



**PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia.**

## **Resfriamento de carcaças de ruminantes**

---

Hélio de Almeida Ricardo<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zootecnista, Doutorando em Zootecnia pela FMVZ/UNESP, Campus de Botucatu.

---

### **Resumo**

Processos bioquímicos e de mudanças estruturais que ocorrem no músculo durante as primeiras 24h post mortem desempenham um grande papel na qualidade final e palatabilidade da carne e são influenciadas pelos processos de refrigeração que as carcaças são submetidas após o abate. Para bovinos e ovinos, o encurtamento pelo frio é o fator mais importante a ser considerado na refrigeração e os processos de refrigeração devem assegurar que as temperaturas musculares não sejam inferiores a 10 ° C até atingir pH 6,2. O resfriamento das carcaças por spray, sistema que emprega a aplicação de água gelada durante a parte inicial do resfriamento, é usado para controlar a perda de peso das carcaças e para melhorar a refrigeração através da manutenção das taxas de evaporação. O resfriamento atrasado pode ser usado para reduzir ou evitar os efeitos negativos do encurtamento pelo frio, no entanto, restrições de produção em alta escala e de segurança alimentar fazem este método menos útil

em ambientes comerciais. A estimulação elétrica das carcaças é um processo que pode ser utilizado para reduzir o encurtamento pelo frio.

**Palavras-chave:** bovinos; ovinos; refrigeração; encurtamento pelo frio; maciez.

## **The chilling of ruminant carcass**

### **Abstract**

Biochemical processes and structural changes that occur in muscle during the first 24 hours post mortem play a major role in the final quality and flavor of the meat and are influenced by the processes of cooling the castings are subjected after slaughter. For cattle and sheep, the cold shortening is the most important factor to be considered in cooling and refrigeration processes should ensure that the muscle temperatures are not less than 10 degrees to pH 6.2. The carcass cooling spray system, which employs the application of cold water during the early part of cooling is used to control the loss of carcass weight and improve cooling by maintaining the rates of evaporation. The late cooling can be used to reduce or avoid the negative effects of cold shortening, however, restrictions on large-scale production and food safety make this method less useful in a commercial environment. Electrical stimulation of carcasses is a process that can be used to reduce cold shortening.

**Keywords:** beef; sheep; chilling; cold shortening; shear force.

### **1. Introdução**

A maioria dos processos de refrigeração de carcaças de animais de produção é empregada principalmente para garantir a segurança alimentar, maximizar a vida útil e reduzir as perdas de peso, com menos ênfase na manutenção da maciez e dos parâmetros de cor do produto acabado. Se as condições de refrigeração estão sendo atendidas por exigências regulatórias,

como parte de um ponto crítico de controle de um sistema HACCP, ou como boas práticas, outros fatores podem ser mais importantes que afetam diretamente a satisfação dos consumidores do produto (SAVELL, MUELLER & BAIRD, 2005).

O princípio da utilização de baixas temperaturas é o retardamento da atividade microbiana, bem como as reações químicas e enzimáticas que causam alterações; a velocidade de tais alterações é diretamente proporcional à temperatura da carne (a relação não é totalmente linear e varia nas diferentes reações). Se a temperatura da carne é reduzida abaixo de  $-2^{\circ}\text{C}$ , o produto se congela, modificando seu estado físico e diminuindo a velocidade das reações químicas e enzimáticas.

Na refrigeração de carnes empregam-se temperaturas  $-1$  a  $5^{\circ}\text{C}$  e congelação o uso de temperaturas inferiores ao ponto crioscópico ( $-2^{\circ}\text{C}$ ). Após o abate, a temperatura interna das carcaças varia geralmente entre  $30$  a  $39^{\circ}\text{C}$ . Este calor corporal deve ser eliminado durante o esfriamento inicial, para que a temperatura interna da carcaça se reduza a temperaturas próximas a  $0^{\circ}\text{C}$ . Para refrigeração de carcaças, as câmaras frigoríficas devem ser mantidas em temperaturas compreendidas entre  $-4$  a  $0^{\circ}\text{C}$ . A temperatura ambiente não deve exceder a  $3^{\circ}\text{C}$ . Para refrigerar carcaças bovinas de grande tamanho, é conveniente utilizar a antecâmara de pré-resfriamento (ROÇA, 2009).

## **2. As primeiras 24 horas *post mortem***

Existem inúmeros eventos bioquímicos e estruturais que aparecem nas primeiras 24h após o abate do animal e os músculos são convertidos em carne. Este período apresenta um grande impacto na maciez da carne e cor do músculo e é dependente da espécie em como o processo inicial de refrigeração resulta em conseqüências positivas ou negativas na qualidade da carne (SAVELL, MUELLER & BAIRD, 2005).

## **2.1. Rigor mortis**

Após a sangria, a glicólise ocorre sem oxigênio com a produção de ácido láctico como resultado da anaerobiose. Isso cria um aumento de ácido láctico e, portanto, uma diminuição do pH. Num cenário normal, os músculos começam o processo de rigor mortis onde é formada a actomiosina, fusão permanente entre os filamentos de actina e miosina. O rigor mortis se inicia na carne normal em valores de pH de 5,7-5,8 (HANNULA & PUOLANNE, 2004).

Durante a primeira fase do rigor mortis, a fase de espera, o músculo é ainda extensível porque ainda há ATP disponível para vincular com  $Mg^{2+}$ , que ajuda a desconectar as pontes de actina/miosina e por sua vez, permite que os músculos possam relaxar. O fosfato de creatina é empobrecido durante esta fase, que inibe a fosforilação do ADP em ATP. Isso provoca uma diminuição acentuada na produção de ATP, que é o sinal do início da fase de apresentação de rigor mortis. Devido à baixa quantidade de ATP disponível para quebrar a actina/miosina, os músculos não podem relaxar e se tornam inextensíveis (ABERLE et al., 2001).

## **2.2. Declínio do pH**

Normalmente, o pH no músculo diminui de 7,0 no momento do abate, para cerca de 5,3-5,8. Em casos extremos, esse declínio pode ocorrer em apenas 1 h. A queda típica para a carne suína ocorre no intervalo de 6-12 h, e geralmente completa seu declínio em 18-40 h (SMULDERS et al., 1992). HOWARD e LAWRIE (1956) sugeriram que a taxa de declínio de pH tem uma inversa relacionamento com a maciez. Com a queda do pH, este se aproxima do ponto isoelétrico. Neste ponto, todos os aminoácidos carregados positivamente e negativamente têm suas cadeias laterais iguais, que causa uma atração máxima os dois. Este atração

mantém os filamentos juntos e não deixa que a água entre, reduzindo a capacidade de retenção de água da carne (SMULDERS et al., 1992).

### **2.3. Maciez**

KOOHMARAIE et al. (1987) sugeriram que todos os animais com o mesmo manejo pré-abate apresentam um mesmo nível de maciez, e que as diferenças de maciez são determinadas nas primeiras 24 h post mortem. Foi demonstrado que há uma diminuição da maciez dos músculos antes do início do processo de maturação (KOOHMARAIE, 1996). Existe uma grande variação na maciez (força de cisalhamento) após um dia de armazenamento, e a dureza máxima é observada no intervalo de 9-24 h post mortem (Koohmaraie, 1996).

Após 24 h, um aumento de maciez é observado como resultado da degradação enzimática do tecido muscular. A temperatura de armazenamento pode afetar essa degradação enzimática, bem como outros fatores, incluindo: pH, tipo de fibra muscular, quantidade e grau de ligação cruzada de tecido conjuntivo, e as espécies animais. A degradação enzimática proteolítica é causada por enzimas como calpaínas e proteases de lisossomos. O processo de maturação geralmente leva 1-2 dias para frango, 3-6 dias para suínos e 10-20 dias para bovinos (SMULDERS et al., 1992).

A causa do endurecimento durante as primeiras 24 horas tem sido debatida, e há vários estudos que sugerem várias razões para esse aumento. GOLL et al. (1995) propôs que o endurecimento foi causado pela mudança na força do estado de ligação de actina/miosina interação e a possibilidade de esta mudança causar encurtamento nesse período. Outra teoria é a do índice de fragmentação miofibrilar (IFM), que tem se mostrado útil na caracterização de grupos de maciez (CULLER et al., 1978; PARRISH, VANDELL & CULLER, 1979).

CULLER et al. (1978) constatou que o IFM representa mais de 50% da variação em bifes de lombo.

#### **2.4. Encurtamento pelo frio**

O encurtamento pelo frio é definido como rápido declínio da temperatura do músculo (menos de 14 a 19°C) antes da fase de apresentação do rigor mortis. Interações entre temperatura e pH podem ser consideradas decisivas no grau de encurtamento.

Os riscos de encurtamento e endurecimento da carne podem ser reduzidos com o emprego da estimulação elétrica na carcaça logo após a morte do animal, e tem demonstrado ser uma técnica vantajosa para melhorar a qualidade da sensorial da carne bovina, suína e ovina. Tem como objetivo acelerar a queda do pH, esgotamento do ATP e o início do rigor-mortis, e é muito útil quando se pretende resfriar ou congelar rapidamente as carcaças (ROÇA, 1997).

Na falta da estimulação elétrica, uma alta velocidade de resfriamento tem efeitos negativos na cor e na textura da carne (SAVELL, MUELLER & BAIRD, 2005). Por outro lado, após uma boa estimulação, pode-se resfriar as carcaças tão rapidamente quanto se queira, sem prejuízo dessas características de qualidade, que, provavelmente, são as mais exigidas pelos consumidores (FELÍCIO,1995).

De acordo com RICHARDSON et al. (1990) citado por ROÇA (1997), trabalhando com estimulação elétrica e o método de resfriamento em carcaças de ovinos, observou que para avaliação de força de cisalhamento da carne cozida (músculo Longissimus dorsi), a estimulação elétrica foi eficaz tanto no resfriamento lento como no rápido.

### **3. Resfriamento de carcaças**

Os principais métodos para resfriamento de carcaças são: Processo convencional ou usual; Processo rápido, que se divide em: resfriamento por aspersão (spray chilling), resfriamento super-rápido (shock) e resfriamento ultra-rápido (blast chilling).

No processo convencional de resfriamento, as meias-carcaças são mantidas por cerca de 12 a 24 horas em câmaras frias com temperatura entre 0 a 4 °C, velocidade do ar entre 0,3 e 1,0 metros/segundo e umidade relativa entre 88 e 92%, sendo em seguida, conduzidas a uma outra câmara de resfriamento (temperatura entre 0 e 3°C), onde permanecem por mais 24 horas até serem processadas ou comercializadas (GOMIDE et al., 2006).

Segundo COLLIN (1972), citado por PARDI et al., (2001), o resfriamento rápido, imediatamente após o abate, chama-se também pré-resfriamento rápido, quando seguido da transformação ou da expedição sem que tenha havido o completo resfriamento da carcaça. De acordo com esse autor, a operação de resfriamento deve obedecer a seguintes etapas: rebaixamento da temperatura do ar circulante a -5 a 6°C para bovinos, manutenção da temperatura do ar a 0°C para evitar a congelação superficial durante a permanência das carcaças no túnel, redução da ventilação após 10 ou 12 horas da sua permanência nas câmaras, transferência das carcaças para as câmaras de refrigeração, depois de 16 a 18 horas.

As carcaças podem permanecer na câmara de resfriamento durante 12 a 24 horas sendo então colocadas em câmaras também de resfriamento a uma temperatura de 0 a 3°C, onde permanecem até serem processadas ou comercializadas. Se este sistema for utilizado pode-se ter duas câmaras de

resfriamento, sendo que a primeira terá uma maior capacidade de resfriamento e operará a uma temperatura menor (CANHOS & DIAS, 1990).

Os frigoríficos vêm empregando processos mais rápidos de resfriamento, que permitem reduzir a temperatura das carcaças de bovinos de 30-38°C para 4-7°C, num espaço de tempo de 16 -24 horas, sendo considerado um avanço quando comparado ao tempo de 36 a 48 horas necessário no processo convencional (GOMIDE et al., 2006).

Para se alcançar um resfriamento rápido é preciso que o ar frio nas câmaras circule em alta velocidade, o que causa maior perda de água por gotejamento (drip loss). Entretanto, o uso de altas velocidades de circulação de ar permite que este possa ter uma elevada umidade relativa, reduzindo as perdas por gotejamento e evaporação (SAVELL, MUELLER & BAIRD, 2005).

De forma geral, quanto mais rápido for o resfriamento das carcaças, maior a sua vida útil e menores as perdas de água por gotejamento e evaporação. No processo convencional de refrigeração ocorre perda de água de 2,0 a 2,4%, enquanto num processo bem conduzido de resfriamento rápido a perda é da ordem de 1,0 a 1,2% e num projeto mal elaborados de resfriamento rápido, observa-se uma quebra de peso devido à perda de água de aproximadamente 1,8% (GOMIDE et al., 2006).

De acordo com PRANDL et al., (1994), para evitar-se o encurtamento pelo frio das carcaças de animais de qualquer tipo ou tamanho, podem elas ser resfriadas de maneira rápida, sem inconvenientes, entre 8 a 15 horas após o abate, a temperaturas inferiores a 10°C, sem que haja endurecimento da carne.

Há basicamente dois tipos de sistemas de resfriamento rápido usados na prática comercial: uso de aspersão de água gelada, e método ultra-rápido (combinação de baixa temperatura e elevada velocidade de circulação de ar).

O sistema de resfriamento por aspersão (spray chilling) permite que a redução de temperatura da carcaça seja feita mais rapidamente do que no

sistema convencional, sendo, no entanto, sua taxa de resfriamento menor do que no método ultra-rápido (GOMIDE et al., 2006; SAVELL, MUELLER & BAIRD, 2005).

No resfriamento por aspersão utilizam-se câmaras onde água gelada (1 a 5°C) é periodicamente aspergida sobre a carcaça (por 60 segundos a cada 15 minutos, por exemplo), combinada com velocidade do ar entre 0,5 e 1,5 m/s, num processo de duração de cerca de 10 horas. Após esse período a carcaça é armazenada em câmaras frias com temperaturas entre 0 e 1°C (Gomide et al., 2006). Esse método de resfriamento é mais utilizado nos países da América do Norte e da Europa (SAVELL, MUELLER & BAIRD, 2005).

A finalidade do resfriamento por aspersão é reduzir a perda de água da carcaça durante o resfriamento, especialmente nas primeiras 24 horas após o abate (ALLEN et al., 1987). GREER e JONES (1997) relataram que a aspersão de água gelada em carcaças, não afeta a força de cisalhamento, conseqüentemente, a maciez da carne, e nem o crescimento bacteriano.

De acordo com POWELL et al., (1988) citado por LAWRIE (2005), demonstraram que aspersão em carcaças bovinas e ovinas com emulsão aquosa diluída (<1%) de álcool cetílico reduz as perdas durante o resfriamento em 40 a 80% e na manutenção a temperatura de refrigeração em 22 a 50%. As carcaças assim tratadas retém a aparência brilhante e não há diferença no crescimento de microorganismos na superfície e não foram observadas diferenças no sabor da carne.

O método super-rápido ou shock as carcaças são mantidas inicialmente por 2 horas em antecâmaras com temperaturas de -8 a 5°C, umidade relativa de 90%, e velocidade de circulação de ar de 2 a 4 m/s. A seguir são transferidas para câmara a 0°C, umidade relativa de 90% e velocidade de circulação de ar de 0,1 m/s. A duração do resfriamento (para atingir menor ou igual 4°C) é de 12 a

18 horas para bovinos e 8 a 12 para suínos. A perda de peso estimada é de 1,3 a 1,4 % (ROÇA, 1997).

No resfriamento ultra-rápido (blast chilling) são usadas temperaturas de -20 a -40°C e velocidade do ar entre 3,0 e 5,0 m/s, por um período de uma a três horas. Após esse período, as carcaças continuam o resfriamento em câmaras frias a 0°C e velocidade do ar entre 0,5 e 1,5 m/s (GOMIDE et al., 2006).

WIRTH, LEISTNER e RODEL (1981), ao descreverem o resfriamento ultra-rápido, observaram a necessidade de se tomar precauções, sempre que for aplicado em carcaças de animais de pouco peso (ovinos e vitelos).

SHERIDAN (1990), relatou que no resfriamento ultra-rápido de carcaças de cordeiros pode a carne permanecer macia, mesmo depois de 7 dias estocada numa temperatura de 3 a 5 °C com velocidade de circulação de ar de 1,5 m/s e que também é recomendado que as carcaças de cordeiros não fiquem refrigeradas menos de 12 a 14 horas a 3 a 4°C para prevenir o encurtamento das fibras musculares.

#### **4. Conclusões**

Os métodos de resfriamento de carcaças apresentam grande impacto na qualidade e palatabilidade da carne com os resultados destes métodos sendo dependentes da espécie. Em bovinos e ovinos, o emprego de sistemas de refrigeração que minimizem o encurtamento pelo frio deve ser o objetivo. Processos como a refrigeração atrasada pode prevenir ou reduzir a influência negativa de encurtamento pelo frio, no entanto, preocupações com a segurança alimentar e a necessidade de maximização da utilização das instalações comerciais torna este sistema menos aplicável. A utilização comercial da estimulação elétrica e programas de suspensão alternativa das carcaças oferecerem aos processadores de carne oportunidade para evitar os efeitos

RICARDO, H.A. Resfriamento de carcaças de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 9, Ed. 114, Art. 770, 2010.

negativos do encurtamento pelo frio quando os sistemas tradicionais de refrigeração são utilizados.

## Referências bibliográficas

ABERLE, E. D. et al. **Principles of meat science**. Dubuque, IA, USA: Kendall/Hunt Co., 2001.

ALLEN et al. Effects of spray chilling and carcass spacing on beef carcass cooler shrink and grade factors. **Journal of Animal Science**, v. 64, p 165-170, 1987.

CANHOS, D. A. L.; DIAS, E. L. Métodos de preservação da carne. In: **Tecnologia de carne bovina e produtos derivados**. Fundação de Pesquisa e Tecnologia FTPT, 1990. p. 157-162.

CULLER, R. D. et al. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v. 43, p. 1177-1180, 1978.

FELÍCIO, P. E. A carcaça Nelore para o desossador. In: **Anais do V Seminário Manah "O Nelore para carne"**, Fazenda Mundo Novo, Brotas-SP, 1995. p. 18-27.

GOLL, D. E. Does proteolysis cause all postmortem tenderization, or are changes in the actin/myosin interaction involved? In: **Proceedings of the 41st International Congress of Meat Science and Technology** (pp. 537-544), 20-25 August 1995, San Antonio, TX, USA, 1995

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Tecnologia de abate e tipificação de carcaças**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 370 p.

GREER, G. C.; JONES, S. D. M. Quality and bacteriological consequences of beef carcass spray-chilling: Effects of spray duration and boxed beef storage temperature. **Meat Science**, v. 45, p. 61-73, 1997.

HANNULA, T.; PUOLANNE, E. The effect of cooling rate on beef tenderness: The significance of pH at 7°C. **Meat Science**, v. 67, p. 403-408, 2004.

HOWARD, A.; LAWRIE, R. A. **Special Report of Food Investigators Bd.** (No. 63), London, England, 1956

KOOHMARAIE, M. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. **Meat Science**, v. 43(S), p. S193-S201, 1996.

KOOHMARAIE, M. et al. Effect of post-mortem storage on Ca<sup>2+</sup>- dependant proteases, their inhibitor and myofibril fragmentation. **Meat Science**, v. 19, p. 187-196, 1987.

LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. Tradução Jane Maria Rubensam. 6ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2005.

RICARDO, H.A. Resfriamento de carcaças de ruminantes. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 9, Ed. 114, Art. 770, 2010.

PARDI, et al. Conservação da carne pelo frio artificial. In: **Ciência, higiene e tecnologia da carne**. Volume 1. Editora: UFG. Goiânia, 2001. p. 547- 559. (revista e ampliada).

PARRISH, F. C., Jr.; VANDELL, C. J.; CULLER, R. D. Effect of maturity and marbling on the myofibril fragmentation index of bovine longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v. 44, p. 1668-1671, 1979.

PRANDL, O., et al. **Tecnología e higiene de la carne**. Zaragoza (Espanã). Editorial Acribia, 1994. 854p.

ROÇA, R. O. **Refrigeração**. Botucatu: FCA/UNESP. Disponível em: <<http://dgta.fca.unesp.br/carnes/Artigos%20Tecnicos/Roca108.pdf>>. Acesso em: 8 set. 2009.

ROÇA, R. O. Refrigeração. In: **Tecnologia da carne e produtos derivados**. Botucatu: UNESP, 1997. p. 80-88.

SAVEL, J. W.; MUELLER, S. L.; BAIRD, B. E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, v. 70, p. 449-459, 2005.

SHERIDAN, J. J. The ultra-rapid chilling of lamb carcass. **Meat Science**. v. 28, p. 31-50, 1990.

SMULDERS, F. J. M.; TOLDRÁ, F.; FLORES, J.; PRIETO, M. **New technologies for meat and meat products**. Utrecht, The Netherlands: Audet Tijdschriften, p. 182,186-188, 1992.

WIRTH, F.; LEISTNER, L.; RODEL, W. **Valores normativos de la tecnologia carniça**. Tradução por Josefina R. Spiau. Zaragoza: Acribia, 1981.1857-1861p.