

ORIGINAL | ORIGINAL

# Composição centesimal, perdas de peso e maciez de lombo (*longissimus dorsi*) suíno submetido a diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento<sup>1</sup>

## *Proximate analysis, weight losses and tenderness of pork loin (**longissimus dorsi**) submitted to different freezing and thawing treatments*

Ivy Scorzi Cazelli PIRES<sup>2</sup>

Gilberto Paixão ROSADO<sup>3</sup>

Raquel Monteiro Cordeiro de AZEREDO<sup>3</sup>

Mariana Braga NEVES<sup>4</sup>

Lucilene Soares MIRANDA<sup>5</sup>

### RESUMO

Foram avaliadas a composição centesimal, as perdas de peso e a maciez de porções de carne suína (*Longissimus dorsi*) grelhadas, submetidas a dois períodos de estocagem (15 e 60 dias) e descongeladas a 7°C e 25°C. Constatou-se que os bifes contendo teores mais elevados de umidade correspondem aos tratamentos com 15 dias de estocagem congelada e descongelamento a 7°C (59,54%) e com 60 dias de estocagem congelada combinada com descongelamento a 25°C (60,51%). Amostras armazenadas durante 60 dias apresentaram maior teor de minerais (5,58%) em relação àquelas estocadas por 15 dias (4,51%) (análise realizada em amostras grelhadas e pré-salgadas). Os teores de proteína e lipídios e a maciez não foram afetados por quaisquer dos procedimentos. A utilização de 25°C para o descongelamento ocasionou maiores perdas de peso (40,19%) que 7°C (33,17%). Os resultados do presente estudo sugerem a aplicação de períodos curtos de estocagem congelada e descongelamento sob resfriamento.

**Termos de indexação:** carne, suínos, composição centesimal, estocagem congelada, descongelamento, maciez.

<sup>1</sup> Trabalho elaborado a partir da dissertação de mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos de I.S.C.PIRES. “Avaliação da composição centesimal e da maciez de porções de carne suína e bovina, submetidas a diferentes tratamentos de congelamento, descongelamento e cocção”. Universidade Federal de Viçosa, 2000. 74p.

<sup>2</sup> Doutoranda do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa. Av. P.H. ROLFS, s/n, 36571-000, Viçosa, MG, Brasil. Correspondência para/Correspondence to: I.S.C.PIRES. E-mail: ds29732@correio.cpd.ufv.br

<sup>3</sup> Departamento de Nutrição e Saúde, Universidade Federal de Viçosa.

<sup>4</sup> Curso de Nutrição, Universidade Federal de Viçosa.

<sup>5</sup> Doutoranda do Curso de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

## ABSTRACT

*This paper evaluated the proximate analysis, the weight losses and the tenderness of grilled pork loin (Longissimus dorsi) chops, submitted to two periods of storage (15 and 60 days) and thawed at 7°C or 25°C. The higher contents of moisture were found in the pork loin samples kept frozen for 15 days and thawed at 7°C (59.54%) and in the ones kept frozen for 60 days with thawing at 25°C (60.51%). Samples stored for 60 days presented higher minerals contents (5.58%) in relation to those stored for 15 days (4.51%) (the analysis was carried out with grilled and pre-salted portions). The different treatments did not influence the lipids and protein contents and the tenderness of the pork loin chops. The use of 25°C for the thawing caused greater weight losses (40.19%) than 7°C (33.17%). The results of the present study suggest the application of short periods of frozen storage and thawing in the refrigerator.*

**Index terms:** meat, swine, proximate analysis, frozen storage, thawing, tenderness.

## INTRODUÇÃO

O elevado teor nutritivo e os atributos sensoriais da carne fazem com que este alimento, incluindo aves e pescados, ocupe importante lugar na mesa das populações. Do ponto de vista nutricional, a sua presença na dieta é muito importante por constituir fonte de proteínas de alto valor biológico, de ferro e de vitaminas do complexo B (Pardi *et al.*, 1995). Entretanto, este valor nutritivo pode ser alterado, pois, durante as etapas de congelamento, descongelamento e cortes (conhecidas como operações de pré-preparo), ou durante a cocção (operação de preparo), as carnes perdem expressivas quantidades de sucos, os quais podem carrear nutrientes hidrossolúveis. Além disso, tais perdas resultam em redução de peso das porções (Cheftel *et al.*, 1989).

Nas etapas de pré-preparo e preparo, tanto as perdas de nutrientes como as de peso são significativas e merecem ser avaliadas. No primeiro caso, as perdas, ocorridas em função das técnicas operacionais utilizadas, podem orientar a adoção de procedimentos para minimizar a redução no valor nutritivo das preparações. Já no segundo caso, as diminuições de peso apresentam evidente interesse econômico, visto que o grupo das carnes costuma representar aproximadamente 50% do custo total de uma refeição. Tais perdas são

especialmente sentidas em Unidades de Alimentação e Nutrição (UAN), locais onde a sua importância se correlaciona diretamente com o número de refeições servidas. As estimativas de perdas ponderais orientam a previsão de valores brutos de *per capita*, imprescindíveis para ter os custos sob controle e evitar rotineiras compras extras (Cazelli, 2000).

A qualidade de atendimento de uma UAN se expressa pelo cumprimento de vários fatores, entre os quais o fornecimento de porções suficientes e não só com características sensoriais que satisfaçam à clientela, mas também com valor nutritivo adequado. Aspectos como suculência, maciez, cor e sabor influenciam a sua aceitação pelos consumidores. No caso de produtos cárneos como, por exemplo, carnes cozidas, a maciez e suculência constituem as características sensoriais mais relevantes na sua avaliação.

Uma das propriedades funcionais apresentadas pelas proteínas musculares é a capacidade de retenção da água (CRA), muito importante por determinar vários fatores em carnes cozidas. Esta característica se refere à capacidade da carne de reter sua própria água durante a aplicação de forças externas, como cortes, aquecimento, trituração e prensagem (Judge *et al.*, 1989). De acordo com os mesmos autores, quanto maior a CRA, maior a suculência das carnes, com aumento da percepção sensorial de

maciez. Ela influencia o valor econômico e nutricional destes alimentos, pois sua diminuição ocasiona prejuízos durante o armazenamento, o transporte e a comercialização, gerando menor rentabilidade, e acarreta perdas de nutrientes hidrossolúveis. Proteínas, peptídeos, aminoácidos, ácido lático, purina, vitaminas do complexo B e vários outros elementos podem ser perdidos durante o processo de exsudação (Cheftel *et al.*, 1986).

As proteínas miofibrilares respondem por 75% da CRA (Judge *et al.*, 1989). Assim, qualquer elemento que as afeta também produz efeitos sobre a CRA. Vários fatores podem agir sobre a CRA em carnes, entre os quais os mais comuns são o pH, o estado de contração muscular e a desnaturação das proteínas miofibrilares.

Variações no pH influenciam a CRA devido ao fato de, quando próximo do ponto isoelétrico, os balanços de cargas positivas e negativas poderem se igualar, neutralizando as cargas das proteínas e impedindo a ligação com a água. Em valores de pH distantes do ponto isoelétrico ocorre o inverso (Araújo, 1995).

Também se verifica a influência do pH em análises de carnes de animais susceptíveis ao estresse, denominadas carnes do tipo PSE (*pale, soft, exsudative* ou carnes pálidas, macias e exsudativas). Estes animais, quando em condições estressantes, apresentam sistemas circulatório e respiratório deficientes e, após o abate, as reservas de oxigênio são mínimas e rapidamente se esgotam. Neste contexto, o músculo recorre ao mecanismo anaeróbico para a obtenção de energia, ocasionando queda de pH muscular, que, associada a altas temperaturas, provoca a desnaturação das proteínas miofibrilares, afetando a CRA. Em carnes de animais resistentes ao estresse, denominadas carnes do tipo DFD (*dark, firm and dry*, ou seja, escura, firme e seca), a CRA não é alterada, pois o pH situa-se próximo ao ponto fisiológico e as proteínas permanecem intactas (Pardi *et al.*, 1995).

O estado de contração das miofibrilas também age sobre a CRA, pois quanto mais

contraído estiver o sarcômero, menor a disponibilidade de espaço e de sítios de ligação para a acomodação das moléculas de água, devido à formação do complexo de actomiosina (Fennema, 1993).

Cerca de 70% de toda a água presente na carne fresca localiza-se entre as miofibrilas (espaços interfibrilares do tecido muscular), 20% no sarcoplasma e 10% no tecido conjuntivo. As proteínas sarcoplasmáticas seriam responsáveis por apenas 3% a 5% da capacidade total de retenção de água (Sgarbieri, 1996). Porém, a desnaturação de proteínas, seja pelo calor, seja pelo frio (durante o congelamento ou armazenamento sob congelamento), pode alterar os espaços interfibrilares do tecido muscular, podendo provocar uma diminuição na CRA das carnes (Shenouda, 1980; Sgarbieri, 1996). Além disso, a desnaturação é responsável por mudanças na estrutura e carga das proteínas, também causando redução da CRA (Fennema, 1993).

Leander *et al.* (1980) relatam que, com o aumento da temperatura, ocorre encurtamento dos sarcômeros das fibras musculares, forçando a saída dos fluidos e ocasionando as chamadas "perdas pela cocção".

A desnaturação das proteínas miofibrilares também pode ocasionar diminuição da maciez, porém a maioria dos trabalhos somente relatam a influência de altas temperaturas neste processo. De acordo com Fennema (1993), a cocção pode influenciar positiva ou negativamente a maciez, pois quando realizada em altas temperaturas, pode desnaturar as proteínas miofibrilares, mas, por outro lado, pode solubilizar o colágeno, tornando a carne mais macia.

Parece haver um intervalo crítico de temperatura interna no qual as proteínas miofibrilares são desnaturadas. Segundo evidências, quanto mais tempo a carne for mantida neste intervalo (70-80°C), maior será o efeito de endurecimento da actomiosina. Parece de fundamental importância que cortes contendo pequena proporção de tecido conjuntivo devam ser cozidos rapidamente a uma temperatura

interna abaixo de 70°C, a fim de se evitar o endurecimento miofibrilar (Sgarbieri, 1996).

O cozimento úmido, por longo período de tempo e em baixa temperatura, parece ser de grande importância em cortes contendo maior quantidade de tecido conjuntivo, devido à solubilização do colágeno, tendendo a aumentar a maciez da carne (Fennema, 1993).

Apesar de todos os aspectos mencionados acima serem importantes, são escassos os estudos conduzidos com o objetivo de avaliar procedimentos adotados em Unidades de Alimentação e Nutrição e seus efeitos sobre a qualidade dos alimentos cárneos, o que aponta para a necessidade de se dirigir a pesquisa para propósitos de interesse coletivo, seja do ponto de vista nutricional, financeiro ou sensorial.

Contribuindo para preencher esta lacuna, o presente trabalho objetivou avaliar os efeitos de diferentes tratamentos - envolvendo condições de estocagem sob congelamento e temperaturas de descongelamento - sobre preparações de carne suína, especificamente em relação às variações de composição centesimal, peso e força de cisalhamento (maciez) apresentadas pelos cortes.

## **MATERIALE MÉTODOS**

Foram utilizados seis músculos *Longissimus dorsi* extraídos da carcaça direita de seis suínos machos castrados "meio sangue" Large White x Landrace, de cinco meses de idade. Após o abate dos animais, foi efetuada a divisão em meias carcaças. A desossa e a realização dos cortes primários ocorreu após 24 horas de resfriamento das meias carcaças. Músculos de três animais (extraídos entre a primeira e a décima terceira vértebras torácicas) foram usados para a avaliação da composição centesimal e das perdas de peso, e três outros, para a análise da força de cisalhamento; em ambos os casos foi retirada uma amostra de cada um dos três animais abatidos, totalizando três repetições para cada tratamento.

Os músculos de *Longissimus dorsi* de cada animal, após a remoção do excesso do tecido conectivo superficial, foram cortados em bifés de aproximadamente 100 g e 1 cm de espessura.

Os bifés foram refrigerados, após serem embalados em sacos de polietileno, e, ao final, foram transportados em caixas de isopor para serem congelados à temperatura de - 18°C. As amostras acondicionadas e embaladas foram distribuídas dentro de congelador vertical, de forma a possibilitar a circulação de ar entre elas. Garantiu-se que a temperatura fosse estável durante o período de estocagem de 15 ou 60 dias.

Após o período de estocagem em estudo, as amostras foram levadas ao Restaurante da Universidade Federal de Viçosa e descongeladas à temperatura ambiente (aproximadamente a 25°C) ou em câmara frigorífica, a 7°C. Os bifés descongelados à temperatura ambiente permaneceram 4 horas nesta condição até apresentarem temperatura interna em torno de 20°C, momento em que foram grelhados. No descongelamento efetuado em câmara frigorífica as porções de carne permaneceram 6 horas a 7°C e 1 hora à temperatura ambiente, reproduzindo-se desta forma as etapas seguidas em um Serviço de Alimentação.

A perda de peso total é relativa àquelas causadas pelo descongelamento e pela cocção das porções. A determinação das perdas por descongelamento foi efetuada pela diferença de peso entre as amostras cruas, antes e após a operação.

O peso após o descongelamento foi obtido quando as amostras apresentavam temperatura interna de aproximadamente 20°C.

As perdas pela cocção foram calculadas pela diferença de peso entre as porções, antes e após a operação.

Os bifés descongelados foram salgados utilizando-se imersão em salmoura, segundo rotina do Restaurante Universitário, na proporção de 1,5 g de sal/30 mL de água para cada um. Após a salga, eles foram grelhados em chapas

pré-aquecidas a 300°C, em equipamento a gás, durante cinco minutos.

Três bifes foram colocados, no mesmo instante, na chapa pré-aquecida, sendo cada face exposta ao calor da chapa durante metade do tempo total determinado.

Todas as análises de composição centesimal foram realizadas nas porções de carne após a imersão em salmoura e após a cocção.

A determinação de umidade foi realizada, em triplicata, colocando-se as amostras, após trituração, em estufas a 105°C até que obtivessem peso constante, conforme metodologia proposta pelo Instituto Adolfo... (1985).

Os teores de proteína foram determinados, em triplicata, pelo método semi-micro-*Kjeldahl* (Association of Official..., 1984). Determinou-se o nitrogênio total das amostras e utilizou-se o fator 6,25 para a conversão deste em proteína total.

O teor de lipídios foi identificado, em triplicata, pelo método intermitente de *Soxhlet*, após secagem das amostras em estufa (Association of Official..., 1984).

O teor de minerais foi quantificado, em triplicata, por meio de incineração, a 600°C, em mufla (Association of Official..., 1984).

A força de cisalhamento da carne suína foi analisada após as combinações dos seguintes tratamentos: congelamento (15 ou 60 dias) X descongelamento (7 ou 25°C) X cocção (3 ou 5 minutos). Para a realização da análise utilizou-se o texturômetro *Texture Analyser TA - XT2i*, acoplado com lâmina *Warner Bratzler* de 10 cm de comprimento, 7 cm de largura e 3 mm de espessura (Mooler, 1980; Bouton & Harris, 1981; Pohlman *et al.*, 1997).

As amostras foram obtidas pela subdivisão de uma porção de aproximadamente 100 g de *Longissimus dorsi* suíno cortado em peças de 3 cm de largura, 1 cm de espessura e 2,5 cm de comprimento.

Três velocidades foram estipuladas para a mensuração da força de cisalhamento. A primeira,

chamada de pré-teste, foi aquela utilizada no tempo anterior ao contato entre a lâmina e a amostra, estipulada em 5 mm/seg. A velocidade de teste propriamente dita foi usada enquanto a lâmina percorria a peça de carne, sendo estabelecida em 2 mm/seg. A última, denominada de velocidade do pós-teste (5 mm/seg), correspondeu ao tempo que a lâmina, após percorrer a porção, levou para retornar ao ponto de origem. O aparelho foi programado para percorrer uma distância total de 30 mm (ao final das três fases do procedimento). Os resultados obtidos pelo "*Software Texture Analyser*" foram expressos em kg.

A força de cisalhamento foi tomada perpendicularmente à orientação das fibras musculares, utilizando-se seis replicatas para cada bife (amostra) (Mooler, 1980; Bouton & Harris, 1981).

Os resultados foram analisados a partir das médias destas seis replicatas. O método se baseia no pressuposto de que, quanto maior a força utilizada, menor a maciez estimada, e vice-versa.

Para a avaliação da composição centesimal e das perdas de peso de porções grelhadas durante 5 minutos, utilizou-se esquema fatorial (2X2) + 1 (dois tempos de armazenagem e duas temperaturas de descongelamento), segundo delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Amostras controle (bifes sem congelamento prévio, grelhados por cinco minutos) foram usadas para comparações.

Para a análise da força de cisalhamento (maciez), o experimento foi conduzido através de um esquema fatorial (2 X 2 X 2) + 2 (dois tempos de armazenagem: 15 e 60 dias; duas temperaturas de descongelamento: 7°C e 25°C; e dois tempos de cocção: 3 e 5 minutos), segundo delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Foram usadas amostras controle provenientes dos mesmos animais utilizados nos testes para comparações posteriores com os diversos tratamentos do experimento, representadas por: (1) porções sem congelamento prévio, grelhadas durante três minutos (temperatura final média de

73,6°C) e (2) porções sem congelamento prévio, grelhadas durante cinco minutos (temperatura final média de 75,05°C).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Quando a interação entre os fatores era significativa a 5% de probabilidade, ela era desdobrada, analisando-se uma variável dentro dos níveis de outro fator, através do teste de *Tukey*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 resume a Análise de Variância da composição centesimal e das perdas de peso de porções de carne suína, decorrente das diversas fontes de variação e suas interações.

Os testes de médias só foram realizados nos efeitos principais quando nenhuma das interações foi significativa. Quando houve interações significativas, estas foram submetidas à análise pelos testes de média.

Observou-se que os teores de umidade e minerais em porções de carne suína foram afetados pelos diferentes tratamentos estudados, assim como a perda de peso total ( $P < 0,05$ ) (Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente).

Os tempos de estocagem congelada combinados com determinadas temperaturas de descongelamento influenciaram significativamente o teor de umidade final das amostras. Assim, as combinações 15 dias e 7°C e 60 dias e 25°C

resultaram em amostras com teores de umidade mais elevados, 59,54% e 60,51% respectivamente (Tabela 2).

O fato de as porções descongeladas a 7°C e estocadas por maior tempo apresentarem menor teor de umidade talvez possa ser explicado por trabalhos de Shenouda (1980), nos quais ele relata que a desnaturação protéica pode ocorrer em baixas temperaturas, durante o congelamento ou armazenamento de alimentos congelados. Segundo este autor, isto é decorrente da perda de água das moléculas de proteína para a formação de cristais de gelo, o que causa a formação de agregados entre a miosina e a actina ou a desestruturação das estruturas secundária e terciária das proteínas sarcoplasmáticas, resultando em desnaturação parcial desta última proteína, em baixas temperaturas. Tanto o fenômeno de agregação como o da desnaturação têm como consequência a impossibilidade de reabsorção total da água durante o descongelamento, ocorrendo perda de exsudato. Tejada *et al.* (1996), Careche *et al.* (1998) e Del Mazo *et al.* (1999), afirmam ser a agregação da miosina e actina dependente do tempo de estocagem.

Talvez não tenha sido possível se verificar o efeito do tempo de armazenamento sobre o teor de umidade nas porções descongeladas a 25°C, pois esta temperatura pode ter propiciado a ocorrência de recristalização. Este fenômeno favorece a formação de novos cristais de gelo,

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância dos teores de umidade, proteína, lipídios e minerais e de perda de peso total em porções de carne suína.

FV	GL	QM				
		Umidade	Proteína	Lipídios	Minerais	Perda peso total
Descongelamento	1	8,4935*	0,5461 <sup>ns</sup>	9,5765 <sup>ns</sup>	0,0208 <sup>ns</sup>	148,1105*
Congelamento	1	1,5069 <sup>ns</sup>	3,2240 <sup>ns</sup>	0,0065 <sup>ns</sup>	3,4347*	13,4219 <sup>ns</sup>
Congelamento x Descongelamento	1	10,3600*	9,2927 <sup>ns</sup>	0,4408 <sup>ns</sup>	0,3201 <sup>ns</sup>	7,7977 <sup>ns</sup>
Controle x fatorial	1	19,4223*	31,7699 <sup>ns</sup>	30,3882*	3,5917*	9,1410 <sup>ns</sup>
Tratamento	4	9,9457*	11,2082 <sup>ns</sup>	10,1030 <sup>ns</sup>	1,8418*	44,6177 <sup>ns</sup>
Resíduo	10	0,8943	7,0898	5,7934	0,1027	15,6126
CV(%)		1,6100	3,1500	16,2000	6,6700	10,6600

(\*) Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

(<sup>ns</sup>) Não significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

aumentando as reduções de peso em carnes, já que ocasiona rompimento das membranas celulares e perdas de sucos durante o descongelamento (Judge *et al.*, 1989).

Quanto ao teor de minerais, seu valor foi maior em porções armazenadas por 60 dias (5,58%), em comparação com aquelas armazenadas por 15 dias (4,51%) ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). Porém, trabalhos anteriores (Cheftel *et al.*, 1989; Kimura & Itokawa, 1990) relatam a possibilidade de um maior tempo de armazenamento talvez provocar uma maior desnaturação protéica com conseqüente perda de exsudato e alguns nutrientes solúveis como minerais. Além disso, conforme outros estudos, o descongelamento inadequado pode diminuir o teor de ferro em alimentos (Angelis & Ctenas, 1993).

**Tabela 2.** Valores médios de umidade em porções de carne suína, obtidos a partir da interação entre os fatores 'tempo sob congelamento' e 'temperatura de descongelamento'.

Tempo sob congelamento	Umidade(%)	
	Descongelamento	
	7°C	25°C
15 dias	59,54 aA	59,36 aA
60 dias	56,97 bB	60,51 aA

a, b, A, B - Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si, para cada variável, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

**Tabela 3.** Médias e desvios-padrão do teor de minerais em carne suína após diferentes tratamentos.

Tratamentos	Minerais (%) <sup>1</sup>		
	Média <sup>1</sup>	DP*	Média
Sem armazenamento**	3,82	± 0,34	
15 dias armazenadas/ descongelamento 25°C**	4,63	± 0,34	4,51 <sup>b</sup>
15 dias armazenadas/ descongelamento 7°C**	4,39	± 0,09	
60 dias armazenadas/ descongelamento 25°C**	5,38	± 0,25	5,58 <sup>a</sup>
60 dias armazenadas/ descongelamento 7°C**	5,79	± 0,46	

(\*) DP = Desvio-padrão.

(\*\*) Todas as amostras foram grelhadas por 5 minutos.

(a, b) Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

(1) Percentagem em base seca.

A utilização de 25°C para o descongelamento ocasionou maiores perdas de peso (40,19%) que 7°C (33,17%) (Tabela 4). Amostras descongeladas a 25°C talvez não consigam preservar a sua capacidade de retenção de água devido à recristalização. Este fenômeno foi estudado por Judge *et al.* (1989), e, segundo eles relataram, altas temperaturas de descongelamento podem ocasionar maior oportunidade para a formação de novos cristais de gelo, devido à permanência da carne por grandes intervalos de tempo próximo a 0°C (temperatura de equilíbrio, entre a do meio e a temperatura das porções de carne). A recristalização aumenta as reduções de peso em carnes, já que ocasiona rompimento das membranas celulares e perdas de sucos durante o descongelamento.

Os resultados estatísticos dos teores de lipídios e proteínas não foram alterados ( $P > 0,05$ ) após os diferentes tratamentos de congelamento e descongelamento (Tabela 5).

Os resultados estatísticos da análise de variância da força de cisalhamento dos bifes de lombo suíno, considerando-se as diversas fontes de variação e suas interações, demonstram que os diferentes tempos de congelamento, temperaturas de descongelamento e tempos de cocção (3 ou 5 minutos) não afetaram significativamente a força de cisalhamento das amostras ( $P > 0,05$ ) (Tabela 6).

Peças com alta proporção de proteínas miofibrilares, quando aquecidas entre 70 e 80°C, apresentam maior propensão à desnaturação, sendo maior o efeito de endurecimento da actomiosina e a influência sobre a maciez (Sgarbieri, 1996).

Os tempos de cocção não afetaram a força de cisalhamento no presente trabalho. Isto talvez tenha ocorrido em decorrência do fato de os bifes utilizados para o experimento terem permanecido apenas por rápidos períodos em contato com este intervalo crítico de temperatura (a temperatura final das porções grelhadas por 3 e 5 minutos foi de 73,6°C e 75,05°C, respectivamente), não ocasionando efeito significativo sobre o endurecimento da actomiosina (Cazelli, 2000).

**Tabela 4.** Médias e desvios-padrão das perdas de peso em carne suína após diferentes tratamentos.

Tratamento	Perda descongelamento (%)		Perda cocção (%)		Perda peso total (%)		
	Média	DP*	Média	DP*	Média	DP*	Média
Sem armazenamento**	-	-	38,1	± 0,99	38,64	± 0,99	
15 dias armazenadas/ descongelamento 25°C**	7,29	± 1,04	31,0	± 3,11	38,33	± 4,10	40,19 <sup>a</sup>
60 dias armazenadas/ descongelamento 25°C**	8,34	± 3,13	33,7	± 4,00	42,06	± 7,10	
15 dias armazenadas/ descongelamento 7°C**	3,39	± 1,05	29,5	± 1,09	32,92	± 2,07	33,17 <sup>b</sup>
60 dias armazenadas/ descongelamento 7°C**	4,24	± 0,98	29,2	± 1,39	33,42	± 2,33	

(\*) DP Desvio-padrão.

(\*\*) Todas as amostras foram grelhadas por 5 minutos.

(a, b) Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

**Tabela 5.** Médias e desvios-padrão dos teores de proteína e lipídios em carne suína após diferentes tratamentos.

Tratamentos	Proteína (%) <sup>1</sup>		Lipídios (%) <sup>1</sup>	
	Média	DP*	Média	DP*
Sem armazenamento**	87,36 <sup>a</sup>	± 2,99	12,01 <sup>a</sup>	± 2,57
15 dias armazenadas/descongelamento 25°C**	82,11 <sup>a</sup>	± 4,09	14,50 <sup>a</sup>	± 2,71
15 dias armazenadas/descongelamento 7°C**	84,30 <sup>a</sup>	± 2,12	16,68 <sup>a</sup>	± 1,14
60 dias armazenadas/descongelamento 25°C**	84,91 <sup>a</sup>	± 1,86	14,84 <sup>a</sup>	± 3,42
60 dias armazenadas/descongelamento 7°C**	83,58 <sup>a</sup>	± 1,36	16,25 <sup>a</sup>	± 1,42

(\*) DP Desvio-padrão.

(\*\*) Todas as amostras foram grelhadas por 5 minutos.

(a, b) Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

(1) Percentagem em base seca

**Tabela 6.** Valores médios de força de cisalhamento em porções de carne suína submetidas a diferentes tempos sob congelamento, temperaturas de descongelamento e tempos de cocção.

Tempo de cocção	Tempo sob congelamento			
	15 dias		60 dias	
	Temperaturas de descongelamento			
	7°C	25°C	7°C	25°C
	Força de Cisalhamento (kg*)			
3 min	13,52 <sup>a</sup>	14,92 <sup>a</sup>	13,48 <sup>a</sup>	12,20 <sup>a</sup>
5 min	13,62 <sup>a</sup>	12,77 <sup>a</sup>	15,30 <sup>a</sup>	14,55 <sup>a</sup>

(a, b) Médias seguidas por pelo menos uma mesma letra minúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

(\*) Força dispensada em cubos de 3 x 1 x 2,5 cm.

Berry *et al.* (1971), estudando bifes de *Longissimus dorsi* suíno estocados e, posteriormente, assados, concluíram que o tempo de armazenamento não provocou diferenças na maciez, seja pela avaliação objetiva, utilizando texturômetro, seja pela análise de um painel sensorial.

## CONCLUSÃO

Quanto ao aspecto econômico, o descongelamento em temperatura ambiente pode determinar maiores perdas de exsudato, ocasionando menor rendimento de peso das porções de carne, e isso é um inconveniente para a economia de uma empresa do setor de refeições. Como as porções servidas costumam ser avaliadas com base em seu peso no momento do consumo, procedimentos que o reduzem determinam aumentos de gastos com esse dispendioso item do cardápio. A utilização de temperaturas de descongelamento mais baixas, pode propiciar, além de maior segurança do ponto de vista microbiológico, maiores lucros em Unidades de Alimentação e Nutrição, pois predispõe as carnes, de modo geral, a menores perdas de peso.

De acordo com os resultados referentes à força de cisalhamento, os diferentes tempos de armazenamento sob congelamento (após a resolução do *rigor mortis*) e o descongelamento em temperaturas variadas não alteram significativamente a maciez em carne suína nos parâmetros estudados por este trabalho ( $P > 0,05$ ).

De modo geral, os diversos tratamentos não afetaram significativamente a composição centesimal de porções de carne suína ( $P > 0,05$ ), podendo somente se perceber alguma variação no teor de minerais. Porém, sugere-se que mais estudos devem ser conduzidos para se esclarecer o efeito destes diferentes procedimentos sobre o teor de minerais em carnes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELIS, R.C., CTENAS, M.L.B. Biodisponibilidade de ferro na alimentação infantil. [S.l.] : Nestlé, Serviço de Informação Científica, 1993. 53p. (Temas de Pediatria, 52).
- ARAÚJO, M.A. *Química de alimentos: teoria e prática*. Viçosa : Imprensa Universitária, 1995. 335p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. Washington DC, 1984. 1141p.
- BERRY, B.W., SMITH, G.C., SPENCER, J.V., KROENING, G.H. Effects of freezing method, length of frozen storage and cookery from the thawed or frozen state on palatability characteristics of pork. *Journal of Animal Science*, Champaign IL, v.32, n.4, p.636-640, 1971.
- BOUTON, P.E., HARRIS, P.V. Changes in the tenderness of meat cooked at 50-65°C. *Journal of Food Science*, Chicago, v.46, n.2, p.475-478, 1981.
- CARECHE, M., DEL MAZO, M.L., TORREJÓN, P., TEJADA, M. Importance of frozen storage temperature in the type of aggregation of myofibrillar proteins in cod (*Gadus morhua*) fillets. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington DC, v.46, n.4, p.1539-1546, 1998.
- CAZELLI, I.S. *Avaliação da composição centesimal e da maciez de porções de carne suína e bovina, submetidas a diferentes tratamentos de congelamento, descongelamento e cocção*. Viçosa, 2000. 74p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- CHEFTEL, J.C., CUQ, J.L., LORIENT, D. *Proteínas alimentarias*. Zaragoza : Acribia, 1986. 346p.
- DEL MAZO, M.L., TEJADA, M., CARECHE, M., TORREJÓN, P. Characteristics of the salt-soluble fraction of hake (*Merluccius merluccius*) fillets stored at - 20 and -30°C. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington DC, v.47, n.4, p.1372-1377, 1999.
- FENNEMA, O.R. *Química de los alimentos*. Zaragoza : Acribia, 1993. 1095p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. São Paulo, 1985. v.1.
- JUDGE, M., ABERLE, E., FORREST, J. *Principles of meat science*. Iowa : Kendal Hunt Publication, 1989. 507p.
- KIMURA, M., ITOKAWA, Y. Cooking losses of minerals in foods and its nutritional significance. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, Tokyo, v.36, p.S25-S32, 1990. Supplement 1.
- LEANDER, R.C., HEDRICK, H.B., BROWN, M.F., WHITE, J.A. Comparison of structural changes in bovine longissimus and semitendinosus muscles during cooking. *Journal of Food Science*, Chicago, v.45, n.3, p.173-178, 1980.
- MOOLER, A.J. Analysis of warner-bratzler shear pattern with regard to myofibrillar and connective tissue components of tenderness. *Meat Science*, Copenhagen, v.5, n.(1980-1981), p.247-260, 1980.
- PARDI, M.C., SANTOS, I.F., SOUZA, E.R., PARDI, H.S. *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. Goiânia : CECRAF-UFG , 1995. 586p.

- POHLMAN, F.W., DIKEMAN, M.E., ZAYAS, J.F., UNRUH, J.A. Effects of ultrasound and convection cooking to different end point temperatures on cooking characteristics, shear force and sensory properties, composition, and microscopic morphology of beef longissimus and pectoralis muscles. *Journal of Animal Science*, Champaign IL, v.75, n.2, p.386-401, 1997.
- SGARBIERI, V.C. *Proteínas em alimentos protéicos*. São Paulo : Varela, 1996. 517p.
- SHENOUDA, S.Y.K. Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. *Advances Food Research*, New York, v.26, n.1, p.275-311, 1980.
- TEJADA, M., CARECHE, M., TORREJÓN, P., DEL MAZO, M.L., SOLAS, M.T., GARCIA, M.L., BARBA, C. Protein extracts and aggregates forming in minced cod (*Gadus morhua*) during frozen storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington DC, v.44, n.10, p.3308-3314, 1996.
- Recebido para publicação em 10 de agosto de 2000 e aceito em 31 de julho de 2001.