

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos cursos de Pós-Graduação**

**EFEITO DO CONGELAMENTO E ESTOCAGEM SOBRE A QUALIDADE
DA CARNE BOVINA**

MICHELLE MOREIRA MACHADO

**Belo Horizonte
Escola de Veterinária-UFMG
2009**

MICHELLE MOREIRA MACHADO

**EFEITO DO CONGELAMENTO E ESTOCAGEM SOBRE A QUALIDADE
DA CARNE BOVINA**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da UFMG, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Medicina Veterinária.

Área: Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal

Orientador: Prof. Afonso de Liguori Oliveira

**Belo Horizonte
Escola de Veterinária-UFMG
2009**

AGRADECIMENTOS

Ao professor Afonso de Liguori Oliveira pela orientação e pelos ensinamentos.

Aos professores avaliadores, Silvana de Vasconcelos Cançado e Cristiano Sales Prado, pelas importantes colaborações.

Aos professores e funcionários do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal pela convivência e pelo apoio.

À minha família e amigos, pela força, carinho e dedicação.

Ao meu marido e amigo, Alisson, pela paciência, apoio e cumplicidade.

Aos colegas do mestrado: Fátima, Bruna, Adriane, Carla, Marcelo e Denise, pelo convívio e pelo compartilhamento dos conhecimentos.

Ao Pedro e Daniel pelas ajudas.

Aos animais que pelo sacrifício de suas vidas possibilitaram a realização do experimento.

A todos que contribuíram para realização do projeto e que confiaram em mim.

E principalmente, a Deus, pela vida e por possibilitar que, a cada dia, eu possa aprender mais.

“Se enxerguei mais longe foi porque me apoiei nos ombros de gigantes...”

(Isaac Newton)

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	09
2.	REVISÃO DE LITERATURA.....	09
2.1.	Comercialização da carne bovina.....	09
2.2.	Composição da carne.....	10
2.3.	Qualidade da carne.....	11
2.3.1.	Capacidade de retenção de água (CRA).....	11
2.3.2.	pH.....	11
2.3.3.	Textura.....	11
2.3.4.	Maciez	12
2.3.5.	Rancidez oxidativa.....	12
2.4.	Congelamento da carne.....	13
2.4.1.	Velocidade de congelamento.....	13
2.4.2.	Métodos de congelamento	14
2.4.3.	Vida útil da carne congelada	14
2.5.	Decongelação da carne.....	15
3.	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1.	<u>Obtenção das amostras.....</u>	15
3.2.	Amostragem no laboratório.....	15
3.2.1.	Embalagem, congelamento e estocagem.....	16
3.3.	<u>Descongelação e análise das amostras.....</u>	16
3.3.1.	Perda de peso no descongelamento.....	16
3.3.2.	<u>Determinação da composição centesimal e do pH.....</u>	16
3.3.3.	Capacidade de retenção de água.....	18
3.3.4.	Quantificação da oxidação lipídica.....	19
3.3.5.	Perdas de peso e maciez objetiva.....	19
3.3.6.	<u>Determinação da composição centesimal das amostras após cocção.....</u>	20
3.4.	Delineamento experimental	20
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1.	Perda de peso no descongelamento.....	20
4.2.	Composição centesimal	21
4.3.	pH	22
4.4.	Capacidade de retenção de água (CRA).....	22
4.5.	Perdas de peso e maciez objetiva.....	24
4.6.	Composição centesimal após cocção.....	25
4.7.	Quantificação da oxidação lipídica.....	26
5.	CONCLUSÕES.....	27
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição aproximada da carne bovina magra separada, crua ou cozida.....	10
Tabela 2- Composição aproximada do músculo <i>Longissimus dorsi</i>	10
Tabela 3- Velocidade de declínio da temperatura da carne bovina.....	14
Tabela 4- Tempo máximo de armazenamento de carnes (em meses).....	15
Tabela 5-Valores médios da porcentagem de perdas de peso durante o descongelamento da carne bovina congelada à -18°C.....	20
Tabela 6 – Caracterização da composição centesimal (umidade) da carne bovina congelada à -18°C.....	21
Tabela 7 – Caracterização da composição centesimal (proteína) da carne bovina congelada à -18°C.....	21
Tabela 8 – Caracterização da composição centesimal (lipídios pelo método Soxhlet) da carne bovina congelada à -18°C.....	21
Tabela 9 – Caracterização da composição centesimal (cinzas) da carne bovina congelada à -18°C.....	22
Tabela 10- Valores médios de pH da carne bovina congelada à -18°C	22
Tabela 11- Valores médios da capacidade de retenção de água (CRA) da carne bovina congelada à -18°C.....	23
Tabela 12- Valores médios das perdas de peso total (PPT) após cocção da carne bovina congelada à -18°C.....	24
Tabela 13- Valores médios das perdas de peso por evaporação (PPE) após cocção da carne bovina congelada à -18°C.....	24
Tabela 14- Valores médios das perdas de peso por gotejamento (PPG) da após cocção carne bovina congelada à -18°C.....	24
Tabela 15- Valores médios de força máxima de ruptura (kg) da carne bovina (WBSF).....	25
Tabela 16 – Caracterização da composição centesimal (umidade) carne bovina após cocção...	25
Tabela 17 – Caracterização da composição centesimal (proteína) carne bovina após cocção....	26

Tabela 18 – Caracterização da composição centesimal (lipídios pelo método Soxhlet) da carne bovina após cocção..... 26

Tabela 19 – Caracterização da composição centesimal (cinzas) da carne bovina após cocção.. 26

Tabela 20- Valores médios da quantificação da oxidação lipídica (mg malonaldeído/kg amostra) da carne bovina congelada à -18°C..... 27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Reação do teste de TBA entre o ácido 2-tiobarbitúrico e o malonaldeído, formando o composto colorido, medido espectofotometricamente a 532nm..... 13

Figura 2- Evolução do pH da carne bovina durante estocagem à -18°C..... 22

Figura 3- Evolução da CRA da carne bovina durante estocagem à -18°C..... 23

Figura 4- Evolução da oxidação lipídica da carne bovina durante estocagem à -18°C..... 27

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1 - Teores médios de lipídios(%) e seus respectivos desvios padrão (DP) da carne bovina congelada à -18°C..... 33

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito do congelamento e estocagem à -18 °C de carne bovina (m. *Longissimus dorsi*), foram avaliados seis pares de contrafilé (doze amostras) provenientes de seis bovinos machos castrados, com idade estimada de dois anos, sendo identificados como animais intermediários, e todas as amostras apresentando um pH final na faixa de 5,4 a 5,9. As amostras foram preparadas em diferentes formas (moída, bife e porção de 1,5kg) e mantidas por 30, 60 e 120 dias sob estocagem a -18 °C, sendo avaliado no total 144 sub-amostras. Foi determinada a composição centesimal, pH, capacidade de retenção de água, perdas de peso, maciez e quantificação da oxidação lipídica. Não houve efeito dos tempos de estocagem ou das formas para os parâmetros pH, composição centesimal, perda de suco e maciez. A carne moída apresentou maior ($P < 0,05$) valor de capacidade de retenção de água, sendo que este parâmetro não sofreu efeito do tempo de estocagem. Os valores de perda de peso por evaporação, durante a cocção, e de oxidação lipídica aumentaram com o tempo de estocagem, sendo que as maiores perdas por cocção foram observadas para porção de 1,5kg e os maiores valores de oxidação lipídica para a carne moída.

Palavras Chave: congelamento, carne bovina, carne moída, qualidade de carne, oxidação lipídica

ABSTRACT

The effect of freezing and storage of beef (m. *Longissimus dorsi*) at -18 °C was evaluated at six pairs of m. *Longissimus dorsi* (twelve samples) from six castrated male cattle, with estimated age of two years identified as intermediaries age, and all samples with a *pH final in the range* of 5.4 to 5.9. The samples were prepared in different forms (ground, steak and whole) and kept for 30, 60 and 120 days under storage at -18 °C, result a total of 144 sub-samples. It was determined the proximate composition, pH, water holding capacity (WHC), loss of weight, shear force(WBSF) and quantification of lipid oxidation. There were no significant effect of time of storage or the forms on pH, proximate composition, loss of juices, and WBSF. The ground beef had higher ($P < 0.05$) value of WHC, and time of storage has no effect on this parameter. The values of loss evaporation, during cooking, and lipid oxidation increased with time of storage, with higher cooking losses observed for the entire form and higher lipid oxidation for ground beef.

Keywords: freezing, beef, ground meat, meat quality, lipid oxidation

1- INTRODUÇÃO

A carne é um dos alimentos mais nutritivos utilizados na alimentação humana. É uma fonte rica em proteínas de alta qualidade, ferro e vitamina B (Aberle *et al.*, 2001), sendo classificada como um alimento completo e de alto valor biológico, por apresentar todos os aminoácidos essenciais nas proporções corretas (Pensel, 1998 citado por Marques *et al.*, 2006).

Além da importância na alimentação, a carne também representa para o Brasil uma fonte de rendas e grande valor econômico. O Brasil possui o maior rebanho bovino comercial do mundo, superando, inclusive, o número de habitantes no país (IBGE, 2007). Em 2008 o Brasil exportou 14,5 milhões de toneladas de carnes e derivados, sendo que 78 % dessa quantidade foram exportadas na forma de produto congelado (AGROSTAT, 2008). Do total das importações europeias de carne bovina, o Brasil é o grande fornecedor, participando com mais da metade do volume total, com tendência de crescimento nos próximos anos. Em relação à carne bovina congelada, a União Europeia estabeleceu uma quota global anual de 53 mil toneladas, denominadas informalmente de “Quota GATT” (Ferreira, 2005).

O processamento da carne para sua conservação é uma prática antiga. Desde os tempos mais antigos o homem descobriu que o sal tinha um efeito conservador sobre a carne, e que o aquecimento (cozimento/defumação) aumentava a vida de prateleira com manutenção da qualidade (Pearson & Tauber, 1984). O uso do frio e a eficácia do congelamento na preservação da carne também foram compreendidos há muito tempo, pelos povos que habitavam as regiões árticas como os esquimós e outros povos habitantes de regiões de clima frio.

Métodos de conservação são absolutamente essenciais para prolongar a vida de prateleira e permitir a estocagem tanto de carnes frescas como de produtos cárneos processados. Os métodos de conservação mais comumente aplicados a carnes são: refrigeração, congelamento, processamento térmico, desidratação e irradiação (Aberle *et al.*, 2001).

O congelamento tem sido muito utilizado, pois, além de permitir a conservação da carne por meses, mantém as características químicas, sensoriais e nutritivas do produto próximas das características iniciais. Enfoques modernos do uso do congelamento na conservação da carne são fundamentados na compreensão das mudanças causadas pelo processo, bem como de seus aspectos preservativos (Lawrie, 2005). Porém, alterações como a desidratação, rancificação e perdas de suco, são efeitos negativos que podem ser observados devido ao processo de congelamento de carnes (Monteiro *et al.*, 2002; Campañone *et al.*, 2006).

Considerando a importância da carne na alimentação humana e o valor econômico que ela representa para o agronegócio brasileiro e para a balança comercial do país, torna-se necessário conhecer os efeitos do congelamento sobre a qualidade global (parâmetros físico-químicos) da carne bovina.

Esse trabalho teve por objetivo conhecer o efeito de se congelar e estocar à -18°C por 0, 30, 60 e 120 dias a carne bovina (*Longissimus dorsi* - contra-filé) porcionada de diferentes formas (moída, bife e porção de 1,5Kg).

2- REVISÃO DE LITERATURA

2.1- Comercialização da carne bovina

A carne bovina é um item importante na alimentação da população brasileira e apresenta um grande potencial de crescimento no mercado. Este último fato depende, em primeiro momento, da melhora do poder de compra dos consumidores brasileiros. Além disso, a cadeia produtiva deve se atentar para a qualidade da carne que está se tornando, cada vez mais, um fator essencial, devido à exigência crescente dos consumidores e pela alta competitividade dos mercados interno e externo (Zen, 2000).

Segundo Souza *et al.* (2000), a carne moída é uma forma comum e importante na comercialização da carne bovina no varejo, pois constitui fonte de proteína de boa qualidade, é mais acessível à faixa da população com menor poder aquisitivo e pode ser utilizada em refeições de maneiras variadas e práticas. De acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Carne Moída de Bovino (Brasil, 2003), entende-se por carne moída o produto cárneo obtido a partir da moagem de massas musculares de carcaças de bovinos, seguido de imediato resfriamento ou congelamento.

O sistema de comercialização e distribuição de carne bovina no Brasil vem passando por importantes transformações, as quais vêm alterando, principalmente, a estrutura de toda a cadeia produtiva e a conduta de seus agentes. Essas transformações, iniciadas há cerca de dez anos, se referem basicamente à crescente demanda pela carne desossada e embalada, colocada à venda, pelo sistema de auto-serviço, nas gôndolas dos supermercados (Bliska, 1997).

2.2- Composição da carne

A carne é um alimento protéico de alta qualidade não só por conter aminoácidos essenciais, mas também pela proteína ser altamente digestível e facilmente absorvível (Aberle *et al.*, 2001). A tabelas 1 mostra a composição aproximada da carne bovina e a tabela 2 mostra a composição para o músculo *Longissimus dorsi*:

Tabela 1- Composição aproximada da carne bovina magra separada, crua ou cozida

	% Proteína	% Umidade	% Gordura	% Cinzas
Crua	20,94	71,6	6,33	1,03
Cozida	30,42	57,75	10,24	1,21

Fonte: Pardi *et al.* (2006).

Tabela 2- Composição aproximada do músculo *Longissimus dorsi*

	% Proteína	% Umidade	% Gordura	Fonte:
Baixo marmoreio	22,13	73,21	4,89	Brackebusch <i>et al.</i> (1991).
Marmoreio intermediário	21,35	70,04	8,37	
Alto marmoreio	20,54	66,60	12,57	A quantidade de proteína na carne varia inversamente

com a quantidade de gordura presente, sendo este o componente que mais varia em termos de quantidade. O conteúdo lipídico de maior importância, do ponto de vista nutricional, são os triglicerídeos, fosfolípidios e colesterol (Aberle *et al.*, 2001).

A carne também contém substâncias minerais que exercem papel biológico importante, constituindo-se em fonte expressiva de ferro (Pardi *et al.*, 2006).

2.3- Qualidade da carne

As características físico-químicas (pH final, cor, maciez e capacidade de retenção de água) da carne determinam sua qualidade e aceitabilidade, sendo importante tanto para os varejistas como para os consumidores (Rota *et al.*, 2006).

2.3.1- Capacidade de retenção de água (CRA)

Por afetar a aparência da carne antes do cozimento, seu comportamento durante a cocção e a suculência durante a mastigação, a capacidade de retenção de água da carne é um atributo de importância óbvia (Lawrie, 2005).

A capacidade de retenção de água é definida como a capacidade da carne de reter sua umidade ou água durante a aplicação de forças externas. Quanto maior a capacidade de retenção de água, maior a suculência da carne, característica extremamente desejável sob o aspecto sensorial (Souza, 2006).

A qualidade da carne durante estocagem é afetada pela capacidade de retenção de água. Quando as propriedades de retenção de água do tecido muscular são pobres, a perda de umidade e, conseqüentemente, a perda de peso durante a estocagem serão grandes (Aberle *et al.*, 2001).

Vários fatores podem agir sobre a CRA da carne, por afetar as proteínas miofibrilares, entre os quais o mais comum é o pH. Variações no pH influenciam a CRA devido ao fato de que, quando próximo do ponto isoelétrico, os balanços de cargas positivas e negativas podem se igualar, neutralizando as cargas das proteínas e impedindo a ligação com a água (Pires *et al.*, 2002).

2.3.2- pH

Após o abate, o glicogênio do músculo é transformado em ácido lático sob ação de várias enzimas, levando à queda do pH. Esse processo chama-se glicogenólise (Souza, 2006). A velocidade de queda do pH, bem como

o pH final da carne após 24 horas (pH₂₄), é muito variável. A queda do pH é mais rápida nos suínos, intermediária nos ovinos e mais lenta nos bovinos. Para bovinos, normalmente a glicólise se desenvolve lentamente; o pH inicial (0 hora) em torno de 7,0 cai para 6,4-6,8 após 5 horas e para 5,5 - 5,9 após 24 horas (Roça, 2001).

Um dos principais fatores relacionados à aceitação ou rejeição de carnes pelos consumidores é a cor da carne que está intimamente relacionada ao pH final. Carnes com pH entre 5,8 e 6,0 tendem a apresentar melhor estabilidade da cor durante a preparação de cortes e bifes nos locais de venda, do que carnes com pH fora dessa faixa (Powell *et al.*, 1996).

Além disso, Purchas & Aungsupakorn (1993), afirmam que um aumento no pH₂₄ para 6,2 diminui a maciez da carne devido a uma diminuição do sarcômero.

As condições de baixo pH, quando a temperatura corporal ainda está elevada, provocam desnaturação protéica, reduzindo as propriedades de capacidade de retenção de água, conferindo assim, pobres características de processamento, com redução dos rendimentos dos produtos e conseqüentes perdas econômicas (Yu *et al.*, 2005).

2.3.3- Textura

A estrutura do músculo, também denominada textura, é observada quando se realiza um corte transversal das fibras, e é descrita como sendo uma função da espessura do perímio (tecido conjuntivo) que divide o músculo longitudinalmente nos feixes de fibras musculares (Oliveira, 2000).

A textura dos alimentos é um parâmetro sensorial que possui os atributos primários: maciez, coesividade, viscosidade, elasticidade e os secundários como gomosidade, mastigabilidade, suculência, fraturabilidade e adesividade (Souza, 2006).

A textura da carne está intimamente relacionada à quantidade de água intramuscular, portanto quanto maior o conteúdo de água fixada no músculo, melhor a textura da carne, e conseqüentemente, maior maciez (Anadon 2002, citado por Souza 2006).

2.3.4- Maciez

De todos atributos da qualidade sensorial, a maciez é considerada como a mais importante pela maioria dos consumidores e parece ser procurada em lugar do odor, sabor ou da cor (Lawrie, 2005).

A impressão geral da maciez para o paladar se deve, primeiramente, à facilidade de penetração da carne pelos dentes. Em segundo lugar, à facilidade com a qual a carne se fragmenta e, em terceiro lugar, à quantidade de resíduo que permanece após a mastigação (Price & Schweigert, 1971).

A maciez da carne pode ser avaliada por medidas físicas, através da resistência da carne cozida à compressão ou cisalhamento, e por medidas sensoriais, através da resistência à mastigação detectada por provadores. Pesquisas têm demonstrado que existem correlações de média a alta entre os resultados da mensuração física e da avaliação sensorial desse atributo, ou seja, uma carne considerada macia com base, por exemplo, na força de cisalhamento, tem grande probabilidade de ser considerada macia por provadores treinados (Felício, 1999).

Dentre os métodos objetivos conhecidos para avaliar a maciez da carne, a força de cisalhamento é o mais

utilizado. Essa metodologia utiliza-se do texturômetro acoplado a lâmina Warner-Blatzler (WB) (Smith *et al.*, 1969).

A maciez da carne é provavelmente a característica mais estudada quando a preocupação é o consumidor. O segundo atributo de importância parece ser a suculência (Chambers & Bowers, 1993). O consumidor utiliza os atributos de textura para determinar a qualidade e a aceitabilidade da carne, e a melhor qualidade é expressa em termos de maior maciez e maior suculência (Borges *et al.*, 2006).

Petrovic *et al.* (1993) registrou menor maciez para carne bovina em procedimentos que utilizaram congelamento lento, associado às maiores perdas de peso durante congelamento e descongelamento. Isso ocorre devido ao fato de que durante o congelamento lento, formam-se grandes cristais de gelo que causam dano às fibras.

2.3.5- Rancidez oxidativa

A oxidação lipídica é um fator limitante na qualidade e aceitabilidade de carnes e produtos cárneos e afeta atributos como sabor, cor, textura e valor nutritivo. O processo de rancidez causa o desenvolvimento de sabores indesejáveis, descoloração, produção de substâncias potencialmente tóxicas, como o malonaldeído e óxidos de colesterol, e também perda do valor nutricional devido à destruição de vitaminas e ácidos graxos essenciais (Gray *et al.*, 1996).

A rancidez, ou oxidação de lipídios, é a deterioração mais importante que ocorre na carne, definindo a vida útil, na medida em que gera produtos indesejáveis do ponto de vista sensorial e destrói vitaminas lipossolúveis e ácidos graxos essenciais (Cecchi, 2003). Assim, o armazenamento de carne por longos períodos é limitado pela rancidez oxidativa. Os substratos das reações de oxidação lipídica são, principalmente, os ácidos graxos insaturados. É o grau de instauração que mais influi na velocidade de oxidação, sendo que os ácidos graxos poliinsaturados se oxidam até em alimentos congelados (Pereira *et al.*, 2006).

A avaliação do estado de oxidação de óleos e gorduras, ou seja, a medida do ranço, é uma determinação importante na indústria, pois trata-se, em primeiro lugar, de um meio de controlar e garantir a qualidade das matérias-primas adquiridas, bem como um método de controle de qualidade dos produtos comercializados (Silva *et al.*, 1999).

Em carnes ou produtos cárneos, os métodos mais comumente utilizados para monitorar a oxidação lipídica primária são a determinação de mudanças nos ácidos graxos poliinsaturados de fosfolipídios e mudanças no valor de peróxido. A utilidade do monitoramento das mudanças primárias é limitada aos estágios iniciais de oxidação lipídica. Para monitorar produtos da oxidação lipídica secundária, o método mais usado é o 2-ácido tiobarbitúrico (TBA) (Ajuyah *et al.*, 1993).

Devido à sua simplicidade e rapidez, o teste de TBA é um dos mais frequentemente usados para quantificar o malonaldeído (MDA), um dos principais produtos de decomposição dos hidroperóxidos de ácidos graxos poliinsaturados, formado durante o processo oxidativo de carnes. O teste baseia-se na reação entre o ácido 2-tiobarbitúrico com o malonaldeído (Figura 1), produzindo um composto de cor vermelha, medido espectrofotometricamente a 532 nm de comprimento de onda (de acordo com a metodologia, esse comprimento de onda pode variar, situando-se ao redor de 500 a 550 nm). A quantificação de malonaldeído é feita a partir de curvas de calibração construídas com concentrações conhecidas de malonaldeído. Os resultados são expressos em mg de malonaldeído por kg de amostra (Osawa *et al.*, 2005).

As metodologias do teste de TBA baseadas em espectrofotometria podem ser realizadas: diretamente na amostra; na porção do destilado da amostra; no extrato ácido-aquoso da amostra; no lipídio extraído da amostra (Ulu, 2004). O teste de TBA por extração ácida-aquosa pode ser considerado como o melhor método para estimar o conteúdo de malonaldeído. Neste método, a carne não é exposta ao aquecimento. Porém, algumas impurezas como proteínas solúveis em água, peptídeos e outros aldeídos podem estar presentes no extrato da carne, interferindo na formação do complexo malonaldeído-TBA (Raharjo & Sofos, 1993).

2.4- Congelamento da carne

O congelamento da carne é a forma de conservação, por longo prazo, que menos deprecia o valor nutritivo e as qualidades organolépticas do produto natural. No Brasil, a utilização do congelamento de carnes é uma prática freqüente, que visa atender o processo de distribuição interestadual e exportações de carnes (Pardi *et al.*, 2006).

Assim como a refrigeração, o congelamento utiliza o decréscimo de temperatura para prolongar o período de conservação dos alimentos. Porém, as temperaturas empregadas no congelamento são muito mais baixas que as usadas na refrigeração, e a diferença essencial entre ambos os métodos é a formação de cristais de gelo no interior dos alimentos (Cheftel *et al.*, 1983).

O congelamento da carne se inicia pela cristalização da água nos espaços extracelulares devido a menor concentração de solutos que no fluido intracelular. Quando o congelamento é lento, a cristalização extracelular, que aumenta a concentração local de solutos, provoca, por osmose, uma desidratação progressiva das células. Formam-se grandes cristais de gelo e aumentam os espaços extracelulares. Este deslocamento de água explica, em grande parte, a exsudação que se observa ao descongelar a carne. Quando o congelamento é rápido, a cristalização ocorre quase simultaneamente nos espaços extracelulares e no interior das células. O deslocamento de água é pequeno e são produzidos pequenos cristais de gelo, e, portanto, as modificações na textura são menores que no congelamento lento (Cheftel *et al.*, 1983).

Segundo Farouk (2003), a qualidade da carne congelada é afetada pelo tempo de estocagem e pela interação entre tempo de estocagem e velocidade de congelamento.

2.4.1-Velocidade de congelamento

A velocidade de congelamento da carne depende da quantidade de água livre presente dentro da célula. Na carne, à -1°C, tem-se cerca de 20% de água transformada em gelo, à -10°C aproximadamente 90% e à -18°C

quase 100%. A velocidade também dependerá da composição da carne, da temperatura e da velocidade do ar (Roça, 2000).

A seguinte relação é usada como medida da velocidade de congelamento: “distância mínima entre a superfície e o centro da carne (que resfria mais lentamente) pelo tempo transcorrido desde o momento em que a temperatura é 0°C no centro e quando a temperatura alcança -15°C, nesse mesmo ponto” (Cheftel *et al.*, 1983). A velocidade de congelamento pode ser definida conforme a tabela 3:

Tabela 3- Velocidade de declínio da temperatura da carne bovina

<u>Velocidade de congelamento</u>	<u>Velocidade de declínio da temperatura da carne</u>	<u>Equipamentos</u>
Lenta	$\leq 2^{\circ}\text{C}/\text{mn/s}$	Congelador doméstico (ar imóvel a -18°C)
Rápida	10 a $100^{\circ}/\text{mn/s}$	Túnel de ar frio (ex.: ar a -40°C circulando a 20 km/h)
Ultra Rápida	1000 a $10.000^{\circ}/\text{mn/s}$	Nitrogênio líquido

Fonte: Cheftel *et al.* (1983).

2.4.2-Métodos de congelamento

O congelamento pode ser feito com o ar parado ou em movimento, em placas ou por contato, ou por método criogênico. O congelamento com ar parado depende da transmissão do calor por convecção, traduzindo-se por um congelamento mais lento. Trata-se de processo amplamente empregado nos congelamentos domésticos, variando a temperatura do ar entre -20° e -18°C . O congelamento com circulação de ar é empregado em túneis providos de ventiladores responsáveis pela intensa corrente de ar. Conforme o tamanho das peça ou cortes de carnes, as temperaturas do ar variam de -10 até -45°C , e a velocidade do ar, de 2 a 4 m/s (Hedrick *et al.*, 1989).

No congelamento em placas ou por contato, a transferência do calor é feita mais por condução que por convecção através de metal, sendo assim mais rápido que no congelamento com ar parado. Quando se deseja acelerar o processo, deve-se adaptar uma circulação de ar frio. As placas são construídas em alumínio especial estruturado ou outro material de elevada condutibilidade térmica. O produto a ser congelado- em geral peças mais delgadas- deve ser colocado em envoltórios plásticos, bandejas ou caixas de cartolina ou papelão, depositadas entre duas placas. As temperaturas do congelador a placas variam entre -30°C e -45°C .

O processo de congelamento criogênico é empregado por imersão direta, por aspersão ou através da circulação de elemento criógeno. Trata-se de processo de congelação rápida, de grande aceitação no mercado norte-americano e que, no Brasil, tem uso circunscrito à conservação de sêmen e de sorvetes. Hoje, começa a ser expandido para o setor de carnes, sendo usual o congelamento criogênico do hambúrguer. Os agentes criogênicos mais empregados são o nitrogênio líquido ou gasoso e o bióxido de carbono (Pardi *et al.*, 2006).

2.4.3-Vida útil da carne congelada

Para preservar a qualidade ótima, a carne a ser congelada deve ser manipulada com o mesmo cuidado que a carne refrigerada, especialmente se for ser estocada por diversos meses. O congelamento e o armazenamento a -18°C, não matam os microorganismos. Alguns desses, como salmonelas em aves, esporos, vírus, bactérias Gram-positivo nas carnes, permanecem praticamente intactos durante o congelamento. Assim, é necessário evitar a contaminação da carne durante a manipulação, processamento, embalagem e estocagem, para manter as propriedades qualitativas da carne e prolongar a vida útil (Hedrick *et al.*, 1989).

O grau de saturação das gorduras influencia o tempo de armazenagem sob congelamento. Quanto maior o teor de gorduras insaturadas, maior serão as alterações oxidativas (ranço), e, portanto, o tempo de armazenagem deverá ser encurtado. Assim, carnes de aves e suínos que são mais insaturadas, comparadas à carne bovina, terão menor período de estocagem congeladas. A tabela 4 mostra o tempo máximo de armazenagem de carnes de acordo com a temperatura de estocagem:

Tabela 4- Tempo máximo de armazenamento de carnes (em meses)

Produto	-12°C	-18°C	-24°C	-30°C
vaca	4	6	12	12
ovelha	3	6	12	12
suíno	2	4	6	8
aves	2	4	8	10

Fonte: Forrest *et al.*(1979)

2.5- Descongelamento da carne

Alguma perda no valor nutritivo ocorre quando nutrientes solúveis em água são perdidos no exsudato do descongelamento, porém essa perda de líquido varia com as condições de congelamento e descongelamento (Hedrick *et al.*, 1989).

Quando a descongelação se inicia, a temperatura aumenta e cristais de gelo se fundem, aumentando a atividade de água no espaço extracelular. Conseqüentemente, a água migrará em direção ao espaço intracelular e será absorvida pelas fibras parcialmente desidratadas. Se a taxa de descongelamento é lenta o suficiente, diferenças de atividade de água em ambos os compartimentos será menor. Por outro lado, se a taxa de descongelamento é rápida, pode não haver reabsorção de água pelas fibras, acumulando no espaço extracelular e eventualmente drenando como exsudato (Gonzalez-Sanguinetti *et al.*, 1985).

3- MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento foi desenvolvido no período de fevereiro de 2008 a setembro de 2008 no Laboratório de Tecnologia de Carnes, do Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal da Escola de Veterinária – UFMG.

3.1- Obtenção da amostras

Em Abatedouro-frigorífico comercial da região da Grande Belo Horizonte, foram obtidos seis pares (provenientes de seis animais) de peças de contra-filé. Para evitar efeitos referentes à condição sexual, idade e pH₂₄, todas as peças foram obtidas a partir de bovinos machos castrados, que conforme a cronologia dentária, avaliada através do Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas (Brasil, 1989) eram machos com até 2 dentes incisivos definitivos tendo uma idade estimada de dois anos, sendo identificados como animais intermediários. Todos os cortes apresentavam um pH na faixa de 5,4 a 5,9. Cada animal foi considerado uma repetição, totalizando então, seis repetições ou amostras.

Para possibilitar a execução das análises em tempo hábil, as peças de contra-filé foram compradas em três momentos distintos, sendo que em cada momento de obtenção, foram obtidos dois pares (quatro peças), provenientes de dois animais.

3.2- Amostragem no laboratório

Considerando que as duas peças de contra-filé (o par) provenientes do mesmo animal são idênticas, para cada repetição (animal), uma peça foi dividida em 4 porções de 1,5 kg, sendo uma porção para cada tempo de armazenagem (0, 30, 60, 120), e a outra foi dividida em 20 bifês de 2,5 cm (aproximadamente 200g) que foram distribuídos aleatoriamente em cada tempo de armazenagem (0, 30, 60, 120), sendo então 5 bifês para cada tempo de estocagem. Dos 5 bifês de cada tempo, dois bifês foram moídos por moedor marca Siemens PS22, equipado com disco de 8mm.

3.2.1- Embalagem, congelamento e estocagem

Após a divisão das amostras, estas foram embaladas a vácuo e identificadas. Em seguida, as amostras foram congeladas e estocadas à -18°C. Utilizando termopares inseridos na região central das amostras, o declínio da temperatura das amostras foi monitorado, sendo que a temperatura inicial das amostras que era de 7°C caiu para -18°C em aproximadamente 24 horas.

O congelamento e estocagem foram feitos em freezer convencional. Foi acoplado ao freezer um aparelho que ajusta e controla a temperatura do freezer.

A temperatura de congelamento de -18°C foi escolhida de acordo com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade De Carne Moída De Bovino que refere-se ao produto carne moída, destinado ao comércio nacional e/ou internacional, sendo estipulada para carne moída congelada à temperatura máxima de -18°C (menos dezoito graus Celsius) durante o armazenamento (Brasil, 2003).

3.3- Descongelamento e análise das amostras

Em cada momento de análise, as amostras foram descongeladas por 40h a 4°C e mantidas nesta temperatura até o momento das análises e as amostras do dia zero foram analisadas frescas (sem congelar).

Em cada tempo de estocagem (0,30, 60, 120), foram analisados uma porção de 1,5Kg, três bifés e duas porções moídas.

Dos três bifés e das duas porções moídas, um bife e uma porção moída foram utilizados na determinação do pH, na quantificação da oxidação lipídica, na medida da capacidade de retenção de água e na determinação da composição centesimal. Os outros dois bifés e a outra porção moída foram utilizados para medir as perdas de peso à cocção. Foi avaliada a maciez objetiva dos bifés depois da cocção, sendo que não foi possível avaliar a maciez da carne moída devido à metodologia utilizada.

Em todos os tempos de estocagem, as porções de 1,5 kg, depois de descongeladas, foram fatiadas em bifés de 2,5 cm (aproximadamente 200g), sendo utilizados três bifés para realização das análises. Desses três bifés, um bife foi utilizado na determinação do pH, na quantificação da oxidação lipídica, na medida da capacidade de retenção de água e na determinação da composição centesimal. Os outros dois bifés foram utilizados para medir as perdas de peso à cocção e a maciez objetiva.

No total foram avaliadas 144 subamostras, sendo 72 na determinação da composição centesimal e 72 na determinação das perdas de peso à cocção e maciez objetiva. As análises foram feitas em duplicata, sendo que as amostras para quantificação da oxidação lipídica e determinação da composição centesimal foram previamente trituradas em um processador.

3.3.1- Perda de peso no descongelamento

Após o período de descongelamento, foi medida a perda de suco pesando-se a amostra na embalagem fechada, em seguida foi retirado o suco, secou-se a carne com papel toalha, pesando novamente a amostra e a embalagem seca e limpa. O resultado foi dado pela diferença de peso e expresso em porcentagem.

3.3.2- Determinação da composição centesimal e do pH

A determinação da composição centesimal (Nitrogênio total e protéicos, lipídeos, resíduo mineral fixo e umidade) e do pH foi realizada conforme as metodologias propostas na Instrução Normativa Nº 20 (Brasil, 1999).

a) Nitrogênio total e protéicos

A proteína foi determinada pelo método micro-kjedahl. Foram pesados em balança analítica $0,25 \pm 0,15$ g da amostra em um tubo de Kjeldahl. Em seguida, foram adicionados 2,5g de mistura catalítica e 7mL de ácido sulfúrico p.a.. O tubo foi aquecido em bloco digestor a 200°C , e após 2 horas, a temperatura do bloco foi elevada para 400°C por mais uma hora. Quando o líquido se tornou límpido e transparente, de tonalidade azul-esverdeada, foi retirado do aquecimento, e depois de esfriar, foram adicionados 10mL de água. Após a digestão da amostra, foi realizada a destilação em um microdestilador modelo TE-012 marca TECNAL. Foi acoplado ao destilador um erlenmeyer contendo 20mL de solução de ácido bórico a 4% com 5 gotas de solução de indicador misto (0,06g de verde de bromocresol + 0,132g de vermelho de metila em 200ml de álcool etílico 70%) e o tubo de Kjeldahl, onde foi adicionada a solução de hidróxido de sódio a 50% até que o líquido do tubo se tornasse negro (cerca de 20mL). Procedeu-se à destilação até que o erlenmeyer atingisse um volume de aproximadamente 100mL. Em seguida, foi feita a titulação com solução de ácido clorídrico 0,1 N até a viragem do indicador.

A porcentagem de nitrogênio total e de protídios foi calculada pelas fórmulas:

$$\% \text{ nitrogênio total} = \frac{V \times N \times f \times 0,014 \times 100}{P}$$

$$\% \text{ protídios} = \% \text{ nitrogênio total} \times F$$

Onde:

V = mililitros de solução ácido clorídrico 0,1 N gastos na titulação, após a correção do branco;

N = normalidade teórica da solução ácido clorídrico 0,1 N;

f = 1,15 - fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 N;

p = massa da amostra em gramas;

F = 6,25 - fator de conversão da relação nitrogênio/proteína;

b) Umidade

Foi colocado o béquer em estufa marca FANEM® modelo 315SE a 105°C durante 1 hora. Esfriou-se em dessecador e pesou-se. Aproximadamente 9 ± 2 gramas da amostra foram pesadas no béquer e levados à estufa 105°C por 15 horas. Esfriou-se em dessecador e pesou-se. A porcentagem de umidade foi calculada pela fórmula

$$\% \text{ umidade e voláteis} = \frac{100 \times p}{p'}$$

Onde:

p = perda de massa em gramas;

p' = massa da amostra em gramas.

Obs.: A amostra após a determinação da umidade foi imediatamente utilizada para determinação de lipídios pelo método Soxhlet.

c) Lipídios

Os lipídios foram determinados pelo método do butirômetro de leite e pelo Extrator de Soxhlet.

c.1) Método Butirômetro

Foram pesados em balança analítica 1 a 3 g de amostra homogeneizada em um béquer. Adicionou-se 4mL de água quente e homogeneizou-se. Em seguida, foram adicionados 7mL de ácido sulfúrico $d=1,820$, homogeneizando com bastão de vidro de tal forma que não sobrassem resíduos de carne. Foi passado cuidadosamente para o butirômetro de leite sem perda da amostra com auxílio de bastão de vidro. Lavou-se 2 vezes o béquer com 2mL de água quente e 1,5mL de solução de ácido sulfúrico $d=1,820$. Foram adicionados 2,5mL de álcool isoamílico. Os butirômetros foram colocados em banho-maria a 65°C por 10 minutos e em seguida, centrifugados durante 5 minutos a 1500 rpm, e após, recolocados no banho-maria por mais 10 minutos. Foi feita a leitura e calculada a porcentagem de gordura de acordo com a fórmula:

$$\% \text{ lipídios} = \frac{\text{leitura no butirômetro} \times 11,33}{p}$$

Onde:

p = massa da amostra em gramas;

c.2) Método Soxhlet

Cartuchos de extração (reutilizáveis, com 2,5cm de diâmetro e 8,0cm de comprimento) foram colocados em estufa à 105°C por aproximadamente 15 horas e após esfriado em dessecador, foi pesado. A amostra após a determinação da umidade, foi pesada e transferida para o cartucho de extração. Colocou-se o cartucho mais amostra no extrator de Soxhlet e foi feita a extração com 100ml de éter (etílico ou de petróleo) em um Determinador de gordura TE-044 marca TECNAL a 45°C , sendo que a temperatura do éter estava em torno de 33°C . Após 6 horas, o cartucho contendo a amostra foi retirado e colocado em estufa a 105°C por 1 hora. Esfriou-se em dessecador e pesou-se o cartucho mais a amostra seca desengordurada. A porcentagem de gordura foi calculada pel fórmula:

$$\% \text{ lipídios} = \frac{100 \times p}{p'}$$

Onde:

p = massa de lipídios extraídos em gramas, obtida pela diferença entre o peso inicial e final do cartucho mais amostra.

p' = massa da amostra em gramas. Por restarem alguns resíduos de amostra no béquer ao transferir a amostra seca (após determinação da umidade) para o cartucho, foi feita uma regra de três partindo do peso da amostra seca e o teor de umidade para se obter a massa da amostra.

d) Resíduo mineral fixo (cinzas)

As cinzas foram determinadas pela eliminação da matéria orgânica e inorgânica volátil à temperatura de 550°C , em forno mufla. Para isso, cadinhos de porcelana foram aquecidos na mufla a 550°C por 30 minutos, e após esfriar em dessecador, foram pesados. 2 a 5g de amostra foram pesadas nos cadinhos, que foram colocados em estufa a 80°C por 2 horas. Em seguida, os cadinhos com amostras foram colocados em placas aquecedoras. Após a completa carbonização, esses foram colocados na mufla a 550°C até o clareamento das cinzas, sendo então pesados, após esfriarem em dessecador. A porcentagem de resíduo mineral fixo foi calculada pela fórmula:

$$\% \text{ cinzas} = \frac{100 \times p}{p'}$$

Onde:

p = diferença em gramas entre a massa do cadinho com amostra antes e após calcinação;

p' = massa da amostra em gramas;

e) pH

Após a determinação da perda de suco ao descongelamento, foi medido o pH, utilizando pHmetro HI 221 HANNA INSTRUMENTS, previamente calibrado com soluções tampão de pH 6,86 e 4,01 (digimed). Duas sondas, uma de determinação do pH e outra de temperatura, foram acopladas diretamente na amostra para mensuração do pH e temperatura, respectivamente. Foram feitas duas medidas em dois locais diferentes da amostra, e o resultado foi dado pela média.

3.3.3- Capacidade de retenção de água

Para medir a capacidade de retenção de água, foi utilizada a metodologia proposta por Hamm (1960):

Foi feita a medição de perda de água liberada ao aplicar uma pressão sobre o tecido muscular. Para isso, foram colocados cubos de carne de 0,5 g entre dois papéis de filtro e estes entre duas placas de acrílico. Em seguida, foi colocado um peso de 5kg. Após cinco minutos, foi retirado o papel filtro, contendo a amostra e o suco liberado, que foi colocado em um papel milimetrado onde foi fotografado. Posteriormente, a foto foi analisada por um programa de computador, ImageJ, que mediu a área externa (formada pelo suco liberado à compressão) e a interna (cubo de carne). A capacidade de retenção de água foi obtida dividindo-se a área interna pela área externa.

3.3.4- Quantificação da oxidação lipídica

A quantificação da oxidação lipídica foi realizada conforme metodologia proposta por Rosmini *et al.*(1996) e Witte *et al.* (1970), adaptado por Bueno *et al.* (2006):

Para quantificação de oxidação lipídica foi realizado o teste de TBA por extração ácida-aquosa. Em um tubo de ensaio contendo 2,5mL de água destilada, foram pesados $2,0 \pm 0,5$ g da amostra. Em seguida, para realização da extração, foram acrescentados 5mL de ácido tricloroacético 20% (20g de ácido tricloroacético P.A. marca Nuclear em 100mL de água destilada. A solução foi preparada no dia da análise devido à sua instabilidade). Os tubos passaram por agitação em vortex na velocidade máxima por dois minutos. Em seguida, 2,5mL de ácido 2-tiobarbitúrico 0,02M (2,882g de ácido tiobarbitúrico marca Sigma em 1000mL de água destilada) foram acrescentados e o tubo novamente colocado em vortex por um minuto. Os tubos foram centrifugados por 10 minutos a 1550 rpm, e em seguida filtrados com papel filtro qualitativo em tubos com tampa rosqueada. Os tubos foram levados à água em franca ebulição por 35 minutos. Depois de resfriados em banho de gelo por 3 minutos, foram centrifugados a 1550 rpm por três minutos. A leitura da absorbância foi realizada em espectrofotômetro a 532nm.

A quantificação de malonaldeído foi feita a partir de curvas de calibração construídas com concentrações conhecidas de malonaldeído. Para isso, foi utilizado o padrão TMP (1,1,3,3 –tetrametoxipropano). A curva foi montada utilizando-se 20 tubos contendo 5ml de água destilada e quantidades crescentes, 10 a 200 microlitros, de TMP na concentração de $3,33 \times 10^{-3}$, sendo então 20 tubos com os seguintes volumes de TMP 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190 e 200 microlitros. A solução de TMP na concentração de $33,33 \times 10^{-3}$ foi obtida partindo de uma solução mãe (0,1441g de tetrametoxipropano P. A. marca cromoline em 1000ml de água), foram medidos em uma proveta 166ml da solução mãe e completado o volume com água destilada para 500mL.

Os resultados foram calculados através de uma curva de regressão montada em Excel e foram expressos em mg de malonaldeído por kg de amostra.

3.3.5- Perdas de peso e maciez objetiva

A medida das perdas de peso à cocção e da maciez objetiva foi realizada segundo Oliveira *et al.* (2006):

Foi pesada a assadeira, as amostras de carne e o conjunto grelha + assadeira + carne. Em seguida, foram inseridos termopares tipo K até a região central das amostras e acoplados a um termômetro Instrutherm TH-090 tipo K/J. As amostras foram levadas ao forno, previamente aquecido e estabilizado a 175°C. Ao atingir a temperatura interna de 75°C, foram retiradas e resfriadas até a temperatura ambiente, e novamente pesou-se a assadeira e o conjunto grelha + assadeira + amostra. As perdas de peso por gotejamento, evaporação e total foram calculadas e expressas em porcentagem em relação ao peso da amostra original. A perda de peso por gotejamento foi determinada pela diferença entre assadeira final e inicial pelo peso da amostra inicial. A perda de peso por evaporação foi determinada pela diferença entre conjunto grelha + assadeira + carne final e inicial pelo peso da amostra inicial. A perda de peso total foi calculada somando-se a perda de peso por gotejamento mais a perda por evaporação.

Para medir a perda de peso por cocção das carnes moídas, foi desenvolvido no laboratório uma cesta em aço galvanizado, medindo 10cm de comprimento, 8,5cm de largura e 5cm de altura. Aproximadamente 100 gramas de carne moída foram pesadas e colocadas no cesto e então se pesou assadeira e depois o conjunto grelha + assadeira + cesto + carne. As demais operações foram feitas conforme descrito acima para os bifes.

Obs.: Após a determinação da perda de peso à cocção, os bifes foram armazenados sob refrigeração (4°C), e depois de 24 horas foram utilizados para determinação da maciez objetiva.

Após a cocção de cada bife foram retirados no mínimo seis cilindros de 1,27 cm de diâmetro, paralelos à orientação das fibras musculares, que foram submetidos a avaliação objetiva de maciez (WBSF), utilizando o Texturômetro TA-XT2 da Stable Micro System[®], acoplado com lâmina do tipo Warner Bratzler (Stable,1998). Os resultados foram expressos em gramas obtidos pelas médias da força máxima de ruptura de cilindros originados do mesmo bife.

As configurações do aparelho foram: velocidade pré-teste 2,0mm/s; velocidade do teste 3,3 mm/s; velocidade após o teste 10,0 mm/s; distância percorrida pela lâmina após ter atingido a parte superior da amostra 27,0mm.

3.3.6- Determinação da composição centesimal das amostras após cocção

Após as medidas das perdas de peso à cocção e maciez, foi feita a determinação da composição centesimal

(Nitrogênio total e proteínas, lipídeos, resíduo mineral fixo e umidade) das amostras cozidas seguindo as mesmas metodologias descritas para carne crua. Para realização das análises as amostras foram previamente trituradas em um processador.

3.4- Delineamento experimental

Os resultados obtidos para a determinação da composição centesimal, pH, capacidade de retenção de água, perdas de peso e maciez objetiva, foram submetidos a análise de variância (ANOVA), utilizando o delineamento de fatorial. Para eliminar o efeito temporal, os momentos de obtenção das amostras foram blocados. As médias foram comparadas pelo Teste Tukey para amostras com $CV < 15$, Teste Student-Newman-Keuls (SNK) para amostras com $15 < CV < 25$, e Teste t Student para $CV > 25$, sendo fixado um nível de significância de 5%. Os dados da quantificação da oxidação lipídica foram avaliados também por análise de variância (ANOVA), utilizando teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para comparação das formas e Friedman test para comparação dos tempos.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1-Perda de peso no descongelamento

A tabela 5 mostra a comparação de médias das perdas de peso durante o descongelamento da carne bovina para as três formas (moído, porção 1,5kg e bife) e os tempos de estocagem (30,60,120). Como no tempo zero as amostras foram avaliadas frescas (sem congelar), não foi quantificado este parâmetro neste tempo.

Tabela 5-Valores médios da porcentagem de perdas de peso durante o descongelamento da carne bovina congelada à -18°C

TEMPO	FORMA			Média
	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	
30	3,28	5,19	4,57	4,35 ^A
60	3,82	4,85	5,88	4,85 ^A
120	3,48	5,06	5,47	4,67 ^A
Média	3,53 ^b	5,03 ^a	5,31 ^a	-
CV(%)	35,98			

^{a,b}, letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam valores que diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$) pelo teste t Student

As perdas de peso durante o descongelamento da carne bovina não se alteraram com o efeito da estocagem sob congelamento, o que não condiz com os achados de Fennema & Winger (1976) e Bhattacharya *et al.* (1988), em que a perda de suco no descongelamento aumentou com o aumento do tempo de estocagem.

Comparando as formas, Ziauddin (1993) também observou maiores perdas para os cortes (500-600g) que para carne moída. Isto pode ser explicado, em parte, pelo fato de que maior área leva maior tempo para

congelar, o que pode resultar na formação e crescimento lento dos cristais de gelo, com conseqüente dano à integridade das fibras da carne, resultando em maior perda de suco durante o descongelamento.

4.2-Composição centesimal

Os dados da tabela 6, 7, 8 e 9 representam a comparação de médias das análises da composição centesimal. Não houve diferença significativa entre as formas (moído, porção 1,5kg e bife) e os tempos de estocagem (0,30,60,120) para lipídios e cinzas. Comparando o tempo zero com os demais, a umidade foi significativamente maior e a proteína menor, sendo que não houve diferença significativa ente os tempos 30,60 e 120. Pires *et al.* (2002) observou que a estocagem sob congelamento não afetou significativamente a composição centesimal de porções de carne suína, percebendo-se alguma variação no teor de minerais.

Tabela 6 – Caracterização da composição centesimal (umidade) da carne bovina congelada à -18°C

FORMA				
TEMPO	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	Média
0	73,28	74,29	73,29	73,62 ^A
30	73,31	72,65	72,28	72,75 ^{AB}
60	71,82	72,37	72,37	72,19 ^{AB}
120	71,46	70,69	72,15	71,43 ^B
Média	72,47	72,50	72,52	-
CV(%)	2,63			

^{A,B}letras maiúsculas distintas nas colunas indicam valores que diferem estatisticamente entre si (P<0,05) pelo teste Tukey

Tabela 7 – Caracterização da composição centesimal (proteína) da carne bovina congelada à -18°C

FORMA				
TEMPO	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	Média
0	20,83	20,69	20,58	20,70 ^B
30	21,90	21,47	21,64	21,67 ^A
60	21,97	21,12	22,00	21,70 ^A
120	22,26	21,34	21,71	21,77 ^A
Média	21,74	21,48	21,15	-
CV(%)	4,85			

A,B¹letras maiúsculas distintas nas colunas indicam valores que diferem estatisticamente entre si (P<0,05) pelo teste Tukey

Tabela 8 – Caracterização da composição centesimal (lipídios pelo método Soxhlet) da carne bovina congelada à -18°C

FORMA				
TEMPO	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	Média
0	5,07	4,66	6,13	5,29
30	3,60	4,33	5,25	4,39
60	3,35	4,30	3,18	3,61
120	4,30	6,56	4,56	5,14
Média	4,08	4,96	4,78	-
CV(%)	24,19			

P>0,05 pelo teste SNK

Os lipídios foram determinados pelo método do butirômetro de leite e pelo Extrator de Soxhlet. As comparações de médias apresentadas na tabela 8 refrem-se ao método Soxhlet. Através da correlação de Pearson, foi encontrado um coeficiente de determinação de 82,9% entre os dois métodos. Os valores de lipídios obtidos pelos dois métodos foram muito próximos, o que possibilita a utilização de qualquer um dos métodos para quantificação de lipídios em carne bovina. O método do butirômetro de leite é mais rápido que o método pelo Extrator de Soxhlet, porém este é mais prático que o primeiro. O anexo 1 mostra os valores de lipídios para os dois métodos.

Tabela 9 – Caracterização da composição centesimal (cinzas) da carne bovina congelada à -18°C

FORMA				
TEMPO	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	Média
0	2,13	1,88	1,68	1,90
30	1,86	2,18	2,17	2,07
60	2,75	2,21	2,55	2,50
120	1,77	1,88	1,99	1,88
Média	2,13	2,04	2,10	-
CV(%)	29,14			

P>0,05 pelo teste t Student

4.3-pH

Conforme a tabela 10 e a figura 2, o pH apresentou ligeira queda aos 120 dias de estocagem. Gokalp *et al.* (1978), encontrou pH constante em todo tempo de estocagem para carne bovina estocada congelada, durante 9 meses, a -22,3°C. Monteiro *et al.* (2002), observou uma tendência de queda do pH da carne suína durante os primeiros 90 dias de estocagem congelada e uma tendência de estabilização após os 90 dias.

Tabela 10- Valores médios de pH da carne bovina congelada à -18°C

TEMPO	FORMA			MÉDIA
	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	
0	5,57	5,57	5,58	5,57 ^A
30	5,53	5,61	5,58	5,57 ^A
60	5,55	5,66	5,55	5,59 ^A
120	5,40	5,42	5,36	5,40 ^B
MÉDIA	5,51	5,52	5,56	
CV(%)	2,21			

^{A,B} letras maiúsculas distintas nas colunas indicam valores que diferem estatisticamente entre si (P<0,05) pelo teste Tukey

Figura 2- Evolução do pH da carne bovina durante estocagem à -18°C

4.4- Capacidade de retenção de água (CRA)

A capacidade de retenção de água não sofreu influência da estocagem sob congelamento. Resultados semelhantes foram encontrados por Farouk *et al.* (2003) e Zapata *et al.* (2006). Farouk *et al.* (2003) observou um decréscimo gradual na CRA a partir de 9 meses de estocagem sob congelamento. Os dados da tabela 11 representam a comparação de médias das análises da capacidade de retenção de água das três formas (moído, porção de 1,5kg e bife) e dos tempos de estocagem (0,30,60,120).

Tabela 11- Valores médios da capacidade de retenção de água (CRA) da carne bovina congelada à -18°C

TEMPO	FORMA			MÉDIA
	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	
0	0,47 ^a	0,39 ^a	0,38 ^a	0,42 ^A
30	0,51 ^a	0,36 ^b	0,36 ^b	0,41 ^A
60	0,53 ^a	0,35 ^b	0,41 ^{ab}	0,43 ^A
120	0,53 ^a	0,41 ^a	0,40 ^a	0,45 ^A
MÉDIA	0,51 ^a	0,39 ^b	0,38 ^b	
CV(%)	16,67			

CRA= 1 máxima

^{a,b}, letras minúsculas distintas nas linhas indicam valores que diferem estatisticamente entre si (P<0,05) pelo teste SNK

A carne moída, comparada às formas bife e porção de 1,5kg, apresentou maior capacidade de retenção de água. Isto se deve ao fato de que durante o processo de moagem parte da água livre foi perdida, resultando

em um aumento teórico da CRA. Ziauddin (1993) também observou que a carne moída apresentou maior CRA que os cortes (500-600g), reportando a possível influência do tamanho e localização dos cristais de gelo no efeito do descongelamento que por sua vez pode afetar a capacidade de retenção de água.

Apesar de não ter sido significativo, as amostras apresentaram uma tendência de aumento na capacidade de retenção de água durante a estocagem sob congelamento (figura 3). Hernández (2005), ao estudar o efeito do congelamento na carne de frango, encontrou menores CRA para as carnes frescas. Entretanto, Khan & Lentz (1976) observaram um decréscimo na CRA com o aumento do tempo de estocagem.

Figura 3- Evolução da CRA da carne bovina durante estocagem à -18°C

Foi encontrado um coeficiente de determinação de - 1,83%, através da correlação de Pearson entre pH e CRA. O pH é um fator que influencia a capacidade de retenção de água da carne (Khan & Lentz, 1977; Ngapo et al.,1999). Zapata *et al.*(2006), constatou correlações positivas entre pH e CRA (46%) para carne de peito de frango, o que sugere que à medida que aumenta o valor de pH a carne retém mais água (valores maiores de CRA).

4.5- Perdas de peso e maciez objetiva

Os dados da tabela 12, 13 e 14 representam a comparação de médias das análises das perdas de peso total (PPT), por evaporação (PPE) e por gotejamento (PPG), respectivamente, da carne bovina para as três formas (moído, bife e porção de 1,5kg) e os tempos de estocagem (0,30,60,120).

Tabela 12- Valores médios das perdas de peso total (PPT) após cocção da carne bovina congelada à -18°C

TEMPO	FORMA			MÉDIA
	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	
0	27,49	20,98	25,89	24,79 ^B
30	28,60	27,20	28,71	28,17 ^A

60	26,66	25,73	31,19	27,86^{AB}
120	26,19	25,23	29,91	27,11^{AB}
MÉDIA	28,92^a	27,23^{ab}	24,79^b	
CV(%)	13,51			

a,b, letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam valores que diferem estatisticamente entre si (P<0,05) pelo teste Tukey

Tabela 13- Valores médios das perdas de peso por evaporação (PPE) após cocção da carne bovina congelada à -18°C

FORMA				
TEMPO	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	MÉDIA
0	26,06 ^{aA}	18,91 ^{bA}	23,55 ^{aA}	22,84^B
30	26,91 ^{aA}	24,78 ^{aA}	26,94 ^{aA}	26,21^A
60	25,50 ^{abA}	23,68 ^{bA}	30,16 ^{aA}	26,45^A
120	25,04 ^{aA}	23,08 ^{aA}	28,53 ^{aA}	25,55^{AB}
MÉDIA	27,29^a	25,88^a	22,61^b	
CV (%)	14,36			

a,b, letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam valores que diferem estatisticamente entre si (P<0,05) pelo teste Tukey

Tabela 14- Valores médios das perdas de peso por gotejamento (PPG) da após cocção carne bovina congelada à -18°C

FORMA				
TEMPO	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	MÉDIA
0	1,44	2,07	2,34	1,95^A
30	1,69	2,42	1,77	1,96^A
60	1,16	2,05	1,03	1,41^A
120	1,15	2,15	1,40	1,57^A
MÉDIA	1,36^b	2,17^a	1,63^b	

^{a,b}, letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, indicam valores que diferem estatisticamente entre si ($P < 0,05$) pelo teste t Student

As maiores perdas de peso à cocção foram encontradas para as amostras congeladas em porção de 1,5kg. As perdas de peso à cocção por evaporação aumentaram com os tempos de estocagem, o que condiz com os achados de Bhattacharya *et al.* (1988) e Zapata *et al.* (2006), em que as perdas de peso a cocção aumentaram significativamente com o congelamento.

De acordo com a tabela 15, a média de força máxima de ruptura da carne (WBSF) bovina estudada foi de 6,96Kg para as carnes congeladas na forma de bife e 7,12kg para as carnes congeladas na forma inteira. Baseado em avaliações sensoriais com consumidores, Miller *et al.* (2001) considera como macia uma carne com valores WBSF de até 3,0 Kg, de 3,0-5,7 Kg intermediária, e acima de 5,7 Kg como dura. Johnson *et al.* (1990) considera como maciez aceitável para carne bovina até 5,5 Kg. Belew *et al.* (2003) classificou os músculos bovinos em muito macio (WBSF < 3,2 Kg), macio (3,2 kg < WBSF < 39 kg), intermediário (3,9 kg < WBSF < 4,6 kg) e duro (WBSF > 4,6 Kg), sendo que o músculo *longissimus dorsi* foi classificado como intermediário. Diferenças nos valores de forças de cisalhamento quanto aos limites de maciez pode estar relacionado não somente ao fato dos resultados terem sido obtidos por diferentes laboratórios e por métodos que podem variar consideravelmente, como também se devem considerar diferenças culturais e regionais para a percepção e definição dos limites de uma carne macia (Silva *et al.*, 2007).

Tabela 15- Valores médios de força máxima de ruptura (Kg) da carne bovina (WBSF)

FORMA			
TEMPO	Bife	Inteira	Média
0	7,41	7,34	7,38
30	6,96	7,49	7,22
60	6,50	6,66	6,58
120	6,96	7,00	6,98
Média	6,96	7,12	
CV(%)	12,65		

$P > 0,05$ pelo teste Tukey

Não houve diferença significativa entre os tempos de estocagem e entre as formas para maciez da carne bovina. Comparando carnes frescas com carnes congelada, Smith *et al.* (1969), Khan & Lentz (1976) e Fernández *et al.* (2007) também não encontraram diferenças significativas para maciez da carne bovina, enquanto que Shanks *et al.* (2002), Farouk *et al.* (2003) e Solomon *et al.* (2008), encontraram menores valores de força de cisalhamento para carne bovina congelada. No entanto, Lagerstedt *et al.* (2008) e Farag *et al.* (2009) registraram maior maciez para carne bovina resfriada em relação à carne congelada.

4.6-Composição centesimal após cocção

Foi analisada também a composição centesimal das amostras após cocção. Comparando os dados das tabelas de composição das amostras cruas com as tabelas 16, 17, 18 e 19 (composição das amostras após cocção) observa-se uma diminuição do teor de umidade, provocado pelas perdas por evaporação durante a cocção, o que provoca um aumento na porcentagem dos outros constituintes.

Tabela 16 – Caracterização da composição centesimal (umidade) carne bovina após cocção

TEMPO	FORMA			
	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	Média
0	60,85	66,39	63,86	63,70
30	61,34	60,08	62,45	61,29
60	60,78	61,02	63,35	61,71
120	62,24	62,73	61,67	62,21
Média	61,30	62,55	62,83	-
CV(%)	4,68			

P>0,05 pelo teste Tukey

Tabela 17 – Caracterização da composição centesimal (proteína) carne bovina após cocção

TEMPO	FORMA			
	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	Média
0	30,11	26,58	27,91	28,20
30	29,44	29,71	29,00	29,39
60	29,97	29,68	29,12	29,59
120	29,81	29,30	30,50	29,87
Média	29,83	28,82	29,13	-
CV(%)	7,51			

P>0,05 pelo teste Tukey

Tabela 18 – Caracterização da composição centesimal (lipídios pelo método Soxhlet) da carne bovina após cocção

FORMA				
TEMPO	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	Média
0	6,92	5,38	6,43	6,24
30	6,98	7,66	6,43	7,02
60	6,48	6,82	4,63	5,98
120	5,79	6,01	5,21	5,67
Média	6,54	6,47	5,68	-
CV(%)	39,20			

P>0,05 pelo teste t Student

Tabela 19 – Caracterização da composição centesimal (cinzas) da carne bovina após cocção

FORMA				
TEMPO	Moído	Bife	Porção 1,5Kg	Média
0	2,13	1,66	1,80	1,86
30	2,24	2,56	2,12	2,30
60	2,78	2,49	2,90	2,72
120	2,17	1,96	2,63	2,25
Média	2,33	2,17	2,36	-
CV(%)	32,35			

P>0,05 pelo teste t Student

4.7- Quantificação da oxidação lipídica

De acordo com a figura 4 e os dados da tabela 20, observa-se um aumento na taxa de oxidação lipídica para as formas moída e bife ao longo dos 120 dias de estocagem sob congelamento. Stika *et al.* (2007) observou um aumento significativo nos valores de TBA da carne bovina com o aumento do tempo de estocagem sob congelamento a -29°C. Segundo Igene *et al.* (1979), os valores de TBA para carne bovina, pelo método de destilação, aumentou de 0,27 no dia zero para 0,31 com 8 meses e 0,41 aos 13 meses de estocagem congelado. Os valores de TBA encontrados no experimento estavam abaixo do limite de detecção para rancidez de 1 a 2 como delineado por WATTS (1962).

Tabela 20- Valores médios da quantificação da oxidação lipídica (mg malonaldeído/ Kg amostra) da

carne bovina fresca e congelada à -18°C

TEMPO	FORMA					
	Moído	CV(%)	Bife	CV(%)	Porção 1,5Kg	CV(%)
0	0,25 ^B	40,0	0,19 ^B	31,6	0,21 ^A	52,4
30	0,40 ^{AB}	27,5	0,30 ^{AB}	20,0	0,27 ^A	22,2
60	0,52 ^{AB}	40,4	0,38 ^{AB}	34,2	0,36 ^A	11,1
120	1,49 ^A	57,0	0,61 ^A	29,5	0,47 ^A	36,1

^{A,B,C} letras maiúsculas nas colunas indicam valores que diferem estatisticamente entre si (P<0,05) pelo Friedman test

Figura 4- Evolução da oxidação lipídica da carne bovina durante estocagem à -18°C

Apesar de não ter sido significativo, a forma moída apresentou maior quantidade de TBA que as formas bife e inteira. Ziauddin (1993), ao estudar o efeito da estocagem sob congelamento (-15 ± 3°C) nas características da carne de búfalo, também observou que a carne moída apresentou maiores valores de TBA que os cortes (500-600g). Segundo este autor isto se deve provavelmente ao aumento da taxa de autooxidação dos lipídios no tecido pela redução do tamanho e mudanças das membranas da carne.

4- CONCLUSÕES

A composição da carne bovina, a capacidade de retenção de água, as perdas de suco no descongelamento e a

maciez não foram afetadas pela estocagem sob congelamento a -18°C , sendo que a carne moída, comparada às demais formas, apresentou uma capacidade de retenção de água teórica maior e menores perdas de suco no descongelamento.

Entretanto, houve um aumento nas perdas de peso à cocção e na oxidação lipídica, sendo que os maiores valores de TBA foram encontrados para carne moída.

REFERÊNCIAS

ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; GERRARD, D. E.; MILLS, E. W.; *Principles of meat science*. 4ª ed. Kendall/Hunt, Iowa, 2001. 354p.

AGROSTAT. Ministério da Agricultura. AgroStat Brasil. SRI - Exportação do Agronegócio - Exportações por Produto. Exportação Brasileira do Agronegócio Disponível em: http://extranet.agricultura.gov.br/primeira_pagina/extranet/AGROSTAT.htm Acesso: 07 out 2008.

AJUYAH, A. O.; FENTON, T. W.; HARDINI, R. T.; SIM, J. S. Measuring lipid oxidation volatiles in meat. *J. Food Sci.*, v. 58, n. 2, p. 270-273, 1993

ANADÓN, H. L. S. Biological, nutritional and processing factors affecting breast meat quality of broilers. 2002. 171f. Thesis (Doctor of Philosophy in Animal and Poultry Sciences) – Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University.

BELEW, J. B.; BROOKS, J. C.; MCKENNA, D. R.; SAVELL, J. W. Warner–Bratzler shear evaluations of 40 bovine muscles. *Meat Sci.*, v.64, p.507-512, 2003

BHATTACHARYA, M.; HANNA, M. A.; MANDIGO, R. W. Effect of frozen storage conditions on yields, shear strength and color of ground beef patties. *J. Food Sci.*, v. 53, n. 3, p.696-700, 1988

BLISKA, F. M. M. Perspectivas de demanda para o mercado de carne embalada. IN: SEMINÁRIO E WORKSHOP “Preservação e acondicionamento de carne bovina in natura”. Centro de tecnologia de carnes – ITAL. Campinas, 1997

BORGES, A. S.; ZAPATA, J. F. F.; GARRUTI, D. S.; *et al.* Medições instrumentais e sensoriais de dureza e suculência na carne caprina. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, v. 26, n. 4, p. 891-896, 2006

BRACKEBUSCH, S. A.; MCKEITH, F. K.; CARR, T. R.; MCLAREN, D. G.; Relationship between longissimus composition and the composition of other major muscles of the beef carcass. *J. Anim. Sci.*, v. 69, p. 631-640, 1991

BRASIL. Ministério da Agricultura. Portaria n.612. de 5 de outubro de 1989. Oficializa o Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n.20. de 21 de julho de 1999. Oficializa os Métodos Analíticos Físico-Químicos, para Controle de Produtos Cárneos e seus Ingredientes - Sal e Salmoura.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa n.83. de 21 de novembro de 2003. Aprova os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Bovina em Conserva (*corned beef*) e Carne Moída de Bovino.

BUENO, P. H. S.; OLIVEIRA, A. L.; MACHADO, M. M. Efeitos da irradiação gama e do tipo de embalagem sobre a oxidação lipídica em peito de frango. *Rev. Hig. Alim.*, v. 21. n. 150. 2006

CAMPAÑONE, L. A.; ROCHE, L. A.; SALVADORI, V. O.; MASCHERONI, R. H. Structural studies on unpackaged foods during their freezing and storage. *J. Food Sci.*, v. 71, n. 5, p. E218-E226, 2006

CECCHI, H. M.; *Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos*. 2ª ed. Unicamp: Campinas, 2003. 207 p.

CHAMBERS, E. IV.; BOWERS, J. R. Consumer perception of sensory qualities in muscle foods. *Food Technol.*, v. 47, n. 11, p. 116-120, 1993.

CHEFTEL, J.C.; CHEFTEL, H.; BESANÇON, P. *Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos*. v. 2. Zaragoza, 1983. 404p.

FARAG, K. W.; LYNG, J. G.; MORGAN, D. J.; CRONIN, D. A. Effect of low temperatures (-18 to +5°C) on the texture of beef lean. *Meat Sci.*, p.249-254, 2009

FAROUK, M. M.; WIELICZKO, K. J.; MERTS, I. Ultra-fast freezing and low storage temperatures are not necessary to maintain the functional properties of manufacturing beef. *Meat Sci.*, v.66, p.171-179, 2003

FELÍCIO, P.E. Qualidade da carne bovina: características físicas e organolépticas. IN: XXXVI REUNIÃO ANUAL DA SBZ, 1999, Porto Alegre. *Anais*. Rio Grande do Sul: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

FENNEMA, O.; WINGER, R. J. Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at -3 or 15°C. *J. Food Sci.*, v. 41, p. 1433-1438, 1976

FERNÁNDEZ, P. P.; SANZ, P. D.; MOLINA-GARCÍA, A. D.; *et al.* Conventional freezing plus high pressure-low temperature treatment: physical properties, microbial quality and storage stability of beef meat. *Meat Sci.*, v.77, p.616-625, 2007

FERREIRA, R. C. Desafios para o Brasil: A competitividade da carne bovina na União Européia. *Revista de Política Agrícola*, ano XIV, n. 3, p. 33-42, 2005. Disponível na internet via http://www.embrapa.br/publicações/tecnico/revista_agricola/ Capturado em 04 de abril de 2008.

FORREST, J.C., ABERLE, E.D., HEDRICK, H.B., JUDGE, M.D., MERKEL, R.A. *Fundamentos de ciencia de la carne*. Zaragoza: Acribia, 1979. 363p.

GOKALP, H. Y.; OCKERMAN, H. W.; PLIMPTON, R. F., *et al.* Effect of different packaging on objective quality characteristics of frozen and stored cow beef. *J. Food Sci.*, v. 43, p. 297-300, 1978

GONZALEZ-SANGUINETTI, S.; AÑON, M. C.; CALVELO, A. Effect of thawing rate on the exudate production of frozen beef. *J. Food Sci.*, v.50, p. 697- 700, 1985

GRAY, J. I., GOMAA, E. A., BUCKLEY, D. J. Oxidative quality and shelf life of meats. *Meat Sci.*, v.43, S111–S123, 1996

HAMM, R. *Biochemistry of meat hydration*. Advances in Food Research Cleveland, v.10, n2, p.335-443, 1960.

HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; *et al.* *Principles of meat science*. 3ªed. Iowa, 1989, 354 p.

HERNÁNDEZ, A. J. R. *Efecto del método de congelamiento sobre las características fisicoquímicas y organolépticas de la carne de pechuga de pollo*. 2005. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciências da indústria pecuária)- Universidade de Porto Rico

IBGE. Rebanho bovino brasileiro ultrapassa os 200 milhões e se mantém como o maior do mundo. Disponível na internet via [http: http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=499&id_pagina=1](http://www1.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=499&id_pagina=1)

IGENE, J. O.; PEARSON, A. M.; MERKEL, R. A.; COLEMAN, T. H. Effect of frozen storage time, cooking and holding temperature upon extractable lipids and tba values of beef and chicken. *J. Anim. Sci.*, v. 49, n. 3, p. 701-707, 1979

JOHNSON, D. D.; HUFFMAN, R. D.; WILLIAMS, S. E.; HARGROVE, D. D.; Effects of percentage Brahman and Angus breeding, age-season of feeding and slaughter end point on meat palatability and muscle characteristics. *J. Anim. Sci.*, v. 68, p. 1980-1986, 1990

KHAN, A. W.; LENTZ, C. P. Effects of freezing, thawing and storage on some quality factors for portion-size beef cuts. *Meat Sci.*, V. 1, p. 262- 270, 1977

LAGERSTEDT, A.; ENFALT, L.; JOHANSSON, L.; LUNDSTROM, K. Effect of freezing on sensory quality, shear force and water loss in beef *M. longissimus dorsi*. *Meat Sci.*, p.1-5, 2008

LAWRIE, R. A. *Ciência da carne*. 6ª ed. Porto alegre, 2005.384p.

MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; MOLETTA, J. L.; *et al.* Características físico-químicas da carcaça e da carne de novilhas submetidas ao anestro cirúrgico ou mecânico terminadas em confinamento. *R. Bras. de zootec.*, v. 35, n. 4, p.1514-1522, 2006.

MILLER, M. F.; CARR, M. A.; RAMSEY, C. B.; *et al.* Consumer thresholds for establishing the value of beef tenderness. *J. Anim. Sci.*, v. 79, p. 3062-3068, 2001

MONTEIRO, A. F. F.; BRAGA, M. E. D.; MATA, M. E. R. M. C. Congelamento de carne suína a temperaturas criogênicas: alterações de algumas características físico-químicas *Rev. Bras. Prod. Agroind.*, v.4, n.1, p.51-62, 2002.

NGAPO, T. M.; BARBARE, I.H.; REYNOLDS, J.; MAWSON, R. F. Freezing and thawing rate effects on drip loss from samples of pork. *Meat Sci.*, v.53, p. 149-158, 1999

OLIVEIRA, A. L. Maciez da carne bovina. *Cad. Téc. Vet. Zootec.*, n.33, p. 7-18, 2000.

OLIVEIRA, A. L.; BUENO, P. H. S.; MACHADO, M. M. Efeitos da radiação gama sobre a força de cisalhamento e perdas de peso ao cozimento de peito de frango. *Rev. Hig. Alim.*, v. 21, n. 150, 2006

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. G. Teste de tba aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. *Quim. Nova*, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005. Disponível na internet via [http: http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n4/25114.pdf](http://www.scielo.br/pdf/qn/v28n4/25114.pdf). Capturado em 04 de outubro de 2007.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. *Ciência, Higiene e Tecnologia da carne*. 2ª ed. Goiânia: CEGRAF- UFG/ Niterói: EDUFF, 2006. 624p.

PEARSON, A. M.; TAUBER, F. W.; *Processed meats*. 2ª ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1984, 427 p.

PENSEL, N. The future of red meat in human diets. *Nutr. Abs. Rev.*, (Series A), v.68, n.1, p.1-4, 1998.

PEREIRA, A. V.; ROMANELLI, P. F.; SCRIBONI, A. B.; BARBOZA, S. R. *et al.* Estudo de estabilidade sob armazenamento da carne de ema (*Rhea americana*). *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 26, n.2, p. 283-289, 2006

PETROVIC, L.; GRUJIC, R.; PETROVIC, M. Definition of the optimal freezing rate- 2. Investigation of the physico-chemical properties of beef *M. longissimus dorsi* frozen at different rates. *Meat Sci.*, v.33, p. 319-331, 1993

PIRES, I. S. C.; ROSADO, G. P.; AZEVEDO, R. M. C. *et al.* Composição centesimal, perdas de peso e maciez de lombo (*longissimus dorsi*) suíno submetido a diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento. *Rev. Nutr.*, vol. 15, n.2, Campinas, Maio/Agosto de 2002

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S. *The science of meat and meat products*. 2ª ed; W. H. Freeman and company, 1971. 660p.

POWELL, V. H.; DICKINSON, R. F.; SHORTHOSE, W. R.; JONES, P. N. Consumer assessment of the effect of electrical stimulation on the colour and colour stability of semimembranosus muscles. *Meat sci.*,v.44, n.3, p.213-223, 1996

PURCHAS, R. W.; AUNGSUPAKORN, R. Further investigations into the relationship between ultimate pH and tenderness for beef samples from bulls and steers. *Meat sci.*, v. 34, n.2, p.163-178, 1993

RAHARJO, S.; SOFOS, J.N. Methodology for measuring malonaldehyde as a product of lipid peroxidation in muscle tissues: a review. *Meat Sci.*, v. 35, p. 145-169, 1993

ROÇA, R. O. *Congelamento*. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal. UNESP - Campus de Botucatu. 2000. E-mail: robertoroca@fca.unesp.br. Disponível na Internet via <http://puers.campus2.br/~thompson/TPOA-Carne/Roca109.pdf>. Capturado em 12 de abril de 2007.

ROÇA, R. O. *Modificações post-mortem*. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal. UNESP - Campus de Botucatu. 2001. E-mail: robertoroca@fca.unesp.br. Disponível na Internet via <http://dgta.fca.unesp.br/carnes/Artigos%20Tecnicos/Roca105.pdf> Capturado em 5 de junho de 2007.

ROSMINI, M. R., PERLO, F., PEREZ-ALVAREZ, J. A., *et al.* Tba test by an extractive method applied to pate. *Meat Sci.*, v.42, n.1, p. 103-110, 1996.

ROTA, E. L.; OSORIO, M. T. M.; OSORIO, J. C. S.; *et al.* Influência da castração e da idade de abate sobre as características subjetivas e instrumentais da carne de cordeiros Corriedale. *R. Bras. de Zootec.*, v.35, n.6, p.2397-2405, 2006.

SHANKS, B. C.; WULF, D. M.; MADDOCK, R. J.. Technical note: the effect of freezing on warner-bratzler shear force values of beef longissimus steaks across several postmortem aging periods. *J. Anim. Sci.*, v. 80, p.2122-2125, 2002

SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A.; Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante. *Quim. Nova*, v.22, n.1, 1999

SILVA, M. L.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J.; ORTEGA, E. M. M.; Efeito do cozimento na qualidade do músculo *Semitendinosus*. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 27, n.3, p. 441-445, 2007

SMITH, G. C.; CARPENTER, Z. L.; KING, G. T.; Considerations for beef tenderness evaluations. *J. Food Sci.*, v.34, p.612-618, 1969

SOLOMON, M. B.; LIU, M. N.; PATEL, J.; *et al.* Tenderness improvement in fresh or frozen/thawed beef steaks treated with hydrodynamic pressure processing. *J. Food Musc.*, v.19, p.98-109, 2008

SOUZA, C. L.; JOELLE, M. R. S.P.; SILVA, E. C.; OLIVEIRA, R. I. S. R.; Avaliação da qualidade microbiológica e físico-química da carne bovina moída em açougues no municípios de Macapá-AP. *Rev. Hig. Alim.*, v. 14, n. 72, p. 60-65, 2000.

SOUZA, H. B. A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS – AveSui. Florianópolis- SC, 2006

STABLE, MICRO SYSTEMS. User Manual. Textura Analyser Modelo TA-XT2, Vienna court, version 6.10, 1998, 87p.

STIKA, J. F.; XIONG, Y. L.; SUMAN, S. P.; *et al.* Frozen storage stability of antioxidant-treated raw restructured beef steaks made from mature cows. *Meat Sci.*, p. 1-8, 2007.

ULU, H. Evaluation of three 2-thiobarbituric acid methods for the measurement of lipid oxidation in various meats and meat products. *Meat Sci.*, v. 67, p. 683–687, 2004

YU, L. H.; LEE, E. S.; JEONG, J. Y. *et al.* Effects of thawing temperature on the physicochemical properties of pre-rigor frozen chicken breast and leg muscles. *Meat Sci.*, v. 71, p. 375–382, 2005

ZAPATA, J. F. F.; ANDRADE, A. A.; ASSUNÇÃO, G. B. *et al.* Avaliação preliminar do armazenamento em congelamento sobre a qualidade da carne de peito de frangos de dois tipos genéticos. *Braz. J. Food Tech.*, v.9, n.3, p. 185-191, jul./set. 2006

ZEN, S. A cadeia da carne bovina no Brasil. Professor da Esalq/USP; e-mail: gscbarro@pacu.esalq.usp.br. Artigo publicado em 20/06/00. Disponível na internet via <http://www23.sede.embrapa.br:8080/aplic/rumos.nsf/>

f7c8b9aeabc42c8583256800005cfec7/d2a63b479fd1e45d8325690400523d93?OpenDocument.
Capturado em 17/07/2007.

ZIAUDDIN, K. S. Effect of freezing, thawing and frozen storage on physico-chemical and sensory characteristics of buffalo meat. *Meat Sci.*, v. 35, p. 331-340, 1993

WATTS, B. M. Foods: Lipids and their oxidation. In: SCULTZ, H. M.; DAY, E. A.; SINNHUBER, R. O. *Meat products*. AVI publ. co., Westport, p.202-214,1962

WITTE, V. C., KRAUSE, G. F. e BAILEY, M. E. A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid values of pork and beef during storage. *J. Food Sci.*, v.35, n. 1, p.582-585, 1970.

ANEXO 1

Teores médios de lipídios(%) e seus respectivos desvios padrão (DP) da carne bovina congelada à -18°C

Tempo	Forma	Butirômetro		Soxhlet	
		Média	D.P.	Média	D.P.
0	1	3,75	1,84	5,07	2,79
0	2	3,15	3,04	4,66	2,95
0	3	4,45	2,85	6,13	2,48
30	1	2,93	1,63	3,60	1,55
30	2	3,70	0,81	4,33	1,17

30	3	3,92	3,25	5,25	4,10
60	1	3,47	1,06	3,35	0,96
60	2	4,3	3,39	4,30	3,06
60	3	3,08	1,96	3,18	2,04
120	1	4,51	1,61	4,30	1,40
120	2	6,10	3,29	6,56	2,94
120	3	4,16	1,32	4,56	1,14

Forma 1- moído, 2- bife, 3-inteiro