

**UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS
MISSÕES – CAMPUS ERECHIM
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS**

**AVALIAÇÃO DA PERDA DE PESO EM CARCAÇAS SUÍNAS MANTIDAS
SOB REFRIGERAÇÃO**

Ricardo Dariva

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação *Stricto-Sensu*, em Engenharia de Alimentos da URI-Campus de Erechim, como requisito parcial à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos, da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI, Campus de Erechim.

ERECHIM, RS – BRASIL

NOVEMBRO DE 2010

AVALIAÇÃO DA PERDA DE PESO EM CARÇAÇAS SUÍNAS MANTIDAS SOB REFRIGERAÇÃO

Ricardo Dariva

Dissertação de Mestrado submetida à Comissão Julgadora do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários à obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos, Área de Concentração: Engenharia de Alimentos.

Comissão Julgadora:

Marcio Antonio Mazutti, D. Sc.

Orientador

José Vladimir de Oliveira, D. Sc.

Orientador

Sibele Berenice Castela Perguer, D. Sc.

Membro

Altemir José Mossi, D. Sc.

Membro

Erechim, Novembro de 2010

NESTA PÁGINA DEVERÁ SER INCLUÍDA A FICHA CATALOGRÁFICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO. ESTA FICHA SERÁ ELABORADA DE ACORDO COM OS PADRÕES DEFINIDOS PELO SETOR DE PROCESSOS TÉCNICOS DA BIBLIOTECA DA URI – CAMPUS DE ERECHIM.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa Evany que me incentiva e me faz ser mais seguro e mais confiante na minha vida.

Dedico também a todos da minha família em especial aos meus pais Emilio e Geni que sempre me apoiaram e me ensinaram a ser justo e correto.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer aos meus orientadores Marcio Mazzuti e José Vladimir por terem paciência em estar me ajudando a concluir esta dissertação e além de serem meus orientadores pessoas que sempre lembro delas por estarem presentes na minha vida profissional e pessoal.

Agradeço minha mãe pela ajuda no encaminhamento correto da dissertação.

Minha esposa Evany pelo apoio incondicional na conclusão de mais uma etapa da minha vida.

A Empresa Aurora por me permitir a realização do Mestrado.

E a todos que de uma forma ou outra me auxiliaram.

Resumo da Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos como parte dos requisitos necessários para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Alimentos.

AVALIAÇÃO DA PERDA DE PESO EM CARÇAÇAS SUÍNAS MANTIDAS SOB REFRIGERAÇÃO

A perda de peso ou quebra das carcaças é inevitável no processo de refrigeração (etapa final do abate suíno). Desta forma, este trabalho tem como objetivo identificar a perda de peso em carcaças suínas mantidas em câmaras de resfriamento até atingir a temperatura adequada na profundidade da região intramuscular do pernil. Foram avaliados os efeitos da temperatura, a velocidade e a umidade relativa do ar dentro da câmara de maturação, as quais são consideradas variáveis determinantes na perda de peso em carcaças suínas. Através destas avaliações, será possível estudar formas para diminuir estas perdas que são de grande relevância para as empresas.

Ricardo Dariva

Orientadores: Marcio Antonio Mazutti

José Vladimir de Oliveira

Abstract of Dissertation presented to Food Engineering Program as a partial fulfillment of the requirements for the Master in Food Engineering

EVALUATION OF PIG CARCASS WEIGHT LOSS MAINTAINED UNDER REFRIGERATION

Weight loss or breakage of carcasses is inevitable in the process of cooling (the final stage of slaughter pigs). Thus, this study aims to identify the weight loss in swine carcasses kept in the cooling chamber until it reaches the proper temperature in the depth of loin intramuscular region. We evaluated the effects of temperature, speed and relative humidity inside the chamber maturation, which are considered variable in determining weight loss in swine carcasses. Through these evaluations can consider ways to reduce these losses that are of great importance for companies.

Ricardo Dariva

Advisors: Marcio Antonio Mazutti

José Vladimir de Oliveira

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	V
RESUMO	VII
ABSTRACT	VIII
LISTA DE FIGURAS	X
LISTA DE TABELAS	XII
1 INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	- 3 -
2.1 Consumos da carne suína	- 5 -
2.2 Bem estar animal	- 6 -
2.3 Períodos ante mortem	- 7 -
2.4 Jejum	- 8 -
2.5 Transporte e repouso nos Frigoríficos	- 8 -
2.6 Insensibilização	- 9 -
2.7 Sangria	- 10 -
2.8 Remoções das cerdas	- 10 -
2.9 Evisceração	- 11 -
2.10 Influência dos fatores da refrigeração sobre a qualidade da carne	- 11 -
2.11 Transformações do músculo em carne	- 14 -
2.12 Importância do pH na qualidade da carne	- 17 -
3.0 MATERIAIS E MÉTODOS	- 19 -
3.1 Descrições do local do experimento	- 19 -
3.2 Determinações da temperatura e umidade relativa do ar	- 22 -
3.3 Determinações da temperatura das carcaças	- 23 -
3.4 Determinações da velocidade do ar dentro das câmaras de resfriamento..	-
25 -	
3.5 Determinações dos parâmetros de transporte das carcaças suínas	- 25 -
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	- 28 -
4.1 Determinação da temperatura e umidade relativa do ar	- 28 -

4.2 Determinações da velocidade do ar dentro das câmaras de resfriamento...	- 32 -
4.3 Determinações da temperatura das carcaças dentro das câmaras de resfriamento.....	- 34 -
4.4 Determinações das propriedades de transporte das carcaças durante o resfriamento.....	- 37 -
4.5 Avaliações da perda de peso das carcaças suínas mantidas sob refrigeração	- 38 -
5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	- 40 -
5.1 CONCLUSÕES	- 40 -
5.2. SUGESTÕES.....	- 40 -
6. REFERÊNCIAS.....	- 41 -

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Estrutura muscular.....	15
FIGURA 2 - Contração e relaxamento do músculo.....	16
FIGURA 3 - Transformação do músculo em carne e características sensoriais	17
FIGURA 4 - Variação do pH após o período de abate.....	18
FIGURA 5 - Câmara de equalização para resfriamento das carcaças.....	19
FIGURA 6 - Carcaças penduradas para o resfriamento.....	20
FIGURA 6.A - Disposição das carcaças na Câmara	48
FIGURA 6.B- Entrada da Câmara	49
FIGURA 6.C - Espaçamento das carcaças (3 carcaças por metro linear).....	50
FIGURA 7 - Espostejamento das carcaças (sala de cortes).....	21
FIGURA 8 - Diagrama esquemático das câmaras de refrigeração avaliadas neste trabalho.....	22
FIGURA 9 – Diagrama esquemático das medidas de temperatura e umidade relativa dentro das câmaras de equalização 1 e 2.....	23
FIGURA 10 - Diagrama esquemático das medidas de temperatura das carcaças dentro das câmaras de equalização 1 e 2.....	24
FIGURA 11 - Carcaça indicando a posição onde é efetuada a medição da temperatura no pernil.....	24
FIGURA 12 - Diagrama esquemático das medidas de velocidade do ar dentro das câmaras de equalização 1 e 2.....	25
FIGURA 13 - Diagrama esquemático das câmaras de equalização, a localização dos pontos onde foi determinada a umidade relativa com seus respectivos valores após 10 horas de resfriamento.....	28
FIGURA 14 - Variação da umidade relativa ao longo do tempo na parte superior da câmara de equalização 2 na posição número 4.....	30
FIGURA 15 - Variação da temperatura do ar ao longo do tempo na parte superior da câmara de equalização 2 na posição número 3.....	31
FIGURA 16 - Diagrama esquemático das câmaras de equalização, localização dos pontos onde foram determinados a velocidade do ar com seus respectivos valores após 10 horas de resfriamento.....	32

FIGURA 17 - Redução das temperaturas das carcaças na câmara de equalização 1.....	35
FIGURA 18 - Redução das temperaturas das carcaças na câmara de equalização 2.....	36
FIGURA 19 - Perfil de temperatura das carcaças obtido em cada câmara de resfriamento.....	37
FIGURA 20 - Percentual de perda de peso das carcaças obtido na câmara de resfriamento.....	39

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Atividades de água feitas em diferentes posições na Equalização 1.....	29
TABELA 2 - Atividades de água feitas em diferentes posições na Equalização 2.....	29
TABELA 3.1 - Velocidade do ar de circulação de refrigeração em diferentes posições na Equalização 1. As leituras realizadas a nível de piso foram medidas a 30 cm do chão e as medidas da barriga da carcaça é o ponto do meio da carcaça	33
TABELA 3.2 - Velocidade do ar de circulação de refrigeração em diferentes posições na Equalização 2. As leituras realizadas a nível de piso foram medidas a 30 cm do chão.....	33
TABELA 4.1 – Perfil de temperatura das carcaças obtidos na camara de equalização 1.....	34
TABELA 4.2 - Perfil de temperatura das carcaças obtidos na camara de equalização 1.....	35
TABELA 4.3 – Propriedades de transporte das carcaças mantidas sob refrigeração na câmara de equalização 1.....	38
TABELA 4.4 - Propriedades de transporte das carcaças mantidas sob refrigeração na câmara de equalização 2.....	38

1. INTRODUÇÃO

A produção da carne de suína vem aumentando a cada ano no Brasil devido ao aumento do seu consumo e também à credibilidade do consumidor frente à carne suína. Mas isso não quer dizer que o consumidor se tornou menos exigente. Pelo contrário, sua exigência tem feito com que a carne suína mereça maior atenção por parte da cadeia produtiva, principalmente, no que diz respeito ao aspecto e às alterações que o produto possa vir adquirir após o abate.

A suinocultura brasileira, a exemplo de outras cadeias produtivas do agronegócio, cresceu expressivamente nos últimos anos. A criação de suínos do passado evoluiu constantemente na técnica e no modelo de coordenação das atividades entre fornecedores de insumos, produtores rurais, agroindústrias, atacado, varejo e consumidores. Passou a ser uma cadeia de produção de suínos, explorando a atividade de forma econômica e competitiva (OLIVEIRA, 2008).

Essas constantes inovações tecnológicas vêm colaborando profundamente com as indústrias do setor alimentício, porém muitas informações ainda são desconhecidas no que diz respeito à qualidade intrínseca e extrínseca da carne no período após o abate dos animais e antes do processamento e da manipulação propriamente dita.

Para Zanoelo *et al.*, (2006), a carcaça suína é uma fonte de vários tipos de matérias-primas para as indústrias, ou seja, é um dos focos de maior interesse e de observação no processamento frigorífico da carne. De acordo com a maior parte dos processos adotados, os suínos são recebidos, abatidos, eviscerados, inspecionados e, posteriormente, as carcaças são enviadas à área de resfriamento. Nesta área, as mesmas são armazenadas em câmaras frigoríficas com temperatura controlada até atingirem a temperatura adequada na profundidade da região intramuscular do pernil. Após o resfriamento, as carcaças são enviadas à sala climatizada de desossa para manipulação e destino das matérias-primas.

Referente à qualidade microbiológica dos produtos cárneos, sabe-se que a alteração microbiana na carne fresca (*in natura*) ocorre principalmente em função dos fatores intrínsecos, tais como: atividade de água, pH, potencial de oxi-redução, necessidades nutritivas dos microrganismos e dos fatores extrínsecos como a temperatura, a umidade relativa do ar e a disponibilidade do oxigênio no ambiente.

Segundo Drehmer (2005), a contaminação microbiana pode ser a principal responsável tanto por perdas econômicas, provocadas pela deterioração da carne, como também por problemas ligados à saúde do consumidor. Reduzir ou eliminar a incidência desses contaminantes é o que vem buscando a pesquisa integrada à indústria.

Sabe-se que a redução rápida da temperatura da carcaça depois de completada a evisceração, é uma manobra voltada para a redução da velocidade de queda do pH muscular e, conseqüentemente, para o aumento da capacidade de retenção de água (CRA) medida através da perda por gotejamento, em carcaças oriundas de suínos livres ou portadores do gene halotano. Desta forma, o resfriamento rápido das carcaças tornou-se uma prática comum em várias agroindústrias (DREHMER, 2005).

Percebe-se que a utilização de métodos de resfriamento rápido em carcaças de animais recém-abatidos e destinados ao consumo humano tem sido alvo de pesquisas. A busca de diminuir a quebra de peso das carcaças, assim como a presença de microrganismos patogênicos e deterioradores é um foco das agroindústrias. Além da melhoria da qualidade do produto, o propósito da aplicação desses processos está associado ao fator econômico. Desta forma, o resfriamento das carcaças é o fator de maior controle para a redução de perda de peso, principalmente, através da diminuição das perdas evaporativas e por gotejamento.

Para Murray (2000), a perda de peso começa quase que imediatamente depois que a ração é retirada e continua a uma taxa de 0,12 a 0,20% por hora (2,9 a 4,8% em 24 horas). Acredita-se que a perda real em peso de carcaça comece entre 9 e 18 horas depois da última refeição. As perdas de peso de carcaça são responsáveis por um terço das perdas totais nas primeiras 24 horas e até metade das perdas totais entre 24 e 48 horas.

Diante deste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a perda de peso em carcaças suínas mantidas em câmaras de resfriamento até atingir a temperatura adequada na profundidade da região intramuscular do pernil. Foram avaliados os efeitos da temperatura, a velocidade e a umidade relativa do ar dentro da câmara de maturação, as quais são consideradas variáveis determinantes na perda de peso em carcaças suínas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Há algumas décadas, o abate de animais era considerado uma operação tecnológica de baixo nível científico e não se constituía em um tema pesquisado seriamente por universidades, por institutos de pesquisa e por indústrias. A tecnologia do abate de animais destinado ao consumo somente assumiu importância científica quando se observou que os eventos que se sucedem desde a propriedade rural até o abate animal tinham grande influência na qualidade da carne. (SWATLAND, 1999).

Nos países desenvolvidos, há uma demanda crescente por processos denominados humanitários com o objetivo de reduzir sofrimentos inúteis ao animal a ser abatido (CORTESI, 1994; PICCHI & AJZENTAL, 1983). Abate humanitário pode ser definido como o conjunto de procedimentos técnicos e científicos que garantem o bem-estar dos animais desde as operações de embarque na propriedade rural até a operação de sangria.

O essencial é que o abate de animais seja realizado sem sofrimentos desnecessários e que a sangria seja eficiente. As condições humanitárias não devem prevalecer somente no ato de abater e sim nos momentos precedentes ao abate (GRACEY & COLLINS, 1992).

Atender a todas as especificações de qualidade é, sem dúvida, o principal desafio da indústria suinícola. O termo “qualidade da carne” é empregado e interpretado de diferentes maneiras, segundo o ponto de vista e o interesse do produtor, da indústria, do comércio e do consumo. No passado, a qualidade da carne era determinada subjetivamente através dos atributos sensoriais. Atualmente, a qualidade da carne, em um sentido mais amplo, pode ser avaliada sobre outras características: composição química, estrutura morfológica, propriedades físicas e químicas, qualidades bioquímicas, contaminação microbiana, propriedades sensoriais, valor nutritivo, propriedades tecnológicas para o processamento, qualidades higiênicas e propriedades culinárias (DREHMER, 2005).

Não restam dúvidas de que a carne suína brasileira, em termos de qualidade, evoluiu muito nos últimos anos e hoje se equipara às melhores do mundo (BRAUN, 2000).

De acordo com Bernardi (2008), a cadeia produtiva da suinocultura brasileira é bem organizada desde a produção dos animais até a comercialização, tanto no comércio interno quanto no externo. Embora o desenvolvimento do mercado interno seja importante, a exportação tende a ser a maior responsável pelo desenvolvimento da suinocultura nos próximos anos.

Recentemente, vários países, salientando-se os produtores de produtos cárneos industrializados, tais como a Alemanha, a Itália e a França, passaram a preocupar-se também com a produção de carne para a industrialização. Nesses países, a carne suína é consumida – na grande maioria – como produto industrializado. Em nosso país, ocorre o inverso. Daí a necessidade de uma atenção especial no fornecimento de uma carne compatível com a qualidade do produto cárneo. Salienta-se que a qualidade de qualquer produto depende, principalmente, da qualidade da carne utilizada como matéria-prima

Segundo Azevedo (2009), a preocupação com a qualidade da carne como matéria-prima deve enfatizar dois fatores de extrema importância, sendo: aspectos tecnológicos e características microbiológicas envolvidas no processo de obtenção das carcaças. No entanto, medir a qualidade para o aproveitamento industrial das carcaças tem, no mínimo, três utilidades:

- Avaliar as carcaças de acordo com a qualidade da carne, permitindo a identificação de carcaças portadoras de defeitos, que comprometem o rendimento e as características sensoriais durante o processamento dos produtos a que elas se destinam;
- Criar critérios que permitem bonificar ou penalizar as carcaças de acordo com os valores obtidos dentro destes valores pré-definidos, ou seja, “tipificar as carcaças”;
- A terceira utilidade é o controle pela fábrica, permitindo conhecer a frequência de carcaças e/ou cortes que não possuem a qualidade desejada e o consequente gerenciamento deste problema.

Para Bernardi (2008), de modo geral, pode-se dizer que a qualidade da carne e da carcaça depende da interação de fatores intrínsecos e extrínsecos. Os fatores intrínsecos mais importantes são a genética, o manejo alimentar, a idade e o sexo. Entre os fatores extrínsecos, são muito importantes as condições de abate, desde a saída dos animais da propriedade até a entrada das carcaças nas câmaras frias, o tipo de cozimento e os métodos de conservação.

Drehmer (2005) lembra que um dos critérios que determina a qualidade final da carne é o tratamento pós-abate o qual leva os frigoríficos a programarem diferentes rotinas no tratamento das carcaças. Estes tratamentos, inclusive, fazem parte, em maior ou menor magnitude, dos programas de Garantia da Qualidade (Quality Assurance Schemes) adotados pelas fábricas de produtos de carne de origem suína. As práticas utilizadas no tratamento pós-abate das carcaças constituem quase um padrão universal, sendo adotadas com poucas diferenças e de uma forma quase convencional nos frigoríficos espalhados pelo Mundo.

Mas, a expansão do comércio doméstico e internacional não se restringe somente à qualidade. Para se tornar ainda mais competitiva e frequentar cada vez mais o prato dos consumidores, a carne suína precisa ao mesmo tempo ser competitiva no preço e na entrega, principalmente, comparando com a carne de frango. Atualmente, é considerado o melhor exemplo de baixo custo de produção aliado a uma boa imagem. Os suínos e os bovinos, por enquanto, neste momento, correm atrás (PELOSO, 2000).

Segundo o mesmo autor, a cadeia da qualidade da carne é longa e, certamente, no percurso “da granja ao garfo”, sofre a influência de várias variáveis, algumas fáceis de serem controladas, outras nem tanto. Guidoni (2000) adverte que evidências indicam que, em todos os ramos da atividade humana, sobreviverão apenas as empresas, independente de seus tamanhos e dos volumes de negócios que conseguirem implantar e manter padrões de qualidade que atendam especificações homologadas por organizações de normas nacionais e internacionais, comprometidas com a sociedade, como é o caso das ISO's.

2.1 Consumos da carne suína

A carne suína, apesar do preconceito existente, é uma carne saborosa, nutritiva e saudável, sendo a mais consumida em todo o mundo. Essa liderança em nível mundial se torna ainda mais representativa, se levarmos em consideração que o consumo de carne suína, em algumas regiões do mundo, é restrito por razões religiosas (FILHO et al., 2002).

Conforme Schuerne (2008), atualmente, cerca de 65 % da carne suína consumida no Brasil é sob a forma industrializada, apenas 35% sob a forma “in

natura”. Como 65% da carne suína é comercializada sob a forma de embutidos – que custa mais caro que a carne “in natura” – e são consumidos por pessoas de melhores salários, a queda no poder aquisitivo afeta diretamente o seu consumo.

Segundo Santos (2008), uma das barreiras para a comercialização da carne suína deve-se ao baixo consumo desta carne no mercado interno. Atualmente, percebe-se uma tendência de se trabalhar cortes que estimulem mais o consumidor final, como exemplo: picanha, costelinha, carré, alcatra, paleta entre outros cortes. No passado recente, o consumo de carne suína no país dava-se, principalmente, através de embutidos em que, conseqüentemente, seu custo tornou-se mais elevado. E, ainda mais antigamente, o consumo da banha era a principal condicionante na criação de suínos.

2.2 Bem-estar animal

Principalmente nos países do Primeiro Mundo, e também no Brasil, cada vez mais, a sociedade vem exigindo dos criadores, dos transportadores e da indústria medidas que aliviem o “stress” e o sofrimento dos animais. Nos meios: técnico, científico e acadêmico, este tema vem merecendo cada vez mais atenção. Juntamente com as questões ambientais e com a segurança alimentar, é um dos três maiores desafios em que a produção agropecuária será submetida nos próximos anos. Não restam mais dúvidas de que o bem-estar animal influi positivamente sobre a qualidade da carne. O bem-estar deve ser visto de forma ampla, desde as instalações na criação, passando pela alimentação, considerando os aspectos sanitários e genéticos e, finalmente, o transporte e o abate em estabelecimentos adequados, garantindo um produto final de melhor qualidade (BRAUN, 2000).

Segundo Driessen & Geers (2000), em estudo realizado – cita que as condições de estresse durante o transporte podem influenciar negativamente a qualidade da carne e da carcaça. Os danos na pele podem ser avaliados visualmente durante a inspeção. A taxa de glicólise influencia a qualidade da carne, que pode ser medida através do pH final, da cor e da perda de água. Por um lado, a qualidade da carne depende do genótipo do animal e, por outro, depende do ambiente: clima durante o engorde, transporte, atordoamento, etc. A temperatura no

caminhão durante o transporte, o tempo de descarregamento, o comportamento do motorista na direção e a composição do grupo têm uma grande influência sobre a qualidade da carne.

De acordo com Filho (2000), em estudo concretizado sobre os fatores que influenciam na compra da carne suína, ressalta que o bem-estar animal pode ser considerado uma demanda para qualquer sistema criatório que se deseja, seja eticamente defensível e socialmente aceitável. Embora o bem-estar animal possa ainda não ser uma questão prioritária entre os consumidores brasileiros, a qualidade da carne e o impacto na saúde já aparecem como questões centrais para o público.

Segundo o mesmo autor, uma significativa parte da população brasileira acredita que carne suína é perigosa (pode carregar doenças) ou tem altos teores de colesterol. E, apesar disso, nem o processo criatório, nem a genética, nem o abate é muito diferente (em termos sanitários) de outras partes do mundo. A carne suína brasileira é quase toda abatida em matadouros com inspeção. Pesquisas brasileiras têm mostrado níveis moderados de colesterol na carne suína. Bragagnolo (1992) comparou os níveis de colesterol na carne suína, no frango e nos bovinos, e encontrou valores similares para as três espécies, todas contendo em torno de 50 mg/100 g de tecido.

Outras preocupações estão associadas à crueldade animal e ao dano ao ambiente, porém, talvez estas sejam questões nascentes para o público brasileiro. A mudança da imagem do suíno – de carne não saudável, gorda, e com alto teor de colesterol – para uma carne saudável e com proteína de alta qualidade, exige mais que publicidade. A criação de suínos, num sistema criatório compatível com o bem-estar, alimentando os animais com uma dieta livre de antibióticos ou de hormônios, poderá mudar a percepção do público sobre a carne de porco (FILHO, 2000).

2.3 Períodos ante mortem

O período ante mortem inclui uma série de eventos e de operações, como: o jejum, o transporte, a espera no frigorífico e o próprio sacrifício que atua isoladamente ou em conjunto e afetam de alguma forma os processos metabólicos. O estudo desses fatores ajuda a explicar as variações da qualidade da carne (ROÇA & SERRANO, 1994).

As condições ambientais são as principais fontes de estresse que o suíno enfrenta, tirando dele energia do glicogênio muscular. Se não houver um adequado manejo por parte do homem, produz-se-á uma irreversível redução do estado de bem-estar do animal e, como consequência, ter-se-á menor qualidade da carne suína.

2.4 Jejum

No período pré-abate ou ante mortem, o jejum favorece o bem-estar dos animais durante transporte e previne perigos de contaminação cruzada durante a evisceração, permitindo – desta forma – maior estabilidade da cor e retenção de água. Com a finalidade de reduzir a incidência de carnes exsudativas e melhorar as principais características de qualidade (cor, pH e textura), considera-se ótimo intervalo de jejum entre 16-24 horas (CALVAR & PELLOIS, (ano?)).

Com o objetivo de melhorar a qualidade da carne, os tempos recomendados estão incluídos entre um mínimo de 6 horas e um máximo de 24 horas de jejum antes do carregamento. Por outro lado, se este jejum for muito prolongado (maior que 16h antes do carregamento), poderá levar a um rápido esgotamento do glicogênio muscular, determinando um aumento do pH final (TERRA, 1998).

2.5 Transporte e repouso nos Frigoríficos

O transporte de animal para os Frigoríficos é uma fase de estresse para o animal. A temperatura, a densidade de transporte ($m^2/100\text{ Kg}$) são dois fatores-chaves para assegurar o bem-estar e a qualidade final do animal. O escasso espaço durante o transporte pode levar a um aumento da temperatura no interior do caminhão e, como consequência, uma maior agressividade (NIELSEN, 1982).

Suínos sacrificados logo na sua chegada ao Frigorífico podem aumentar significativamente a incidências de carne PSE (pale, soft, exudative). A etapa da espera permite ao animal recuperar-se do estresse do transporte e obter a recuperação do glicogênio consumido, levando a claros benefícios. No entanto, se mal aplicado, pode representar um estresse adicional capaz de afetar irreversivelmente o estado fisiológico e físico do animal. Em geral, o intervalo de espera de no mínimo 6 horas é recomendado (TERRA, 1998).

2.6 Insensibilização

O atordoamento – elétrico ou com gás – é possivelmente o fator *ante mortem* que mais afeta o desenvolvimento da glicose *pós mortem*, pois, se mal-efetuado, pode produzir um aumento do nível de catecolaminas e violentas contrações musculares (convulsões) (TERRA, 1998). O atordoamento elétrico se desenvolve através de uma intensa despolarização dos neurônios, seguida por uma elevada e descoordenada atividade muscular.

O atordoamento é a fase na qual o suíno está inconsciente, porém, como este pode recuperar rapidamente sua consciência, a sangria tem que ser realizada dentro de 15 segundos, isto evitará com que ocorra o salpicamento hemorrágico e a carne PSE, garantindo melhor qualidade da carcaça (ROÇA & SERRANO, 1994).

Os dados sobre as interações entre o atordoamento elétrico e a qualidade da carne são contraditórios, tendo em vista que o resultado depende das combinações entre tempo e voltagem. Alguns experimentos têm mostrado que, utilizando voltagens elevadas, acelera-se a glicose *post mortem*, enquanto outras pesquisas têm demonstrado que tempos de atordoamento curtos e voltagens elevadas afetam positivamente a normal caída do pH *post mortem* (PARDI et al., 1995).

PARDI et al. (1995) demonstram – através de experimentos – que o suíno deve sofrer um estado epilético para entrar em inconsciência indolor e que o insensibilizador, para induzi-lo a este estado, deve ter uma corrente mínima de 1,25 amperes e 180 volts, sendo que, para maior eficiência, a voltagem deve atingir de 300 a 600 volts, devendo os eletrodos serem aplicados por um a três segundos.

O método de atordoamento mais empregado, depois do elétrico, é a insensibilização por CO₂ que consiste no atordoamento do animal com a mistura de gases, no qual a concentração de CO₂ é superior a 80%. Com níveis tão elevados de CO₂, os suínos perdem a consciência em menos de 30 segundos e se reduz significativamente a intensidade das contrações musculares que favorecem a produção de carne PSE. No entanto, no caso de baixas concentrações de gases (60%) ou de prolongado tempo de exposição ao gás (90s), poderá levar a um aumento de estresse do animal, traduzindo-se em mudanças *post mortem* devido às fortes convulsões dos animais, prejudicando assim a qualidade da carne. (TROEGER & WOLTERS DORF, 1991).

2.7 Sangria

A sangria – realizada na posição horizontal, permanecendo até os reflexos musculares cessarem, para depois serem suspensos na noria – é recomendada, pois ocorre um menor consumo de energia, e a incidência de PSE é reduzida (SILVEIRA, et al., 1996).

Na sangria na qual se faz uma incisão na jugular, o animal – ainda em estado letárgico – morre por exsanguinação. O animal é pendurado pela pata traseira para que saia a maior quantidade de sangue possível, bem como deve ser rápida e logo após o atordoamento, para evitar que o animal recupere a consciência e reduza a pressão sanguínea. Isso garante maior vida útil à carne e maior garantia à saúde do consumidor (ROÇA & SERRANO, 1994).

2.8 Remoções das cerdas

Após a retirada do sangue, o suíno recebe um jato de vapor que amolece as cerdas e passa pela depiladeira. Nesta etapa, o suíno é colocado em um tanque de escaldagem no qual sofre uma lavagem e, num outro tanque de escaldagem, por um período de 4 a 6 minutos à alta temperatura, para facilitar a remoção das cerdas. A seguir, as cerdas são removidas através de uma máquina dotada de escovas (garras) rotativas (EXPEDITO, 2004).

A flambagem é a operação que retira as cerdas remanescentes. Esta operação é conduzida com auxílio de lança-chamas direcionada ao corpo do animal, principalmente da parte inguinal. Após, são removidos os casquinhas e seguem as operações subsequentes de evisceração e de divisão longitudinal, uma sequência de operações conhecidas como área limpa.

2.9 Evisceração

Na evisceração, são retirados os órgãos internos chamados vísceras. Nesta etapa, o cuidado é muito grande para evitar perfurar alguns órgãos como estômago, intestino e vesícula biliar o que causaria contaminação e comprometeria o consumo da carne (TERRA, 1998).

A inspeção, realizada pela IF (Inspeção Federal), é a etapa de exames minuciosos de todos os órgãos e da carcaça de todos os suínos abatidos. Qualquer anormalidade, a carcaça fica seqüestrada até que exames mais detalhados sejam realizados para dar destinos às carcaças. É graças a este trabalho que se podem comprar com maior segurança as carnes e os produtos que apresentem o carimbo da IF (ROÇA & SERRANO, 1994).

A abertura abdominal inicia com o corte dos ossos do peito e prolonga-se até a parte abdominal. Após a divisão longitudinal, as meias carcaças são submetidas à tipificação eletrônica (qualificação da carcaça mediante o percentual de carne e de gordura presente na carcaça), sendo depois submetidas ao resfriamento.

Nesta etapa, o objetivo é diminuir a temperatura das carcaças para se ter um controle maior no crescimento de microorganismo e para poderem ser espostejadas (cortadas). A temperatura exigida – para as carcaças serem espostejadas – é de, no máximo, 7°C no interior do músculo do pernil. Esta temperatura leva, em média, 15h para ser alcançada no pernil. Pode-se dizer que a medida de controle no resfriamento das carcaças determina a qualidade final dos cortes dentre os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e sensoriais, podendo – desta forma – obter um maior controle da vida-de-prateleira das carnes (ROÇA & SERRANO, 1994).

2.10 Influência dos fatores da refrigeração sobre a qualidade da carne

Todo e qualquer tratamento pós-abate, ou seja, na carcaça quente, visa aumentar a qualidade da matéria-prima – carne contida nas carcaças – seja através da redução da carne PSE, diminuição significativa da perda de peso, seja ainda

diminuir a contagem microbiana contaminante das carcaças. É sabido que a redução da temperatura das carcaças o mais rápido possível após completa evisceração, é uma manobra eficaz voltada para a diminuição da velocidade de queda do pH muscular e, conseqüentemente, o controle da capacidade de retenção de água das carcaças na câmara de resfriamento.

A frigorificação, ou tratamento pelo frio artificial ou industrial, constitui a técnica mais generalizada de conservação das carnes quer preservando-as como recurso estacionário, quer garantindo – se for por transporte à distância – ou possibilitando seu uso na industrialização ou consumo. O rebaixamento da temperatura aos níveis compatíveis atua na inibição de microorganismos ou de putrefação no retardamento da atividade enzimática, como consequência, e esperado aumento do prazo de vida comercial das carnes (GUAHYBA, 2003).

Independentemente do controle dos microorganismos responsáveis pela deterioração, o frio contribui também para o controle das infecções e das toxinfecções alimentares, em virtude da incapacidade da maioria de seus agentes crescerem em temperaturas situadas em torno dos 4°C (GUAHYBA, 2003).

As diferentes formas de transmissão de calor ou troca térmica – que ocorrem dentro da câmara de resfriamento – dão-se através da radiação, a qual ocorre diretamente a partir do evaporador. A transmissão do calor pode ainda se processar através de condução, pelo contato direto do evaporador com um produto ou podendo ocorrer as trocas por convecção através da movimentação do ar (URBAN, 1994).

Os principais fluidos frigoríficos ou refrigerantes dentro da câmara utilizados são: água, cloreto de etila, éter sulfúrico, anidrido sulfuroso (SO₂), amoníaco, cloreto de metila (CH₃Cl), anidrido carbônico (CO₂), derivados fluorados e clorados dos hidrocarbonetos e diclorodifluorometano, amônia (NH₃) (GUAHYBA, 2003). Os fatores importantes no processo de condicionamento da atmosfera de uma câmara fria são a temperatura, a umidade relativa do ar, a circulação do ar e sua velocidade. No processo de tratamento da carne, a velocidade da ação do frio é influenciada pelo calor específico, pelo volume e pela cobertura gordurosa das carcaças, bem como, a circulação do ar e a temperatura dentro da câmara. As grandes carcaças bovinas podem levar até 72 h para serem resfriadas e as carcaças menores como as suínas, as de cordeiro podem levar, em média, 24 a 36 horas. Empregando-se

altas velocidades do fluxo do ar, o tempo de resfriamento pode ser abreviado de 23 a 35 % (PELOSO, 2003).

A refrigeração das carcaças se processa imediatamente após o abate. Para o resfriamento, as carcaças ficam armazenadas nas câmaras de resfriamento suspensas em trilhos aéreos, onde se mantém a uma temperatura entre 0 a 3°C. A temperatura da câmara é medida através de termômetro de mercúrio com proteção metálica e termômetros tipo digital. A temperatura da carcaça, antes de entrarem nas câmaras, é aproximadamente de 39 °C. O calor específico ou a capacidade calórica da carne varia muito com as proporções relacionadas à gordura e à carne magra das carcaças, oscilando entre 0,51-0,57 nas carcaças suínas e entre 0,70-0,77 nas de carneiro (URBAIN, 1994).

A umidade relativa do ar exerce ponderável influência no tratamento dado às carnes pelo frio artificial. Medida em escala de 0 a 100%, o ponto de orvalho corresponde à saturação extrema (100%). Com o aumento da umidade relativa do ar, reduz-se a perda de peso por evaporação, proporcionando a diferença entre as pressões parciais de vapor de água no ar e na superfície da carcaça.

Uma umidade relativa do ar elevada, no entanto, ainda que diminua a quebra de peso, favorece a multiplicação microbiana e na formação de mofo na superfície da carne, bem como, uma palidez excessiva da carcaça pela excessiva umidade, por outro lado, uma umidade relativa muito baixa dentro da câmara a carcaça poderá adquirir mau aspecto por estar seca e escura, além de favorecer a perda de peso no qual, por motivos econômicos e de qualidade, deverá ser a menor possível. Por isto, recomenda-se que a umidade relativa se mantenha em torno de 88% a 92% (URBAIM, 1994).

A velocidade de circulação do ar exerce influência na eliminação do calor e da temperatura da câmara, contribuindo para a conservação e para a manutenção da qualidade da carne. A temperatura é medida em metros por segundo (m/s) através de anemômetro (0,1 a 20 m/s). A faixa utilizada na indústria de carnes é entre 0 e 5 m/s. Quanto maior a velocidade, tanto maior a perda de umidade. Daí a necessidade de harmonizar a atmosfera da câmara com a umidade relativa e com a temperatura. Por outro lado, uma velocidade muito elevada pode ocasionar uma dessecação da superfície da carne, impedindo a saída da umidade (GUAHYBA, 2003). É por isto que – em alguns casos – a perda de peso é aceitável.

A perda de peso ou a quebra de peso por evaporação, durante o processo de resfriamento, ocorre porque, inicialmente, a temperatura da sua superfície é muito mais elevada do que a da câmara fria. As perdas maiores ocorrem quando a velocidade do ar é mais elevada e é mais intensa a renovação do ar, fato que pode ser contrabalançado com o aumento da umidade do ar. A perda de peso deve situar-se por volta de 1 a 1,5%, podendo atingir cifras bem superiores e alcançar, em alguns casos, 2,5% ou mais (GUAHYBA, 2003).

O sistema de resfriamento rápido das carcaças é outro método de resfriamento adotado pelas indústrias na redução de perdas de peso. Ao mesmo tempo, este é citado como ferramenta auxiliar na diminuição da contagem microbiológica nas carcaças. Entretanto, os esperados resultados positivos encontrados com a prática do resfriamento rápido não são unânimes para confirmar esta hipótese (LONG & TARRANT, 1990; JONES et al., 1993; VAN DER WALL et al., 1995; MILLIGAN et al., 1998). O efeito colateral do sistema de resfriamento rápido mais frequente citado é a indução da perda da maciez da carne devido ao excesso de frio (FELDHUSEN & KUHNE, 1995; TAYLOR et al., 1995). A decisão do uso de câmaras de resfriamento rápido – baseado nos resultados esperados – torna-se mais importante ainda quanto o alto custo de implantação e também alto custo operacional deste sistema são levados em consideração.

2.11 Transformações do músculo em carne

Considerando-se como os animais de corte crescem e como seus músculos se desenvolvem e são diferenciados, a distinção entre os termos “músculo” e “carne” não tem sido enfatizada. A carne, embora reflita grandemente a natureza química e estrutural dos músculos dos quais ela é o aspecto “post mortem”, difere deles porque uma série de alterações bioquímicas e biofísicas são iniciadas no músculo por ocasião da morte do animal (LAWRIE, 2005).

Para Alves (2007), todas as avaliações objetivas e subjetivas possíveis, que destinam verificar a qualidade da matéria-prima dentro do frigorífico, são baseadas nas transformações bioquímicas, físicoquímicas e visuais que acontecem na

musculatura estriada esquelética contida nas carcaças, sendo que somente após esse conjunto de reações é que o músculo transforma-se em carne. A unidade de organização estrutural do músculo esquelético é a fibra muscular a qual tem um tecido conjuntivo que o envolve denominando-se epimísio, os delgados septos que se estendem para dentro – que circundam todos os feixes – constituem o perimísio, e a rede extremamente delicada, que recobre as fibras musculares individualmente, chama-se endomísio. As miofibrilas são estruturas da fibra muscular e são formadas por um agrupamento ordenado de filamentos grossos e finos, paralelos entre si, cuja distribuição ao longo da miofibrila é responsável pela formação de bandas. As proteínas dos miofilamentos possuem basicamente função motora, enquanto as sarcoplasmáticas, função reguladora. A organização dos miofilamentos forma as miofibrilas, nas quais é possível identificar a unidade funcional do músculo, o sarcômero, que é definido como as distâncias entre os dois discos Z representados na Figura 1.

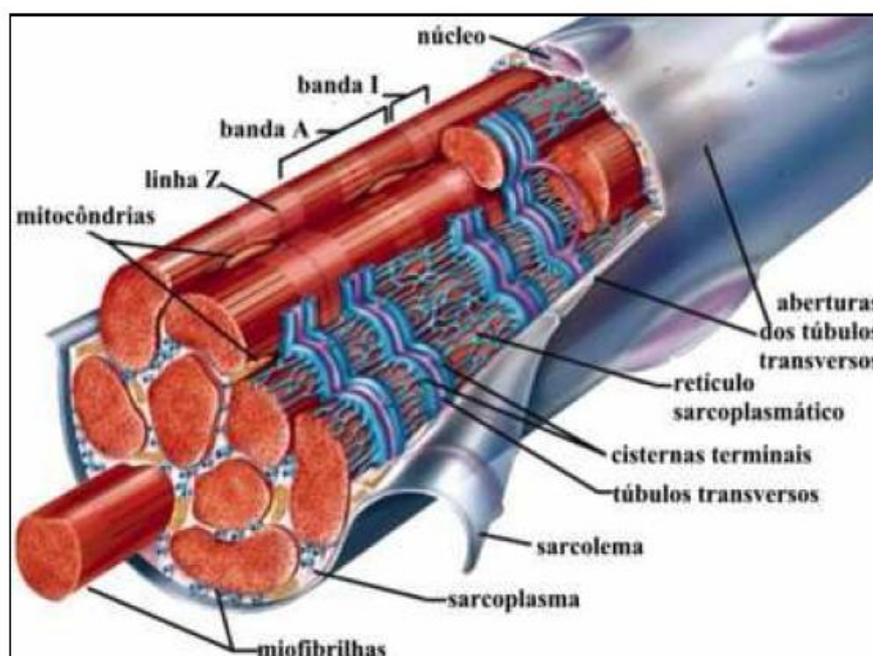


Figura 1: Estrutura muscular. Fonte: (ALVES, 2007).

O músculo em um animal vivo se contrai por um processo de gasto/recuperação de energia sob condição aeróbica. As principais proteínas reguladoras na miofibrila são: tropomiosina e troponina. A tropomiosina é responsável pela sensibilidade do sistema actomiosina ao cálcio que deflagra a contração e a troponina é a proteína receptora deste íon. Ambas estão associadas

ao filamento de actina. Durante a contração muscular, as cabeças de miosina formam pontes com os filamentos de actina, originando um complexo químico conhecido como actomiosina. A formação de actomiosina proporciona um estado de rigidez e de relativa inextensibilidade muscular. Alguns aspectos de contração e relaxamento da célula podem ser visualizados na Figura 2. Com o gasto dos depósitos energéticos, o processo contrátil tende a cessar, formando um complexo irreversível denominado de actomiosina. Nesse estado, a musculatura atinge o rigor mortis, ou seja, os músculos transformam-se em carne o que pode ser visto na esquematização da Figura 3. Um dos aspectos mais marcantes da transformação do músculo em carne é a queda do pH, inclusive, a ponto de determinar a futura qualidade da carne. A cor da carne é considerada como o principal aspecto no momento da comercialização. A mioglobina é a principal substância na determinação da cor da carne. O teor de hemoglobina só influenciará a cor da carne se o processo de sangria for mal executado, sendo que, aspectos como idade, sexo, músculo e atividade física afetam também a cor da carne. A cor natural e ideal da carne é um vermelho brilhante (ALVES, 2007).

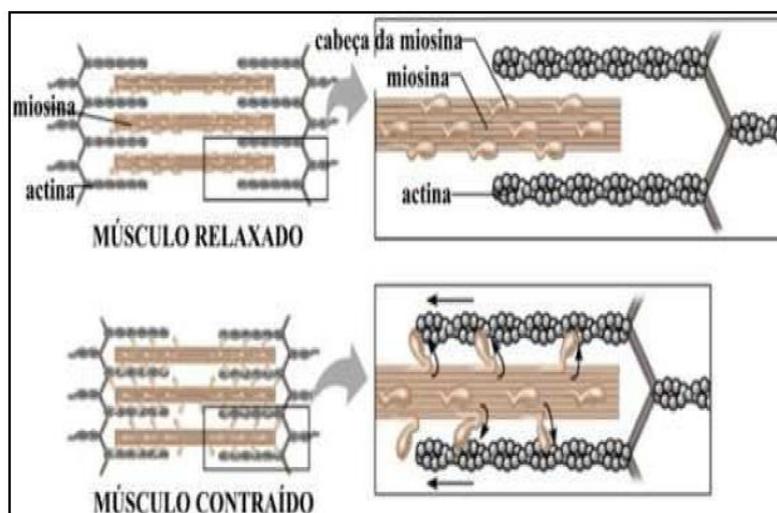


Figura 2: Contração e relaxamento do músculo. Fonte: (ALVES, 2007).

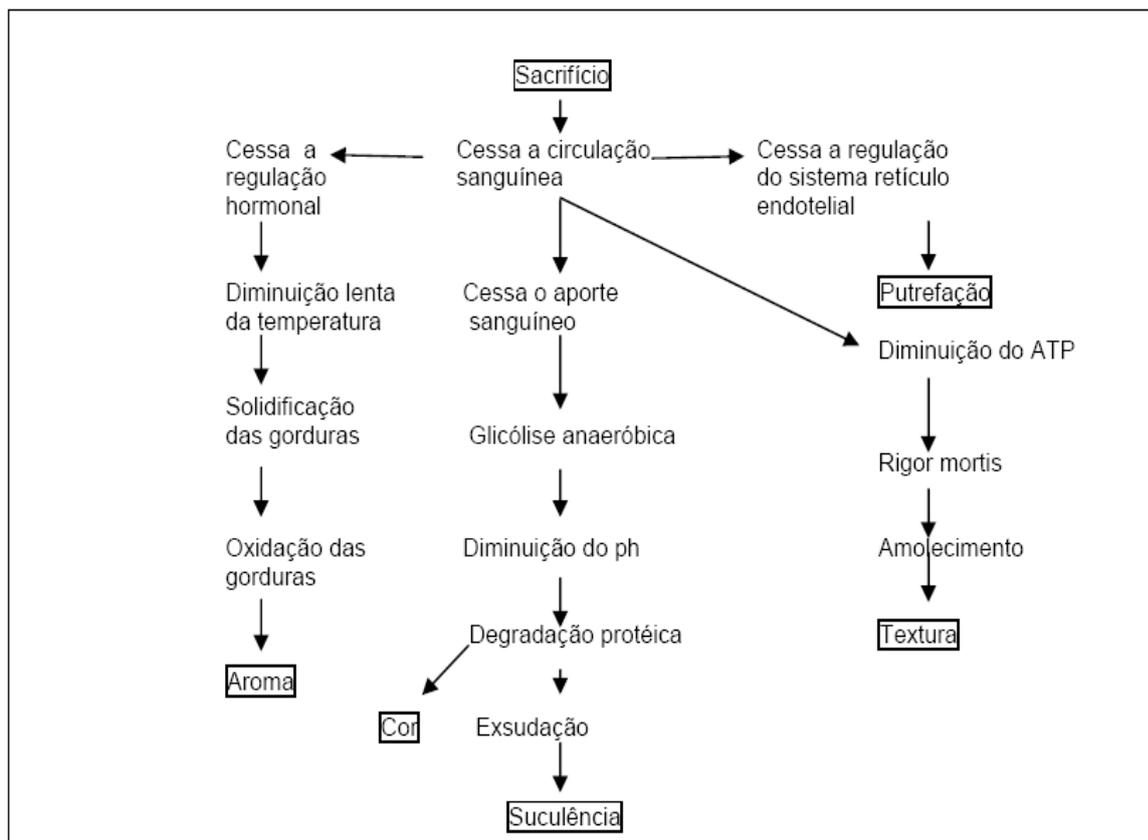


Figura 3: Transformação do músculo em carne e características sensoriais. Fonte: (ALVES, 2007).

Para este mesmo autor, a qualidade da carne suína abrange propriedades inerentes decisivas que garantem o sucesso da industrialização de produtos cárneos e do mercado de carne fresca. Os principais atributos de interesse são as características sensoriais (aparência, cor, sabor, textura e suculência), a CRA (capacidade de retenção de água), o conteúdo e a composição de gordura, a estabilidade oxidativa e a uniformidade.

2.12 Importância do pH na qualidade da carne

O pH da carne é um parâmetro importante para prever a qualidade final da carne suína, podendo influenciar direta ou indiretamente as diversas características como a cor, a maciez, a capacidade de retenção da água e a conservação. Esse último fator é determinante para o crescimento microbiano, sendo, portanto, o pH final da carne um índice significativo para sua resistência à deterioração (BERNARDI, 2008).

Após o abate dos animais, há um declínio do pH cuja extensão e velocidade irá depender da natureza e das condições do músculo no momento em que cessa a circulação sanguínea (FILHO et al., 2000).

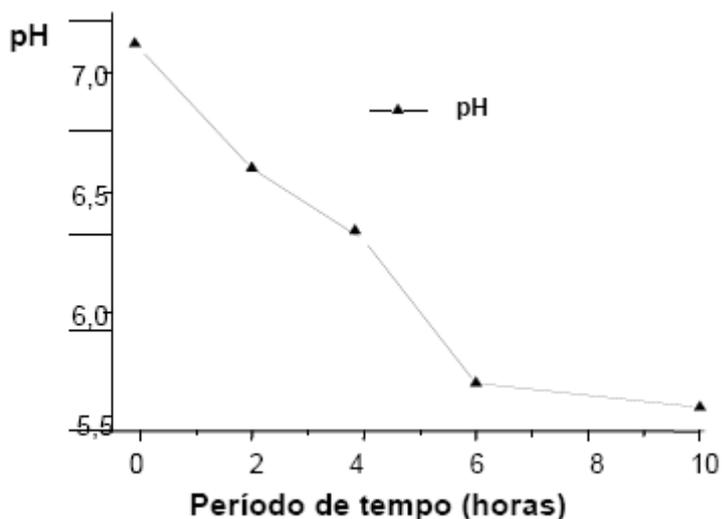


Figura 4: Variação do pH após o período de abate. Fonte: (FILHO et al., 2002).

Segundo Warris (1982), a amplitude de variação para os valores de pH – em carne suína – foi de 5,3 a 7,16 para medidas tomadas 45 minutos após o abate. Dobrenove (1989), estudando também a variação de pH, encontrou resultados de 5,1 a 5,9 para medidas tomadas 24 horas após o abate.

O estudo da qualidade da carne esta sendo avaliada cada vez mais nos mercado mundial. Qualidade esta que envolve não somente melhorias na questão do consumo humano, mas também em questões financeiras. Portanto todos os aspectos que envolvem o pré-abate como o abate propriamente dita estão envolvidas na qualidade da carne.

3.0 MATERIAIS E MÉTODOS

Apresentaremos a descrição das metodologias utilizadas na avaliação da perda de peso em carcaças suínas mantidas sob refrigeração. Serão avaliados parâmetros como velocidade, umidade relativa e temperatura do ar em diversos pontos dentro da câmara de resfriamento, além da temperatura de diferentes carcaças suínas aleatoriamente distribuídas dentro das câmaras. Além disso, serão determinadas as principais propriedades de transporte das carcaças, como condutividade, resistividade e difusividade térmica das carcaças.

3.1 Descrições do local do experimento

Os experimentos foram conduzidos no Frigorífico Aurora Alimentos, Unidade de Erechim, no estado do Rio Grande do Sul. As carcaças suínas, após a etapa de abate, cuja temperatura média gira em torno de 42°C, vão para uma câmara de resfriamento por um período aproximado de 19 horas (Figura 5).



Figura 5 – Câmara de equalização para resfriamento das carcaças.

As carcaças são divididas ao meio no sentido longitudinal e permanecem penduradas por ganchos (Figura 6).



Figura 6 – Carcaças penduradas para o resfriamento.

As figuras 6.A, 6.B e 6.C mostram como as carcaças devem ficar espaçadas (3 carcaças por metro linear) e como são dispostas dentro das câmaras para resfriamento desde a entrada das carcaças, durante a permanência na equalizações.

Após o período de permanência na câmara, as carcaças suínas são retiradas da câmara com uma temperatura máxima de 7°C, cuja determinação é realizada no pernil, conforme prevê a legislação. Posteriormente, as mesmas vão para a sala de corte e desossa (Figura 7).



Figura 7 – Espostejamento das carcaças (sala de cortes)

O sistema de refrigeração avaliado compreende três câmaras frigoríficas: a primeira delas é usada para dar um choque térmico nas carcaças, onde a temperatura reduz de 35 para 17°C; as outras duas câmaras são ditas câmaras de equalização, onde as carcaças permanecem até o momento da desossa. A câmara do choque térmico, bem como, as câmaras de equalização 1 e 2 apresentam capacidades de 700, 519 e 592 carcaças, respectivamente. A Figura 8 apresenta o diagrama esquemático das câmaras de refrigeração avaliadas neste estudo.

CÂMARAS DE EQUALIZAÇÃO: 01 e 02
CÂMARAS CHOQUE TÉRMICO

UNIDADE: FAER II

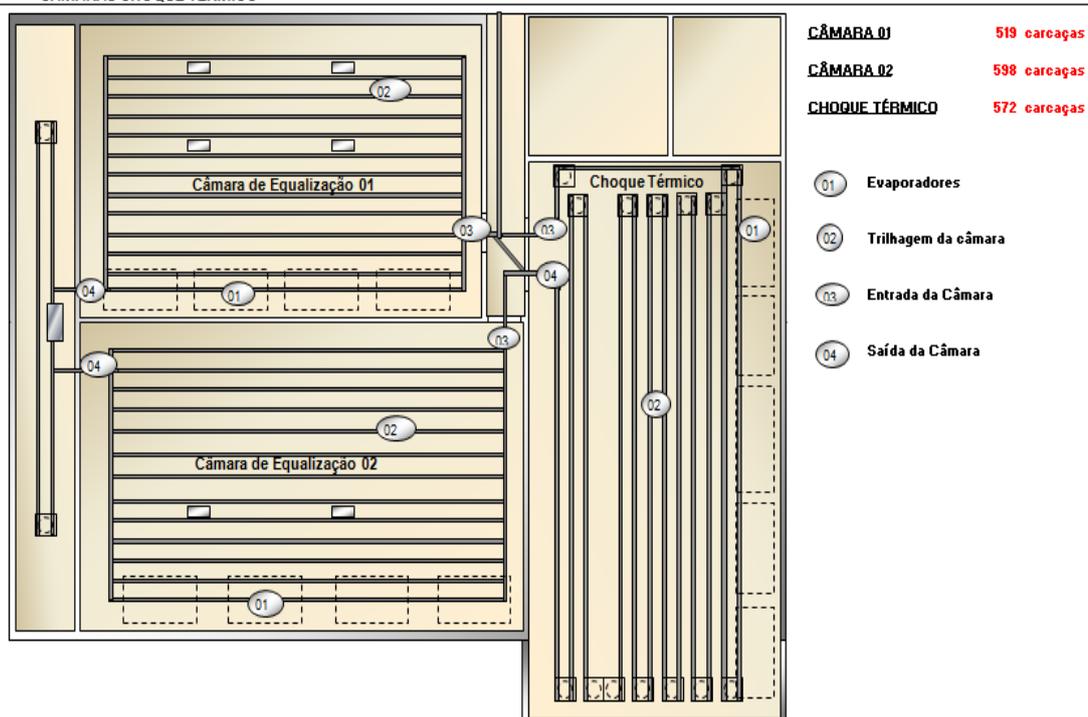


Figura 8: Diagrama esquemático das câmaras de refrigeração avaliadas neste trabalho. FONTE: Aurora 2009

3.2 Determinações da temperatura e umidade relativa do ar

A umidade relativa e a temperatura do ar foram avaliadas em sete pontos dentro das câmaras de equalização 1 e 2, conforme ilustrado na Figura 9. Como a câmara de choque térmico é usada para resfriar as carcaças somente após o término do abate, não foram realizadas avaliações da temperatura e da umidade, devido às oscilações que ocorrem durante o dia em função do fluxo de carcaças. Em cada um dos pontos, foram monitorados os perfis de temperatura e a umidade relativa durante todo o período de resfriamento, compreendido após o carregamento total das câmaras com as carcaças após o abate até o momento da desossa.

A umidade relativa e a temperatura do ar em cada ponto foram continuamente monitoradas por meio de sensores PT100 (NOVUS, Brasil) e por meio de um transmissor de umidade relativa e temperatura (RHT-WM NOVUS, Brasil) com sinal linearmente convertido para 4-20 mA, o qual foi conectado a uma placa de aquisição

de dados (FIELDLOGGER NOVUS, Brasil), com intervalo de 30 segundos entre cada aquisição.

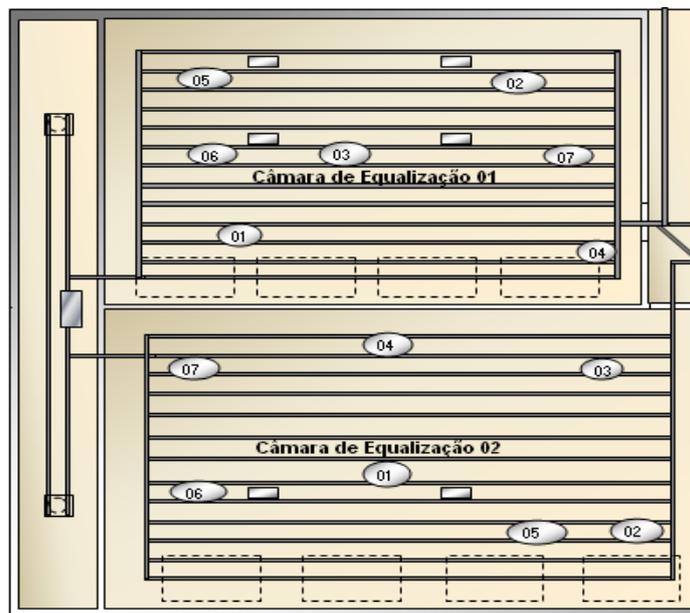


Figura 9: Diagrama esquemático das medidas de temperatura e umidade relativa dentro das câmaras de equalização 1 e 2.

3.3 Determinações da temperatura das carcaças

A temperatura das carcaças foi avaliada em diferentes pontos dentro das câmaras de equalização 1 e 2, conforme ilustrado na Figura 10. Em cada um dos pontos, foi monitorado o perfil de temperatura durante todo o período de resfriamento, compreendido após o carregamento total das câmaras com as carcaças após o abate até o momento da desossa. A temperatura, em cada ponto, foi continuamente monitorada por meio de um sensor PT100 (NOVUS, Brasil) o qual foi conectado a uma placa de aquisição de dados (FIELDLOGGER NOVUS, Brasil), com intervalo de 30 segundos entre cada aquisição. A localização do sensor na carcaça é indicada na Figura 11.

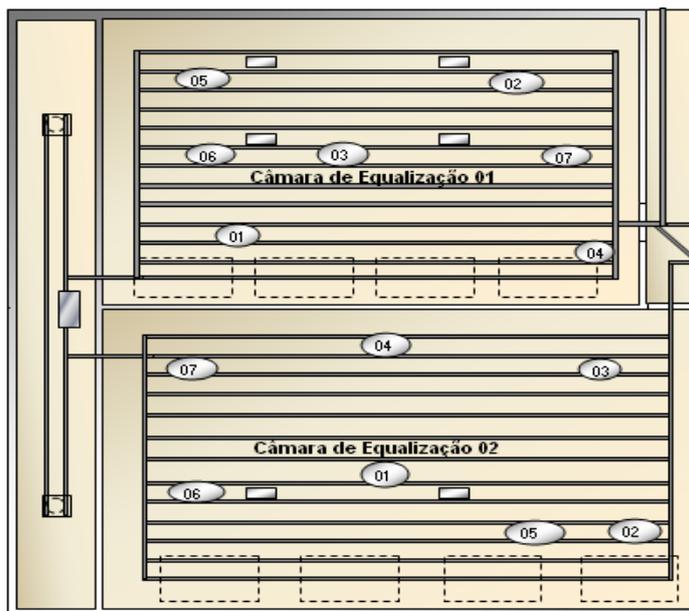


Figura 10: Diagrama esquemático das medidas de temperatura das carcaças dentro das câmaras de equalização 1 e 2.



Figura 11: Carcaça indicando a posição onde é efetuada a medição da temperatura no pernil.

3.4 Determinações da velocidade do ar dentro das câmaras de resfriamento

A velocidade do ar foi avaliada em diferentes pontos dentro das câmaras de equalização 1 e 2, conforme ilustrado na Figura 12. Em cada ponto, foi avaliada a velocidade do ar na parte superior e inferior da câmara. A velocidade do ar foi medida por um Anemômetro digital portátil, modelo AD-250, display de cristal líquido (LCD) de 3 1/2 dígitos.

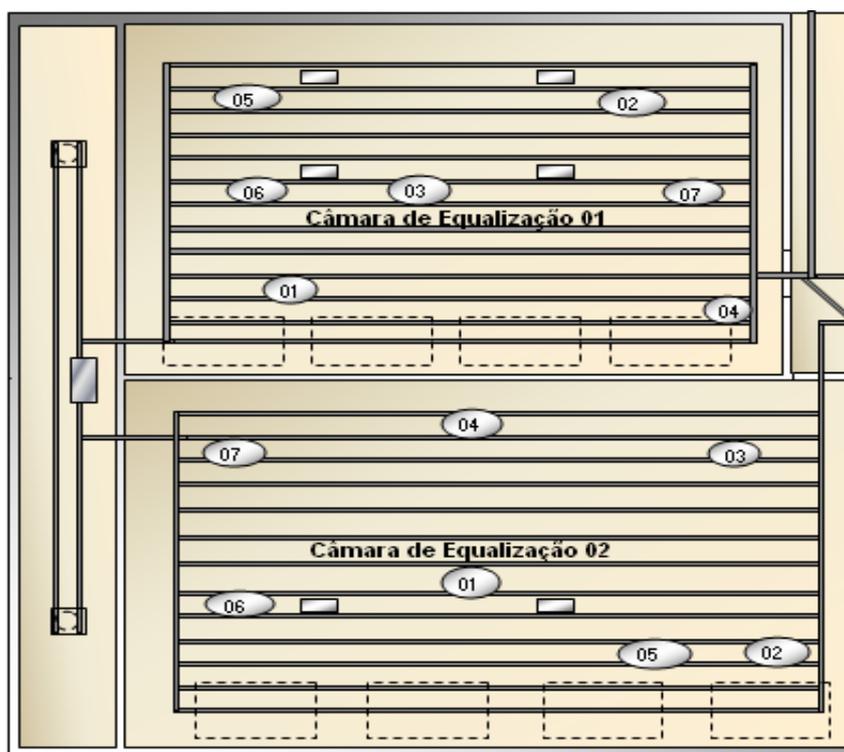


Figura 12: Diagrama esquemático das medidas de velocidade do ar dentro das câmaras de equalização 1 e 2.

3.5 Determinações dos parâmetros de transporte das carcaças suínas

As propriedades de transporte (condutividade, resistividade e difusividade) foram avaliadas em diferentes posições na carcaça (pernil, paleta e carré – parte lombar da carcaça) suína após o térmico do resfriamento, antes da etapa de desossa.

Para a determinação da condutividade térmica das carcaças, foi utilizado um analisador de propriedades térmicas (Decagon Inc., modelo KD2). Para a determinação, foi inserida uma sonda na carcaça, determinando-se as três propriedades simultaneamente.

Para a determinação de tais propriedades, monitora-se a distribuição de temperatura provocada pela adição de uma quantidade conhecida de energia. A equação para a condução radial de calor em um meio homogêneo e isotrópico é dada por:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial r^2} + r^{-1} \frac{\partial T}{\partial r} \right) \quad (1)$$

onde T é a temperatura (°C), t é o tempo (s), α é a difusividade térmica (m^2s^{-1}) e r é a distância radial (m).

Quando uma fonte de calor de natureza elétrica é introduzida no meio cujas propriedades desejam-se mensurar, a elevação da temperatura em relação à temperatura inicial T_0 , a uma distância r da sonda, é dada por:

$$T(t) - T_0 = \frac{q}{4\pi k} E_i \left(-\frac{r^2}{4\alpha t} \right) \quad (2)$$

onde q é a quantidade de calor fornecido por unidade de tempo e por unidade de comprimento (Wm^{-1}), k é a condutibilidade térmica do meio ($W/(m^{\circ}C)$) e E_i é uma função exponencial integral. Para elevados valores de t, a seguinte aproximação pode ser considerada:

$$T(t) - T_0 = \frac{q}{4\pi k} \left[\ln(t) - \gamma - \ln \left(\frac{r^2}{4\alpha} \right) \right] \quad (3)$$

onde γ é a constante de Euler (0,5772).

Como mostra a Equação (3), $\Delta T = T - T_0$ varia linearmente com $\ln(t)$, segundo uma inclinação $m = \frac{q}{4\pi k}$; por conseguinte, a condutividade térmica do meio pode ser calculada com uso do valor de m obtido pela regressão de ΔT em relação a $\ln(t)$. A difusividade térmica também pode ser determinada a partir da Equação 3.

Uma vez que $\Delta T = 0$ quando $t = t_0$:

$$\ln(t_0) = \gamma + \ln\left(\frac{r^2}{4\alpha}\right) \quad (4)$$

Desse modo, conhecendo-se t_0 (pela intersecção da curva de regressão com o eixo das abscissas) e um r finito, a difusividade pode ser calculada através da Equação (4). O modelo apresentado nas Equações (1) e (2) assume que o meio é isotrópico e homogêneo, que a temperatura inicial T_0 é uniforme e que a fonte de calor possui extensão infinita. Além disso, desconsideram-se a condutividade e a difusividade térmica da própria sonda e dos sensores de temperatura utilizados. Embora essas considerações a rigor não sejam verdadeiras, o método apresentado propicia medidas suficientemente precisas para as propriedades térmicas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Determinação da temperatura e umidade relativa do ar

As determinações de temperatura e de umidade relativa foram realizadas somente nas Câmaras de Equalizações 1 e 2, devido à permanência maior das carcaças nestas câmaras. A Figura 13 apresenta o diagrama esquemático das câmaras de equalização, a localização dos pontos onde foi determinada a umidade relativa, bem como, os valores obtidos após 10 horas de resfriamento.

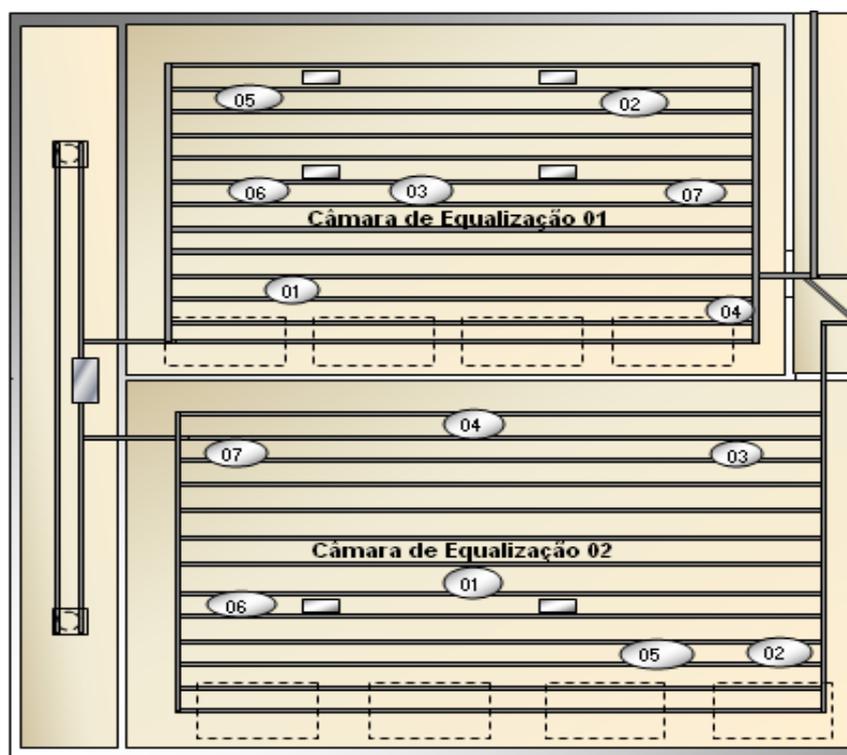


Figura 13: Diagrama esquemático das câmaras de equalização, a localização dos pontos onde foi determinada a umidade relativa com seus respectivos valores após 10 horas de resfriamento

As medidas foram realizadas em diferentes posições dentro das câmaras de equalizações. Para nível de piso se mediu a uma altura de aproximadamente 30 cm do chão, para nível de trilho, mediu-se na posição acima das carcaças e para nível

superior, mediu-se no nível do pernil da carcaça. As medidas são apresentadas na Tabela 1 para a Equalização 1 e na Tabela 2 para a equalização 2.

Posição da leitura	Leitura da Umidade relativa	Nível da Leitura
1	54,7	Nível do piso
2	56,4	Nível do piso
3	53,8	Nível do piso
4	65,2	Nível do trilho
5	73	Nível do trilho
6	76,9	Nível do trilho
7	78,9	Nível do trilho

Tabela 1 - Atividades de água feitas em diferentes posições na Equalização 1.

Posição da leitura	Leitura da Umidade relativa	Nível da Leitura
1	53,5	Nível do piso
2	61,8	Nível do piso
3	72,8	Nível superior
4	76,8	Nível superior
5	79,8	Nível do piso
6	74,3	Nível do piso
7	76,5	Nível superior

Tabela 2 - Atividades de água feitas em diferentes posições na Equalização 2.

Os resultados indicam variações consideráveis nos valores de umidade obtidos dentro das duas câmaras. Como pode ser observado, o valor mais baixo de umidade se refere ao nível inferior da câmara, cujos valores giram em torno de 55%, enquanto que na parte superior, a umidade relativa apresenta valores em torno de 75%. No entanto, estes valores são baixos, possivelmente levando a uma maior perda de peso das carcaças; pois, como se sabe, valores maiores de umidade relativa diminuem a diferença de massa de água contida no ar e nas carcaças, minimizando os gradientes de massa. Dessa forma, evita-se a perda de água das carcaças devido à evaporação. Outro agravante nesse processo é a temperatura das câmaras, a qual apresenta valor médio de 2°C, conforme discussão subsequente.

As baixas temperaturas associadas com a baixa umidade relativa levam a valores muito baixos de conteúdo de água por kg de ar. No entanto, mesmo com o incremento da umidade relativa do ar, o ganho em conteúdo de água é baixo. Em função desse dado, pode-se concluir que sempre haverá perda de peso durante o resfriamento de carcaças suínas, mesmo quando armazenadas em câmaras com umidade relativa próxima à saturação. Porém, quanto maior a umidade relativa, tanto menor a gradiente de massa entre o ar e as carcaças, resultando numa redução da perda conforme discutido anteriormente.

A Figura 14 apresenta a variação da umidade relativa ao longo do tempo na parte superior da câmara de equalização 2, na posição número 4. Como pode ser visto, ocorre uma variação significativa na umidade numa faixa compreendida entre 70 e 90%. Os efeitos dessa variação na perda de peso já foram previamente discutidos.

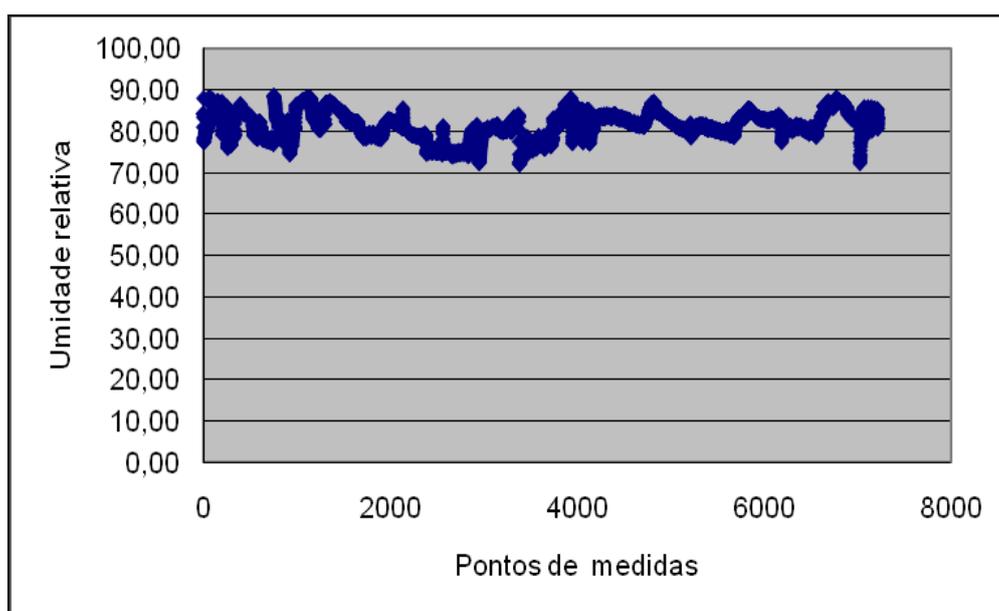


Figura 14: Variação da umidade relativa ao longo do tempo na parte superior da câmara de equalização 2 na posição número 4.

A Figura 15 apresenta o perfil de temperatura obtido na parte superior da câmara de equalização 2 na posição 3 do diagrama esquemático. Esta posição foi escolhida para a apresentação dos perfis por ser considerada a condição mais crítica de operação, embora os perfis foram similares entre as câmaras e as posições dentro das câmaras. Os dados foram monitorados continuamente durante 6 dias, com medidas a cada 30 segundos.

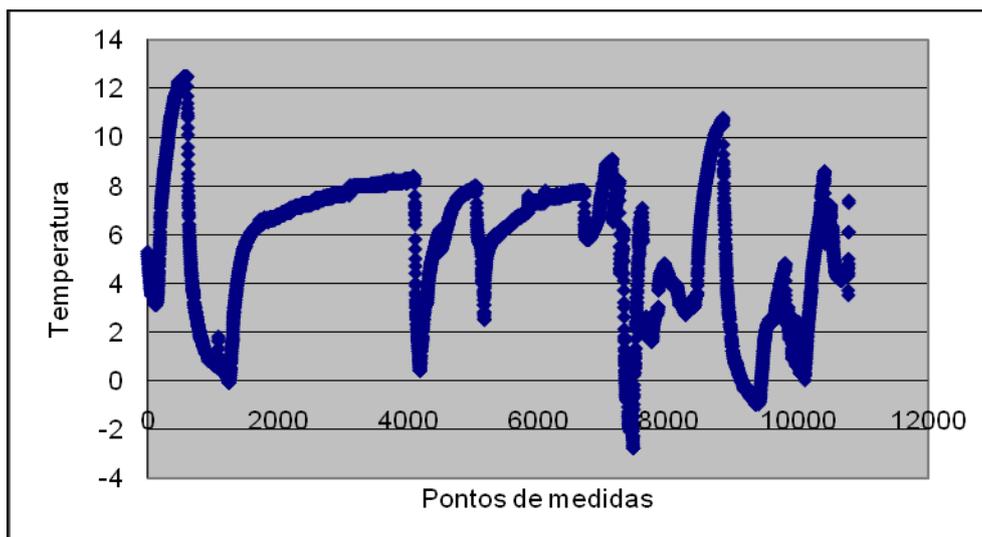


Figura 15: Variação da temperatura do ar ao longo do tempo na parte superior da câmara de equalização 2 na posição número 3.

Como pode ser visto, a temperatura da câmara de equalização varia de 0°C a 12°C. Esta variação grande é devido ao processo de desossa das carcaças, as quais vão sendo continuamente retiradas da câmara ao longo do dia, atingindo valor máximo ao final do processo. Após as câmaras serem novamente carregadas, as temperaturas diminuem gradativamente até próximo a 0°C, permanecendo nesse valor durante toda a estocagem. Embora essa oscilação seja um fenômeno normal durante o resfriamento das carcaças, pode-se visualizar que, em alguns dias, mesmo durante o período de resfriamento, a temperatura da câmara estabiliza em valores próximos a 4°C. Esse pequeno aumento de temperatura – associado com baixos valores de umidade relativa – aumenta a capacidade de evaporação da água das carcaças, devido à redução no conteúdo de água do ar. Além de aumentar a perda de peso das carcaças, temperaturas maiores retardam o processo de resfriamento, podendo resultar em carcaças com temperaturas maiores que 7°C após o processo de resfriamento (temperatura máxima limite para que as carcaças possam ser processadas, conforme Legislação do Ministério da Agricultura do Brasil).

4.2 Determinações da velocidade do ar dentro das câmaras de resfriamento

As determinações de velocidade do ar foram realizadas somente nas Câmaras de Equalizações 1 e 2 devido à permanência maior das carcaças nestas câmaras. A Figura 16 apresenta o diagrama esquemático das câmaras de equalização, a localização dos pontos onde foi determinada a velocidade do ar, bem como, os valores obtidos após 10 horas de resfriamento.

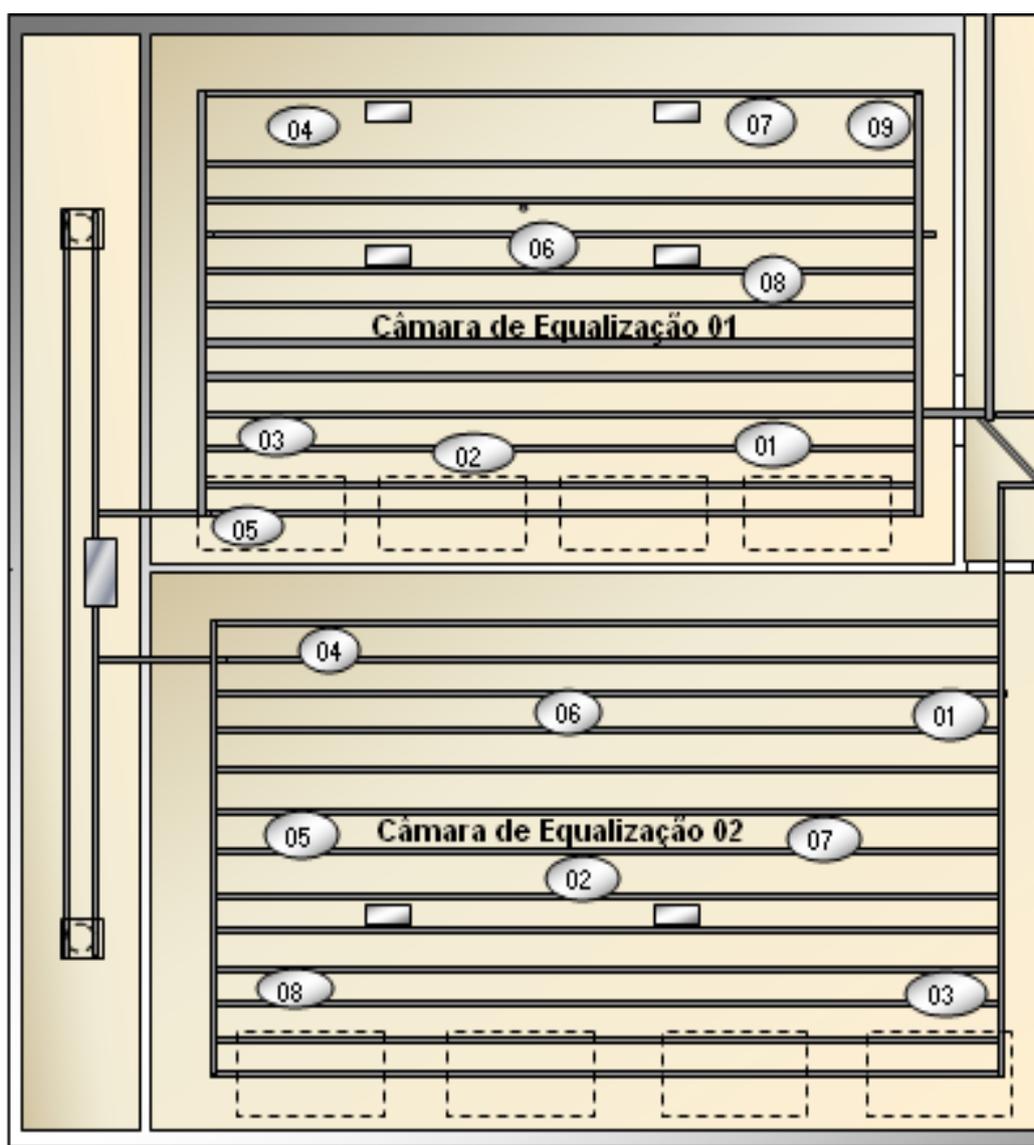


Figura 16: Diagrama esquemático das câmaras de equalização, localização dos pontos onde foram determinados a velocidade do ar com seus respectivos valores após 10 horas de resfriamento.

Como pode ser visto nas tabelas 3.1 e 3.2, a câmara de equalização 2 apresenta uma menor variação na velocidade do ar, com valores compreendidos

entre 0,1 a 1,5 m/s, enquanto que na câmara de equalização 1 os valores ficaram entre 0,2 a 1,7 m/s.

Posição da leitura	Velocidade do ar (m/s)	Nível da Leitura
1	1,3	Nível do piso
2	0,7	Nível do trilho
3	1,7	Frente do evaporador
4	0,2	Nível da Barriga
5	0,5	Saída da Equalização
6	0,6	Nível da Barriga
7	0,2	Nível do piso
8	0,8	Nível de trilho
9	0,2	Nível de trilho

Tabela 3.1 – Velocidade do ar de circulação de refrigeração em diferentes posições na Equalização 1. As leituras realizadas a nível de piso foram medidas a 30 cm do chão e as medidas da barriga da carcaça é o ponto do meio da carcaça.

Posição da leitura	Leitura da Umidade relativa	Nível da Leitura
1	0,1	Nível do piso
2	1,2	Nível de trilho
3	0,1	Nível do piso
4	1,0	Nível do piso
5	1,5	Nível de trilho
6	0,8	Nível da papada
7	0,2	Nível do piso
8	0,3	Embaixo do evaporador

Tabela 3.2 - Velocidade do ar de circulação de refrigeração em diferentes posições na Equalização 2. As leituras realizadas a nível de piso foram medidas a 30 cm do chão.

A perda de peso das carcaças é função da temperatura, da umidade relativa e da velocidade do ar. Se mantivermos a umidade relativa e a temperatura em níveis ótimos de operação (95% e 0°C), o aumento da velocidade do ar nas câmaras leva a uma redução mais efetiva da temperatura das carcaças. No entanto, intensifica-se a perda de peso, uma vez que aumenta o coeficiente convectivo externo de transferência de massa e de energia, além de reduzir a espessura da camada limite ao redor das carcaças, onde os processos de transferência ocorrem por difusão.

4.3 Determinações da temperatura das carcaças dentro das câmaras de resfriamento

As medições de temperaturas foram realizadas nas Câmaras de Equalizações devido à permanência maior das carcaças nestas câmaras. As carcaças – após saírem do Choque Térmico – são colocadas nas Equalizações 1 e 2 para atingirem a temperatura desejada para desossa (máximo de 7°C na região do pernil). As Tabelas 4.1 e 4.2 apresentam os perfis de temperatura obtidos ao longo do processo de resfriamento em 20 carcaças suínas para as câmaras de equalização 1 e 2, respectivamente.

CAMARA DE EQUALIZAÇÃO 1 - Temperaturas encontradas																				
HORA/POSIÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
15:00	25	26	23	25	25	25	25	28	27	22	23	25	23	26	24	27	26	20	26	25
16:00	23	25	26	23	25	25	25	22	27	22	27	27	27	27	22	28	28	28	24	22
17:00	23	25	25	23	25	25	24	22	27	26	26	24	23	25	23	26	25	21	22	22
18:00	17	16	14	17	21	20	17	14	16	15	18	20	19	20	18	22	22	14	18	16
19:00	17	16	19	17	22	21	19	16	18	17	20	22	21	22	20	24	24	17	20	19
20:00	17	16	19	17	22	21	19	16	18	17	20	22	21	22	20	24	24	17	20	19
21:00	17	16	19	17	22	21	19	16	18	17	20	22	21	22	20	24	24	17	20	19
22:00	12	14	15	13	15	14	19	11	14	11	13	14	13	15	13	16	15	12	14	13
23:00	11	13	14	12	13	13	13	11	13	11	12	13	13	14	13	14	14	12	13	12
00:00	10	12	12	11	12	12	12	11	12	10	11	12	12	13	12	13	13	12	12	11
01:00	9	10	11	10	11	11	10	10	10	9	10	11	11	12	10	12	12	11	12	10
02:00	8	9	10	9	10	10	9	9	9	8	9	10	10	10	9	10	10	10	10	9
03:00	7	8	9	8	9	9	8	8	8	7	8	9	8	8	7	8	9	8	8	7
04:00	6	7	8	7	8	8	7	7	7	6	7	8	7	7	6	6	7	7	7	6
05:00	5	6	6	6	6	5	6	6	7	6	6	7	6	5	5	5	6	6	6	5

TABELA 4.1: PERFIS DE TEMPERATURA DAS CARCAÇAS OBTIDOS NA CÂMARA DE EQUALIZAÇÃO 1.

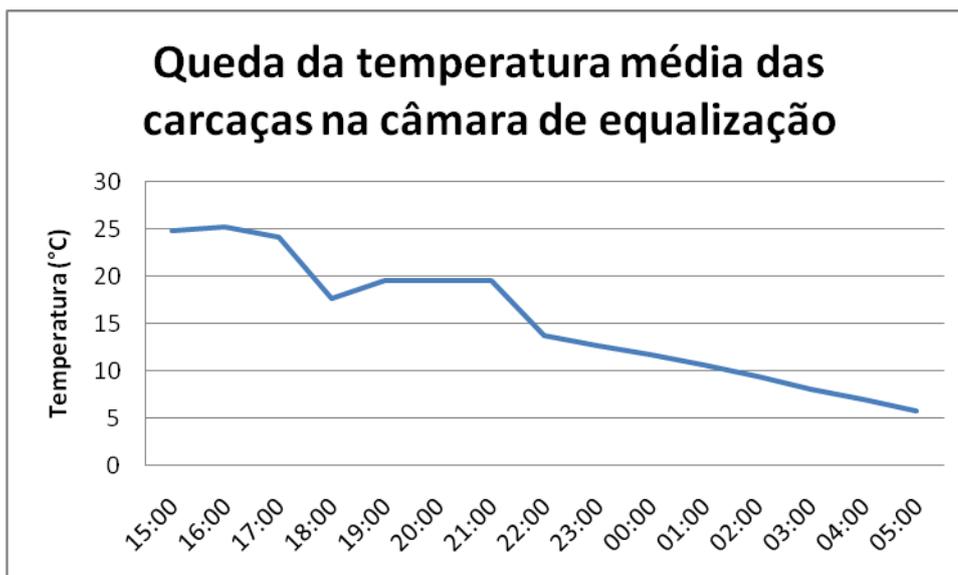


FIGURA 17: REDUÇÃO DAS TEMPERATURAS DAS CARCASÇAS NA CÂMARA DE EQUALIZAÇÃO 1.

CAMARA DE EQUALIZAÇÃO 2 - Temperaturas Encontradas																				
HORA/POSIÇÃO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10:00	19	20	18	20	20	19	19	19	20	20	19	20	19	19	20	20	21	20	18	19
11:00	17	18	17	18	18	17	18	18	19	19	18	19	17	17	18	18	20	19	17	17
12:00	16	18	15	16	15	14	17	16	17	17	15	16	15	16	16	17	17	16	16	15
13:00	16	17	15	14	16	15	17	18	15	17	16	16	17	16	16	16	17	16	16	15
14:00	13	14	10	12	14	12	16	12	12	11	10	10	10	10	11	14	13	14	10	12
15:00	18	19	19	18	16	15	15	13	14	15	15	14	15	16	15	16	14	16	15	15
16:00	13	14	14	15	13	13	13	11	12	12	13	12	13	14	13	13	12	13	11	13
17:00	13	14	14	15	13	13	13	11	12	12	13	12	13	13	13	13	11	13	11	12
18:00	18	10	10	15	10	10	11	9	9	10	10	10	11	11	11	11	10	11	9	11
19:00	15	17	16	18	8	8	10	7	7	8	8	8	9	9	9	9	7	9	7	9
20:00	13	15	14	12	7	7	9	6	6	7	7	7	8	8	8	8	6	8	6	8
21:00	12	13	13	10	6,6	6,6	7	5,5	5,5	6	6,5	6,4	7	7,7	7	7	5	7	5,5	7
22:00	12	13	13	8	6	6	6	5	5	5	6	6	6	7	6	6	5	6	5	6
23:00	11	12	12	8	6	6	6	5	5	5	6	6	6	7	6	6	4	6	5	6
00:00	10	10	10	7	5	6	5	5	4	4	5	6	5	6	6	6	4	5	5	5
01:00	8	8	9	6	4	6	5	5	4	4	5	6	5	6	6	6	4	5	5	5
02:00	6	7	8	5	3	5	4	4	3	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4
03:00	6	6	7	5	3	4	4	4	3	4	4	5	4	5	5	4	4	4	4	4
04:00	5	5	7	4	3	4	4	4	3	4	3	4	4	5	5	4	4	4	4	3
05:00	4	5	6	3	2	3	3	4	2	3	3	4	3	4	4	4	3	3	3	2

TABELA 4.2: PERFIS DE TEMPERATURA DAS CARCASÇAS OBTIDOS NA CÂMARA DE EQUALIZAÇÃO 2.

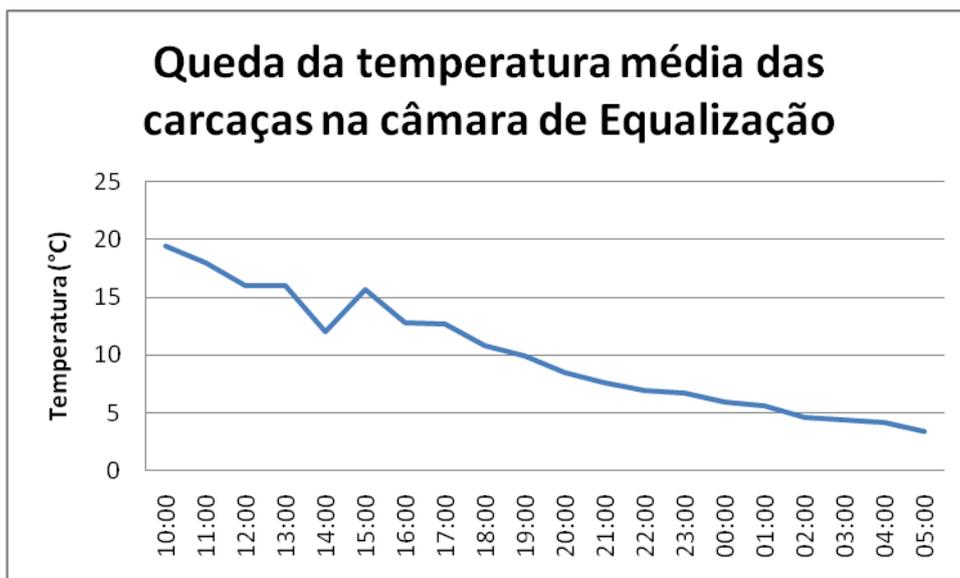


FIGURA 18: REDUÇÃO DAS TEMPERATURAS DAS CARCASÇAS NA CÂMARA DE EQUALIZAÇÃO 2.

Os perfis de temperatura foram similares entre as carcaças, as quais foram aleatoriamente escolhidas dentro das duas câmaras. De uma maneira geral, a temperatura final das carcaças fica abaixo de 7°C, a qual é exigida pela legislação, em ambas as câmaras. Na câmara de equalização 2, foi observado que a temperatura das carcaças atinge valores inferiores a 7°C com um tempo menor de resfriamento. Tal fato se deve principalmente às menores temperaturas verificadas no início do processo, em comparação com as temperaturas iniciais da câmara de equalização 1.

A partir dos dados das Tabelas 4.1 e 4.2, podemos chegar a algumas conclusões. Primeiro: as variações na umidade relativa e na temperatura do ar dentro das câmaras, aparentemente não apresentaram influência nos perfis de temperatura das carcaças. Segundo: uma menor temperatura inicial das carcaças requer um menor tempo de resfriamento para que as carcaças atinjam temperaturas menores que 7°C. Como pode ser visto nas tabelas, uma redução de 5°C na temperatura inicial diminui 2-3 horas o processo de resfriamento. Diminuindo o tempo de resfriamento, implicará a redução da perda de peso, uma vez que, nesse caso, a umidade relativa, a temperatura e a velocidade do ar apresentam efeitos significativos.

Como pode ser visto nas Figuras 17 e 18 conseguimos verificar que as temperaturas das carcaças demoram a demonstrar uma perda constante de temperatura em torno de 5h. Após este período as quedas de temperatura das

carcaças começam a ser constante até atingir a temperatura desejada que seja menor de 7°C.

A Figura 19 demonstra o perfil de temperatura das carcaças no choque térmico e nas câmaras de equalização 1 e 2. A partir desta figura, pode-se ter uma idéia da variação de temperatura em cada uma das câmaras de resfriamento.

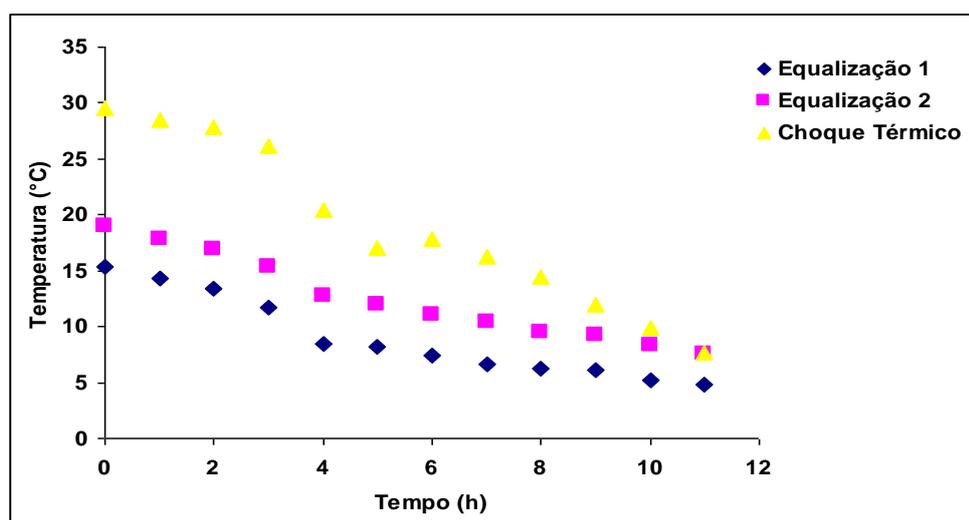


Figura 19: Perfil de temperatura das carcaças obtido em cada câmara de resfriamento

4.4 Determinações das propriedades de transporte das carcaças durante o resfriamento

As propriedades de transporte (condutividade, difusividade e resistência térmica) das carcaças suínas foram determinadas em diferentes posições na carcaça (P – paleta, M – costado, e pernil) dispostas nas duas câmaras de equalização. As Tabelas 4.3 e 4.4 apresentam os resultados obtidos para as câmaras de equalização 1 e 2, respectivamente. Como pode ser visto nos resultados, ocorre pouca variação nas propriedades de transporte entre as posições da carcaça e as câmaras de equalização. As propriedades de transporte são importantes na definição do tempo necessário para a redução da temperatura e na perda de peso das carcaças. De uma maneira geral, essas propriedades são função da composição da temperatura da carcaça, sendo independentes das condições de operação da câmara.

EQUALIZAÇÃO 1		wm⁻¹°C⁻¹	m°Cw⁻¹	mm²s⁻¹	T °C
CARCAÇA 1	P	0,47	2,1	0,12	9,5
	M	0,09	11,5	0,11	6,5
	PERNIL	0,53	1,86	0,12	12,7
CARCAÇA 2	P	0,46	2,14	0,11	10,2
	M	0,29	3,4	0,1	7,7
	PERNIL	0,47	2,12	0,12	11° C
CARCAÇA 3	P	0,48	2,08	0,12	10,2
	M	0,29	3,4	0,1	7,9
	PERNIL	0,48	2,1	0,11	11,3

TABELA 4.3: PROPRIEDADES DE TRANSPORTE DAS CARÇAÇAS MANTIDAS SOB REFRIGERAÇÃO NA CÂMARA DE EQUALIZAÇÃO 1.

EQUALIZAÇÃO 2		wm⁻¹°C⁻¹	m°Cw⁻¹	mm²s⁻¹	T °C
CARCAÇA 1	P	0,46	2,18	0,11	3,3
	M	0,43	2,32	0,11	3,4
	PERNIL	0,47	2,14	0,11	3,0
CARCAÇA 2	P	0,46	2,18	0,11	3,4
	M	0,44	2,26	0,11	3,2
	PERNIL	0,48	2,1	0,12	3,1
CARCAÇA 3	P	0,48	2,08	0,12	3,2
	M	0,42	2,38	0,11	2,9
	PERNIL	0,48	2,1	0,12	3,1

TABELA 4.4: PROPRIEDADES DE TRANSPORTE DAS CARÇAÇAS MANTIDAS SOB REFRIGERAÇÃO NA CÂMARA DE EQUALIZAÇÃO 2.

4.5 Avaliações da perda de peso das carcaças suínas mantidas sob refrigeração

A perda de peso ou quebra da carcaça é um processo que ocorre na última etapa do abate antes das carcaças passarem para o processo de corte ou de esposteamento. Esta etapa de refrigeração é indispensável visto que as carcaças devem estar em temperatura máxima de 7°C antes de serem esposteadas. Esta perda de peso é inevitável devido à grande diferença de temperatura e à umidade inicial da carcaça e da câmara. Porém, estes valores devem ser minimizados ao mínimo possível para que as perdas econômicas para as empresas sejam menores.

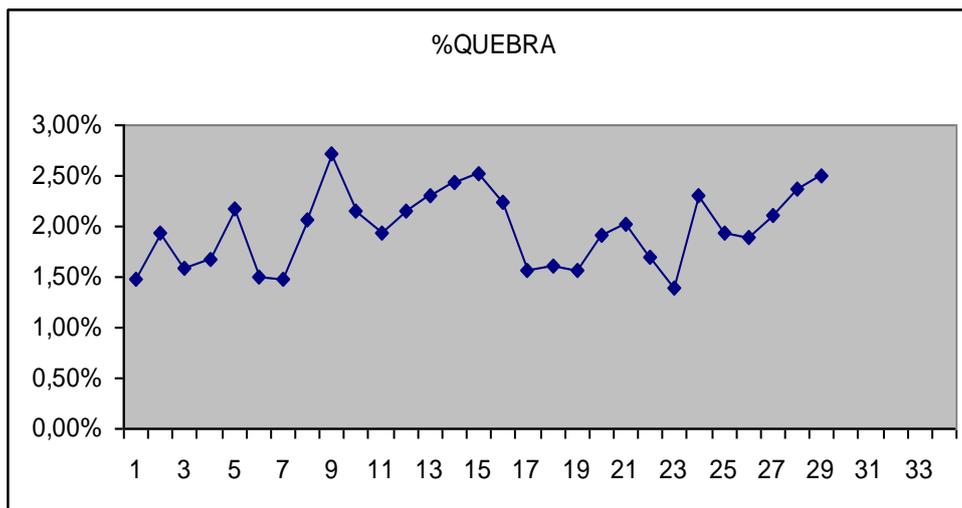


Figura 20: Percentual de perda de peso das carcaças obtido na câmara de resfriamento

Como podemos ver na figura 20 a quebra de carcaça ocorrem em virtude das etapas de refrigeração da carcaça. Estes valores forma acompanhados no decorrer das coletas de dados deste estudo. Conseguimos valores baixos e valores maiores. Porem esta variação é inevitável devido às variações do processo. Estes valores devem sempre que possível ser minimizados para a redução econômica.

5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 CONCLUSÕES

A partir dos dados obtidos, pode-se chegar a algumas conclusões. Primeiro, que as perdas de peso são inevitáveis devido à grande diferença entre a temperatura (40-42 °C temperatura inicial da carcaça após o abate até temperaturas em torno de 5°C após o resfriamento) e a umidade relativa da câmara em torno de 55 a 75%. Segundo, que uma menor temperatura inicial das carcaças requer um menor tempo de resfriamento para que as carcaças atinjam temperaturas menores que 7°C, podendo diminuir o tempo de permanência (em torno de 17h) na câmara e, conseqüentemente, reduzir a perda de peso. Porém, este tempo de permanência pode ser menor já que em torno de 11h já se atinge a temperatura de 7°C.

5.2 SUGESTÕES

Como sugestões para trabalhos futuros têm-se:

- Melhora na distribuição do ar dentro das câmaras de resfriamento;
- Alterar o *set point* das câmaras de resfriamento para reduzir a perda de peso;
- Diminuir o tempo de resfriamento.

6. REFERÊNCIAS

ABIPECS. **Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Carne Suína** (dados de 2008). São Paulo/SP. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br>>. Acesso em: 10 abr. de 2009.

ALVES, Ricardo B. **Importância da PSE na carne de suínos**. Monografia (Trabalho de Conclusão do Curso de Especialização Latu Sensu em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal). Brasília/BR, outubro 2007.

ANDRÉ, et al. Aspectos higiêncio-sanitários de utensílios em salas de abate de matadouros de Goiânia. **Revista Higiene Alimentar**, v. 13, p .68-72, 1999.

AZEVEDO, Paulo R. A. A qualidade da carne suína no seu processo de industrialização. **Medicina Veterinária – Departamento de Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal. Escola de Veterinária da UFMG. Revista Porkworld**, abril de 2009.

BRAUN, José A. O bem-estar animal na suinocultura. **Anais da 1º Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC**: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

BERNARDI, Daniella C. **Influência do tempo de repouso, jejum e dieta hídrica sobre o pH, temperatura e rendimento das carcaças suínas**. Monografia (Pós-graduando em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal e Vigilância Sanitária) – Instituto Qualittas. Curitiba/PR, fevereiro de 2008.

BORGES, José A. **Relatório de estágio: Chapecó Companhia Industrial de Alimentos**. SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial. Escola Técnica de Chapecó/SC, março 1992.

BRAGAGNOLO, N. Determinação dos teores de colesterol em carnes, ovos e massas com ovos. Dissertação (Mestrado) – UNICAMP. Campinas, 1992.

CALVAR, C.; PELLOIS, H. La Qualité de La viande de porc influence des conditions de transport, d'abattage et des types genetiques. **Publication EDE**, V.8, p. 1-22, 1987.

CHEVILLON, Patrick. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. Institut Technique du Porc. **Anais da 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC**: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

CORTESI, M.L. Slaughterhouses and humane treatment. **Revist science technology officer int. Epiz.**, v. 13, n. 1, p. 171-193, 1994.

DALLA COSTA, et al. Tempo de jejum dos suínos no manejo pré-abate sobre a perda de peso corporal, o peso do conteúdo estomacal e a incidência de úlcera esofágico-gástricos. **Ciência Rural. Santa Maria**, v. 38, n. 1, p. 199-205, jan./fev. 2005.

DREHMER, A. M. F. **Quebra de peso das carcaças e estudo da vida de prateleira da carne suína**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia e Ciência dos Alimentos, UFSM, Santa Maria, 2005.

DRIESSEN, B; GEERS, R. **Estresse durante o transporte e qualidade da carne suína: uma visão Européia**. Laboratory for Quality Care in Animal Production, Faculty of Agricultural and Applied Biological Sciences. Bélgica. **Anais da 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC**: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

DOBRENOVE, B. **Studies on DFD and PSE rig meat in: Australia state of queensland**. Fleischwirtsch International, V.69, n.5, p.869-874, 1989.

FÁVERO, et al. **Produção de suínos – melhoramento genético**. Embrapa Suínos e Aves. Sistemas de Produção, 2ISSN 1678-8850. Versão Eletrônica. Jul./2003.

FELDHUSE, F.; KUHNE, M.. Effects pork quality by electrical stimulation or pelvic suspension of carcasses. **Meat Science**, 39: 327-337, 1995a.

FILHO, Luiz C. P. M. **Bem-estar de suínos e a qualidade da carne: uma visão Brasileira**. LETA – Laboratório de Etologia Aplicada. Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural – CCA / UFSC. Florianópolis/SC. Anais da 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

FONTES, T. C.; LOPES, M. N. F. **Congelamento de alimentos: técnicas e norma**. Viçosa/MG. 68p, 1994.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo,: Ed. Atheneu, 1996.

FRANZOI, Júlio C. **Relatório de estágio: S/A Indústria e Comércio Chapecó (Frigorífico Chapecó)**. FAEAVI – Faculdade de Administração de Empresas do Alto Vale do Itajaí, jan. de 1983.

GRACEY, J.F., COLLINS, D. S. Humane Slaughter. In:___ **Meat hygiene**. London: Baillière Tindall, 1992. P. 143-167.

GUAHYBA, A. S. **Tecnologia de carnes e derivados**. Colégio Martin Luther. São Paulo, 2003.

GUIDONI, Antônio L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia (SC). **Anais da 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC**: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

JUNIOR, et al. Predição de Características Quantitativas de Carcaças de Suínos pela Técnica de Ultra-Sonografia em Tempo Real. **Revista Brasileira Zootecnia**, pág. 251-1257, 2001.

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

LONG, V.P.; TARRANT, P.V. The effect of pre slaughter showering and post slaughter rapid chilling on meat quality in intact pork sides **Meat science**, 27: 181-195, 1990.

MACCARI, Sinuê. **Acompanhamento de processos e análises dos produtos elaborados pelo Frigorífico Chapecó.** Relatório de estágio supervisionado ao Curso de Farmácia e Bioquímica – Habilitação em Tecnologia de Alimentos. UFSC- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis/SC, nov. de 1989.

MELLO, J. A. S. Considerações importantes durante o processamento de carcaças suínas–Parte2. **Revista Nacional da Carne**, 2004. Disponível em: <<http://www.suino.com.br>>.

MONTEIRO, E. **Estudos sobre maciez e atividade de calpastatina em carne bovina.** Embrapa: Brasil, 2000.

MURRAY, Austin C. Reduzindo perdas da porteira da granja até o abatedouro: uma perspectiva Canadense. Lacombe Research Centre. **Anais da 1º Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC:** Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

OLIVEIRA, Eduardo R. **Relatório do estágio curricular supervisionado na Cooperativa Central Oeste Catarinense (Aurora).** Curso de Medicina Veterinária, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo/RS. Passo Fundo, 2008.

PADILHA, Terezinha. **Tendências da suinocultura americana.** Pesquisadora da Embrapa, sediada no "Laboratório Virtual da Embrapa no Exterior (LABEX)", EUA (Estados Unidos). *Produção Animal*. Dezembro de 2004.

PARDI, Miguel C. Ciência, higiene e tecnologia da carne. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 1994.

PELOSO, José V. Influência do jejum pré-abate sobre a condição muscular em suínos e seus efeitos na qualidade final da carne para industrialização. **Anais da 2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, p. 398. 2002.

POMAR, Candido; FORTIN, André; MARCOUX, Marcel. **Estimação do rendimento magro de carcaças suínas com base em diferentes metodologias para medir espessura de gordura e músculo**. Dairy and Swine Research and Development Centre, Agriculture and Agri-Food Canada. Anais da 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

RIISPOA – **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Disponível em: <extranet.agricultura.gov.br/sislegis> .

ROÇA, Roberto O. **Propriedades da carne**. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal. Fazenda Experimental Lageado. UNESP - Campus de Botucatu/SP. São Paulo, 2009.

ROÇA, Roberto O. **Refrigeração**. Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal. Fazenda Experimental Lageado. Campus de Botucatu/SP, 2003.

ROÇA, R.O.; SERRANO, M.A. OPERAÇÕES DE ABATE **Revista higiene Alimentar**, v.8, n. 34, 1994.

RÜBENSAM, Jane M. Transformações *post mortem* e qualidade da carne suína. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Anais da 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC**: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

SANTOS, Rogério Z. **Alterações em carcaças de suínos ocasionadas por DFD-“DARK, FIRM ANDY”**. Monografia (HIPOA (TCC), Licenciatura) – UCB – Universidade de Castelo Branco, Andradina, outubro de 2008.

SCHUERNE, João C. M. **Condenação de carcaças suínas por linfadenite.** Trabalho de Conclusão do Curso (Licenciatura em Higiene e Inspeção de Produtos de Origem Animal) – UCB. Itapiranga, 2008.

SECCO, S. **Aspecto higiênico-sanitário do abate e desossa de suínos.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos - Curso de Pós Graduação em Tecnologia e Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Santa Maria, 2004.

SERRANO, A.M. Métodos de amostragem para avaliação da limpeza e santificação **Revista Instituto Cândido Tostes**, v. 39, n. 239, p. 13-15, 1984.

SILVEIRA, E. T. F. Bem estar animal e qualidade da carne suína. **VII Simpósio Goiano de Avicultura e II Simpósio Goiano de Suinocultura** – Avesui Centro-Oeste Seminários Técnicos de Suinocultura, Goiânia, setembro 2005. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br>>.

SILVEIRA, J.A.; CARVALHO, E.P., TEIXEIRA, P. Influência de Microrganismos psicotróficos sobre a qualidade do leite refrigerado. Uma revisão **Higiene alimentar**, v.12, n. 55, p. 21-27, 1998.

SILVA, et al. **Sanitização de carcaças de frango com soluções de ácidos orgânicos comerciais e suco de limão.** Revista de Tecnologia de Carnes. Campinas/SP, V.23, n.1, p. 19-26, 2001.

SIMON, Adaberto N. **Relatório de estágio supervisionado.** UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Ciência e Tecnologia em Alimentos. Florianópolis/SC, maio de 1983.

SOUTHGATE, D. **Conservación de frutas e horatizas.** Ed. Zaragoza (España). Editorial ACRIBA S. A, 216p. 1992.

SWATLAND, H.J., Slaughtering. Internet: <http://www.bert.aps.uoguelph.ca/~swatland/ch1.9.htm> 1999.10p

TERRA, Nelcindo N; FRIES, Leadir L. **A qualidade da carne suína e sua industrialização**. Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul - Brasil. Anais da 1º Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

TROEGER, K.; WOLTERS DORF, W. Gas anesthesia of slaughter pig stunning trials under laboratory conditions with fattening pings of known halo hone reaction types meat quality animal weal fare aspects. *Fleischwirtschaft*, v.71, p 137-138, 1991.

UPNMOOR, I. **Produção de suínos: criação e abate**. Guaíba: Agropecuária, 2000.

URBAIN, W. M. **A boa conservação da carne em armazenagem**. *Revista Nacional da Carne*, p.15-37, 1994.

VIANA, et al. Effect of modified atmospheres on microbiological, color and sensory properties of refrigerated pork. **Meat Science**, v. 71, p. 696-705, 2005.

ZANELLA, A. J; DURAN, O. Bem-estar de suínos durante o embarque e o transporte: uma visão Norte-Americana. Department of Animal Science, Anthony Hall e Department of Large Animal Clinical Science - Michigan State University, East Lansing. **Anais da 1º Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC**: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

ZANOELO, et al. Avaliação da qualidade de carcaças suínas no período de resfriamento. **Revista Higiene Alimentar**. v. 20 (143):106-111, ago. 2006.

WARRIS, O. D. The relationship between pH and drip in pig muscle. **Journal of Food Science**. Champaing. V.17, p.573-578, 1982.

WARRISS, P. D; BROWN, S. N. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão Britânica. School of Veterinary Science University of Bristol Langford. **Anais da 1º Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína–Concórdia/SC**: Embrapa Suínos e Aves, 253p. Documento (69), 2000.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 6.A – Disposição das carcaças na Câmara



Figura 6.B –Entrada da Câmara.



Figura 6.C – Espaçamento das carcaças (3 carcaças por metro linear).

