasionando a adesão de partículas de carne sem necessidade de extração das proteínas miofibrilares. Esta enzima tem como substratos específicos a actina e a miosina, e demais outras proteínas, possibilitando a formação de cubos de carne em uma sólida massa muscular, semelhante a um filé, por meio das ligações cruzadas entre as proteínas da carne que influenciam na textura do produto (ALMEIDA, 2010).

Para a utilização na indústria de alimentos, a transglutaminase permitida pela legislação é de origem microbiana, obtida apenas do microrganismo *Streptococcus mobaraense* e é cálcio independente, sendo de fácil incorporação nos mais tradicionais processos de fabricação de carne (FOOD INGREDIENTS BRASIL, 2013). Essa característica permite a formação de ligações cruzadas das proteínas sem a necessidade de aquecimento.

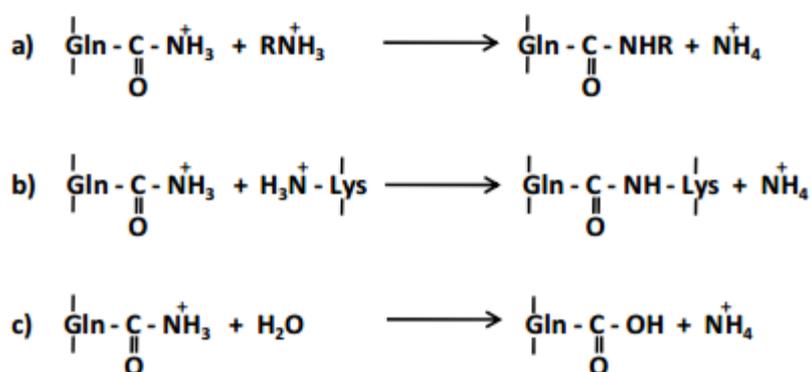
Atualmente, a enzima transglutaminase microbiana que é comercializada com o nome de Activa TG, conhecida também como transglutaminase comercial ou MTgase, pertence à empresa Ajinomoto Co., Inc. A enzima comercializada pela

Ajinomoto, tem algumas indicações para sua atividade como faixa de pH entre 4 à 9, sendo ótimo entre 6 e 7; temperatura de 45 °C e 55 °C, com ótimo de 50 °C (PAYNE, 2000ab).

Segundo Bursey (1996), a MTgase é muito versátil, reagindo em uma faixa ampla de pH, que varia de 4 a 9, e em temperatura de 0 a 75 °C. Com base em pesquisas realizadas, não existe uma unanimidade na literatura sobre a melhor faixa de pH e temperatura de ativação na aplicação da enzima, pois a origem, a forma de obtenção da enzima e o substrato no qual a mesma é empregada influenciam muito as suas características de atuação (SÜHNEL, 2007).

A transglutaminase catalisa três reações (Figura 2):

Figura 2- Reações catalisadas pela transglutaminase



(a) entre resíduos de glutamina e aminas livres; (b) entre resíduos de glutamina e lisina; (c) entre resíduo de glutamina e água

Fonte: Bagagli (2009, p. 7).

- a) Catálise da reação de acil-transferência, pelo deslocamento dos grupos γ -carboxiamida dos resíduos glutamínicos ligados em proteínas, disponibilizando lisina às mesmas (ANON, 1996). Essa reação pode ser usada para introduzir lisina às proteínas, melhorando assim o desempenho das proteínas (melhoramento nutricional) (PAYNE, 2000b).
- b) Reação dos grupos ϵ -amínicos dos resíduos de lisina, formando ligações cruzadas ϵ -(γ -Glu)Lys inter e intramoleculares entre as proteínas presentes no meio da reação (ANON, 1996). Essa reação causa a ligação cruzada das moléculas de proteína e resulta em mudanças físicas de alimentos e outros produtos, levando a ligação de pedaços dessas matérias. Até agora

a maioria das enzimas industriais, como amilases e proteases, quebram o substrato em pequenos compostos. Entretanto, a transglutaminase é um tipo diferente de enzima, que forma moléculas maiores a partir de pequenos substratos proteicos, através da reação de ligação cruzada (PAYNE, 2000b).

- c) Com a utilização de todas as aminas primárias, a água presente no meio participa da reação, receptora acil, com os resíduos sendo deaminados (PAYNE, 2000b).

O uso da transglutaminase pode ser realizado em forma de pó, aplicado diretamente na superfície dos pedaços das aparas, por incorporação nos líquidos de marinação (0,65 – 1,5 %) ou por salmouras injetáveis e adição direta (0,1 – 0,3 %) em emulsionados. De acordo com Dimitrakopoulou *et al.* (2005), a enzima adicionada em carne reestruturada não afeta as perdas no cozimento.

O uso desta enzima nos alimentos proporciona alterações nas propriedades físicas dos mesmos, como por exemplo: capacidade de geleificação, força do gel, viscosidade, estabilidade térmica e capacidade de retenção de água. Conforme Kuraishi *et al.* (2001), estas mudanças vêm de encontro às necessidades exigidas pelo mercado consumidor, que cada vez mais têm procurado por produtos de melhor qualidade, principalmente na questão sensorial quanto ao atributo textura.

Outro efeito da transglutaminase é na reestruturação de alimentos, promovendo grande capacidade de melhorar as propriedades físicas destes, tendo assim, aumentado consideravelmente a qualidade e conseqüentemente o valor agregado dos produtos nos quais é empregada, com a possibilidade de inovação no mercado (ANON, 1996).

2.5 Qualidade da carne

A qualidade sensorial da carne é determinada pela aceitabilidade do público consumidor. Os fatores que influenciam a opinião do consumidor em relação à decisão de compra de uma carne são os atributos: aparência, maciez, sabor,

suculência, odor, exsudação, os quais podem variar conforme características individuais de cada consumidor. O primeiro atributo avaliado pelo consumidor é a aparência, no qual é observado a cor, o tamanho e o aspecto da carne. Logo, é considerado o odor e a exsudação. Após a escolha, mediante a mastigação, o sentido do tato informa sobre a textura do produto e o do gosto sobre seu sabor. Na mastigação, também, é possível a percepção da maciez e da suculência da carne adquirida, cujas características sensoriais são mais relevantes para o consumidor (ORDOÑEZ, 2005).

Conforme Weber e Antipatis (2001) citam *Liu et al.*, a carne, além de seu valor nutritivo, tem outros atributos importantes, incluindo suas características sensoriais. Os três atributos avaliados sensorialmente pelos consumidores julgam a qualidade da carne e de produtos derivados mais prontamente são: aparência, textura e gosto (sabor e odor). Meilgaard, Civille e Carr (1991) definem que a tendência do consumidor é apreciar os atributos de um alimento de acordo com a seguinte ordem: aparência, odor/aroma/fragrância, consistência, textura e sabor.

2.5.1 Capacidade de retenção de água

A capacidade de retenção de água (CRA) é uma das características mais importantes da carne, devido à água ser o componente mais abundante da mesma. A capacidade de retenção de água (CRA) é definida como a capacidade da carne de reter total ou parcialmente a própria água e, eventualmente, a água adicionada durante a aplicação das forças externas, como: corte, aquecimento, trituração e prensagem do tecido muscular (ORDOÑEZ, 2005). A água da carne está associada a seus componentes de diversas formas, ainda que o principal responsável pela retenção de água é a proteína. Segundo Lawrie (2005), a capacidade de retenção de água é um atributo de extrema importância, pois afeta a aparência da carne antes do cozimento, seu comportamento durante o cozimento e a suculência durante a mastigação. A CRA também tem forte reflexo no desenvolvimento e na apreciação das características sensoriais, no valor nutritivo, no valor comercial e no caráter tecnológico da carne (ORDOÑEZ, 2005).

Segundo Shimokomaki *et al.* (2006), esta umidade natural da carne contribui para a textura, suculência, sabor e palatabilidade da carne como alimento. Quando a carne possui baixa CRA, as perdas de umidade e, conseqüentemente, de peso, durante seu armazenamento e processamento, podem ser significativas. A redução da CRA *in vivo* é manifestada pela exsudação de fluido, que é a quantidade de fluido liberado de sua associação com as proteínas musculares no encolhimento da rede de ligações dos filamentos finos e grossos, por meio dos quais a água mantida por capilaridade será diminuída e, se liberada, em uma magnitude que permita ao fluido acessar o exterior (LAWRIE, 2005).

Shimokomaki *et al.* (2006) explica que, o pH influi na alteração da capacidade de retenção. Quando o pH *post mortem* for muito alto, a capacidade de retenção de água da carne é alta, sendo similar a CRA do músculo vivo. Já em queda rápida de pH, após o sacrifício do animal, resulta em baixa capacidade de retenção de água, o que caracteriza a carne PSE (pálida, flácido, exsudativa). A CRA é mínima para pH de 5,0 a 5,1, pois coincide com o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares. A perda de água por cocção é influenciada pela quantidade de gordura subcutânea existente na carne que forma um isolante térmico contra perdas excessivas de água durante a refrigeração e cozimento da carne, favorecendo a capacidade de retenção de água. Esta é uma característica influenciada por condições pré e pós abate, principalmente pela taxa de decréscimo do pH *post mortem*, pela degradação de ATP pelo músculo para se transformar em carne, temperatura de refrigeração e tempo de armazenamento da carcaça (ORDOÑEZ, 2005).

2.5.2 Suculência

A suculência, também conhecida como liberação de sucos durante a mastigação da carne, exerce função importante na percepção de sua palatabilidade. A suculência é a sensação de umidade observada durante as primeiras mastigadas, devido ao desprendimento rápido de líquido da carne e, também, a sensação de uma suculência sustentada, devido principalmente, ao estímulo da gordura sobre a salivação. Esta última sensação perdura mais tempo do que a provocada logo no processo inicial de mastigação, indicando que a suculência está mais relacionada

com o teor de gordura do que com a capacidade de retenção de água da carne (ORDOÑEZ, 2005). A explicação desta última sensação é exemplificada por Lawrie (2005), com o seguinte exemplo: “a carne de animais jovens dá uma impressão inicial de suculência, mas devido à relativa ausência de gordura, resta uma sensação final de seca”. Portanto, qualquer alteração nos fatores que afetam a capacidade de retenção de água ou que afetam o teor de gordura intramuscular influi na suculência da carne.

2.5.3 Maciez

A maciez da carne é a qualidade sensorial que o consumidor tem maior apreciação. Ordoñez (2005, p. 158) descreve a percepção da maciez baseando-se em vários comportamentos diversos da carne durante o processo de mastigação, os quais são:

- Consistência da carne é a sensação tátil experimentada quando a carne entra em contato com as paredes da cavidade bucal e com a língua.
- Resistência à pressão dental ou facilidade para a penetração dos dentes.
- Facilidade de fragmentação é a capacidade dos dentes para cortar transversalmente as fibras e romper os sarcolemas. Quando as fibras fragmentam-se com muita facilidade, produzem-se partículas muito pequenas que grudam na língua e nas paredes da boca, criando a sensação de seca, que é conhecida como *farinosidade*.
- A adesão como medida da força com que as fibras tendem a manter-se unidas. Esse comportamento depende da resistência do tecido conectivo que envolve as fibras e os eixos musculares.
- Resíduos ou restos de mastigação, que aparecem quando se mastigou a maior parte da porção introduzida na boca, os quais correspondem, fundamentalmente, a resíduos de perimísio e de epimísio.

Já Lawrie (2005) descreve a percepção da maciez em apenas três aspectos, os quais são: a facilidade de penetração da carne pelos dentes; a facilidade com a qual a carne se fragmenta e, a quantidade de resíduo que permanece após a mastigação.

Essa característica organoléptica é afetada por diversos fatores, os quais são divididos entre fatores antes do abate e fatores posteriores ao abate. Os fatores antes do abate são aqueles que modificam a quantidade, a distribuição e o tipo de tecido conectivo, por exemplo, a idade, a espécie, a raça e a alimentação. Já os fatores que afetam a maciez no processo *post mortem* são aqueles que alteram,

fundamentalmente, a estrutura miofibrilar, os quais são: glicólise *post mortem* e desenvolvimento do *rigor mortis*, a maturação, a preparação culinária e o processamento (ORDOÑEZ, 2005).

2.5.4 Sabor e odor

Os atributos que, durante o consumo de um alimento, mais causam satisfações são o sabor e o odor (ORDOÑEZ, 2005). Porém, segundo Pardi *et al.* (1993) são atributos mais difíceis de serem determinados de forma objetiva, dada sua interação. O sabor é uma sensação complexa, a qual envolve cinco sensações primárias que são: odor, sabor, textura, temperatura e pH (LAWRIE, 2005). Lawrie (2005) cita que, dentre essas sensações, o odor é a de maior importância, pois é em torno de 10.000 vezes mais sensível do que a do sabor.

O sabor e o odor presentes em alimentos são importantes, tanto no fator estético quanto no fator fisiológico porque, quando são agradáveis, estimulam a secreção das glândulas salivares e do suco gástrico, crescendo o apetite e favorecendo a digestão (LAWRIE, 2005; ORDOÑEZ, 2005).

A interação dos compostos com as terminações sensitivas do sabor e do odor produzem uma sensação global, a qual é chamada de *aroma* (ORDOÑEZ, 2005). A percepção desta sensação depende simultaneamente do sabor e do odor, sendo de difícil distinção de nível de intervenção do odor e do sabor. Segundo Ordoñez (2005), o sabor é uma sensação tridimensional, o qual conhece quatro sabores básicos ou também conhecidos como sensações sápidas primárias: doce, salgado, amargo e ácido.

Os precursores essenciais do sabor de carne são compostos não voláteis, solúveis em água e possuem peso molecular relativamente baixo. No entanto, o odor é conferido, basicamente, a compostos voláteis de origem lipídica, resultantes da reação de oxidação e de degradação dos lipídeos (ORDOÑEZ, 2005).

A variabilidade destes atributos da qualidade sensorial da carne é dependente de diversos fatores, os quais podem ser intrínsecos e extrínsecos. Os fatores

intrínsecos são as características estruturais da carne, as condições de armazenamento e os processos *post mortem*. Já os fatores extrínsecos são a espécie, a raça, o sexo, a alimentação e o manejo do animal (LAWRIE, 2005; ORDOÑEZ, 2005). Além dos fatores já citados, Ordoñez (2005) também cita alterações decorrentes do tratamento térmico, como forma de aquecimento, tipo e intensidade (tempo e temperatura de aquecimento), e as condições de processamento da carne.

2.5.5 Textura

A textura é o atributo sensorial que engloba todas as propriedades que se devem à estrutura da carne. Segundo Meilgaard, Civille e Caar (1991), textura é a viscosidade específica para líquidos homogêneos Newtonianos; a consistência para líquidos e semi-sólidos não Newtonianos e heterogêneos, e textura para sólidos e semi-sólidos não Newtonianos e heterogêneos. Já a definição dada pela ABNT (1993) é a seguinte: “todas as propriedades reológicas e estruturais de um alimento perceptíveis pelos receptores mecânicos, táteis e eventualmente pelos receptores visuais e aditivos”.

Conforme Kubota (2000), a textura da carne e de produtos cárneos pode ser afetada pela estrutura miofibrilar e pela estrutura do tecido conjuntivo. A textura da carne depende do tamanho dos feixes de fibras dentro dos quais os septos perimisiais do tecido conjuntivo dividem o músculo longitudinalmente (HAMMOND, 1932a, *apud* LAWRIE, 2005). Os músculos são considerados de grão grosseiro, quando apresentam feixes de fibras com calibre relativamente grande, envolvido por películas de tecido conjuntivo abundantes, e de grão fino, quando apresentam feixes pequenos separados por um perímio delgado (ORDOÑEZ, 2005). O tamanho dos feixes é determinado tanto pelo número de fibras que contêm como pelo tamanho das fibras (LAWRIE, 2005).

A característica grosseira da textura é aumentada com a idade do animal, o que é mais aparente em músculos formados por fibras grossas do que nos que apresentam fibras finas (LAWRIE, 2005; ORDOÑEZ, 2005). A textura também é

condicionada pela quantidade de tecido conjuntivo que envolve cada feixe de fibra, ou seja, quanto maior a quantidade de tecido conjuntivo, mais grosseira será essa característica sensorial (ORDOÑEZ, 2005).

Em se tratando de perfil de textura de carne, os parâmetros aplicáveis a estes produtos foram descritos por Szczesniak e Torgesen (1965, *apud* LOPES, 2012) e definidos por Bourne (1982, *apud* LOPES, 2012), como a seguir:

- Dureza: é a força máxima alcançada na primeira compressão para produzir uma deformação. Relaciona-se a força dentro da boca requerida para comprimir uma substância entre os dois dentes molares ou entre a língua e o palato.
- Elasticidade: grau com o qual um produto volta a sua forma original, depois da primeira compressão e antes da segunda, ou a velocidade em que um material deformado volta à condição não deformada, depois que a força de deformação é removida.
- Coesividade ou gomosidade: densidade que persiste quando se mastiga para transformar um alimento semi-sólido a um estado pronto para ser deglutido. Grau com o qual uma substância é comprimida entre os dentes antes de romper.
- Mastigabilidade: espaço de tempo requerido para mastigar uma amostra, a uma velocidade constante de aplicação de força, para reduzi-la a consistência adequada para deglutição.

Especificamente, em carnes reestruturadas há uma interferência significativa do processo e das características das matérias-primas utilizadas nas propriedades de textura (SÜHNEL, 2007). Sendo assim, busca-se sempre o maior valor agregado aceitável, fazendo com que este resultado seja atingido pelo conjunto da qualidade da matéria prima do processo.

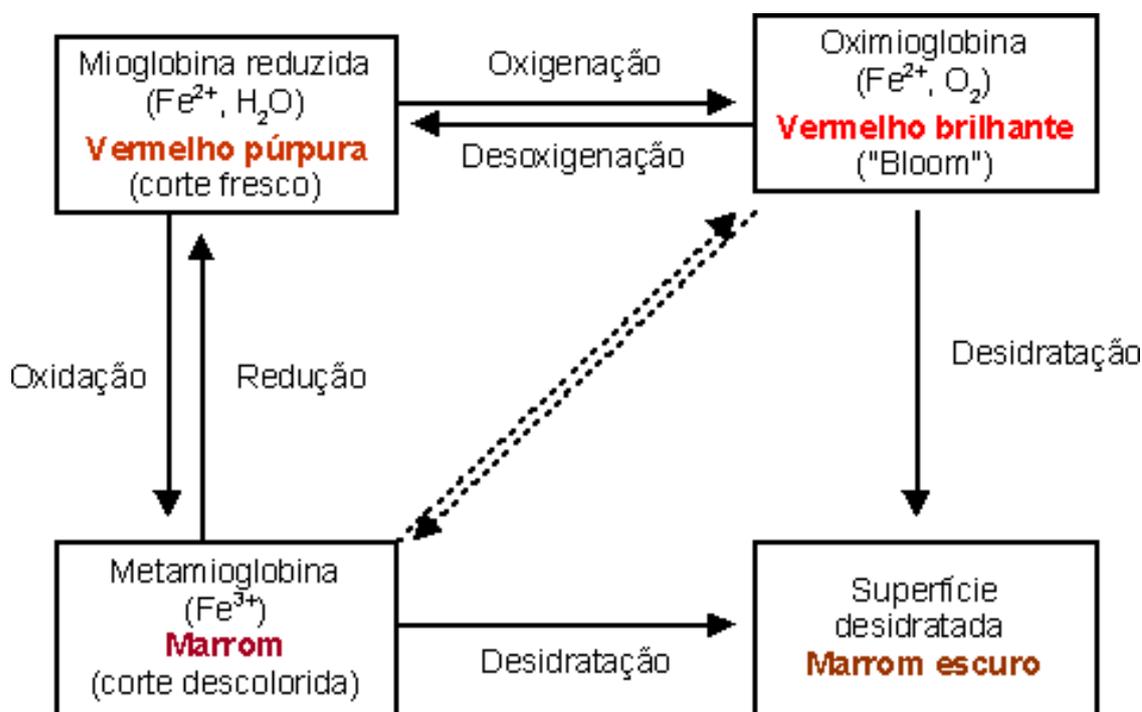
2.5.6 Cor

Osório e Osório (2000) diz que o principal atributo de qualidade que leva o consumidor a decidir pela aquisição de um determinado produto é a cor. Mancini e Hunt (2005), em revisão sobre cor, asseguram que a decisão de compra de carne, inicialmente, é muito influenciada pela cor, cuja indica frescor e sanidade.

A cor da carne depende de diversas condições internas e externas e, principalmente, da quantidade de mioglobina presente, a qual varia de teor para cada espécie e músculo. O pigmento mioglobina é constituído por uma porção proteica, denominada globina, e uma porção não proteica, denominada de grupo heme. O grupo heme possui um átomo de ferro na posição central, o qual através de seu estado químico influi diretamente na tonalidade de cor percebida pela visão humana (OLIVO, 2006). Este pigmento pode existir em três formas:

- 1) Desoximioglobina (Mb) – mioglobina reduzida, de cor vermelho-púrpura, com molécula de água ligada ao átomo de ferro, que está no estado Fe^{2+} ; é o estado que se encontra no músculo vivo.
- 2) Oximioglobina (MbO_2) – mioglobina ligada ao oxigênio, de cor vermelha brilhante, com o ferro no estado Fe^{2+} ; é o estado que se encontra em carnes frescas expostas ao ar.
- 3) Metamioglobina (MetMb), mioglobina oxidada, de cor marrom, com o ferro no estado Fe^{3+} .

Figura 3 – Pigmento da cor e reações



Fonte: Sarantópoulos e Pizzinato (1990, *apud* GALLO, 2006, texto digital).

A Figura 3 mostra que quando o íon ferro se encontra no estado reduzido (ferroso, Fe²⁺), ele pode se ligar a uma molécula de água ou de oxigênio. Na ausência da molécula oxigênio como, por exemplo, carnes embaladas à vácuo, o íon Fe²⁺ combina-se com água, a mioglobina sofre desoxigenação e adquire coloração vermelho púrpura; mas quando o íon Fe²⁺ se liga ao oxigênio, a mioglobina transforma-se em oximioglobina (MbO₂), ou seja, sofre oxigenação, e a carne adquire coloração vermelho brilhante. Por outro lado, quando o íon de ferro do grupo heme sofre oxidação (estado férrico, Fe³⁺) sob baixa tensão de oxigênio, a mioglobina transforma-se em metamioglobina (coloração marrom, sendo uma cor indesejável na carne), a qual pode ser revertida para mioglobina reduzida (desoxi-Mb) e, em seguida, oxigenada. Entretanto, no caso da metamioglobina formar-se devido à exposição prolongada à luz e ao oxigênio, a redução de metamioglobina (Fe³⁺) a mioglobina reduzida (Fe²⁺) já não será possível (FELÍCIO, 1999). Lopes (2012) cita que as reações de cor da carne fresca são dinâmicas e determinadas pelo estado do músculo e as porções resultantes de mioglobina, metamioglobina e oximioglobina.

O pigmento pode ser decomposto em condições extremas, com a separação do grupo heme da parte proteica, ocasionando em uma separação do átomo de ferro e da estrutura, gerando cor esverdeada à carne (OLIVO, 2006).

Uma vez que a cor influencia na decisão de compra de carne, é necessária a utilização de matéria-prima mais fresca possível para a elaboração de produtos, já que as etapas de manipulação e corte promovem maior exposição da peça ao oxigênio, assim podendo acarretar em um produto de menor vida útil, devido à descoloração.

2.6 Análise sensorial

Segundo Santos (2005), a análise sensorial é uma técnica de medição tão importante quanto os métodos físicos, químicos e microbiológicos. Essa técnica tem se mostrado eficiente na avaliação da qualidade dos alimentos devido a sua habilidade de identificar a existência ou não de diferenças perceptíveis, detectando particularidades do produto não medidas por outras técnicas, abrangendo ainda a sua aceitação.

A análise sensorial é reconhecidamente um importante instrumento de determinação da viabilidade ou da aceitabilidade de um produto alimentício. Por meio dessa análise é possível evocar, medir, analisar e interpretar reações tecnológicas, características dos alimentos e outros produtos quando estes são submetidos à percepção dos órgãos do sentido humano (visão, olfato, gosto, tato e audição) (ABNT, 1993a; DUTCOSKY, 2007). Também por meio da análise sensorial pode-se prever ou não, a viabilidade da adequação tecnológica utilizada na elaboração de um alimento.

Os testes de análise sensorial são divididos em analíticos (discriminativos e descritivos) e afetivos. No presente trabalho, utilizou-se os testes afetivos que são uma importante ferramenta, pois, basicamente, acessam diretamente a opinião (preferência e/ou aceitabilidade), do consumidor já estabelecido ou potencial de um produto, a respeito de características específicas desse produto, ou ideias que o

consumidor tenha do produto a ser avaliado, por isso, também são chamados de testes de consumidores (LOPES, 2012). Neste teste, o julgador expressa seu estado emocional ou reação afetiva em relação ao produto, pois o teste não requer julgadores treinados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Formulação da carne reestruturada

A carne reestruturada foi elaborada a partir de aparas originadas de carne bovina, fornecidas pela empresa Gauchinho Alimentos do Brasil LTDA - EPP, situada na cidade Teutônia-RS. A enzima aplicada na reestruturação, a transglutaminase, foi doada pela empresa Ajinomoto, localizada em São Paulo – SP e o condimento utilizado na elaboração da carne reestruturada foi fornecido pela empresa BREMIL, situada na cidade de Arroio do Meio - RS. Após a coleta, as aparas foram mantidas congeladas até o momento do processamento.

O condimento de presunto foi elaborado a partir de uma combinação equilibrada de sal refinado, açúcar refinado, glutamato monossódico – INS 621, proteína solúvel de soja, ain cravo veiculado em sal, ain canela veiculado em sal e ain alho veiculado em sal. A recomendação de uso de Activa TG, apresentada pela empresa Ajinomoto, é de 0,5% a 1,0% sobre o produto final.

A preparação da carne reestruturada ocorreu no Laboratório de Carnes do Centro Universitário UNIVATES. A Tabela 5 apresenta a formulação para o produto reestruturado. Foi reservada uma quantia de matéria-prima para realização das análises físico-químicas, pH e cor para comparação entre carne *in natura* e carne reestruturada.

Tabela 5 – Formulação do produto reestruturado

Ingredientes	Aplicação (%)	Para 10 kg
Aparas de carne bovina	94	9400 g
Activa TG	1	100 g
Água	4	400 g
Condimento de presunto	1	100 g

Fonte: Da autora (2015).

O descongelamento da matéria-prima foi realizado sob refrigeração, em temperatura de 0 à 5°C, por um período de 12 horas. Após descongelamento, realizou-se o processo de toaleta nas aparas, realizando a retirada de tecidos adiposos. Posteriormente, foram pesados os ingredientes, e preparada a solução de Activa TG, com uma proporção de 1 parte de Activa TG para 4 partes de água (1:4), recomendada pelo fabricante. Em seguida, foram misturadas, com auxílio de um misturador (Skymesen Metalúrgica Siemens LTDA – Figura 4), as aparas de carne bovina junto com o condimento, por 15 minutos (sem exceder esse tempo). Após, foi adicionada a solução de Activa TG, mantendo a agitação por 3 minutos. A mistura obtida foi então colocada em um molde adequado ao formato desejado do produto final (Figura 5), aplicando pressão manual sobre a massa, a fim de retirar todo o ar presente entre as aparas, proporcionando máximo contato entre si. O produto foi mantido em refrigeração, em temperatura de 5 °C por um período de 4 horas, para completar o processo de reestruturação. Após o término do processo térmico, o produto foi dividido em peças conforme o padrão desejado. O fluxograma para a preparação do produto reestruturado está descrito na Figura 6. Foram produzidas duas bateladas, uma batelada foi utilizada para análises físico-químicas, pH, cor e perda no cozimento e a outra batelada utilizada para análise sensorial.

Figura 4 – Misturador utilizado na elaboração do produto reestruturado



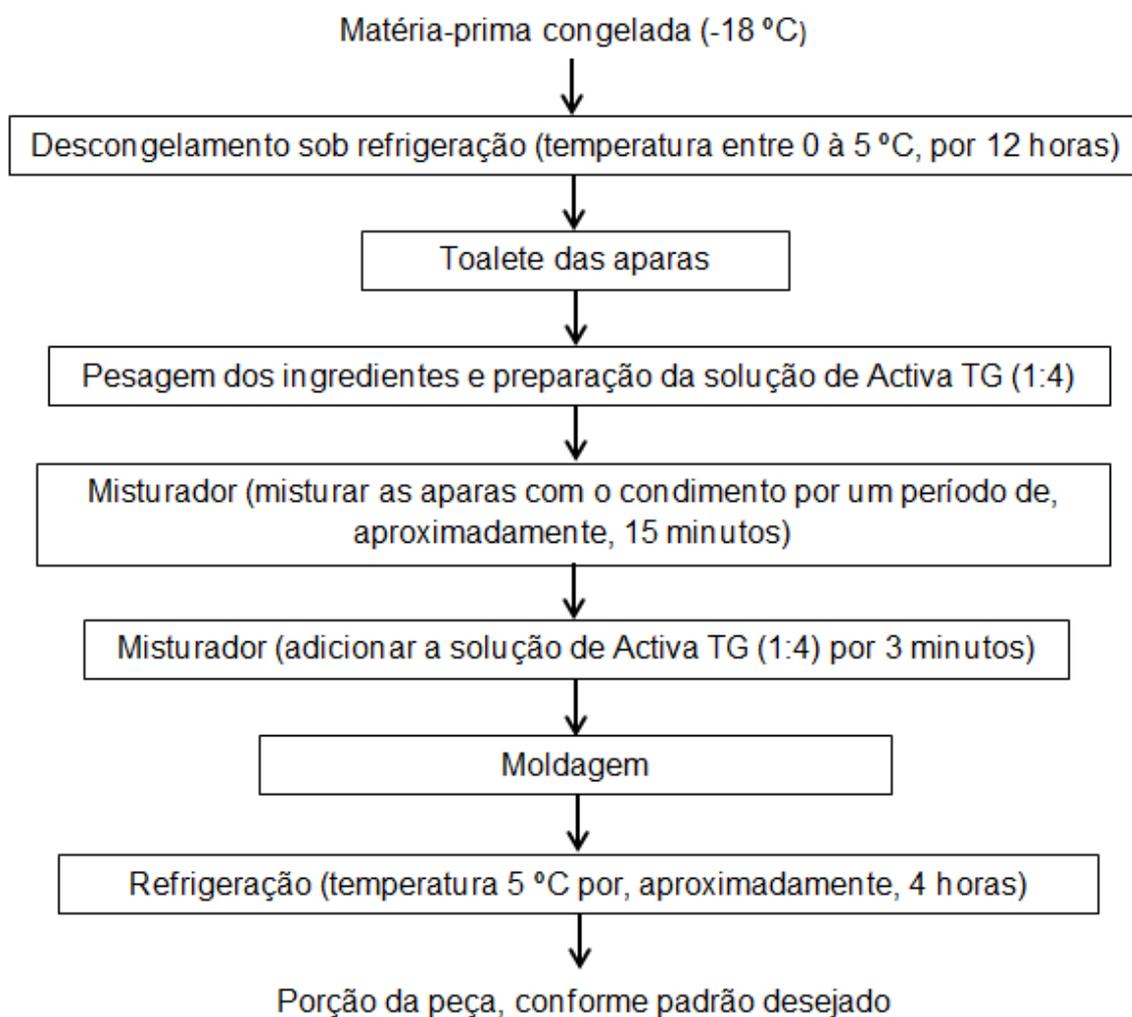
Fonte: Da autora (2015).

Figura 5 – Formas utilizadas para moldagem do produto



Fonte: Da autora (2015).

Figura 6 – Fluxograma da preparação do produto reestruturado

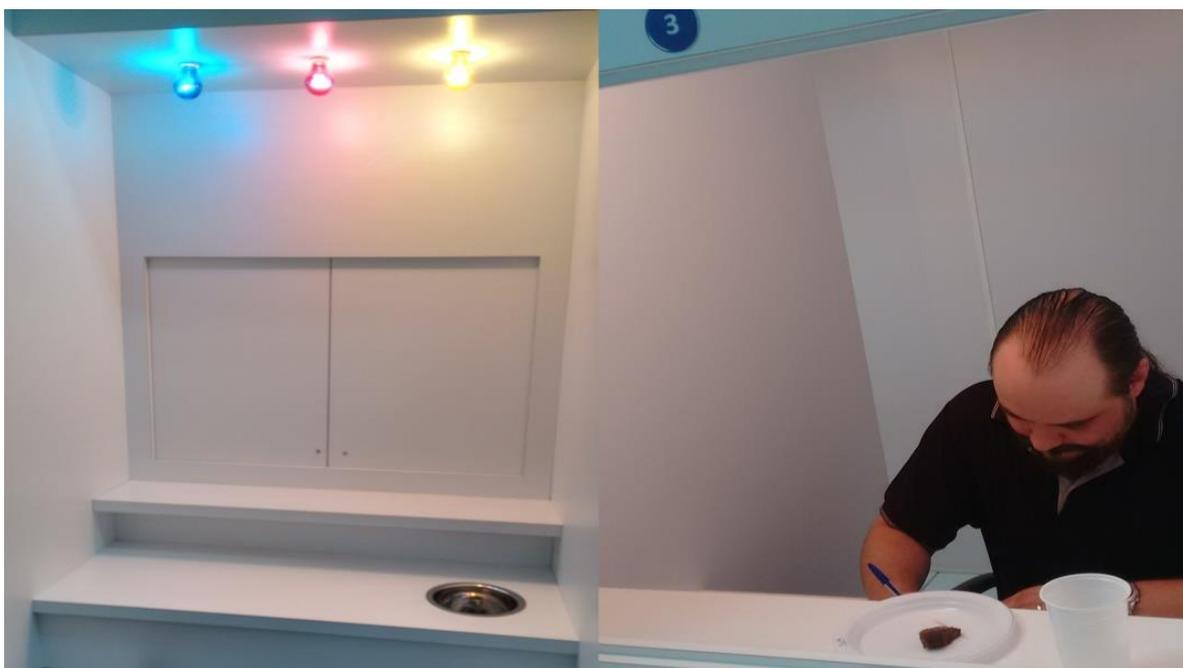


Fonte: Da autora (2015).

3.1.1 Preparo da carne obtida para consumo

O preparo da carne reestruturada para consumo final foi realizado no laboratório de técnica dietética da Univates. O produto foi mantido sob refrigeração a 4 °C, sendo preparado em chapa elétrica a 180 °C até temperatura interna do produto 71°C, com um máximo de 75 °C. Em seguida, o produto foi porcionado (1 cm de espessura x 1 cm de comprimento x 1 cm de largura) e apresentado codificado com números aleatórios de 3 dígitos aos provadores, conforme Figura 7.

Figura 7 – Cabine de análise sensorial



Fonte: Da autora (2015).

3.2 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas da carne *in natura* e da carne reestruturada foram realizadas de acordo com a metodologia descrita pela Instrução Normativa nº 20, de 21/07/1999, do Ministério de Agricultura e do Abastecimento (MAPA), que oficializa os métodos analíticos físico-químicos para o controle de produtos cárneos e ingredientes (BRASIL, 1999). Essa metodologia consiste, basicamente, nos procedimentos de análises publicados pela *Association of Analytical Chemists* (1998). As análises foram realizadas em triplicatas.

Foram avaliados os seguintes parâmetros físico-químicos:

- Composição centesimal do produto: umidade, pelo método gravimétrico (estufa); proteínas, pelo método de Kjeldahl; lipídeos, pelo método de Soxhlet e cinzas, pelo método de incineração em mufla.
- pH: em um béquer de 50 mL, mistura-se 30 g de amostra homogeneizada com 6 à 10 mL de água destilada ou deionizada, para possibilitar a

penetração do eletrodo, assim realizando a leitura com pHmetro previamente calibrado.

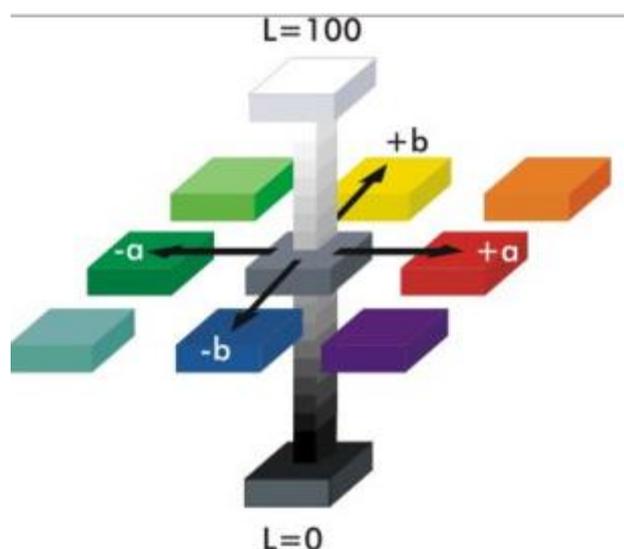
- Perdas no cozimento: foi determinado o peso inicial do produto, ou seja, antes do cozimento (p_1) e o peso final do produto, após cozimento (p_2). Com os pesos já determinados, aplicou-se a equação (1):

$$PERDAS\ NO\ COZIMENTO\ (\%) = \frac{100 \times (p_1 - p_2)}{p_1} \quad (1)$$

3.3 Análise instrumental de cor

Para a análise instrumental de cor, as carnes *in natura* e reestruturada foram desembaladas e colocadas em bandejas de alumínio, após 20 minutos de exposição do produto ao oxigênio se realizou a medição. Na superfície de cada amostra, com o auxílio de colorímetro Minolta, operando conforme o sistema CIE (*Comission Internationale d'le Ecleraige*), foram realizadas três medições, as quais equivalem, respectivamente, $L^*a^*b^*$ (L^* luminosidade, a^* intensidade de cor vermelha, b^* intensidade de cor amarela), onde o valor de L^* , situado no eixo vertical do diagrama de Hunter, mede a luminosidade ou a percentagem de refletância, variando de 0 (preto) para 100 (branco). O valor de a^* , situado no eixo horizontal, mede a variação entre a cor verde e a vermelha e o valor de b^* mede a variação entre o azul e o amarelo, conforme ilustrado na figura 8 (SHIMOKOMAKI *et al.*, 2006).

Figura 8 – Diagrama CIE



Fonte: GRACIA (2011).

3.4 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial, do Centro Universitário UNIVATES, em cabines individuais com iluminação de luzes vermelha, amarela e azul, à temperatura ambiente e em condições de ausência de odores e ruídos. A aceitabilidade do produto foi avaliada por meio de escala estruturada de nove pontos, ancorados nos extremos 1 (desgostei muitíssimo) e 9 (gostei muitíssimo) em uma equipe de 35 julgadores não treinados, recrutados entre acadêmicos, professores e colaboradores do Centro Universitário UNIVATES. A amostra de carne reestruturada foi servida em pratos brancos codificados com algarismos de três dígitos aleatórios (DUTCOSKY, 2007) e avaliada em relação à aparência, sabor, textura e aceitação global. Junto com a amostra, foi servida água mineral à temperatura ambiente para limpeza do palato.

Os resultados da análise sensorial foram abordados em cálculo do índice de aceitabilidade da carne reestruturada, onde utilizou-se a equação (2):

$$IA (\%) = \frac{A \times 100}{B} \quad (2)$$

Onde: A = nota média obtida para o produto, e B = nota máxima da escala utilizada para avaliar o produto. O IA com boa repercussão tem sido considerado superior a 70% (TEIXEIRA *et al.* 1987 *apud* MACHADO *et al.* 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição centesimal e pH

Camargo (2013) diz que, todos os aspectos relacionados à qualidade da carne, proveniente de qualquer animal, são decorrentes de fatores pré-abate e pós-abate. Dentre os fatores *ante mortem*, intrínsecos, que são a raça, a idade, o sexo, a alimentação e a sanidade desse animal e os fatores *post mortem*, extrínsecos, onde se destacam o resfriamento e a estimulação elétrica da carcaça, a maturação, o método de cocção da carne e o método de armazenagem da mesma. Com exceção do método de cocção, os demais influenciam nas propriedades físico-químicas da carne bovina durante ou após o desenvolvimento do *rigor mortis* (FELÍCIO, 1998). A Figura 9 mostra a carne reestruturada elaborada no presente trabalho.

Figura 9 – Carne reestruturada



Fonte: Da autora (2015).

Os resultados de umidade, cinzas, lipídeos, proteínas e pH final da carne *in natura* e da carne reestruturada estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 – Resultados físico-químicos da carne *in natura* e da carne reestruturada

	Carne <i>in natura</i>	Carne reestruturada
pH	5,67 ± 0,01	5,72 ± 0,23
Umidade (%)	22,97 ± 0,13	22,80 ± 0,02
Cinzas (%)	1,04 ± 0,04	1,95 ± 0,01
Lipídeos (%)	6,61 ± 0,61	2,67 ± 0,53
Proteínas (%)	19,02 ± 0,27	18,36 ± 0,36

Fonte: Da autora (2015).

Os valores de pH final da carne podem influenciar no atributo sensorial maciez, na vida de prateleira (desenvolvimento microbiano) e na cor da carne. Ao comparar o pH da carne *in natura* que é de 5,67 ao da carne reestruturada, a qual obteve pH de 5,72, observa-se que o pH da carne reestruturada teve um acréscimo de 0,05 unidade, cujo é consequente da adição do condimento. Lopes (2012) relata valores de pH próximos ao da carne *in natura* utilizada neste trabalho em carne reestruturada com adição de tripolifosfato. Essa diferença de pH é devido ao pH da carne *in natura* utilizada em seu trabalho apresentar pH de 5,47, o qual aumenta, aproximadamente 0,2 à 0,5 unidades, após a adição de tripolifosfato ocasionando em um afastamento do ponto isoelétrico das proteínas e, consequente, aumento na capacidade de retenção de água (LOPES, 2005). Já Cestari (2007) apresenta valores de pH mais elevados em carne reestruturada contendo tripolifosfato de sódio. Almeida (2010), em seu estudo realizado em carne reestruturada com adição de CMS, encontrou valores de pH próximos à 6,4, indicando que a adição de CMS em produto reestruturado aumenta o pH do produto final. Conforme os dados de pH de 5,8 a 6,2 indica-se que a carne mostra-se aceitável para o consumo, com pH de 6,4 é recomendada a carne apenas para o consumo imediato e pH acima de 6,4 é o indicativo que a carne está iniciando o processo de decomposição (TERRA, BRUM, 1988). Com relação aos resultados de pH obtidos, a carne reestruturada elaborada neste trabalho mostra-se em condições para consumo.

A carne *in natura* apresentou 22,97% de teor de umidade e a carne reestruturada obteve uma umidade de 22,80%, valores muito próximos. Em trabalho realizado por Dimitrakopoulou, Ambrosiadis, Zetou & Bloukas (2005) foi encontrado entre 71,49% a 73,12% de teor de umidade em carne reestruturada de suíno com transglutaminase. Dimitrakopoulou *et al.* (2005) afirma que o nível da enzima transglutaminase não afetaria a composição centesimal dos produtos, mas contribui no aumento do teor de umidade, procedendo em um produto mais suculento, aumento que não foi observado no presente trabalho, possivelmente conseguinte ao percentual de água utilizada na formulação. Serrano, Cofrades & Colmenero (2004) em seu trabalho em produto reestruturado de carne bovina com adição de NaCl, tripolifosfato, MTGase e caseinato encontrou 66% de teor de umidade. Offer & Trinick (1983) explica esse elevado teor de umidade consequente da adição de sal, pois melhora a capacidade de retenção de água, devido aos íons de cloro adentrar nos miofilamentos causando o intumescimento e aumentando a capacidade de retenção de água.

Os resultados obtidos de cinzas nas amostras de carne *in natura* e de carne reestruturada foram de 1,04% e de 1,95%, respectivamente. Essa diferença se deve a adição do condimento, o qual é composto por sais minerais, acarretando em um aumento do teor de cinzas. Em estudo realizado por Cestari (2007) apresentou-se valores próximos aos valores encontrados neste trabalho, que variou de 1,58% e 1,96%. Cestari (2007) justifica os valores obtidos pela adição de 1% de sal, a qual ocasiona no aumento do conteúdo de sódio no produto, acarretando ao aumento do teor de cinzas.

Os teores de lipídeos encontrados nas amostras de carne *in natura* e de carne reestruturada foram de 6,61% e 2,67%, respectivamente. Essa variação do teor de lipídeos das amostras é consequente do processo de toalete, pelo qual as aparas passaram durante o processo da carne reestruturada. Ordoñez (2005) explica essa variação do teor de lipídeos das amostras, por ser o componente mais variável entre os componentes da composição centesimal da carne, tanto quantitativamente como qualitativamente. Em estudo realizado por Cestari (2007) foram encontrados valores mais elevados ao estudo atual, variando entre 10,9% e 12,5% o teor de lipídeos em carnes reestruturadas com adição de 10% de gordura de cobertura de contrafilé.

Os teores de proteínas obtidos nas amostras da carne *in natura* foram de 19,02 e de 18,36 para a carne reestruturada, não apresentando diferença relevante. Dimitrakopoulou *et al.* (2005) relataram teores de proteínas entre 23,5% e 25,15%. Já Serrano, Cafrades & Colmenero (2004) relataram teores de proteínas entre 20,7% e 22%, ambos encontrados em trabalhos com teor de gordura menor que 5%. Esta variação pode estar relacionada com a qualidade das aparas utilizadas em cada trabalho.

Os valores obtidos na composição centesimal de ambas as amostras estão de acordo com valores citados na literatura e mostram que a enzima utilizada como sistema ligante no presente trabalho não afeta a composição centesimal do produto.

4.2 Perdas no cozimento

O resultado obtido na análise de perda no cozimento foi de 28,03%, o qual é menor aos valores encontrados na literatura, demonstrando que o teor utilizado de transglutaminase (1%) foi efetivo em ligar a água do produto, ocasionando em uma menor perda no cozimento. Sühnel (2007) verificou em seu estudo que à medida que a concentração de transglutaminase aumentava em relação a sua amostra controle (sem adição de enzima), ocorria menor perda de água dos reestruturados de peixes cozidos, acordando com a literatura citada anteriormente.

Segundo Bursey (1996), a enzima transglutaminase comercial tem por função catalisar a polimerização das proteínas, em especial a miosina (principal proteína miofibrilar da carne), induzindo a um acréscimo na capacidade de formação e estabilidade do gel, e uma elevada capacidade de ligação, assim garantindo uma maior capacidade de retenção de água e, por conseguinte, uma textura mais firme, suculenta e com melhor sabor da carne processada.

Lopes (2012) apresenta diversos resultados de perda no cozimento em carne reestruturada com adição de sal, tripolifosfato e diferentes ligantes encontrados na literatura. O autor cita trabalho de Raharjo *et al.* (1995), onde o tratamento com 0,5% de NaCl e 0,5% de tripolifosfato apresentou perdas entre 30% e 34% e, enquanto

em trabalho realizado por Colmenero *et al.* (2003) em carne reestruturada contendo 0,5% de NaCl e 0,5% de tripolifosfato encontrou entre 19% e 27%.

As perdas durante o descongelamento e cozimento afetam o custo de fabricação de carne reestruturada. É de extrema importância manter o controle dessas perdas devido às mudanças nos resultados de rendimento de cozimento afetar a composição centesimal do produto, e estar diretamente correlacionadas às características sensoriais do produto pronto para o consumo (PIETRASIK & SHAND, 2003).

4.3 Cor instrumental

A cor da carne é um dos principais atributos pelo qual os consumidores avaliam a sua aceitabilidade. A descoloração de produtos cárneos é um grande problema para a comercialização de carnes reestruturadas, uma vez que reduz a aceitabilidade do consumidor. Os resultados desta análise estão apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 – Resultados do perfil colorímetro instrumental da carne *in natura* e da carne reestruturada

	L*	a*	b*
Carne <i>in natura</i>	37,41 ± 0,05	11,89 ± 0,05	16,54 ± 0,01
Carne reestruturada	31,70 ± 0,05	10,50 ± 0,24	14,48 ± 0,05

Fonte: Da autora (2015).

A carne *in natura* apresentou os seguintes valores 37,41; 11,89 e 16,54 para L*a*b*, respectivamente. A carne reestruturada apresentou para L*a*b* os valores de 31,70; 10,50 e 14,48. Observando os resultados obtidos nesta análise, verifica-se que a carne *in natura* apresentou coloração mais clara que a carne reestruturada. Lopes (2012) em seu estudo com carne reestruturada bovina com adição de 1% de transglutaminase apresenta diferentes valores para L*a*b*, os quais são 25,76; 17,70 e 14,98, respectivamente, indicando um produto de coloração mais escura que o produto do presente trabalho. Já em estudo realizado por Cestari (2007),

apresenta os seguintes resultados: 33,51; 17,49 e 18,49, conferindo ao produto uma coloração mais clara que a coloração do produto deste trabalho. Ao comparar valores obtidos em a^* e b^* para carne reestruturada com a carne *in natura* e os trabalhos citados anteriormente, observa-se uma menor intensidade na cor vermelha e na cor amarela.

Em seu trabalho, Lopes (2012) cita Huffman *et al.* (1984), cujo indicaram que a adição de sal em carne reestruturada bovina aumentou a descoloração da carne crua, e sugeriram que a adição de sal pode agir como pró-oxidante, interagindo com o heme e reduzindo o pH do produto cárneo. Cestari (2007) cita Téllez-Luis *et al.* (2002) e Ramírez *et al.* (2002), os quais utilizaram diversos níveis de MTGase combinado com NaCl e relataram que o nível da enzima não afeta a aparência da carne reestruturada.

4.4 Análise sensorial

Na Tabela 8 estão apresentados a frequência relativa das notas obtidas em relação aos atributos cor, textura, sabor, aparência e impressão global.

Tabela 8 – Frequência relativa dos atributos cor, textura, sabor, aparência e impressão global da carne reestruturada

	Cor	Textura	Sabor	Aparência	Impressão Global
Desgostei muitíssimo	0,00	2,86	2,86	0,00	0,00
Desgostei muito	2,86	2,86	0,00	5,71	2,86
Desgostei moderadamente	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Desgostei ligeiramente	0,00	0,00	0,00	2,86	0,00
Nem desgostei/nem gostei	5,71	0,00	2,86	0,00	0,00
Gostei ligeiramente	2,86	17,14	5,71	11,43	2,86
Gostei moderadamente	31,43	28,57	17,14	22,86	22,86
Gostei muito	40,00	45,71	45,71	42,86	60,00
Gostei muitíssimo	17,14	2,86	25,71	14,29	11,43

Fonte: Da autora (2015).

Nos atributos avaliados sensorialmente, cor, textura, sabor, aparência e impressão global, ambos obtiveram maior percentual no ponto 8, situado no termo hedônico gostei muito, os quais foram de 40,00%; 45,71%; 45,71%; 42,86% e 60,00%, respectivamente.

Com base nas notas obtidas na análise sensorial realizou-se o cálculo do índice de aceitabilidade de cada atributo avaliado, conforme mostra na Tabela 9.

Tabela 9 – Média e índice de aceitabilidade dos atributos cor, textura, sabor, aparência e impressão global da carne reestruturada

	Média	Índice de Aceitabilidade (%)
Cor	7,46 ± 1,38	82,86
Textura	7,03 ± 1,60	78,10
Sabor	7,69 ± 1,51	85,40
Aparência	7,23 ± 1,68	80,32
Impressão Global	7,66 ± 1,19	85,08

Fonte: Da autora (2015).

Todos os atributos avaliados sensorialmente obtiveram aceitabilidade satisfatória, índice de aceitabilidade de no mínimo 70,0%, variando de 78,10% a 85,40%. Os menores valores de índice de aceitabilidade e média foram obtidos no atributo textura, seguido pelo atributo aparência, os quais são resultantes da presença de residuais de tecidos adiposos na matéria-prima. A análise sensorial mostrou que a enzima transglutaminase tem efeito positivo no processamento de carnes reestruturadas bovinas. Esse efeito benéfico da enzima também foi relatado em outros trabalhos. Kolle & Savell (2003) utilizaram a enzima para ligar músculo após eliminar gordura e tecido conectivo pesado e produziram *steaks*, o qual foi considerado superior que o controle pelos consumidores. Kilic (2003) relatou em seu trabalho que a transglutaminase microbiana usada no preparo de um típico produto cárneo turco, a base de frango, proporcionou aumento na suculência e principalmente na aceitabilidade quando comparado com controle.

5 CONCLUSÃO

A preocupação da indústria cárnea em minimizar desperdício de matéria-prima, devido os cortes possuir baixo valor, juntamente com o aumento da procura dos consumidores por produtos de fácil preparo, valor nutritivo considerável e com preços acessíveis, despertou interesse da indústria na busca por tecnologias viáveis. Uma tecnologia para o reaproveitamento de aparas cárneas é o desenvolvimento de carne reestruturada, a qual foi desenvolvida com o intuito de ter produtos mais uniformes em relação à forma, cor e textura.

No presente trabalho foi possível a elaboração de um produto cárneo reestruturado utilizando aparas de carne bovina como matéria-prima e a enzima transglutaminase como sistema ligante das proteínas presentes na carne. Os valores encontrados nas análises físico-químicas da carne reestruturada estavam de acordo com valores encontrados em outros trabalhos.

Também foi possível obter um alto índice de aceitabilidade através da realização da análise sensorial, em destaque o atributo textura que obteve um percentual de 78,10% de aceitabilidade. Essa alta aceitabilidade da textura da carne reestruturada elaborada mostra que a enzima transglutaminase é eficaz como sistema ligante e não afeta as propriedades físico-químicas do produto. A ligação dos fragmentos cárneos é essencial para a textura final do produto.

Em trabalhos futuros, é interessante realizar a análise instrumental de textura a fim de verificar parâmetros de dureza, elasticidade, coesividade e mastigabilidade, força de cisalhamento; e avaliação de outras concentrações da enzima.

REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12086: Análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro. 1993a 8p.

_____. **NBR 12994: Métodos de análise sensorial dos alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro. 1993b 2p.

ALMEIDA, M. A. **Transglutaminase e albumina de ovo em reestruturados cozidos congelados de frango**. 2010. Dissertação (Mestrado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. 2010.

ANON. TGase: Transglutaminase and applications. In: **Ajinomoto Corporation Folder**, 1996.

BAGAGLI, Marcela Pavan. **Produção de transglutaminase de Streptomyces sp. P20, caracterização e aplicação da enzima bruta**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2009.

BRASIL. **Instrução Normativa nº. 20, de 21 de julho de 1999**. Oficializa os métodos analíticos físico-químicos, para controle de produtos cárneos e seus ingredientes – sal e salmoura, em conformidade ao anexo desta instrução normativa, determinando que sejam utilizados no sistema de laboratório animal do Departamento de Defesa Animal. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>>. Acesso em: 20 mai. 2015.

_____. Ministério da Agricultura. Decreto nº 30.691, de 29 de março de 1952. **RIISPOA: Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Brasília: Ministério da Agricultura, 1952.

BURSEY, R. G. Transglutaminase – A Cross linking Enzyme for Meat and Poultry. In: **Ajinomoto USA, Inc**, 1996.

CAMARGO, M. C. **Avaliação da qualidade de carnes no CEPETEC-UFRGS, Porto Alegre, RS**. 2013. Monografia (Graduação) - Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2013.

CESTARI, L. A. **Carne bovina reestruturada com transglutaminase: desenvolvimento e determinações de cor e textura**. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP: 2007.

COLMENERO, F. J.; SERRANO, A.; AYO, J.; SOLAS, M. T.; COFRADES, S.; CARBALLO, J. Physicochemical and sensory characteristics of restructured beef steak with added walnuts. **Meat Science**, V. 65, P. 1391-1397, 2003.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária / Companhia Nacional de Abastecimento**. v. 2 Brasília: Conab, 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_09_10_18_03_00_perspectivas_2014-15.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2015.

DIMITRAKOPOULOU, M. A.; AMBROSIADIS, J. A.; ZETOU, F. K; BLOUKAS, J, G, Effect of salt and transglutaminase (TG) level and processing conditions on quality characteristics of phosphate-free, cooked, restructured pork shoulder. **Meat Science**, v. 70, p. 743-749, 2005.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. Curitiba: Universitária Champagnat, 2007.

FELICIO, P. E de. **Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas**. 1999. Disponível em: <<http://people.ufpr.br/~freitasjaf/artigos/qualidadecarnebovina.pdf>>. Acesso em: 26 mai. 2015.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. Benefícios da enzima transglutaminase nos alimentos. **Revista Food Ingredients Brasil**, n. 24, p. 24-26, Dez/2012 à Fev/2013. Disponível em: <<http://www.revista-fi.com/edicoes/46/>>. Acesso em: 17 mai. 2015.

GALLO, S. B. **Entendendo os significados da cor da carne**. 2006. Disponível em: <<http://www.farmpoint.com.br/radares-tecnicos/qualidade/entendendo-os-significados-da-cor-da-carne-31679n.aspx>>. Acesso em: 8 mai. 2015.

GRACIA, M. A. **Parâmetros indicadores de qualidade de carne moída utilizada em restaurantes de coletividade**. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

IBGE. **Produção Animal no 1º trimestre de 2014**. 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria/abate-leite-couro-ovos_201401comentarios.pdf>. Acesso em: 18 mai. 2015.

KEETON, J. T. Formed and emulsion products. In: SAMS, A. R. (Ed.) **Poultry meat processing**. Boca Raton: Lewis Publishers, 2001, cap. 12, p. 195-226.

KILIC, B. Effect of microbial transglutaminase and sodium caseinate on quality of chicken döner kebab. **Meat Science**, v. 63, n. 3, p. 417-421, 2003.

KOLEE, D. S.; SAVELL, J. W. Using Activa™ TG-RM to bind beef muscles after removal of excessive seam fat between the *m.longissimus thoracis* and *m.spinalis dorsi* and heavy connective tissue from within the *m.infraspinatus*. **Meat Science**, v. 64, p. 27-33, 2003.

KUBOTA, E. H. Colágeno e textura da carne. Curso de qualidade da carne e dos produtos cárneos, 2000. 25p. Manual: **EMBRAPA**, 2000.

KURAIISHI, C; YAMAZAKI, K.; SUSA, Y. Transglutaminase: Its utilization in the food industry. **Food Reviews International**, v. 17, n. 2, p. 221-246, 2001.

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

LOPES, M. R. F. **Carne bovina reestruturada com óleo de canola e antioxidante: desenvolvimento e atributos sensoriais**. 2012. Dissertação (Pós-graduação em Nutrição e Produção Animal) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.

MACHADO, T. M.; NEIVA, C. R. P.; NOFFRI, R. I. de; CASARINI, L. M.; QUIÑONES, E. M.; CUNHA, M. G.; VENTURINI, A. C. **Utilização da enzima transglutaminase em medalhões de aparas e CMS de espinhaço de tilápia**. Bol. Instituto de Pesca, São Paulo, 40(4):617 – 627, 2014.

MANCINI, M. C.; HUNT, M. C. Current research in meat color - Review. **Meat Science**, v. 71, p.100-121, 2005.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton. CRC Press. 1991. 281 p.

MONTEBELLO, N. P., ARAÚJO, W. M. C. **Carne & cia**. 2. ed. Brasília, DF: Senac/DF, 2009.

OFFER, G.; TRINICK, J. On the Mechanism of Water Holding in Meat: The Swelling and Shrinking of Myofibrils. **Meat Science**, v. 8, p. 245-281, 1983.

OLIVO, R. Alterações Oxidativas em Produtos Cárneos. In: SHIMOKOMAKI, M. et al. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Livraria Varela, 2006. 236 p.

ORDOÑEZ, J.A. et al. **Tecnologia de alimentos**. vol. 2. Porto Alegre: Artemed, 2005.

OSÓRIO, M. T.; OSÓRIO, J. C. S. Condições de abate e qualidade da carne. Curso de qualidade da carne e dos produtos cárneos, 2000. 25p. Manual: **EMBRAPA**, 2000.

PAYNE, T. Propriedades Básicas da Transglutaminase. In: **Ajinomoto Corporation Folder**. 2000.b

_____. Transglutaminasa, uma inovação tecnológica. In: **Ajinomoto Corporation Folder**. 2000.a

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. Editora da UFG, Goiania, v.I. 1993. 592 p.

PIETRASIK, Z.; SHAND, P. J. The effect of quantity and trimming of brine addition on water binding and textural characteristics of cooked beef rolls. **Meat Science**, v. 65, p. 771-778, 2003.

SANTOS, B. P. dos. Caracterização físico-química e sensorial dos apesuntados elaborados com carne suína proveniente da raça JRS, e acrescidos dos hidrocolóides: carragena, fécula de mandioca e maltodextrina. 2005. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SERRANO, A.; COFRADES, S.; COLMENERO, F. J. Transglutaminase as Binding in Fresh Restructured Beef Steak with added Walnut. **Food Chemistry**, v. 85, p. 423-429, 2004.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; MELO FRANCO, B. D. G. **Atualidades em ciências e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006.

SÜHNEL, J. A. G. **Uso e avaliação de transglutaminase em reestruturado de peixe obtido com aparas de tilápia (*Oreochromis sp*)**. 2007. Dissertação (Pós-graduação em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

TERRA, N. N.; BRUM, M. A. R. **Carne e seus derivados: técnicas de controle de qualidade**. São Paulo: Nobel, 1988. 119 p.

WEBER, G. M.; ANTIPATIS, C. **Qualidade da carne suína e dieta de vitamina E**. In: II CONFERENCIA INTERNACIONAL VIRTUAL DA QUALIDADE DA CARNE SUINA, 2001, Concórdia. Embrapa: Suínos e aves. Anais eletrônicos...Disponível em <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_weber_pt.pdf> Acesso em: 2 out. 2015.