



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**SISTEMA DE ASPERSÃO DE ÁGUA GELADA NO PROCESSO INICIAL DE  
RESFRIAMENTO DE MEIAS-CARCAÇAS SUÍNAS**

ALESSANDRA PEREIRA DOS SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS

Julho de 2022



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**SISTEMA DE ASPERSÃO DE ÁGUA GELADA NO PROCESSO INICIAL DE  
RESFRIAMENTO DE MEIAS-CARCAÇAS SUÍNAS**

ALESSANDRA PEREIRA DOS SANTOS

Médica Veterinária

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Fabiana Ribeiro Caldara

Co-orientadores: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Prof<sup>º</sup>. Dr<sup>º</sup>. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados – MS

Julho de 2022

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

S237s	<p>Santos, Alessandra Pereira dos.</p> <p>Sistema de aspersão de água gelada no processo inicial de resfriamento de meias-carcaças suínas. / Alessandra Pereira dos Santos. – Dourados, MS : UFGD, 2022.</p> <p>Orientadora: Prof. Fabiana Ribeiro Caldara.</p> <p>Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.</p> <p>1. Capacidade de retenção de água. 2. Qualidade de carne. 3. Microbiologia. I. Título.</p>
-------	---

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.**

**©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.**

**SISTEMA DE ASPERSÃO DE ÁGUA GELADA NO PROCESSO INICIAL DE  
RESFRIAMENTO DE MEIAS-CARCAÇAS SUÍNAS**

por

**ALESSANDRA PEREIRA DOS SANTOS**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 19/05/2022



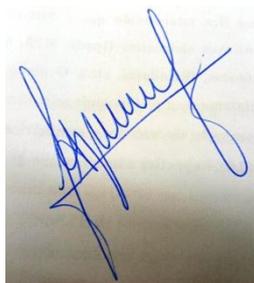
---

Dra. Fabiana Ribeiro Caldara  
Orientadora – UFGD



---

Dra. Claudia Marie Komiyama  
UFGD



---

Dra. Gisele Aparecida Felix  
UNIGRAN

À minha mãe, Claudenice Pereira de Souza.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar até aqui.

À minha mãe, irmãos e vó materna, por todo amor, incentivo e apoio constante, sem vocês nenhuma conquista valeria a pena.

Em especial à minha orientadora Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Fabiana Ribeiro Caldara, por sua dedicação extraordinária desde o desenvolvimento do projeto à execução experimental, e pelo exemplo de profissionalismo e amor à pesquisa.

Aos Professores Dr. Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes e Dr. Rodrigo Garófallo Garcia, pela coorientação e colaboração durante a execução do experimento.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Maria Fernanda de Castro Burbarelli, pela grande contribuição com as análises estatísticas.

À amiga e Mestranda Bruna de Souza Eberhart por todo companheirismo e ajuda de sempre.

Ao Doutorando Jean Kaique Valentim, pelas contribuições na condução do experimento.

Ao abatedouro frigorífico e seus colaboradores, por disponibilizar as instalações para condução desta pesquisa, e por todo apoio durante a experimentação.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), pela oportunidade de realização deste curso.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pela concessão da bolsa de estudos.

**MUITO OBRIGADA!**

*“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”*

Arthur Schopenhauer

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	3
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	5
<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
Cenário geral da produção de carne suína no Brasil .....	5
Transformação do músculo em carne e seus efeitos sobre parâmetros quantitativos e qualitativos da carcaça de suínos .....	6
Sistemas de resfriamento de carcaças: convencional x <i>spray-chilling</i> .....	10
Legislação sobre o sistema de aspersão de carcaças .....	11
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	13
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	1
<b>SISTEMA DE ASPERSÃO DE ÁGUA GELADA NO PROCESSO INICIAL DE RESFRIAMENTO DE MEIAS-CARCAÇAS SUÍNAS</b> .....	1
<b>RESUMO</b> .....	2
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	3
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	6
Local .....	6
Animais, instalações e tratamentos .....	6
Temperatura superficial e interna da carcaça .....	7
Análises microbiológicas das superfícies de carcaças .....	8
pH .....	9
Preparação dos Cortes para as Análises Laboratoriais .....	9
Coloração .....	9
Perda de Líquido na Cocção (PLC) .....	9
Força de Cisalhamento da Carne (FCC) .....	10
Perda Líquida por Gotejamento (PLG) .....	10
Análise estatística .....	10
<b>RESULTADOS</b> .....	12
Temperatura superficial da carcaça .....	12
Temperatura interna da carcaça .....	13
Análise Microbiológica .....	15
pH .....	15
Coloração e Força de Cisalhamento da carne .....	16

Perda de líquido por gotejamento (PLG) e por cocção (PLC).....	16
<b>DISCUSSÃO</b> .....	17
<b>CONCLUSÕES</b> .....	21
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	22
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	27

## ÍNDICE DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

<b>Tabela 1</b> - Métodos de análise microbiológica e referências utilizadas. ....	8
<b>Tabela 2</b> - Percentual de detecção de <i>Salmonella ssp.</i> e contagem de aeaeróbios mesófilos e enterobacteriaceae (UFC/cm <sup>2</sup> ) das carcaças submetidas ou não à aspersão de água durante o processo inicial de resfriamento. ....	15
<b>Tabela 3</b> - Médias de pH inicial e pH final das carcaças submetidas ou não à aspersão de água durante o processo inicial de resfriamento. ....	15
<b>Tabela 4</b> - Valores médios de coloração (L*, a* e b*) e força de cisalhamento média (FCmed) para amostras do músculo <i>Longissimus lumborum</i> provenientes de carcaças com ou sem aspersão de água gelada durante o resfriamento. ....	16
<b>Tabela 5</b> - Perda de líquido por gotejamento (PLG) e por cocção (PPC) de amostras do músculo <i>Longissimus lumborum</i> provenientes de carcaças com ou sem aspersão de água gelada durante o resfriamento. ....	16

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO 2

<b>Gráfico 1.</b> Velocidade de redução da temperatura superficial das carcaças submetidas a resfriamento convencional e resfriamento por aspersão. ....	12
<b>Gráfico 2.</b> Comparação da temperatura superficial das carcaças submetidas a resfriamento convencional e resfriamento por aspersão, por hora de mensuração. (Todos as médias entre tratamentos diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ), exceto para os horários 9:30 e 12:30 h). ....	13
<b>Gráfico 3.</b> Velocidade de redução da temperatura interna das carcaças submetidas a resfriamento convencional e resfriamento por aspersão. ....	14
<b>Gráfico 4.</b> Comparação da temperatura interna das carcaças submetidas a resfriamento convencional e resfriamento por aspersão, por hora de mensuração. (Todos as médias entre tratamentos diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ), exceto para o horário 9:00 h). ...	14

## RESUMO

SANTOS, A.P. **Sistema de aspersão de água gelada no processo inicial de resfriamento de meias-carcaças suínas.** 2022. 59p. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

O resfriamento de carcaças é um dos aspectos de grande importância na qualidade da carne suína e seu processo adequado contribui para reduzir perdas de peso por exsudação, além de controlar o crescimento microbiano e reduzir os efeitos das reações bioquímicas sofridas durante a transformação do músculo em carne. Deste modo, a pesquisa foi conduzida com objetivo de avaliar os efeitos da utilização de sistema de aspersão de água gelada durante o processo inicial de resfriamento de carcaças suínas, sobre parâmetros microbiológicos e qualitativos da carne. Foram utilizados 220 suínos de mesma origem e linhagem comercial Dan Bred (DB) x Agroceres Pic, com idade aproximada de 180 dias e peso médio corporal de 125 kg, abatidos em frigorífico comercial. Após o abate, as carcaças foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em dois tratamentos: (1) sem aspersão de água; (2) com aspersão de água durante o resfriamento. O tempo total de aspersão foi de 26 minutos, durante o ciclo total de quatro horas. Foram avaliados a velocidade de redução da temperatura superficial e interna da carcaça, pH inicial (pH<sub>45</sub>) e final e análises microbiológicas da superfície das carcaças. Após a desossa amostras do músculo *Longissimus lumborum* foram analisadas quanto à coloração, perda de líquido por cocção (PLC), força de cisalhamento (FC) e perda de líquido por gotejamento (PLG). O sistema de aspersão promoveu maior velocidade de redução da temperatura superficial e interna das carcaças. Carcaças aspergidas não apresentaram alterações em pH inicial, entretanto o pH final e FC da carne foi ligeiramente mais alto, além de menor teor de luminosidade (L\*), vermelho (a\*) e amarelo (b\*) da carne. A aspersão não influenciou os aspectos microbiológicos das carcaças assim como a PLG e PLC da carne. A utilização de aspersão de água gelada no processo inicial de resfriamento de carcaças suínas acelerou a redução da temperatura, diminuindo as chances de ocorrência de carne pálida, flácida e exsudativa (PSE), melhorou a capacidade de retenção de água da carne e não se apresentou como risco para proliferação de microorganismos patógenos.

**Palavras-chave:** capacidade de retenção de água, qualidade de carne, microbiologia.

## ABSTRACT

The cooling of carcasses is one of the aspects of great importance in the quality of pork meat and its adequate process contributes to reduce weight loss by exudation, in addition to controlling microbial growth and reducing the effects of biochemical reactions suffered during the transformation of muscle into meat. In this way, the research was carried out with the objective of evaluating the effects of the use of an ice water sprinkler system during the initial cooling process of swine carcasses, on microbiological and qualitative parameters of the meat. A total of 220 pigs of the same origin and commercial strain Dan Bred (DB) x Agroceres Pic, aged approximately 180 days and average body weight of 125 kg, were slaughtered in a commercial slaughterhouse. After slaughter, the carcasses were distributed in a completely randomized design in two treatments: (1) without water spray; (2) with water sprinkling during cooling. The total spray time was 26 minutes, during the total cycle of four hours. The speed of reduction of surface and internal temperature of the carcass, initial pH (pH45) and final and microbiological analyzes of the surface of the carcasses were evaluated. The sprinkler system promoted a higher speed of reduction of the superficial and internal temperature of the carcasses. Sprayed carcasses did not show changes in initial pH, however, the final pH and FC of the meat were slightly higher, in addition to lower luminosity ( $L^*$ ), red ( $a^*$ ) and yellow ( $b^*$ ) content of the meat. The spray did not influence the microbiological aspects of the carcasses as well as the PLG and PLC of the meat. The use of cold water spray in the initial process of cooling swine carcasses accelerated the reduction of temperature, reducing the chances of pale, flaccid and exudative meat (PSE), improved the water retention capacity of the meat and did not present itself as a risk for the proliferation of pathogenic microorganisms.

**Keywords:** water-holding capacity, weight loss, PSE meat.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O resfriamento pós-abate é um dos aspectos de grande relevância para a qualidade final da carne. Por meio do controle da umidade relativa e temperatura da câmara fria, pode-se influenciar parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade das carcaças (PELOSO, 2000). O resfriamento de carcaças tem a capacidade de retardar as reações químicas e atividade enzimática, minimizando o crescimento dos microorganismos, e quanto mais baixa a temperatura, maior será esse efeito (PRATA e FUKUDA, 2001).

O resfriamento por aspersão, também conhecido como “*spray chilling*” tem por objetivo diminuir as perdas de peso por evaporação que ocorrem durante essa etapa. Esse sistema consiste em tubos com bicos aspersores dispostos paralelamente aos trilhos, nas câmaras de resfriamento, que fazem a aspersão de água sobre as carcaças durante o processo. O sistema automatizado faz a aspersão de água potável (entre 0,5 e 1 ppm de cloro) e gelada (não superior a 2°C) com uma programação predefinida que controla o tempo total, a duração dos ciclos de aspersão e o intervalo entre os ciclos (PRADO et al., 2007).

O processo de resfriamento de carcaças por meio da ventilação forçada, com temperaturas variando de 0°C a 4°C por um período médio de 24 horas, ocasiona perdas de peso, denominadas tecnicamente de “Perda pelo Frio”. Estima-se que essas perdas de peso durante o resfriamento convencional podem chegar a 2% do peso de carcaça quente (James, 1996), enquanto carcaças resfriadas com auxílio de aspersão, apresentam diminuição de peso de 0,2 a 1,8% menor do que aquelas resfriadas convencionalmente (PRADO e FELÍCIO, 2010).

No Canadá, o sistema de aspersão tem sido estudado em carcaças suínas desde 1992 (JONES e JEREMIAH, 1993). No Brasil o uso do sistema de aspersão aplicado ao processo de resfriamento de meias-carcaças bovinas é permitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) desde agosto de 2011, por meio da Resolução N° 02/2011, com objetivos de “diminuir o tempo de queda da temperatura superficial para 5°C e reduzir a perda de peso das meias-carcaças devido à ventilação forçada”. Entretanto, a aspersão de carcaças suínas durante o processo de resfriamento só foi recentemente aprovada pelo MAPA, em outubro de 2021, por meio de termo de não objeção. Com a liberação da utilização da aspersão para espécie suína, surge a necessidade de estudos sobre o tema.

Diante do exposto, a presente dissertação encontra-se dividida em dois capítulos. Com uma revisão de literatura acerca dos temas abordados na pesquisa e o capítulo 2, intitulado “SISTEMA DE ASPERSÃO DE ÁGUA GELADA NO PROCESSO INICIAL DE RESFRIAMENTO DE MEIAS-CARCAÇAS SUÍNAS”, onde são apresentados os resultados da pesquisa realizada com objetivo de avaliar o uso do sistema de aspersão de água gelada nas primeiras quatro horas do processo de resfriamento de carcaças suínas, visando reduzir a temperatura superficial e interna a níveis seguros para mitigar o risco do desenvolvimento de microorganismos patógenos, bem como melhorar a qualidade da carne.

## CAPÍTULO 1

### REVISÃO DE LITERATURA

#### **Cenário geral da produção de carne suína no Brasil**

O Brasil no ano de 2020 produziu 4,436 milhões de toneladas (ton) de carne suína, volume 10% superior no comparativo com o ano anterior representa 4,43% da produção mundial dessa proteína, colocando o país como o quarto maior produtor global, estando atrás apenas da China, União Europeia e Estados Unidos. Do total de carne suína produzida no Brasil, cerca de 77% destina-se ao mercado interno, com aumento no consumo per capita de 15,3 kg/habitante/ano em de 2019 para 16 kg/habitante no ano de 2020 (ABPA, 2021).

Já em 2021, de acordo com pesquisas trimestrais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, o Brasil abateu, durante o terceiro trimestre, cerca de 13,7 milhões de cabeças de suínos, representando crescimento de 7,8% comparado ao mesmo período de 2020 e de 4,35% em comparação ao segundo trimestre de 2021 (IBGE, 2021). Esse aumento da produção está atrelado entre outros fatores, ao crescimento exponencial do mercado consumidor, tornando-se necessário melhorar a eficiência da cadeia produtiva com intuito de reduzir as perdas durante todo o processo de produção.

O Estado líder nacional em produção de carne suína em 2020 foi Santa Catarina (30,73%), seguido por Paraná (21,10%) e Rio Grande do Sul (19,08%). Esses mesmos Estados foram líderes das exportações, sendo Santa Catarina responsável por 51,68% dos embarques, Rio Grande do Sul com 25,97% e Paraná exportando 13,59% do total comercializado no mercado externo. O país exportou no mesmo ano 1.024 mil toneladas, com receita gerada de 2,269 milhões de dólares, sendo os principais destinos da carne suína brasileira a China (523.519 ton), seguida por Hong Kong (166.520 ton) e Singapura (52.179 ton) (ABPA, 2021).

Os produtos derivados da carne suína destinados à exportação para tais países são cortes cárneos (87,49%), miúdos (9,13%), industrializados (1,15%), embutidos (1,12%), carcaças (0,46%), gorduras (0,38%), tripas e cerdas (0,25%), salgados (0,02%) e couros e peles (0,0005%) (ABPA, 2021).

Apesar da ótima posição ocupada pelo Brasil no ranking mundial, competir em um mercado globalizado e cada vez mais exigente é um desafio constante que requer

investimentos e priorização de questões relacionadas à produtividade, biossegurança, sanidade e bem-estar animal. Nesse contexto, torna-se evidente a necessidade de esforços contínuos entre os diversos elos da cadeia e as instituições de pesquisa para a identificação de atuais e futuras demandas, buscando soluções rápidas e inovadoras com vistas a manter a competitividade da cadeia.

### **Transformação do músculo em carne e seus efeitos sobre parâmetros quantitativos e qualitativos da carcaça de suínos**

O tecido muscular esquelético é o maior componente da carne, no entanto, primeiramente é responsável por desempenhar funções vitais de sustentação e locomoção nos animais vivos. Para se tornar carne e poder ser destinado a alimentação, é necessário que ocorram várias reações químicas e bioquímicas, que se iniciam a partir da morte do animal.

Quando o animal é abatido ocorre a interrupção do aporte de nutrientes e oxigênio em todas as células do corpo levando o tecido muscular a processar suas reservas de glicogênio para sintetizar ATP promovendo assim mudança do metabolismo aeróbio para o metabolismo anaeróbico. Na medida em que a produção de ATP é reduzida, fosfato inorgânico é gerado, estimulando a degradação da glicose em piruvato. Esta rota, na ausência de oxigênio, continua até a formação e acúmulo de ácido láctico, que gera a queda no pH da célula. A diminuição gradual do pH é um ativador de algumas das proteínas envolvidas na degradação da estrutura das proteínas musculares, e também a inativação de proteínas envolvidas na manutenção e metabolismo da fibra muscular (OUALI, 1992).

Quando se esgotam as reservas de nutrientes musculares e não há mais produção de ATP, as bombas de cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), sódio ( $\text{Na}^+$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ) não funcionam mais e, portanto, ocorre a despolarização lenta e progressiva das membranas celulares. O cálcio liberado no espaço miofibrilar reage com a troponina modificando sua configuração e como consequência se liga ao final da cabeça da actina, dando lugar a uma união irreversível entre as duas proteínas. Desta forma, os filamentos finos da fibra muscular (actina) se movem sobre os grossos (miosina), produzindo o encurtamento do sarcômero. A formação de actina-miosina dá origem a tensão muscular e rigidez que leva ao estabelecimento do *Rigor mortis* (CLARK et al., 2002).

Essas reações bioquímicas e modificações estruturais ocorrem simultaneamente e são dependentes de fatores como jejum, manejo pré-abate, método de insensibilização e do processo de abate (ROSENVOLD e ANDERSEN, 2003). Além desses fatores, pesquisas demonstraram (BRESSAN et al., 1992; PELOSO, 2000; ROSENVOLD e ANDERSEN, 2003) que a velocidade de resfriamento das carcaças após o abate e o intervalo de tempo entre a sangria e a entrada na câmara fria também influenciam a qualidade da carne.

Existem diferentes parâmetros ou atributos característicos da carne, tais como: pH, cor, conteúdo de pigmento, microbiota, capacidade de retenção de água, composição química e energética, níveis de oxidação de lipídios, textura e atributos sensoriais, como cheiro, sabor e aromas percebidos durante a mastigação (SIERRA et al., 2011), que estão relacionados entre si e fornecem coletivamente as características integrais de qualidade da carne (TORRES e BOTERO, 2012).

O pH influencia, direta ou indiretamente, diversas características relacionadas à qualidade da carne, como a cor, capacidade de retenção de água, maciez, suculência e sabor. A extensão e velocidade de declínio do pH após o abate variam de acordo com a condição do músculo no momento da sangria e possuem grandes impactos na qualidade da carne (RUBENSAM, 2000).

O pH *post mortem* é determinado pela quantidade de ácido lático que é produzido pelo metabolismo do glicogênio muscular durante a glicólise anaeróbica, podendo sofrer alterações se o animal sofrer fadiga, inanição, medo ou estresse antes do abate (LAWRIE, 2005).

Os músculos de animais que possuem alto metabolismo no momento que precede o abate terão maior taxa de gasto de glicogênio e, conseqüentemente, maior declínio do pH após o abate do que os músculos de animais com taxa de metabolismo mais lenta ou normal (HUFF-LONERGAN et al., 2001). Em condições ideais, a glicólise ocorre lentamente após o abate e o pH inicial (imediatamente após o abate) da carne suína reduz de 7,2 para 5,7 a 5,9 após 24 horas (pH final) (SARCINELLI et al., 2007).

A decomposição acelerada do glicogênio antes e após abate resulta em decréscimo acelerado do pH muscular. Com temperatura de carcaça alta e pH baixo, ocorre a desnaturação de proteínas miofibrilares e como resultado há redução da capacidade de retenção de água (Moura et al., 2015; Çelen et al., 2016), dando origem a carnes classificadas como *Pale, Soft, Exsudative* - PSE (SARCINELLI et al., 2007). A

carne suína é considerada normal se o pH aferido da mesma estiver em torno de 5,8 o que é alcançado em torno de seis a oito horas *post mortem*. Entretanto, a carne PSE possui pH abaixo de 5,8 já na primeira hora após abate (CHAE et al., 2007; LUDTKE et al., 2010).

Esse tipo de carne é um dos principais problemas de qualidade na indústria de carne suína, devido às suas características de baixa capacidade de retenção de água, textura flácida e cor pálida que levam às elevadas perdas de água durante o processamento (MAGANHIN et al., 2007), reduzindo o rendimento e a lucratividade das agroindústrias, por afetar os músculos de maior valor comercial, como lombo e pernil (CALDARA et al., 2012; LUTDKE et al., 2012).

Capacidade de retenção de água (CRA) significa a capacidade que o corte cárneo possui em reter a sua própria água (PEARCE et al., 2011). A redução da CRA ocasiona perda de umidade e menor rendimento, além de maior perda durante a cocção (DELLA TORRE e BERAQUET, 2005).

A maior parte da água do músculo está nas estruturas da célula, incluindo os espaços intra e extramiofibrilares. Conforme o *rigor mortis* progride o espaço para a água ser retida nas miofibrilas é reduzido, e essa mudança na arquitetura das células influencia a capacidade das mesmas de reter água (HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005). A água que anteriormente estava imobilizada e ligada às proteínas nos espaços intrafibrilares é liberada e distribuída nos espaços sarcoplasmáticos e extracelular, onde é facilmente perdida por gotejamento (LEYGONIE et al., 2012).

Outro processo que pode influenciar a capacidade de retenção de água é a degradação limitada das proteínas do citoesqueleto, que pode resultar no aumento do encolhimento da célula muscular geral ocasionando perda por gotejamento (HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005).

A maciez também é um aspecto reconhecidamente importante para a qualidade da carne. É uma característica influenciada por muitos fatores mas, considerada de difícil previsão antes da chegada ao consumidor (KOOHMARAIE, 1994), sendo determinada principalmente nas primeiras 24 horas pós-abate (KOOHMARAIE et al., 1987). No processo de resfriamento, quando as carnes são expostas a baixas temperaturas antes do estabelecimento do *rigor mortis*, pode ocorrer o encurtamento das fibras musculares, dando maior dureza à carne, fenômeno conhecido como encurtamento pelo frio ou *coldshorting* (PARRISH et al., 1973).

*Coldshorting* pode ser causado por alguns fatores, um exemplo disso seria a mudança na força do estado de ligação de actina/miosina, o que pode causar encurtamento nas primeiras 24 horas após o abate, seguido de relaxamento em três a seis dias após o abate (GOLL et al., 1995). Assim como uma temperatura muscular muito baixa logo após a morte pode desestabilizar a capacidade de armazenamento de cálcio pelo retículo sarcoplasmático fazendo com que o cálcio seja liberado sinalizando para que o músculo se contraia, gerando assim o encurtamento do músculo que se torna mais endurecido (HUFF-LONER et al., 2001).

A cor da superfície de produtos cárneos é um dos principais parâmetros de qualidade avaliado pelos consumidores e é crítica para sua aceitação (BRIDI e SILVA, 2013). A cor da carne *in natura* depende da concentração e estado químico dos pigmentos do músculo (mioglobina e hemoglobina residual) (ABRIL et al., 2001). Quando a sangria é realizada de forma eficiente, a cor da carne é influenciada principalmente pela mioglobina (pigmento do músculo) quando comparada à influência da hemoglobina (pigmento do sangue), que irá desempenhar pouca influência, já que a mesma se encontrará apenas em quantidade residual (PARDI et al., 1995).

Buscando contornar a subjetividade na análise de cores de produtos cárneos, são utilizados métodos científicos quantitativos que empregam variáveis numéricas para as interações provocadas pela luz em uma superfície. O colorímetro é um dos equipamentos mais utilizados, e tem como princípio aumentar a percepção das cores pelos olhos, empregando-se um sistema chamado CIELab (MENDOZA e BORGES, 2015), baseado em três elementos: a luminosidade ( $L^*$ ), o teor de vermelho ( $a^*$ ) e o teor de amarelo ( $b^*$ ). Valores de  $L^*$  igual a zero correspondem ao preto e 100 ao branco, valores de  $a^*$  variam de  $-a^*$  (verde) até  $+a^*$  (vermelho). Os valores de  $b^*$  variam de  $-b^*$  (azul) até  $+b^*$  (amarelo) (MINOLTA, 1998). A análise colorimétrica da carne se baseia em sua capacidade de refletir ou absorver a luz, e diferenças nos parâmetros  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  tem sido associado a diferenças no teor de água e seu movimento em direção à superfície, além de pH, aditivos, estrutura muscular, capacidade de retenção de água, dentre outros, resultando na possibilidade de utilização desta ferramenta como auxílio na identificação de carnes PSE ou DFD (MACDOUGALL, 1994).

Quanto aos aspectos microbiológicos, o resfriamento rápido e a manutenção da cadeia do frio estão entre as principais condutas para controlar o crescimento microbiano, retardar a deterioração e estender a validade comercial de carnes

(SAMPAIO, 2016). Quando o sistema de redução de temperatura da carcaça é eficiente, o mesmo inibe o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes, assim como reduz a atividade enzimática que interfere nas características físicas e organolépticas, promovendo o prolongamento da vida de prateleira da carne suína (BRIDI e SILVA, 2009).

O comportamento dos microrganismos como, crescimento, sobrevivência e morte, é determinado pelas propriedades dos alimentos (fatores intrínsecos como, atividade de água, pH) e por condições externas (fatores extrínsecos como, temperatura, umidade relativa e atmosfera (NAKASHIMA et al., 2000).

O resfriamento convencional garante a segurança da carne, por meio do resfriamento da carcaça, resultando em dessecação da superfície da carcaça. Essa dessecação leva a redução da atividade de água da superfície da carcaça, o que resulta em choque osmótico das células bacteriana (KINSELLA et al., 2006), diminuindo a taxa de crescimento das células viáveis. O ressecamento da superfície não será eficiente para a redução das cargas de todas as bactérias, sendo as bactérias gram-negativas mais susceptíveis ao choque osmótico do que as gram-positivas (STOPFORTH et al., 2005).

A utilização do sistema de aspersão no processo de resfriamento de carcaças gera grandes preocupações relacionadas a contagem microbiana, pelo fato do uso da água adicional durante o processo, que pode afetar a atividade de água de superfície, levando provavelmente ao crescimento bacteriano (GREER e JONES, 1988). Desde que o programa de aspersão seja realizado de forma que disponha de tempo suficiente para a secagem da superfície, o resfriamento por aspersão pode produzir atividade de água semelhante em comparação com o resfriamento convencional no final do processo de resfriamento (KINSELLA et al., 2006).

### **Sistemas de resfriamento de carcaças: convencional x *spray-chilling***

No período pós abate, as carcaças apresentam temperatura interna próxima a 39°C, sendo necessário reduzi-la o mais breve possível. Essa redução de temperatura das carcaças é realizada por meio do seu acondicionamento em câmaras de resfriamento, que eliminam o calor durante essa etapa (ROÇA, 2008). Durante o processo de resfriamento e desumidificação ocorre a troca de calor, em que a carcaça (corpo quente) perde calor e água - massa (evaporação e gotejamento) para o ar (corpo frio).

O sistema convencional de resfriamento em câmara com ar forçado, promove a troca de calor do interior do músculo para a parte externa (BRIDI e SILVA, 2009). Nesse sistema as meias-carcaças permanecem em câmaras frias de 12 a 24 horas, entre 0 a 4°C, com velocidade do ar entre 0,3 e 1,0 metros/segundo e umidade entre 88 e 92% e posteriormente podem ser transferidas para outra câmara com temperatura de 0 a 3°C, onde permanecerão por mais 24 horas até serem processadas ou comercializadas (GOMIDE et al., 2006).

Já o sistema de resfriamento de carcaças por aspersão de água gelada na fase inicial, promove a troca de calor por contato e forma um filme aquoso na superfície da carcaça, reduzindo a temperatura superficial, por meio de troca térmica de fora para dentro da carcaça, evitando a desidratação e perda de massa (BRIDI e SILVA 2009). Nesse sistema a redução de temperatura da carcaça ocorre mais rapidamente quando comparado ao sistema convencional, sendo, no entanto, sua taxa de resfriamento menor do que no método ultrarrápido (SAVELL et al., 2005). Nesse método de resfriamento por aspersão são utilizadas câmaras onde a água gelada (1°C a 5°C) é aspergida periodicamente sobre a carcaça, como exemplo, aspersão com duração de 60 segundos a cada 15 minutos, combinada com velocidade do ar entre 0,5 e 1,5 m/s, em processo com duração de 10 horas, sendo logo em seguida armazenadas em câmaras frias entre 0 a 1°C (GOMIDE et al., 2006).

### **Legislação sobre o sistema de aspersão de carcaças**

O sistema de aspersão de carcaças com água gelada, inicialmente chamado de *Clor-Chil* foi desenvolvido e patenteado nos Estados Unidos na década de 1970 pela Swift & Company. No entanto na década de 1980 a patente foi quebrada e a técnica aperfeiçoada, passando a ser adotada pelas demais indústrias norte-americanas (SAVELL et al., 2005). Nos Estados Unidos e Canadá, o sistema de aspersão tem sido utilizado em carcaças bovinas desde 1987 (JONES e ROBERTSON, 1988) com o objetivo de reduzir o encolhimento gerado pelo resfriamento da carcaça, reduzir o desenvolvimento bacteriano durante esse processo e manter a qualidade do produto (HEITTER, 1975).

No Brasil o uso dessa tecnologia possui legislação específica para meias-carcaças de bovídeos pela resolução N° 02 de 9 de agosto de 2011, instituída pelo MAPA. Essa resolução especifica a necessidade na implantação pelos estabelecimentos,

do Programa de Controle de Aspersão de Carcaças (PCAC) tendo como objetivo evitar o ganho indevido de peso das carcaças decorrente da aspersão de modo a evitar fraude econômica, além de prevenir a introdução de perigos microbiológicos por meio da água utilizada (BRASIL, 2011).

Anteriormente à publicação do termo de não objeção do MAPA, em outubro de 2021, que autoriza a utilização do sistema de aspersão aplicado ao processo de resfriamento de meias-carcaças, o único método autorizado e utilizado para resfriamento de meias-carcaças suínas era a ventilação forçada, e suas especificações são feitas pela portaria do MAPA – 711, de 01 de novembro de 1995, que recomenda o pré-resfriamento através de choque térmico, visando diminuir o tempo de resfriamento das carcaças até atingirem 7°C no interior do músculo.

## REFERÊNCIAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2021**. Disponível em: [https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA\\_Relatorio\\_Anual\\_2021\\_web.pdf](https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf). Acesso em 15 de ago. de 2021.

ABRIL, M.; CAMPO, M.M.; ÖNENÇ, A.; SAÑUDO, C.; ALBERTÍ, P.; NEGUERUELA, A.I. Beef colour evolution as a function of ultimate pH. **Meat Science**, v.58, p.6978, 2001. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(00\)00133-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(00)00133-9).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa. **Resolução nº 02**, de 9 de agosto de 2011, aprova tecnologia do sistema de aspersão aplicado no processo de resfriamento de meias-carcaças de bovídeos. Disponível em: [https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-2-2011\\_115355.html](https://www.normasbrasil.com.br/norma/resolucao-2-2011_115355.html). Acesso em 25 de set. de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 711, de 1 de novembro de 1995. Aprova as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos. Disponível em: [https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/arquivos/Portaria\\_711.1995.pdf/view](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/empresario/arquivos/Portaria_711.1995.pdf/view). Acesso em 25 de set. de 2020.

BRESSAN, M.C.; CULAU, P.; OURIQUE, J. M.; NICOLAIEWSKI, S. Effect of between bleeding and the entry of carcasses in chilling chamber and chilling rates on pork quality. In: **International congress of meat science and technology**. France, v. 2, p. 165-168, 1992.

BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. Qualidade da Carne Suína e fatores que a influenciam. 2013. **Anais do VI simpósio Brasil Sul de suinocultura**, 1 ed. Concórdia: EMBRAPA, v. 1, p 46-62, 2013.

BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Avaliação da carcaça**. Londrina: Midiograf, p. 120, 2009.

CALDARA, F. R.; SANTOS, V. M. O.; SANTIAGO, J. C.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; GARCIA, R. G.; VARGAS JUNIOR, F. M.; SANTOS, L. S.; NÄÄS, I. A. Physical and sensory properties of PSE pork. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 815-824, 2012.

ÇELEN, M.T.; WILLOW, B.; ZORBA, O.; DEMIRULUS, H.; TEKELI, A. Comparison of normal and PSE turkey breast meat for chemical composition, pH, color, myoglobin, and drip loss. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 45, p. 441-44, aug. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000800003>.

CHAE, H. S.; SINGH, N. K.; YOO, Y. M.; ANH, C. N.; JEONG, S. G.; HAM, J. S.; KIM, D. H. Meat quality and storage characteristics depending on PSE status of broiler breast meat. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 20, n. 4, p. 582-587, 2007. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2007.582>.

CLARK, K.A.; MCELHINNY, A.S.; BECKERLE, M.C.; GREGORIO, C.C. Striated muscle cytoarchitecture: an intricate web of form and function. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, v.18, n.1, p.637-706, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.cellbio.18.012502.105840>.

DELLA TORRE, J.C.M.D.; BERAQUET, N.J. Composição cestesimal e teor de colágeno em carne bovina moída. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 64, n. 2, p. 223-231, 2005.

GOLL, D. E.; GEESINK, G. H.; TAYLOR R. G.; THOMPSON, V. F. Does proteolysis cause all postmortem tenderization, or are changes in the actin/myosin interaction involved? In: **Annual International Congress of Meat Science and Technology**. San Antonio, p. 537-544, aug, 1995.

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

GREER, G.G.; DILTS, B.D. Bacteriology and retail case life of spray-chilled pork. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, v.21, n.3, p.295-299, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0315-5463\(88\)70820-2](https://doi.org/10.1016/S0315-5463(88)70820-2).

HEITTER, E.F. Clor-chil. Proc. Meat Ind. Res. Conf., Chicago, IL. **American Meat Institute Foundation**, Arlington, p. 31-32, 1975.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, v.71, n.1, p.194-204, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.022>.

HUFF-LONERGAN, E.; PAGE, J.; JOHNSON, R. The role of carcass chilling in the development of pork quality. **National Pork Producers Council**, p. 1-8, 2001.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estatística da Produção Pecuária - Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>. Acesso em: 19 de jun. de 2021.

JAMES, S. The chill chain from “carcass to consumer”. **Meat Science**, v.43, p.203-216, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)00066-6](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00066-6).

JONES, S.D.M.; ROBERTSON, W.M. The effects of spray-chilling carcasses on shrinkage and quality of beef. **Meat Science**, v.24, n.3, p.177-188, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90076-9](https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90076-9).

KINSELLA, K. J.; SHERIDAN, J. J.; ROWE, T. A.; BUTLER, F.; DELGADO, A.; QUISPE-RAMIREZ, A.; BLAIR, I. S.; McDOWELL, D. A. Impact of a novel spray-chilling system on surface microflora, water activity and weight loss during beef carcass chilling. **Food Microbiology**, v.23, p.483-490, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fm.2005.05.013>.

KOOHMARAIE, M.; SEIDEMANN, S.S.; SCHOLLMAYER, J.E.; DUTSON, T.R.; CROUSE, J.D. Effect of post-mortem storage on Ca<sup>2+</sup>- dependant proteases, their

inhibitor and myofibril fragmentation. **Meat Science**, v.19, n.3, p.187-196, 1987. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(87\)90056-8](https://doi.org/10.1016/0309-1740(87)90056-8).

KOOHMARAIE, M. Muscle proteinases and meat aging. **Meat Science**, v.36, n.1, p. 93-104, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90036-1](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90036-1).

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. Tradução: Jane Maria Rubensam. 6. ed. Porto Alegre, Artmed, 2005, p. 383

LEYGONIE, C.; BRITZ, T.J.; HOFFMAN, L. C. Impact of freezing and thawing on the quality of meat. **Meat Science**, v.91, n.2, p.93-98, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.013>.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, P. C.; BARBALHO, P. C.; VILELA, J. A.; DALLA COSTA, O. A. **Abate Humanitário de Suínos**, Rio de Janeiro: WSPA, p. 132, 2010.

LUDTKE, C. B.; COSTA, O. A. D.; ROÇA, R. O.; SILVEIRA, E. T. F.; ATHAYDE, N. B.; ARAÚJO, A. P.; MELLO JÚNIOR, A; AZAMBUJA, N. C. Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n.3, p. 532-537, 2012.

MACDOUGALL, D.B. Colour of meat. In: PEARSON, A. M.; DUTSON, T. R. Eds. **Quality Attributes and their Measurement in meat, poultry and fish products**. Advances in meat research series. Boston: Springer, 1994, p. 79-93.

MAGANHIN, M. B.; MARIANO, B.; SOARES, A. L.; GUARNIERI, P. D.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. L. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia Alimentar**, Campinas, v. 27, p. 69-72, ago, 2007.

MENDOZA, Z.M.S.H.; BORGES, P.H.M. Análisis colorimétrico del extracto acuoso de hojas de teca. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 5, p. 953-961, 2015.

MINOLTA, K.S., Inc. Precise color communication: Color control from perception to instrumentation. Japan: Minolta Co, p. 59, 1998.

MOURA, J.W.F.; MEDEIROS, F.M.; ALVES, M.G.M.; BATISTA, A.S.M. Fatores influenciadores na qualidade da carne suína. **Revista Científica de Produção Animal**, v.17, n.1, p.18-29, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.v17n1p18-29>.

NAKASHIMA, S.M.K.; ANDRÉ, D.S.; FRANCO, B.D.G. Revisão: Aspectos Básicos da Microbiologia Preditiva. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 3, p. 41-51, 2000.

OUALI, A. Proteolytic and physicochemical mechanisms involved in meat ovine skeletal muscle. **Biochimie**, v.74, n.3, p.251-265, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0300-9084\(92\)90124-W](https://doi.org/10.1016/0300-9084(92)90124-W).

PARDI, M.C., SANTOS, I.F., SOUZA, E.R., PARDI, H.S. Ciência, higiene e tecnologia da carne. Goiânia: CEGRAF-UFG/ Niterói: EDUFF, v. 2, p. 586, 1993.

PARRISH, F. C.; YOUNG, R. B.; MINER, B. E.; ANDERSEN, L. D. Effect of postmortem conditions on certain chemical, morphological and organoleptic properties of bovine muscle. **Journal of Food Science**, v.38, p.690- 695, 1973. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1973.tb02846.x>.

PEARCE, K.L.; ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J.; HOPKINS, D.L. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes—A review. **Meat science**, v.89, n.2, p.111-124, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.007>.

PELOSO, J.V. Tratamento pós-abate das carcaças e os desvios de qualidade na transformação músculo-carne em suínos. In: **Conferência internacional virtual sobre qualidade de carne suína**. Sadia, S.A. Brasil, p. 100-110, 2000.

PRADO, C. S.; FELÍCIO, P. E. Effects of chilling rate and spray-chilling on weight loss and tenderness in beef strip loin steaks. **Meat Science**. v.86, n.2, p.430-435, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.029>.

PRADO, C.S.; BUENO, C.P.; FELÍCIO, P.E. Aspersão de água fria no início do resfriamento de carcaças bovinas e maturação da carne sobre o peso, cor e aceitação do músculo longissimus lumborum. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, n.4, p.841-848, 2007.

PRATA, L.F.; FUKUDA, R.T. **Fundamentos de higiene e inspeção de carnes**, 349 p. Jaboticabal: FUNEP, 2001.

ROÇA, R.O. **Refrigeração**. Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal. Faculdade de Ciências Agrônomicas-UNESP, Botucatu, 2008. Disponível em: <https://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/Roca108.pdf>. Acesso em 28 de out. de 2020.

ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H.J. Factors of significance for pork quality - review. **Meat Science**, v.64, p.219-237, jul, 2003. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00186-9](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00186-9).

RÜBENSAM, J.M. **Transformações post mortem e qualidade da carne suína**. In: Conferência internacional virtual sobre qualidade de carne suína. Embrapa/CNPSA, p. 89-99, dez, 2000. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_jane\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_jane_pt.pdf). Acesso em 06 de jul. de 2021.

SAMPAIO, G.S.L. Perdas durante o resfriamento de carcaças bovinas. **Carnetc**. 2016. Disponível em: <https://www.iagro.ms.gov.br/perdas-durante-o-resfriamento-de-carcacas-bovinas/>. Acesso em 20 de setembro de 2021.

SARCINELLI, M.F.; VENTURINI, K.S.; SILVA, L.C. Características da carne suína. Universidade Federal do Espírito Santo-UFES. Boletim Técnico, p. 7, 2007. Disponível em: [http://www.agais.com/telomc/b00907\\_caracteristicas\\_carnesuina.pdf](http://www.agais.com/telomc/b00907_caracteristicas_carnesuina.pdf). Acesso em: 13 de mai. de 2021.

SAVELL, J.W.; MUELLER, S.L.; BAIRD, B.E. The chilling of carcasses. **Meat Science**, v.70, n.3, p. 449-459, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2004.06.027>.

SIERRA, V.; FERNANDEZ-SUÁREZ, V.; CASTRO, P.; OSORO, K.; RODRÍGUEZ-COLUNGA, M. J.; VEGA-NAREDO, I.; GARCÍA-MACÍA, M.; COTO-MONTES, A.; OLIVÁN, M. Tenderización post-mortem de la carne de los distintos biótijos amparados por la IGP ternera asturiana. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 333-336, sep, 2011.

STOPFORTH, J. D.; SOFOS, J. N. Carcass chilling. In: **Improving the safety of fresh meat**. Woodhead Publishing, p.364-387, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1533/9781845691028.2.364>.

TORRES, J.O.; BOTERO, M.F.A. The El mecanismo de muerte celular programada y su importancia en el proceso de maduración de la carne bovina. **Revista de Medicina Veterinaria**, v.1, n. 23, p.83-96, 2012.

## **CAPÍTULO 2**

### **SISTEMA DE ASPERSÃO DE ÁGUA GELADA NO PROCESSO INICIAL DE RESFRIAMENTO DE MEIAS-CARCAÇAS SUÍNAS**

Artigo redigido e formatado de acordo com as normas da Revista Meat Science, Fator de impacto 2020: 5,209, ISSN: 0309-1740, Cite Score: 7,9, Qualis CAPES A1

## **Sistema de aspersão de água gelada no processo inicial de resfriamento de meias-carcaças suínas**

### **RESUMO**

A pesquisa foi conduzida com objetivo de avaliar os efeitos da utilização de sistema de aspersão de água gelada durante o processo de resfriamento de carcaças suínas, sobre parâmetros quantitativos e qualitativos da carcaça e carne. Foram utilizados 220 suínos de mesma origem e linhagem comercial Dan Bred (DB) x Agroceres Pic, com idade aproximada de 180 dias e peso médio corporal de 125 kg, abatidos em frigorífico com sistema de inspeção federal. Após o abate, as carcaças foram divididas em delineamento inteiramente casualizado em dois tratamentos: (1) CONTROLE, sem aspersão de água; (2) ASPERSÃO, com aspersão de água durante o resfriamento. O tempo total de aspersão foi de 26 minutos, durante o ciclo total das primeiras quatro horas de resfriamento. Foram avaliados temperatura superficial e interna da carcaça ao longo do processo de resfriamento, pH inicial (pH45), pH final e análises microbiológicas da superfície das carcaças. Após a desossa foram coletadas amostras do músculo *Longissimus lumborum* (LL), para análises de coloração, perda de líquido por cocção (PLC), força de cisalhamento (FCC) e perda de líquido por gotejamento (PLG). O sistema de aspersão foi eficiente em promover maior velocidade de redução de temperatura superficial e interna em carcaças quando comparado às não submetidas a aspersão. Carcaças aspergidas não apresentaram alterações em pH inicial, entretanto o pH final e FC da carne foi ligeiramente mais alto, além de menor teor de luminosidade (L\*), vermelho (a\*) e amarelo (b\*) da carne. A aspersão não influenciou os aspectos microbiológicos das carcaças, assim como a PLG e PLC da carne. A utilização do sistema de aspersão de água gelada no processo inicial de resfriamento de carcaças suínas acelerou a velocidade de redução da temperatura, diminuindo as chances de ocorrência de carne pálida, flácida e exsudativa (PSE), melhorou a capacidade de retenção de água da carne e não se apresentou como risco para proliferação de microorganismos patógenos.

**Palavras-chave:** capacidade de retenção de água, perda de peso, carne PSE

## ABSTRACT

The research was carried out with the objective of evaluating the effects of using an ice water sprinkler system during the cooling process of swine carcasses, on quantitative and qualitative parameters of the carcass and meat. A total of 220 swine of the same origin and commercial strain Dan Bred (DB) x Agroceres Pic were used, aged approximately 180 days and average body weight of 125 kg, slaughtered in a slaughterhouse with a federal inspection system. After slaughter, the carcasses were divided in a completely randomized design into two treatments: (1) CONTROL, without water spray; (2) SPRAY, with water sprinkling during cooling. The total spray time was 26 minutes, during the total cycle of the first four hours of cooling. Surface and internal temperature of the carcass throughout the cooling process, initial pH (pH45), final pH and microbiological analyzes of the carcass surface were evaluated. After boning, samples of the Longissimus lumborum (LL) muscle were collected for analysis of color, cooking loss (PLC), shear force (FCC) and drip loss (PLG). The sprinkler system was efficient in promoting a higher speed of surface and internal temperature reduction in carcasses when compared to those not subjected to sprinkler. Sprayed carcasses did not show changes in initial pH, however, the final pH and FC of the meat were slightly higher, in addition to lower luminosity ( $L^*$ ), red ( $a^*$ ) and yellow ( $b^*$ ) content of the meat. The spray did not influence the microbiological aspects of the carcasses, as well as the PLG and PLC of the meat. The use of the cold water spray system in the initial cooling process of swine carcasses accelerated the speed of temperature reduction, reducing the chances of pale, flaccid and exudative (PSE) meat, improving the water retention capacity of the meat and did not present a risk for the proliferation of pathogenic microorganisms.

**Keywords:** water holding capacity, weight loss, meat PSE

## INTRODUÇÃO

O resfriamento de carcaças tem por principal objetivo a redução na perda de gotejamento e possível contaminação da superfície da carcaça. O resfriamento influencia a qualidade da carne suína, uma vez que afeta a taxa de declínio da temperatura e pH muscular (RIBARCZYK et al., 2012).

Quanto mais rápido o processo de resfriamento e estabelecimento do *rigor mortis*, mais cedo as carcaças estarão liberadas para processamento, o que pode traduzir-se em redução de custos com energia e maior capacidade de abate, sem necessidade de espaço adicional de câmaras frias. A maioria dos processos de resfriamento de carcaças, portanto, é empregada para melhorar a segurança do alimento, maximizar a vida útil e reduzir fatores como o encurtamento pelo frio, entre outros, que afetam a maciez e coloração da carne (SAVELL et al., 2005).

Com o aumento do peso de abate e da massa muscular dos suínos ao longo dos anos, o desafio é fazer com que o produto resfrie mais rapidamente para reduzir os problemas associados às relações temperatura e pH. Sabe-se que a combinação de altas temperaturas musculares e baixo pH influencia no desenvolvimento da carne suína pálida, flácida e exsudativa (PSE), e desta forma um processo de resfriamento mais rápido é necessário para reduzir a incidência desta anomalia, sendo a temperatura interna recomendada de 10 °C em 12 h e 2-4 °C em 24 h *post mortem* (SAVELL et al., 2005).

Dentre os sistemas utilizados para o melhor controle do frio e umidade na etapa de resfriamento, a aspersão de carcaças, também conhecida como *spray chilling*, visa reduzir as perdas de peso por evaporação durante o processo de resfriamento (Prado et al., 2007). No entanto quando a umidade relativa dentro da câmara é elevada, apesar de contribuir para a diminuição da perda de peso, favorece a multiplicação microbiana na superfície da carne, assim como pode gerar palidez excessiva na carcaça. Em contrapartida, umidade relativa muito baixa, pode gerar um aspecto seco e escuro na carcaça além de favorecer a perda de peso, que leva ao perdas econômicas e compromete a qualidade do produto final (URBAIN, 1994).

Neste contexto, o presente estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos aspersão de água gelada no processo inicial de resfriamento de meias carcaças

suínas na velocidade de redução de temperatura das carcaças, e seus consequentes efeitos sobre o desenvolvimento de microorganismos patógenos, assim como parâmetros relacionados a qualidade da carne.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local**

O experimento foi conduzido em um abatedouro frigorífico, situado na cidade de Dourados, MS, com capacidade de abate de 4.200 suínos ao dia. A altitude do município é de 430 m, a latitude de 22° 13' S e longitude 54° 48' W. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos).

### **Animais, instalações e tratamentos**

Foram utilizados 220 suínos de mesma origem e linhagem comercial Dan Bred (DB) x Agroceres Pic, com idade aproximada de 180 dias e peso médio corporal de 125 ± 0,48 kg, submetidos ao mesmo manejo pré-abate de rotina do estabelecimento, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado (DIC) em dois tratamentos: 1) CONTROLE: carcaças submetidas a resfriamento convencional em câmara pela ventilação forçada (N=110); 2) ASPERSÃO: carcaças submetidas a resfriamento com a utilização da aspersão com água gelada abaixo de 2°C nas primeiras quatro horas de resfriamento (N=110).

Em função da capacidade da câmara de resfriamento e para evitar possíveis efeitos da utilização de câmaras distintas, os abates foram divididos em 10 dias, sendo realizados em dias alternados para cada tratamento, com abate de 22 animais por dia. Ao final do abate, após a toaleta, as carcaças foram identificadas individualmente com numeração sequencial (do 1 ao 22 “aspersão” e do 1 ao 22 “controle”), dispostas em balancins com peso padrão.

Em cada dia de abate, as carcaças foram alocadas na mesma câmara e mesma trilhagem, sendo nos dias destinados ao abate do grupo controle, os aspersores mantidos desligados. A câmara permaneceu a temperatura ambiente enquanto vazia. Ao iniciar o abastecimento de carcaças a câmara foi planejada para temperatura de 15°C, visando evitar a condensação, e ao completar o abastecimento da câmara o regime de frio passou a operar a 2°C. A temperatura da água de aspersão foi de até 2°C na saída da bomba de água gelada. Os bicos aspersores foram instalados abaixo da trilhagem, evitando o risco da contaminação cruzada da água com trilhos e carcaças.

A pressão da água gelada na saída da bomba operou com até 3 bares e os parâmetros de temperatura e pressão da água foram monitorados automaticamente, por meio do sistema supervisor, com leitura no visor do painel e emissão de relatório. Os

bicos aspersores foram instalados na tubulação em intervalos regulares projetados para cobrir todos os lados das meias-carcaças dispostas na trilhagem.

O sistema de aspersão foi realizado de acordo com a receita previamente estabelecida, sendo o tempo de operação da aspersão de 26 minutos (1.560 segundos) durante o ciclo total de 4 horas (14.400 segundos) o que equivale a 10,83% do tempo com aspersores ligados e 89,17% desligado. A primeira aspersão teve duração de três minutos com pausa de 10 minutos, imediatamente após o alojamento das carcaças nas câmaras de resfriamento. Nos demais ciclos a água foi aspergida a cada 10 minutos, com fluxo contínuo de um minuto de aspersão e nove minutos de intervalo.

Após quatro horas, o processo de aspersão foi interrompido e as carcaças continuaram normalmente seu processo de resfriamento e secagem da superfície, até que atingissem a temperatura interna de 7°C.

O consumo total de água aspergida por carcaça no ciclo de 4 horas foi variável de acordo com a pressão. Para uma pressão de até 3 bar e carcaça de 100 kg, o consumo de água estimado foi de 0,57 litros de água no ciclo total de 26 minutos de aspersão por quilo de carcaça (Vazão do bico a 3 atm: 2,2 L/min; Tempo de aspersão: 26 min; Peso médio de carcaças limpa: 100 kg. Consumo de água por Kg de carcaça =  $(26 \text{ min} \times 2,2 \text{ L/min})/100 = 0,57 \text{ L/Kg}$ ).

### **Temperatura superficial e interna da carcaça**

Após o alojamento na câmara fria, foram aferidas individualmente as temperaturas superficiais nas carcaças de ambos os tratamentos, utilizando-se termômetro de infravermelho com mira laser (AKSO), devidamente calibrado e certificado, sendo essa aferição realizada na pele do pernil a cada 1 (uma) hora durante o ciclo de aspersão e posteriormente a cada 2 (duas) horas até o término do resfriamento (5° C na superfície da pele). A medição foi feita perpendicularmente à superfície medida da pele para garantir a exatidão, à uma distância de 8 cm.

A temperatura interna de todas as carcaças foi aferida por meio de termômetro tipo espeto, devidamente calibrado e certificado, inserido na face interna do pernil. As mensurações foram realizadas a cada 1 (uma) hora durante o tempo de aspersão e posteriormente a cada 2 (duas) horas até o término do resfriamento (atingimento de 7° C internamente). A metodologia seguiu a Portaria 711/1995 do MAPA, que regulamenta o abate de suínos.

### **Análises microbiológicas das superfícies de carcaças**

A coleta de amostras foi realizada por esfregadura na superfície da carcaça (método não destrutivo), em 4 (quatro) pontos da carcaça (pernil, lombo, barriga e região axilar) (Anexo A) com uso de esponja estéril, hidratada com volume conhecido de água peptonada tamponada a 1%, livre de biocidas e gabarito descartável (com dimensões laterais de 10 cm de lado perfazendo uma área interna de coleta de 100 cm<sup>2</sup>). A coleta foi realizada após a lavagem final das carcaças no abate antes da entrada no resfriamento e após o resfriamento, antes da liberação das carcaças para desossa. Foram coletadas amostras das carcaças de ambos os tratamentos, sendo realizadas sempre do lado esquerdo, tanto na primeira amostragem, quanto na segunda, não sobrepondo os locais de coleta, por meio de marcação prévia com caneta da área amostrada na primeira coleta.

O gabarito foi localizado no primeiro ponto de coleta (pernil), esfregando somente um lado da esponja sobre a área de amostragem de 100 cm<sup>2</sup> emoldurada pelo gabarito, exercendo pressão sobre a superfície da carcaça. O esfregaço foi realizado com 10 movimentos de varredura no sentido vertical e 10 movimentos no sentido horizontal. O procedimento foi replicado no segundo ponto de coleta (lombo) utilizando o mesmo lado da esponja e utilizando o outro lado da esponja para os demais pontos de coleta (barriga e região axilar), repetindo o procedimento. Ao final do procedimento, foi amostrado com uma esponja uma área total de 400 cm<sup>2</sup>.

As amostras coletadas foram submetidas a testes e metodologias conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Métodos de análise microbiológica e referências utilizadas.

<b>MICROORGANISMO</b>	<b>MÉTODO</b>	<b>REFERÊNCIA</b>
<i>SALMONELLA SPP</i>	VIDAS® SPT	AOAC Official Methods of Analysis. 2013.01. 21st ed. 2019
PESQUISA <i>SALMONELLA SPP</i>	Tradicional	ISO 6579-1:2017
CONTAGEM <i>ENTEROBACTERIACEAE</i>	PETRIFILM	AOAC Official Methods of Analysis. 2003.01. 21st ed. 2019
CONTAGEM AERÓBIOS MESÓFILOS	PETRIFILM	AOAC Official Methods of Analysis. 990.12. 21st ed. 2019

## **pH**

As medidas de pH das carcaças foram realizadas por meio de peagâmetro digital, previamente calibrado com duas soluções tampões (pH 4,0 e pH 7,0 + 0,05/25°C). As mensurações foram realizadas inserindo-se o eletrodo entre a 4ª e 5ª vértebra lombar, depois da última costela, perpendicularmente à linha média, na face medial da ½ carcaça, o mais próximo possível das vértebras, com profundidade constante (3,5cm) na altura do músculo *Longissimus lumborum*. Duas medidas foram realizadas: a primeira aos 45 minutos após o abate (pH inicial) e a segunda com 18 ± 2 horas após o abate (pH final) de acordo com a metodologia adaptada por Bridi e Silva (2009).

## **Preparação dos Cortes para as Análises Laboratoriais**

Após o resfriamento, as carcaças foram desossadas e coletadas amostras de 10 cm de espessura do músculo *Longissimus lumborum*, retiradas na região da última costela das ½ carcaças de cada tratamento. As amostras foram dissecadas para que ficassem livres de gordura aparente, de excesso de tecido conjuntivo e de músculos adjacentes menores, e seccionados transversalmente em bifes de 3,0 cm de espessura cada. Posteriormente foram congeladas e enviadas para análise no Laboratório de Análise de Produtos Agropecuários da Universidade Federal da Grande Dourados.

## **Coloração**

Para avaliação da coloração da carne, as amostras foram expostas ao ar durante 30 minutos, visando a oxigenação. Após este período, foram submetidas à avaliação objetiva da cor por meio de um colorímetro portátil, modelo Minolta CR-400, utilizando-se a escala L\* (luminosidade), a\* (teor de vermelho), b\*(teor de amarelo) do sistema CIELAB, com fonte de luz de D65 e ângulo de 90° (Anexo B). As medidas foram realizadas em três pontos distintos na superfície da amostra, tomando-se a média como o valor determinado (GAJANA et al., 2013).

## **Perda de Líquido na Cocção (PLC)**

Amostras de cerca de 3 cm de espessura dos músculos *Longissimus lumborum* (LL), foram pesadas e posteriormente assadas em forno elétrico a 170°C, sendo viradas quando a sua temperatura interna atingiu 50°C, e mantidas até alcançarem temperatura interna de 70°C (Anexo C). Após o cozimento, foram resfriadas em temperatura ambiente, sendo novamente pesadas. As perdas líquidas na cocção foram expressas em

porcentagem de líquido perdido em relação ao peso original da amostra (BRIDI e SILVA, 2009).

### **Força de Cisalhamento da Carne (FCC)**

Para a análise da força de cisalhamento foram utilizadas as amostras assadas como descrito no item anterior, das quais foram retirados 2 cilindros de 13 mm de diâmetro, sempre no sentido paralelo às fibras musculares, com o auxílio de um vazador. As amostras foram colocadas no aparelho texturômetro TAXT 2i (*Stable micro Systems*), com lâmina Warner-Bratzler, deslocando-se com velocidade de descida e subida do dispositivo de 200 mm/min, segundo metodologia descrita por Moeller et al. (2010), que mensurou a força necessária para cortá-las, com valor expresso em quilograma-força (kgf).

### **Perda Líquida por Gotejamento (PLG)**

A avaliação da perda de líquido por gotejamento foi baseada em metodologia adaptada de Honikel (1998). Amostras de aproximadamente 100 gramas do músculo *Longissimus lumborum*, foram pesadas em balança semi-analítica. Em seguida, embaladas em redes plásticas, e acondicionadas suspensas em recipiente fechado. As amostras permaneceram por 24 horas sob refrigeração à 4°C, e foram pesadas novamente. A perda líquida por gotejamento foi expressa em porcentagem do peso inicial.

### **Análise estatística**

Todos os resultados foram verificados quanto a normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias pelo teste de Shapiro Wilk e Levene, respectivamente. Os resultados das análises microbiológicas não obedeceram a estas premissas e foram submetidos a transformação logarítmica. Os resultados (transformados ou não) microbiológicos, pós abate (pH) e de qualidade de carne foram submetidos a análise de variância através do procedimento MIXED do SAS (SAS 9.3) e suas médias comparadas pelo teste F. As variáveis de temperaturas superficiais e internas de carcaças foram submetidas a análise de variância através do procedimento MIXED do SAS (SAS 9.3) com o uso do comando REPEATED na qual as horas de avaliação foram considerados medidas repetidas no tempo. Foram realizados os desdobramentos dos efeitos das interações entre os efeitos principais (tempo e tratamento) sendo

avaliados através de regressões utilizando polinomiais ortogonais e comparações de médias pelo teste F. Para todas as análises realizadas o nível de significância utilizado foi de 5%. As variáveis microbiológicas foram submetidas ao teste t de Student (PROC TTEST – SAS 9.4) para comparação dos dados pareados antes e depois da realização dos tratamentos de resfriamento de carcaças. Já os dados de presença ou ausência de Salmonella foram avaliados de forma não paramétrica, pelo teste de Chi-Quadrado.

## RESULTADOS

### Temperatura superficial da carcaça

A queda da temperatura superficial das carcaças ao longo do período de resfriamento apresentou comportamento linear para ambos os tratamentos, evidenciando-se, porém, que a aspersão de água gelada durante as primeiras quatro horas de resfriamento promoveu maior velocidade na redução (Gráfico 1). As carcaças do tratamento controle atingiram a temperatura superficial de 5°C em aproximadamente 9 horas após o início do resfriamento, enquanto aquelas submetidas à aspersão necessitaram de apenas 8 horas para atingirem a mesma temperatura.

Comparando-se a temperatura superficial das carcaças em cada momento de mensuração, observa-se diferença significativa entre os tratamentos a partir da primeira hora de resfriamento, que se tornou mais expressiva inclusive após o término do ciclo de quatro horas de aspersão. Carcaças do tratamento controle atingiram temperatura superficial mínima de 4,0°C após 15 horas de resfriamento, enquanto as carcaças aspergidas estabilizaram a temperatura em 1,2°C a partir de 14 horas do processo (Gráfico 2).

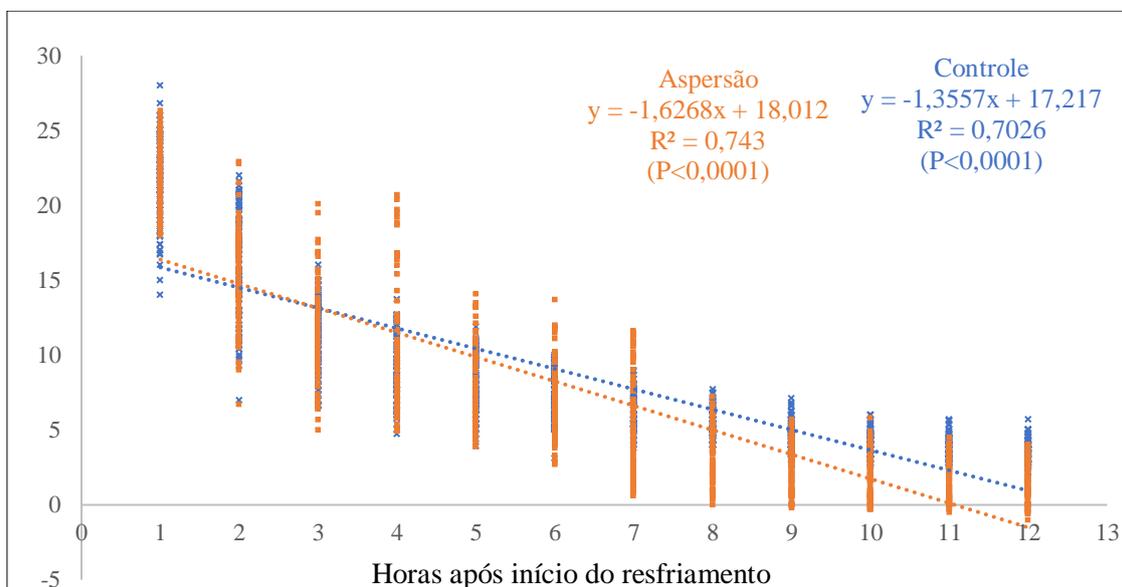


Gráfico 1. Velocidade de redução da temperatura superficial das carcaças submetidas a resfriamento convencional e resfriamento por aspersão.

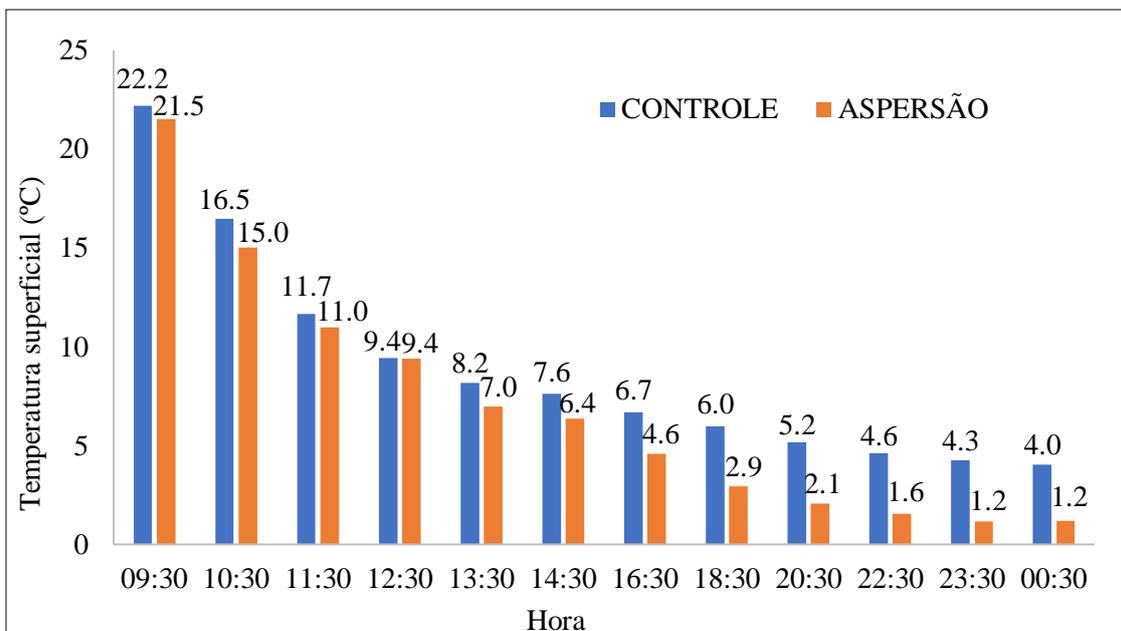


Gráfico 2. Comparação da temperatura superficial das carcaças submetidas a resfriamento convencional e resfriamento por aspersão, por hora de mensuração. (Todos as médias entre tratamentos diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ), exceto para os horários 9:30 e 12:30 h).

### Temperatura interna da carcaça

Semelhante ao comportamento da temperatura superficial, a queda da temperatura interna das carcaças ao longo do período de resfriamento apresentou comportamento linear para ambos os tratamentos, com maior velocidade para aquelas que passaram pelo processo de aspersão de água gelada durante as primeiras horas (Gráfico 3). Observa-se pelas equações determinadas, que as carcaças dos animais provenientes do tratamento controle atingiram temperatura interna de 7°C em aproximadamente 10,5 horas após o início do processo de resfriamento, enquanto as submetidas à aspersão atingiram a mesma temperatura em cerca de 9,9 horas.

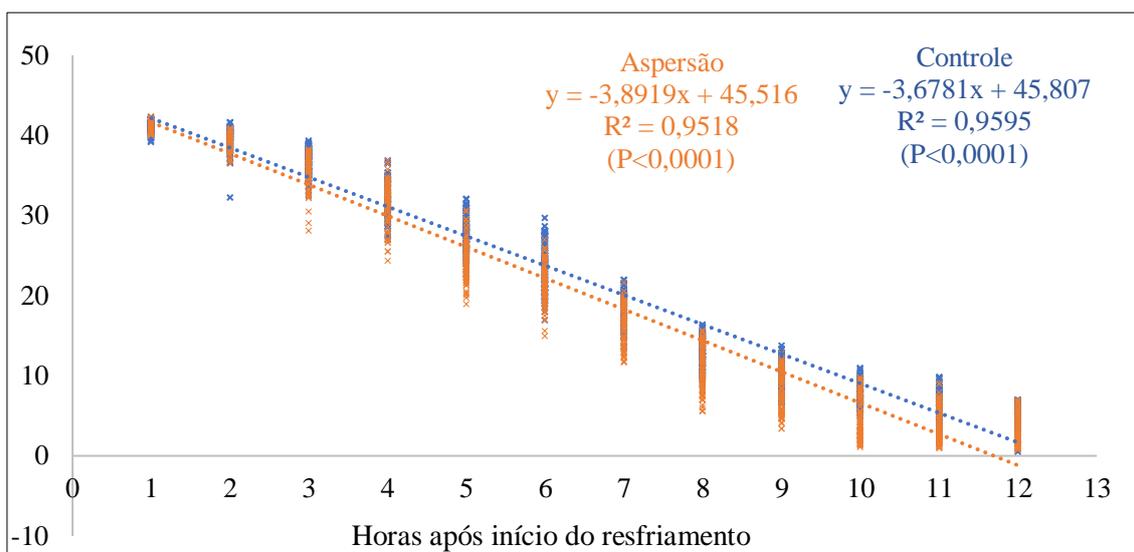


Gráfico 3. Velocidade de redução da temperatura interna das carcaças submetidas a resfriamento convencional e resfriamento por aspersão.

Considerando-se a temperatura interna das carcaças em cada mensuração realizada ao longo do tempo, observa-se diferença entre os tratamentos a partir da primeira hora de resfriamento, que também se tornou mais expressiva após o término do ciclo de quatro horas de aspersão. Carcaças do tratamento controle atingiram temperatura interna média de 5,6°C às 15 horas de resfriamento, enquanto as aspergidas com água apresentaram temperatura em 3,0°C no mesmo período (Gráfico 4).

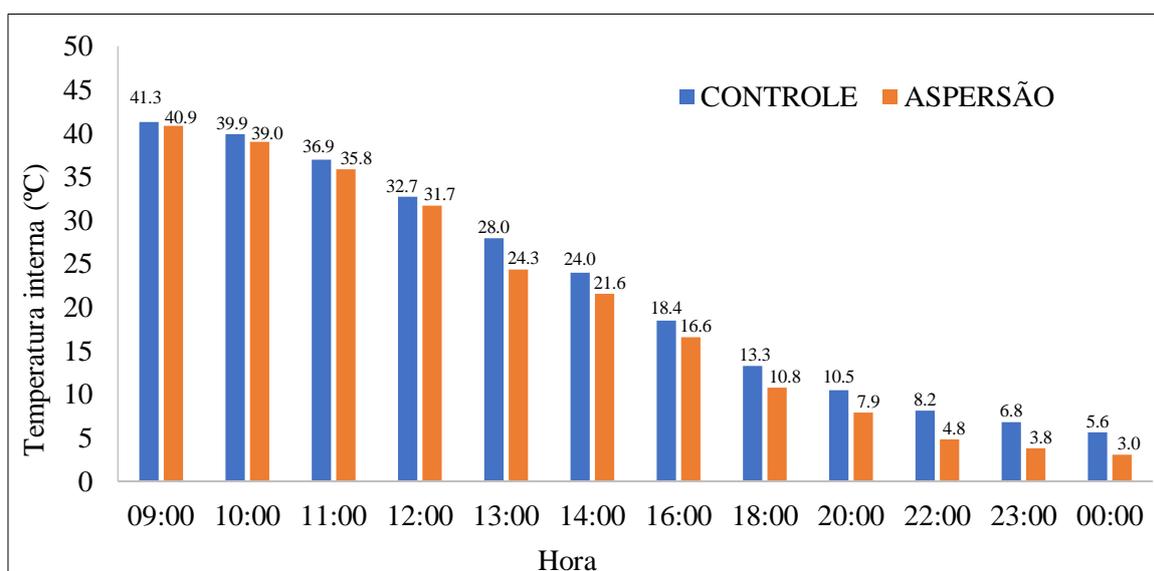


Gráfico 4. Comparação da temperatura interna das carcaças submetidas a resfriamento convencional e resfriamento por aspersão, por hora de mensuração. (Todos as médias entre tratamentos diferem estatisticamente ( $P < 0,05$ ), exceto para o horário 9:00 h).

## Análise Microbiológica

Não houve efeito da aspersão de água sobre a incidência de *Salmonella ssp.* nas carcaças, ausente em praticamente 100% das carcaças de ambos os tratamentos, mesmo antes do processo de resfriamento. Houve redução significativa na contagem de microorganismos aeróbios mesófilos em ambos os tratamentos após o resfriamento. No entanto, em relação a *Enterobacteriaceae*, não foi observado efeito do resfriamento convencional ou associado à aspersão de água sobre sua contagem (Tabela 2).

Tabela 2. Percentual de detecção de *Salmonella ssp.* e contagem de aeróbios mesófilos e enterobacteriaceae (UFC/cm<sup>2</sup>) das carcaças de suínos submetidas ou não à aspersão de água durante o processo inicial de resfriamento.

Variável		Antes	Depois	P-Valor
<b><i>Salmonella ssp</i></b>				
Controle	Ausente	100%	100%	0,9887
	(%) Presente	0%	0%	
Aspersão	Ausente	98,86%	100%	1,0000
	(%) Presente	1,14%	0%	
<b><i>Aeróbios mesófilos</i></b> (UFC/cm <sup>2</sup> )	Controle	9,44	2,10	<0,0001
	Aspersão	4,10	1,92	0,0002
<b><i>Enterobacteriaceae</i></b> (UFC/cm <sup>2</sup> )	Controle	1,00	1,00	1
	Aspersão	0,85	1,00	0,1760

## pH

Não houve efeito da aspersão de água sobre o pH inicial das carcaças (Tabela 3). Entretanto, o pH final médio foi ligeiramente maior para carcaças submetidas à aspersão de água gelada.

Tabela 3. Médias de pH inicial e pH final das carcaças submetidas ou não à aspersão de água durante o processo inicial de resfriamento.

Variável	Controle	Aspersão	CV <sup>a</sup> (%)	P-valor
pH inicial	6,598±0,17	6,655±0,16	2,533	0,4663
pH final	5,807±0,18	5,831±0,21	3,134	0,0544

<sup>a</sup> Coeficiente de Variação.

### Coloração e Força de Cisalhamento da carne

Amostras do músculo *Longissimus lumborum* provenientes das carcaças que foram submetidas à aspersão de água durante o resfriamento apresentaram menor teor de luminosidade (L\*), vermelho (a\*) e amarelo (b\*) em relação às do grupo controle (Tabela 4).

A aspersão de água gelada durante o resfriamento inicial das carcaças promoveu ligeiro aumento nos valores médios da força de cisalhamento em amostras do músculo *Longissimus lumborum* (Tabela 7).

Tabela 4. Valores médios de coloração (L\*, a\* e b\*) e força de cisalhamento média (FC) para amostras do músculo *Longissimus lumborum* provenientes de carcaças com ou sem aspersão de água gelada durante o resfriamento.

Variável	Controle	Aspersão	CV <sup>a</sup> (%)	P-valor
L*	48,369±3,18	47,956±3,01	6,455	0,0265
a*	5,364±1,80	4,999±1,17	29,512	0,0120
b*	2,687±1,99	2,348±1,16	62,707	<0,0001
FC (Kgf)	5,608±1,37	5,805±1,41	23,871	0,0121

<sup>a</sup> Coeficiente de Variação.

### Perda de líquido por gotejamento (PLG) e por cocção (PLC)

Não houve efeito da aspersão de água gelada durante o início do processo de resfriamento das carcaças sobre as porcentagens de perda de líquido por gotejamento e por cocção (Tabela 5).

Tabela 5 - Perda de líquido por gotejamento (PLG) e por cocção (PPC) de amostras do músculo *Longissimus lumborum* provenientes de carcaças com ou sem aspersão de água gelada durante o resfriamento.

Variável	Controle	Aspersão	CV <sup>a</sup> (%)	P-valor
PLG (g)	9,00	10,00	45,19	0,1280
PLG (%)	8,80	9,70	41,40	0,2596
PLC (g)	58,00	62,00	16,33	0,6259
PLC (%)	34,20	34,00	12,16	0,7805

<sup>a</sup> Coeficiente de Variação.

## DISCUSSÃO

Uma vez que a velocidade de resfriamento das carcaças tem influência significativa sobre o processo de conversão do músculo em carne e conseqüentemente sobre suas características qualitativas, a escolha do método a ser utilizado possui grande importância. A taxa de remoção do calor e a resultante velocidade de redução da temperatura, na superfície e no interior da musculatura das carcaças, podem influenciar substancialmente os aspectos sanitários, a qualidade final da carne produzida, bem como sua vida de prateleira (JAMES, 1996).

Se por um lado a redução rápida da temperatura pode promover o encurtamento pelo frio, o inverso permite o crescimento microbiano, uma vez que a degradação das proteínas e acúmulo de vários metabólitos permite a formação de meio rico para as bactérias. Porém, uma das grandes preocupações da utilização de sistema de resfriamento por aspersão de água refere-se à qualidade microbiológica das carcaças, uma vez que o sistema pode se tornar uma fonte adicional de contaminação se não planejado adequadamente, além do fato de que a maior umidade superficial das carcaças ocasiona aumento da atividade de água do produto, o que propiciaria condições favoráveis ao desenvolvimento microbiológico (MESQUITA et al., 2003). Por outro lado, quando todo processo é monitorado e aplicado corretamente, com rigoroso controle dos aspectos qualitativos da água e equipamentos envolvidos, a aspersão durante o resfriamento além de auxiliar na limpeza das carcaças, pode agir inibindo o desenvolvimento de microrganismos patogênicos e deteriorantes, e retardando atividades enzimáticas que contribuem para alterações físicas e sensoriais da carne (LAWRIE, 2005).

Na presente pesquisa, apesar do sistema de aspersão não ter promovido menor contagem de microrganismos em relação às carcaças não aspergidas, também não promoveu aumento nas contagens dos mesmos, demonstrando que sua utilização não criou ambiente favorável para o crescimento microbiológico nas carcaças. Portanto, desde que aplicadas medidas de boas práticas em todas as etapas do abate, a utilização do sistema de aspersão de água gelada, pode ser considerada uma tecnologia segura.

Pesquisas realizadas por Mesquita et al. (2003) também apontaram que a aspersão de carcaças durante o resfriamento não trouxe prejuízos à qualidade microbiológica da carne. Os autores atribuem esse fato à redução mais rápida da temperatura das carcaças ocasionada pelo uso da aspersão, corroborando com os resultados relacionados a redução de temperatura obtidos no presente estudo, em que

carcaças aspergidas com água gelada (2°C) apresentaram maior velocidade de redução de temperatura superficial e interna. Além disso, Prado e Robertson (2010) também relatam que a pulverização de água gelada acelerou a taxa de redução de temperatura em comparação com o resfriamento ao ar.

O pH muscular inicial e final da carne são fatores determinantes na qualidade da carne suína, uma vez que grande parte das características tecnológicas do produto são influenciadas pela sua velocidade de queda *post mortem* (PEARCE, 2011).

A aspersão de água não influenciou a velocidade de redução do pH imediatamente após o abate, estando ambos os valores de pH45 dentro dos padrões de normalidade para a carne suína (>6,0) (WARRIS e BROWN, 1987). Entretanto o pH final médio foi ligeiramente maior para carcaças submetidas à aspersão de água gelada, estando também ambos dentro dos valores adequados para pH final após 24 horas (5,7 e 5,9) de carne suína (SARCINELLI et al., 2007). A porcentagem de carcaças que apresentou pH final abaixo de 5,7 foi de 28,2% (31/110) para o grupo controle, comparado à 20,9% (23/110) no grupo com aspersão, entretanto nenhuma carcaça apresentou queda acelerada de pH, não sendo observado valores de pH inicial que caracterizam carnes PSE.

O fato de o grupo controle ter apresentado maior percentual de carcaças com pH final abaixo de 5,7 é explicado por Olsson et al. (1994), que relatam que temperaturas de resfriamento mais baixas afetam o pH final por promover uma taxa de glicólise mais lenta. No entanto de acordo com Bowker et al. (1999) os valores de pH final não são bons indicadores de carnes PSE, exceto quando apresentam valores extremos (<5,3), condição que não foi observada no presente estudo.

A maior velocidade de redução da temperatura de músculos propensos ao desenvolvimento de carne PSE, encurta o tempo de coincidência entre pH baixo e altas temperaturas, prevenindo a desnaturação de proteínas, consequentemente diminuindo a perda por gotejamento da carne (HONIKEL, 1987), fato este não constatado na presente pesquisa. A maior velocidade de resfriamento das carcaças aspergidas, nesse período, não influenciou a capacidade de retenção de água da carne, conforme observado pelas análises de perda de líquido por gotejamento e por cocção. Resultados semelhantes são relatados por Unruh et al. (2003), que não observaram diferença nas perdas por cocção ao comparar amostras provenientes de resfriamento convencional e por aspersão por 12 horas, com ciclos de 3 minutos a cada meia hora em carcaças bovinas. Strydom e Buys

(1995) também não observaram diferença nas perdas por cozimento em amostras de carcaças resfriadas com aspersão até 17 horas, após sete dias de armazenamento.

Entretanto, ambos os tratamentos apresentaram valores de PLG elevados, com mais de 40% das carcaças apresentando perdas superiores a 10% de seu peso e cerca de 7,5% das carcaças com perdas maiores que 15% de seu peso na forma de exsudato, o que associado a menor maciez sugere a ocorrência de encurtamento de sarcômero, (Honikel et al., 1986). Este fato é reforçado pelos mesmos autores, que relataram que a ruptura das membranas celulares nesses músculos é improvável, uma vez que em carnes PSE, onde há esse vazamento das membranas celulares, o exsudato aparece dentro de 2 a 4 h *post mortem*, enquanto em situações de encurtamento de sarcômero não ocorre a formação de gotejamento imediatamente após o *rigor mortis*.

Os processos metabólicos durante o *post mortem* têm um grande impacto na maciez da carne (GEESINK et. al., 2000; HOPKINS et. al., 2011). O pH e a temperatura muscular interagem continuamente durante o processo de conversão dos músculos em carne e influenciam tanto no encurtamento do sarcômero (TORNBORG, 1996) quanto na atividade das enzimas proteolíticas como a calpaína e calpastatina, responsáveis em grande parte pela maciez da carne (DRANSFIELD, 1992). A diminuição da temperatura reduz a atividade das enzimas proteolíticas responsáveis pela quebra da estrutura muscular, provocando redução na maciez da carne.

Apesar das amostras de *Longissimus lumborum* provenientes das carcaças aspergidas terem apresentado menor maciez, os valores de força de cisalhamento de ambos os tratamentos foram mais altos quando comparados com valores citados por trabalhos anteriores, que variaram entre 2,24 a 4,17 kgf (SILVEIRA, 1997; PAULY et al. 2009; CALDARA et al., 2013). De acordo com a National Pork Producers Council (1998), os valores encontrados para força de cisalhamento no presente estudo estão fora dos parâmetros mínimos para carne suína fresca (3,2 kgf). No entanto a resposta do consumidor em relação à maciez da carne pode ser altamente variável, devido a uma série de efeitos combinados, causados por diferenças no método e no grau de cozimento e à própria variação do limiar de aceitabilidade de consumidor, fazendo com que os valores de força de cisalhamento tornem a idealização de um valor como limiar de aceitabilidade impraticável (RAMOS e GOMIDE, 2007). Além disso a diferença nos valores de FC dos grupos do presente estudo é extremamente pequeno, o dificulta ainda mais a percepção de diferença na maciez pelo consumidor.

Além disso, em experimento para avaliar as correlações entre a maciez do lombo suíno avaliado por painelistas treinados e o perfil de textura (força de cisalhamento) avaliado pelo método Warner-Bratzler, Choe et al. (2016), também obtiveram valores médios de força de cisalhamento de 5,26 kgf, recebendo valores no painel sensorial de 2,89, em uma escala de 1 (muito dura) a 5 (muito macia).

Vale ressaltar que a maciez da carne também é dependente de características das fibras musculares, que por sua vez dependem de inúmeros fatores como raça, genótipo, sexo, desempenho de crescimento, dieta, localização do músculo, exercícios e temperatura ambiente, que podem alterar as características da fibra muscular e consequentemente a qualidade da carne (JOOA et al., 2013).

A maior luminosidade ( $L^*$ ) da carne proveniente das carcaças submetidas ao resfriamento convencional difere de resultados encontrados por diversos autores, que demonstram que a utilização da aspensão pode gerar aparência de aspecto lavado e coloração esbranquiçada nas carcaças, levando a aumento da luminosidade para carcaças aspergidas (PRADO et al., 2007). Entretanto, os valores de luminosidade, para ambos os grupos testados, encontram-se dentro de parâmetros normais para carne suína, em que músculos *Longissimus lumborum* com valores de  $L^*_{24h} > 53$  podem ser considerados como PSE, com  $L^*_{24h} < 45$  como DFD e com valores intermediários  $45 \geq L^*_{24h} \leq 53$  como normais (RAMOS e GOMIDE, 2007).

## **CONCLUSÕES**

O uso do sistema de resfriamento por aspersão pode ser um recurso tecnológico viável e sanitariamente seguro, melhorando a eficiência de resfriamento por meio da maior velocidade de redução das temperaturas superficial e interna de carcaças suínas, sem interferir em parâmetros qualitativos da carne.

## REFERÊNCIAS

BOWKER, B. C.; WYNVEEN, E. J.; GRANT, A. L.; GERRARD, D. E. Effects of electrical stimulation on early post-mortem muscle pH and temperature declines in pigs from different genetic lines and halothane genotypes. **Meat Science**, v. 53, n. 2, p. 125-133, oct. 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(99\)00043-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(99)00043-1).

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Resolução nº 05 de 04 de junho de 2018**. Alterações no anexo da Resolução 02 de 09 de agosto de 2011. Disponível em: [https://www.in.gov.br/materia/-/asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19624986/do1-2018-06-07-resolucao-n-5-de-4-de-junho-de-2018-19624961](https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/19624986/do1-2018-06-07-resolucao-n-5-de-4-de-junho-de-2018-19624961). Acesso em 07 de ago. de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa. **Manual de coleta de amostras de produtos de origem animal**, 5 ed. Brasília, p. 98, set. 2020.

BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. **Avaliação da carcaça**. Londrina: Midiograf, p. 120, 2009.

CALDARA, F. R.; MOI, M.; SANTOS, L. S.; PAZ, I. C. L. A.; GARCIA, R. G.; NÄÄS, I. A.; FERNANDES, A. R. M. Carcass characteristics and qualitative attributes of pork from immunocastrated animals. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, Dourados, v. 26, n. 11, p. 1630-1636, 2013. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.2013.13160>.

CHOE, J. H.; CHOI, M. H.; RHEE M. S.; KIM, B. C. Estimation of sensory pork loin tenderness using Warner-Bratzler shear force and texture profile analysis measurements. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 29, n. 7, p. 1029, jul. 2016. DOI: <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0482>.

DRANSFIELD, E. Modelling post-mortem tenderisation - III: Role of calpain I in conditioning. **Meat Science**, v.31, n.1, p.85-94, 1992. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(92\)90074-E](https://doi.org/10.1016/0309-1740(92)90074-E).

GAJANA, C. S.; NKUKWANA T. T.; MAKUME, U.; MUCHENIE, V. Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (PSE) and the physico chemical characteristics of pork. **Meat Science**, v.95, n.3, p.520-525, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.028>.

GEESINK, G. H.; BEKHIT, A. D.; BICKERSTAFFEL, R. Rigor temperature and meat quality characteristics of lamb longissimus muscle. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 2842-2848, 2000. DOI: <https://doi.org/10.2527/2000.78112842x>.

HONIKEL, K. O. Influence of chilling on meat quality attributes of fast glycolysing pork muscles. In: **Evaluation and control of meat quality in pigs**. Dordrecht: Springer, 1987. p. 273-283. DOI: 10.1007/978-94-009-3301-9\_21.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, n.4, p.447-457, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00034-5](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00034-5).

HONIKEL, K. O.; KIM, C. J.; HAMM, R.; RONCALES, P. Sarcomere shortening of prerigor muscles and its influence on drip loss. **Meat Science**, v. 16, n. 4, p. 267-282, 1986. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(86\)90038-0](https://doi.org/10.1016/0309-1740(86)90038-0).

HOPKINS, D. L.; TOOHEY, E. S.; LAMB, T. A.; KERR, M. J.; VEM, R. V.; REFSHSUGE, G. Explaining the variation in the shear force of lamb meat using sarcomere length, the rate of rigor onset and pH. **Meat Science**, v. 88, n. 4, p. 794-796, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.03.004>.

JAMES, S. The chill chain from “carcass to consumer”. **Meat Science**, v. 43, p. 203-216, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)00066-6](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00066-6).

JONES, S. D. M.; ROBERTSON, W. M. The effects of spray-chilling carcasses on shrinkage and quality of beef. **Meat Science**, v.24, n.3, p.177-188, 1988. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(88\)90076-9](https://doi.org/10.1016/0309-1740(88)90076-9).

JOOA, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, Y. H.; RYU, Y. C. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v. 95, n. 4, p. 828-836, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.044>.

LAWRIE, R.A. **Ciência da Carne**. Tradução: Jane Maria Rubensam. 6. ed. Porto Alegre, Artmed, 2005, p. 383.

MESQUITA, A. J.; PRADO, C. S.; BUENO, V. F. F.; MANSUR, J. R. G.; NEVES, R. B. S.; NUNES, I. A.; LAGE, M. E.; OLIVEIRA, A. N. The effects of spray-chilling associated to conventional chilling on mass loss, bacteriological and physico-chemical quality of beef carcass. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 4, n. 2, p.145-153, dez. 2003.

MOELLER, S. J.; MILLHER, R. K.; ALDREDGE, T. L.; LOGAN, K. E.; EDWARDS, K. K.; ZERBY, H. N.; BOGGESS, M.; BOX-STEFFENSMEIER, J. M.; STAHL, C. A. Trained sensory perception of pork eating quality as affected by fresh and cooked pork quality attributes and end-point cooked temperature. **Meat science**, v.85, n.1, p.96-103, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.011>.

NATIONAL PORK BOARD. **Variation in pork lean quality**. Facts. Des Moines, 1998.

OLSSON, U.; HERTZMAN, C.; TORNBERG, E. The influence of low temperature, type of muscle and electrical stimulation on the course of rigor mortis, ageing and tenderness of beef muscles. **Meat Science**, v. 37, n. 1, p. 115-131, 1994. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90149-X](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90149-X).

PAULY, C.; SPRING, P.; O'DOHERTY, J. V.; KRAGTEN, S. A.; BEE, G. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. **Animal**, v.3, n.7, p.1057-1066, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1751731109004418>.

PEARCE, K. L.; ROSENVOLD, K.; ANDERSEN, H. J.; HOPKINS, D. L. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes - A review. **Meat science**, v. 89, n. 2, p. 111-124, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.04.007>.

PRADO, C. S.; FELÍCIO, P. E. Effects of chilling rate and spray-chilling on weight loss and tenderness in beef strip loin steaks. **Meat Science**. v. 86, n. 2, p. 430-435, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.029>.

PRADO, C. S.; BUENO, C. P.; FELÍCIO, P. E. Aspersão de água fria no início do resfriamento de carcaças bovinas e maturação da carne sobre o peso, cor e aceitação do músculo *Longissimus lumborum*. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.8, n.4, p.841-848, 2007.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e Metodologias**. Viçosa: UFV, 2007. 599 p.

RYBARCZYK, A.; PIETRUSZKA, A.; KARAMUCKI, T.; MATYSIAK, B. (2012). The impact of carcass chilling techniques on the quality of pork. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 27, p. 56-58, 2012.

SAMPAIO, G. S. L.; PFLANZER-JÚNIOR, S. B.; ROÇA, R. O.; CASAGRANDE, L.; BEDESCHI, E. A.; PADOVANI, C. R.; MIGUEL, G. Z.; SANTOS, C. T.; GIRÃO, L. V. C.; MIRANDA, Z. B.; FRANCO, R. M. Effects of polyethylene film wrap on cooler shrink and the microbial status of beef carcasses. **Meat Science**, v. 100, p. 164-170, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.10.018>.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. Características da carne suína. Universidade Federal do Espírito Santo-UFES. Boletim Técnico, p. 7, 2007. Disponível em: [http://www.agais.com/telomc/b00907\\_caracteristicas\\_carnesuina.pdf](http://www.agais.com/telomc/b00907_caracteristicas_carnesuina.pdf). Acesso em: 13 de mai. de 2021.

SILVEIRA, E. T. F. **Técnicas de abate e seus efeitos na qualidade da carne suína**. 226 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, 1997.

STRYDOM, P. E.; BUYS, E. M. The effects of spray-chilling on carcass mass loss and surface associated bacteriology. **Meat Science**, v.39, n.2, p.265-276, 1995. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)P1827-I](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)P1827-I).

TORNBERG, E. Biophysical aspects of meat tenderness. **Meat Science**, v. 43, p. 175-191, 1996. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(96\)00064-2](https://doi.org/10.1016/0309-1740(96)00064-2).

UNRUH, L. D.; Montgomery, T. H.; GARCIA, L. G.; BROWN, M. S. The effect of spray chilling on beef carcass cooler shrink, beef wholesale cut purge, and beef retail cut cooking losses. In: **Proceedings 49nd international congress of meat science and technology**. Campinas Brazil, 2003. p. 363-364.

URBAIN, W. M. A boa conservação da carne em armazenagem. **Revista Nacional da Carne**, v. 18, n. 204, p.15-20, 1994

WARRIS, P. D; BROWN, S. N. The relationships between initial pH, reflectance and exudation in pig muscle. **Meat Science**, v.20, n.1, p.65-74, 1987. DOI: [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(87\)90051-9](https://doi.org/10.1016/0309-1740(87)90051-9).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente o sistema de resfriamento com por aspersão de água gelada não vem sendo utilizado de forma rotineira para suínos. A recente liberação da utilização do sistema de resfriamento por aspersão em carcaças suínas, pelo MAPA, pode mudar esse cenário, influenciando as indústrias frigoríficas a adotarem o sistema, no entanto é necessário que todo o processo seja realizado de forma planejada, principalmente no que diz respeito a medidas de avaliações durante o processo para monitorar possíveis ganhos indevidos de peso nas carcaças, o que poderia se caracterizar como fraude.

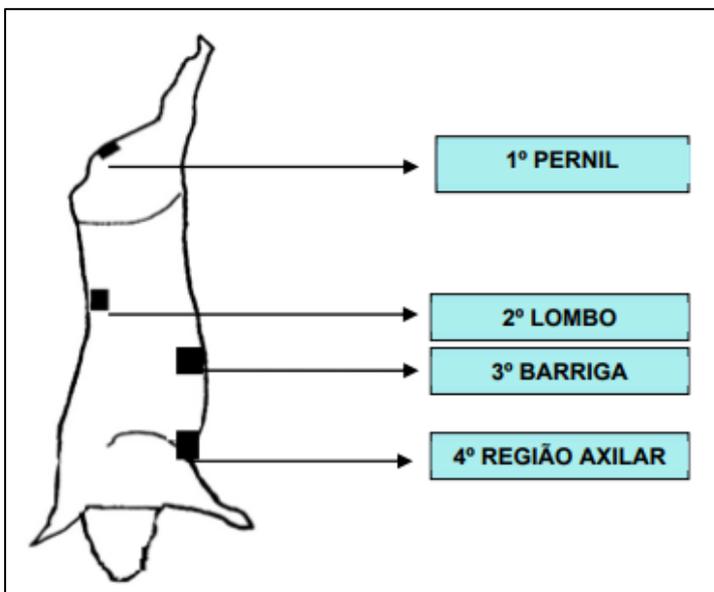
Os resultados obtidos até o momento deixam claro a eficiência do sistema para a espécie, onde os principais pontos críticos levados em consideração no momento de implementação do sistema de resfriamento, como microbiologia e maciez da carne se mantiveram-se estáveis. Contudo, apesar dos valores de força de cisalhamento não terem apresentado diferenças que na prática podem ser perceptíveis pelos consumidores, ambos os tratamentos apresentaram valores de força de cisalhamento considerados elevados quando comparados com a literatura, o que pode ser explicado pela mudança nas linhagens atuais dos suínos, onde os animais possuem maior desenvolvimento de tecido muscular e conseqüentemente mais tecido conjuntivo, o que influencia sobre a força de cisalhamento.

O presente estudo demonstrou que o sistema de resfriamento com aspersão de água gelada pode ser eficiente em acelerar a redução de temperatura das carcaças, além de não influenciar nas características microbiológica das carcaças. Contudo o ajuste do tempo dos ciclos de aspersão pode otimizar os resultados. Deste modo, pesquisas futuras devem ser conduzidas visando um melhor tempo de aspersão e intervalo entre os ciclos.

## ANEXOS

ANEXO A - Pontos de coleta de esfregadura de superfícies em carcaça suína com o uso de esponja.

Fonte: Brasil, (2020).



ANEXO B - Análise colorimétrica das amostras de *Longissimus lumborum* provenientes de carcaças submetidas ou não à aspersão de água gelada durante o resfriamento.

Fonte: Arquivo pessoal.



ANEXO C - Aferição de temperatura do cozimento das amostras de *Longissimus lumbarum* provenientes de carcaças submetidas ou não à aspersão de água gelada durante o resfriamento.

Fonte: Arquivo pessoal.

