

UNIVERSIDADE BRASIL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL
CAMPUS DESCALVADO

ANGELO RODNEY DA ROCHA COELHO

QUALIDADE DA CARNE SUÍNA: DISTÂNCIA E TIPO DE
TRANSPORTE NO PRÉ-ABATE

QUALITY OF PORCINE MEAT: DISTANCE AND TRANSPORT TYPE AT PRE-
SLAUGHTER

Descalvado, SP

2022

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL

ANGELO RODNEY DA ROCHA COELHO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Prof. Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo
Orientador

Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia
Coorientadora

Descalvado, SP

2022

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da Universidade Brasil, com os dados fornecidos pelo (a) autor (a).

Coelho, Angelo Rodney da Rocha
C614q Qualidade da carne suína: distância e tipo de transporte
no pré-abate / Angelo Rodney da Rocha Coelho. –
Descalvado: Universidade Brasil: 2022.
61f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Animal da Universidade Brasil, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo. Coorientadora: Profa. Dra. Liandra Maria Abaker Bertipaglia.




**UNIVERSIDADE
BRASIL**

TERMO DE APROVAÇÃO

ANGELO RODNEY DA ROCHA COELHO

**“QUALIDADE DA CARNE SUÍNA: DISTÂNCIA E TIPO DE TRANSPORTE NO
PRÉ-ABATE”**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre no Programa de Mestrado em Produção Animal** da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo (presidente-orientador)



Prof. Dr. Wanderley José de Melo (UNIVERSIDADE BRASIL)



Dra. Marcela Midori Yada de Almeida (FATEC)

Descalvado/SP, 24 de outubro de 2022

Presidente da Banca Prof. Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo

Houve alteração do Título: sim () não ():



**UNIVERSIDADE
BRASIL**

Termo de Autorização

Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respectivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES

Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **“QUALIDADE DA CARNE SUÍNA: DISTÂNCIA E TIPO DE TRANSPORTE NO PRÉ-ABATE”**

Houve alteração do Título: sim () não (X):

Autor(es):

Discente: **Angelo Rodney da Rocha Coelho**

Assinatura: _____

Orientador: **Prof. Dr. Gabriel Mauricio Peruca de Melo**

Assinatura: _____

Coorientador(a):

Assinatura: _____

Data: 24/10/2022

Campus Descalvado
Avenida Hilário de Silva Passos, 950, Parque Universitário - Descalvado/SP | 13690-000
Central de Relacionamento com o Aluno - 08007807070
www.ub.edu.br

DEDICATÓRIA

“Dedico esta pesquisa a todos os meus amigos de curso, grandes companheiros de jornada. Em especial, ao brilhante amigo João Henrique Zampieri, pelo incentivo inicial de ingresso no curso e pelo excepcional apoio durante a pesquisa.”

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por ter me dado força e sabedoria durante essa jornada de conhecimentos.

A minha esposa Rafaela e filhos Bernardo e Benício, os quais sempre me apoiaram e entenderam os momentos de ausência para uma dedicação extra ao desenvolvimento do curso e dissertação.

Ao ilustre professor orientador Dr. Gabriel Maurício Peruca de Melo, que não mediu esforços para realização desta pesquisa, sempre me dando apoio e orientando tecnicamente.

“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância”.

(John F. Kennedy)

RESUMO

A exigência do consumidor em relação à qualidade alimentar tem sido fator determinante na aquisição de alimentos por parte da população mundial. Constantemente, o consumidor tem buscado produtos seguros e de qualidade nutricional, atrelados ao valor econômico e o poder aquisitivo. Animais submetidos a efeitos de estresse na fase da saída da granja de origem até o momento de abate irão apresentar desvios de qualidade no produto. Neste contexto, com o objetivo de determinar os efeitos da distância de transporte da granja até o estabelecimento de abate e pelo tipo de veículo transportador dos animais a serem abatidos sobre a qualidade final da carne suína foi conduzido um estudo em abatedouro frigorífico localizado no Serviço de Inspeção Estadual – SIE na região central do Estado de Rondônia (RO), com capacidade diária de abate de 120 animais. Para tanto, foram selecionados quinze animais de 2 lotes amostrais de suínos com a mesma idade, peso de abate e linhagem em duas realidades em relação à distância e ao tipo de veículo transportador (Lote 01/Mato Grosso, distante 1.008 km do frigorífico transportado com carreta específica para transporte de suínos com tempo de transporte de 21 horas e, Lote 02/Rondônia, distante 125 km do frigorífico, transportados em carreta boiadeiro do tipo gaiola para transporte de bovinos, com tempo de transporte de 3,5 horas). Após realização das análises *in loco* e laboratoriais (peso carcaça quente e fria, pH, cor, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção), verificou-se que houve maior incidência de carne tipo DFD em animais transportados por tempo prolongado, mesmo utilizando-se de transporte específico para suínos. Dessa forma, concluiu-se que a distância/tempo de transporte é o principal fator durante o manejo pré-abate em relação a qualidade da carne suína.

Palavras-chave: Injúrias, manejo, lesões, qualidade, PSE, DFD, carcaça.

ABSTRACT

Consumer demand in relation to food quality has been a determining factor in the purchase of food by the world's population. Constantly, the consumer has been looking for safe products and nutritional quality, linked to economic value and purchasing power. The pre-slaughter aspects, including transportation, are decisive factors for the final quality of pork. Animals submitted to stress effects from the time of departure from the farm of origin until the time of slaughter will present quality deviations in the final product. In this context, with the objective of determining the effects of the distance from the farm to the slaughterhouse and the type of vehicle transporting the animals to be slaughtered on the final quality of pork meat, a study was conducted in a slaughterhouse located in the State Inspection Service - SIE in the central region of the State of Rondônia (RO), with a daily slaughter capacity of 120 animals. For that, fifteen animals were selected from 2 sample lots of pigs with the same age, slaughter weight and lineage in two realities in relation to distance and type of transport vehicle (Lot 01/Mato Grosso, 1,008 km away from the slaughterhouse transported with specific trailer for the transport of swine with a transport time of 21 hours and, Lot 02/Rondônia, 125 km away from the slaughterhouse, transported in a cage-type cattle trailer for the transport of cattle, with a transport time of 3.5 hours). After carrying out the in loco and laboratory analyzes (hot and cold carcass weight, pH, color, water retention capacity, weight loss by cooking), it was found that there was a higher incidence of DFD meat in animals transported for a long time even using specific transport for swine. Thus, it was concluded that the distance/time of transport is the main factor during pre-slaughter management in relation to the quality of pork.

Keywords: Injuries, handling, physical damage, quality, PSE, DFD, carcass.

DIVULGAÇÃO E TRANSFERÊNCIA DE CONHECIMENTO

Durante acompanhamento do abate de suínos, verificaram-se perdas de qualidade da carne em função de manejo pré-abate inadequado e das características do transporte até o frigorífico, gerando perdas econômicas e de falta de padronização do produto final, desta forma, se fez necessário estudo aprofundado, com parâmetros mensuráveis e auxílio laboratorial, para detecção dos desvios de qualidade da carne suína em função desses fatores, visando à elucidação do problema, geração de mecanismos e procedimentos padrões para minimizar perdas de qualidade da carne e econômicas e evitar desvios da qualidade final da carne suína.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escala numérica para parâmetro de cor da carne	21
Figura 2 – Carreta específica para transporte de suínos.....	36
Figura 3 – Veículo utilizado no transporte de suínos na região (caminhão boiadeiro tipo gaiola.....	37
Figura 4 – Processo de obtenção das amostras do músculo <i>Longissimus dorsi</i>	38
Figura 5 – Amostras coletadas e amostras embaladas à vácuo.....	38
Figura 6 – Amostras de <i>Longissimus dorsi</i> obtidas entre a 10 ^a e 11 ^a vértebra e pHmetro utilizado na determinação do pH.....	39
Figura 7 - Médias de peso de carcaça quente (esquerda) e peso de carcaça fria (direita)	41
Figura 8 - Rendimento de carcaça após resfriamento	43
Figura 9 – Valores de pH da carne	43
Figura 10 – Distribuição de pontos de valores de pH da carne	44
Figura 11 – Valores de RGB da carne	45
Figura 12 – Distribuição de valores de RGB	46
Figura 13 – Coloração da carne	46
Figura 14 – Valores de capacidade de retenção de água	48
Figura 15 – Distribuição de pontos CRA	48
Figura 16 – Valores de perda de peso por cozimento	49
Figura 17 – Distribuição de valores de perda de peso por cozimento	50

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABCS	Associação Brasileira de Criadores de Suínos
ABIEC	Associação Brasileira de Indústrias Exportadoras de Carnes
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ATP	Adenosina Trifosfato
°C	Graus Celsius
CPK	Creatina Fosfoquinase
CRA	Capacidade de Retenção de Água
DFD	Dark, Firm and Dry (Escura, firme e seca)
FAWC	Farm Animal Welfare Committee (Conselho de Bem-estar de Animais de Produção)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDARON	Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia
kg	Quilograma
LD	Longissimus dorsi
MT	Mato Grosso
OIE	Organização Mundial de Saúde Animal
PAC	Perda de água por cocção
PAE	Perda de água por oxidação
Ph	Potencial Hidrogeniônico
pHi	Potencial Hidrogeniônico inicial
pHu	Potencial Hidrogeniônico final
Pi	Ponto Isoelétrico
PSE	Pale, Soft and Exudative (Pálida, mole e exsudativa)
PV	Peso Vivo
RFN	Reddish Pink, Firm and no exudative (cor normal, textura firme e não exsudativa)
RO	Rondônia
SIE	Serviço de Inspeção Estadual
SM	Semimenbranosus
USDA	United States Departamento of Agriculture (Departamento de Agricultura dos Estados Unidos)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 OBJETIVOS	18
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3 REVISÃO DA LITERATURA	19
3.1. QUALIDADE DA CARNE SUÍNA	19
3.2. CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS.....	21
3.2.1. Cor.....	21
3.2.2. Maciez.....	21
3.2.3. Suculência.....	22
3.2.4. Sabor e aroma.....	22
3.3. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS	22
3.3.1. Capacidade de retenção de água.....	22
3.3.2. pH.....	23
3.4. FATORES DETERMINANTES PARA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA	25
3.4.1. Bem-estar animal	25
3.4.2. Manejo pré-abate	26
3.4.3. Jejum.....	26
3.4.4. Embarque.....	28
3.4.5. Transporte.....	29
3.4.6. Desembarque.....	31
3.4.7. Área de descanso.....	33
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4.1. LOCAL DO EXPERIMENTO	34
4.2. TRATAMENTOS	34
4.2.1. Descrição do Lote 01/Mato Grosso	35
4.2.1. Descrição do Lote 02/Rondônia	36
4.3. OBTENÇÃO DAS AMOSTRA DE CARNE.....	37

4.4. DETERMINAÇÃO DO pH.....	38
4.5. DETERMINAÇÃO DA COR.....	39
4.6. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE ÁGUA POR EXSUDAÇÃO	39
4.7. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE ÁGUA POR COCÇÃO	40
4.8. ANÁLISE DOS DADOS	40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1 INSPEÇÃO ANTE-MORTEM	41
5.2 PESO DE CARÇAÇA QUENTE E FRIA	41
5.3 QUEBRA DE PESO DE CARÇAÇA APÓS RESFRIAMENTO	42
5.4 pH	43
5.5 COR	45
5.6 PERDA DE ÁGUA POR EXSUDAÇÃO	47
5.7 PERDA DE ÁGUA POR COCÇÃO	49
6. CONCLUSÃO.....	51
REFERÊNCIAS.....	52

1 INTRODUÇÃO

Altos níveis de estresse causam desvios de qualidade no produto, acarretando sérios agravos e prejuízo a toda cadeia produtiva. Vários fatores apresentam influência na qualidade da carne suína, dentre eles e talvez um dos principais é o stress no pré-abate, decorrente do manejo ainda na granja de origem, do transporte até o estabelecimento de abate, a permanência no frigorífico aguardando o abate e o manejo até a insensibilização e sangria. Nesse ponto, destaca-se o transporte, pois é uma situação nova aos animais e em muitas vezes feito de forma incorreta, percorrendo longas distâncias e com veículos inapropriados.

A carne suína ocupa o segundo lugar no ranking das carnes mais produzidas e consumidas, apesar de não ser consumida por parte significativa da população mundial por motivos religiosos (principalmente muçulmanos, hindus, judeus e adventistas). Nos últimos dez anos, a produção mundial de carne suína cresceu em média 1,6% a.a., percentual superior ao verificado, no mesmo período, em carne bovina (0,4% a.a.), mas inferior ao ocorrido em pescados (2,3% a.a.) e em carne de frango (3,5% a.a.) (USDA, 2021).

A China é o maior produtor e o maior consumidor mundial de carne suína, respondendo por cerca de metade da produção (49,7%) e do consumo (50,7%) globais. O porco faz parte da cultura chinesa, e sua carne representa cerca de 65% do consumo de proteína animal no país, com um consumo per capita de aproximadamente 52 kg/habitante/ano (FAO, 2021). A produção de carne suína na China cresceu 20,5% entre 2010 e 2020, diante de um aumento de 23,3% em seu consumo, fato que levou a um aumento das importações ao longo do período (USDA, 2021).

Em 2021, o Brasil foi o quarto maior produtor e exportador mundial de carne suína. Produziu pouco mais de 4 milhões de toneladas, representando cerca de 4% do total mundial (USDA e IBGE, 2019). Em relação às exportações, o Brasil participou, no mesmo ano com 9,16% do montante mundial em volume, totalizando 1137 mil toneladas, embarcadas extra território nacional, sendo a China, Hong Kong, Chile, Cingapura e Vietnã, respectivamente, nossos principais destinatários.

Quanto ao consumo, a carne suína é a terceira mais consumida no país, sendo o mercado interno o principal destino da produção do setor, respondendo por cerca de 79% da demanda, em 2021, sendo o restante (20,7%) destinados à exportação. A média de consumo nacional é semelhante à mundial, em torno de 18,1 kg/per capita ao ano, e tem crescido nos últimos dez anos, quando saiu de 11,6 para os atuais 18,1 (ABPA, 2022), aumento de 30% no período.

Esse crescimento no consumo da carne suína foi maior que nas demais carnes no mesmo período, pois o consumo da carne de frango cresceu 22% – de 35,5 kg/per capita/ano para 43,2 (ABPA, 2021) – e a bovina caiu quase 8% – de 41,9 para 38,6 kg/per capita/ano (ABIEC, 2021).

A qualidade da carne passou a ser uma das principais preocupações, visando um mercado constituído por consumidores mais exigentes e pelos avanços na rastreabilidade, possibilitando associar uma carne de baixa qualidade a uma marca de mercado.

Fatores intrínsecos e extrínsecos podem interferir na qualidade da carne. O transporte é uma atividade não frequente para os suínos e por isso pode provocar medo e diversas condições de estresse (ruídos, cheiros desconhecidos, mudanças súbitas na velocidade do caminhão, variação da temperatura ambiental, menor espaço social e individual e a interação com o homem). Tais fatores, levam às respostas comportamentais e fisiológicas que podem contribuir para a redução do bem-estar animal, rendimento da carcaça e qualidade da carne.

2 OBJETIVOS

O presente estudo objetivou avaliar a relação de dois tipos de transporte (distância e tipo de veículo visando melhora no bem-estar animal face a maior distância de transporte) sobre parâmetros de qualidade final da carne suína.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

A partir deste estudo, espera-se esclarecer a interferência do tipo de transporte sobre alguns parâmetros de rendimento de carcaça e de qualidade físico-química-organoléptica da carne, dentre elas:

- Rendimento de carcaça quente e fria (24 horas *post mortem*);
- pH da carne 24 horas *post mortem*;
- Parâmetros de cor;
- Perda de água por exsudação (PAE);
- Perda de água por cocção (PAC)

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1. QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

Atualmente, a qualidade da carne representa uma das principais preocupações, especialmente para consumidores mais exigentes. Um produto de maior qualidade irá influenciar diretamente na aceitação e agregação de valor. De modo geral, pode-se dizer que a qualidade da carne e da carcaça dependem 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. A qualidade da carne suína é consequência de fatores ambientais e genéticos juntos. Textura, cor, sabor, suculência e aroma são características da carne suína influenciadas pelo processo bioquímico que acontece durante a conversão do músculo em carne.

Entre os fatores que podem interferir na qualidade da carne suína, encontram-se os *ante-mortem*: genética (LEHESKA et al., 2003), nutrição (GEESINK et al., 2004), peso de abate, sexo (KARLSSON e LUNDSTRON 1992). Durante o manejo pré-abate: tempo de jejum na granja (MURRAY et al., 2001; LEHESKA et al., 2003), densidade no transporte (NANNI COSTA et al., 1999; NANNI COSTA et al., 2002), sistema de embarque (NANNI COSTA et al., 2002; LUDTKE et al., 2004), condições climáticas e locais (KNOWLES et al., 1998; FRAQUEZA et al., 1998; GISPERT et al., 2000; O'NEILL et al., 2003), tempo de descanso antes do abate (KARLSSON e LUNDSTRON 1992; FRAQUEZA et al., 1998; AASLYNG et al., 2001; KÖHLER, 2005; NANNI COSTA et al., 2002; GEESINK et al., 2004), melhoria do ambiente e do manejo de condução dos suínos (FAUCITANO et al., 1998; GEVERINK et al., 1998; BERTOL, 2003; HAMBRECHT, 2004; LAMBOOIJ et al., 2004; LUDTKE et al., 2004). Os *post-mortem*: tipo do abate, resfriamento das carcaças, e processamento (JONGMAN et al., 2000).

A qualidade da carne inclui características nutricionais, higiênicas, sensoriais e tecnológicas (PELOSO, 2002). Dentre os aspectos da qualidade de carne suína estão: pH inicial (pH 45 minutos – pH₁), pH último (24 horas após o abate – pH_u), cor, capacidade de retenção de água e gordura intramuscular, e aspectos subjetivos, tais como maciez, suculência, aparência da carne e a resistência à mastigação (CULAU et al., 1993; SALLIER, 1995; BROWN et al. 1999, NANNI et al., 2002).

Os padrões utilizados na qualidade e avaliação da carne são de extrema importância em todos os segmentos da cadeia produtiva de suínos. Dentre os fatores mais objetivos e práticos para esta avaliação estão pH, porcentagem de perda de água e cor, os quais são em quatro categorias: a carne ideal RFN (Reddish Pink, Firm, Non-exudative - avermelhada ou rosa, firme e não exsudativa), considerada como carne ideal. Os principais desvios de qualidade são: PSE (Pale, Soft and Exudative – carne pálida, flácida e exsudativa), carne RSE (Reddish Pink, Soft, Exudative- carne avermelhada ou rosa, flácida e exsudativa) e carne DFD (Dark, Firm, Dry – carne escura, firme e seca).

Carcaças com carne do tipo PSE desenvolvem-se em função de glicólise anaeróbica post-mortem muito rápida, com a redução do pH e a conversão do glicogênio à lactato. O pH 24 horas após o abate atinge valores iguais ou inferiores a 5,5, resultante da interação entre o genótipo e o ambiente, que se manifesta após a ação de fatores muito estressantes que atuam por um curto espaço de tempo antes e durante o abate dos suínos. Esta queda de pH ocasiona desnaturação das proteínas responsáveis pela capacidade de fixação de água, pela coloração da carne e a taxa de declínio do pH das carcaças no post-mortem é aproximadamente três vezes mais rápida (KOHLENER, 2001).

As carnes PSE caracterizam-se por apresentarem pHu baixo, baixa capacidade de retenção de água, cor pálida e textura flácida, que as torna indesejáveis para consumo (KAUFFMAN et al., 1978). Além disso, as carnes PSE apresentam baixa capacidade de transformação industrial, sendo impróprias para fabricação de produtos nobres como os presuntos cozidos e crus, entre outros (OURIQUE e NICOLAIEWSKY, 1990).

Por outro lado, as carnes DFD são resultado de um esgotamento precoce das reservas de glicogênio e, conseqüentemente, de uma insuficiente acidificação post-mortem, que mantém os valores do pHu superiores a 6,0 (RUBENSAN, 2001; GISPERT et al., 2000; McPHEE e TROUT, 1995; CULAU et al., 1993; OURIQUE e NICOLAIEWSKY, 1990). Este valor elevado do pH, acompanhado da cor escura e da retenção de água superior ao normal conferem à carne DFD aspecto pouco atrativo aos consumidores e imprópria à fabricação de produtos curados como salames, que requerem a desidratação da massa cárnea embutida para adquirirem as características sensoriais próprias. Além disso, carnes DFD, quando destinadas ao consumo "in natura", possuem vida de prateleira muito curta devido ao alto teor de umidade, que favorece a multiplicação de bactérias causadoras da deterioração (TERRA, 1998).

Na suinocultura, o referencial de carne ideal e desejável é o padrão RFN, com coloração vermelha, consistência firme e não exsudativa. Essas carcaças apresentam o pH₁ entre 6,0 e 6,5, temperatura do músculo inferior a 40 °C e pHu entre 5,5 e 5,8 (TERRA, 1998).

3.2. CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS

3.2.1. Cor

A cor é um atributo de extrema importância, uma vez que influencia a atratividade da compra de carne fresca pelos consumidores (JOO et al., 1995), sendo o primeiro critério de qualidade utilizado pelo consumidor no momento da compra (MUCHENJE et al. 2009).

A cor da carne é definida pelos pigmentos de mioglobina existentes nos músculos. A quantidade de mioglobina existente nos músculos varia de acordo com a espécie, sexo, idade, localização anatômica do músculo e atividade física exercida pelo animal. A carne de suínos caracteriza-se por possuir cor uniforme, entre rosada e avermelhada, possuindo uma pequena camada de gordura branca. Quanto aos parâmetros de cor da carne suína, BRIDI, et al., 2009, consideram valores numéricos de 1.0 a 6.0, sendo 1.0 a 2.0 palidez, resultando em carne PSE, 5.0 a 6.0, escura, resultando em carne DFD, por último, considerado carne normal (RFN) de 3.0 a 4.0 (figura 1).

Figura 1. Escala numérica para parâmetro de cor da carne



3.2.2. Maciez

A estrutura, consistência e textura são propriedades físicas difíceis de serem mensuradas objetivamente. São então avaliadas pelos consumidores através da visão, tato e paladar, sendo as propriedades organolépticas que mais os interessam (FORREST, 1975).

Em geral, todos os cortes de carne suína possuem maciez características. Esta geralmente tem menos gordura entremeada na carne, o que facilita a retirada aos não adeptos à gordura (SARCINELLI et al., 2007).

A maciez da carne pode ser influenciada por fatores *ante-mortem* (espécie, idade, sexo, genética, alimentação, manejo pré-abate) e *post-mortem* (resfriamento, taxa de glicólise e velocidade da queda do pH, quantidade de colágeno, extensão da degradação das proteínas miofibrilares). Outras características que causam variação na maciez são decorrentes dos tratamentos tecnológicos aplicados às carcaças no período que segue ao abate (PARDI et al., 1995).

3.2.3. Suculência

A suculência da carne cozida é a sensação de umidade observada nos primeiros movimentos de mastigação devido à rápida liberação de líquido pela carne e, também, da sensação de suculência mantida, devida principalmente à gordura que estimula a salivação. A gordura intermuscular funciona como barreira contra a perda do suco muscular durante o cozimento, aumentando, portanto, a retenção de água pela carne com aumento da suculência. A gordura intramuscular aumenta a sensação de suculência na carne (SARCINELLI et al., 2007).

3.2.4. Sabor e aroma

O aroma e sabor da carne podem ser determinados por fatores antes do abate como espécie, idade, sexo, raça, alimentação e manejo. Outros fatores como pH, condições de esfriamento e armazenamento, e procedimento culinário também afetam este parâmetro sensorial (SARCINELLI et al., 2007).

3.3. CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS

3.3.1. Capacidade de retenção de água

As características sensoriais, como cor, textura, firmeza, suculência e maciez da carne cozida dependem, de alguma forma, da capacidade de retenção de água da carne. A capacidade de retenção de água do tecido muscular tem efeito direto durante o armazenamento. Quando os tecidos têm pouca capacidade de retenção de água, a perda de umidade e, conseqüentemente de peso, durante seu armazenamento é

grande. A capacidade de retenção de água influencia diretamente a qualidade da carne, pois afeta diversas características essenciais necessárias à carne suína (SÁ, 2004).

Capacidade de retenção de água (CRA) é a capacidade que a carne tem de reter água durante o aquecimento, cortes, trituração e prensagem essa capacidade está relacionada com a velocidade de queda do pH durante a glicólise post-mortem. O pH em torno de 5,2 a 5,3, ponto isoelétrico (pI) da maior parte das proteínas musculares, leva a para uma baixa CRA. Valores de pH acima do pI, desaparecem as cargas positivas, ocasionando excesso de cargas negativas, que determinam a repulsão dos filamentos, deixando mais espaço para as moléculas de água (ROÇA, 2001).

A baixa capacidade da carne em reter sua umidade influencia na perda de peso durante o resfriamento e estocagem, resultando em uma carne mais seca e menos macia após o cozimento devido à desnaturação proteica (DABÉS, 2001).

3.3.2. pH

Um músculo vivo possui valor do pH 7,2. ocorrido o abate, a carne continua em processo bioquímico, no qual o condutor energético do músculo (glicogênio muscular) é transformado em lactato, através da ação enzimáticas. O pH da carne suína diminui devido à formação ácida e a carne passa a apresentar pH final entre 5,7 e 5,9. Passadas 24 horas, se o pH for superior a 6,2, a carne suína irá reter grande quantidade de água, o que implica em curto tempo de conservação e coloração escura, fenômeno que caracterizando o tipo de carne DFD (dark, firm, dry – carne escura, dura e seca). Caso o pH se encontre abaixo de 5,8 em menos de 4 horas, obtém-se a carne PSE (pale, soft, exudative – pálida mole e exsudativa), caracterizada pela má retenção de água, aspecto pálido e mole (ROÇA, 2001).

Tomado conhecimento sobre as características sensoriais e tecnológicas da carne suína, faz-se necessário elucidar como o stress pré-abate acarreta desvios de qualidade nessas características, o que está intimamente ligado com o metabolismo anaeróbico e as alterações post-mortem. No animal vivo, o ATP (adenosina trifosfato), circula continuamente para a manutenção do metabolismo. Após a sangria, há interrupção do aporte sanguíneo (MANTESE, 2002).

O tecido muscular continua exercendo suas funções metabólicas na tentativa de manter sua homeostase. Após o abate, as reações bioquímicas que ocorrem no músculo são basicamente a degradação e ressíntese de ATP. Com a ausência de oxigênio, a síntese de ATP é feita por via anaeróbica. Ocorre quebra de glicogênio e há formação de ácido láctico, que se acumula no músculo e leva à queda do pH (MANTESE, 2002).

O glicogênio concentra-se no fígado e músculos estriados e seus níveis variam durante o dia, apresentando valores altos dentro de uma hora após a alimentação e atingindo valores menores que 1% depois de 24 horas de jejum. Apresenta grande importância no estudo das alterações post-mortem, uma vez que sua concentração a nível muscular momentos antes do abate define a quantidade de ácido láctico a ser formado e, a conseqüente a queda do pH (ROÇA, 2001).

O grau de depleção do glicogênio é controlado pelos seguintes processos: glicogenólise, que é ativada pela adrenalina liberada pela medula adrenal, utilização de ATP durante exercícios (a glicogenólise pode ser usada como uma resposta secundária para ajudar a reposição de ATP) e períodos de repouso após as brigas. A depleção varia de acordo com o músculo, uma vez que alguns são mais utilizados do que outros durante as brigas (FERNANDEZ, 1995).

No momento imediato ao abate, o pH muscular encontra-se entre 6,9 e 7,2. A acidificação correta da carne após o abate corresponde a valores de pH entre 5,4 e 5,8 e ocorre por liberação de íons H⁺, provenientes da glicólise de ATP. As condições anormais das reações bioquímicas que levam à transformação do músculo em carne levam a produtos com qualidade comprometida (OKABAYASHI, 2009).

No caso de suínos, a queda muito rápida do pH post-mortem (por volta de 45 minutos) leva à formação da carne PSE. Esta glicólise rápida ocorre em suínos susceptíveis ao estresse e não é observada em bovinos (ROÇA, 2001). Caso haja baixa quantidade de glicogênio no músculo no momento do abate, o pH não sofrerá queda adequada, já que haverá falta de glicogênio para desencadear as reações bioquímicas, não formando ácido láctico suficiente. O pH se mantém em torno de 6,2, originando a carne DFD.

3.4. FATORES DETERMINANTES PARA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

3.4.1. Bem-estar animal

O conceito de bem-estar da Farm Animal Welfare Council – FAWC (2009) considera que para as condições de bem-estar do animal a cadeia produtiva deve respeitar cinco critérios, conhecido como as cinco liberdades. (1) o animal deve estar livre de fome e de sede, tendo acesso a uma dieta saudável e adequada às suas condições fisiológicas e água fresca de qualidade; (2) estar livre de desconforto, com o fornecimento de um ambiente apropriado, com espaço suficiente para movimentação e que inclua um abrigo com zona de descanso confortável; (3) estar livre de dor, ferimentos e doenças (prevenção de doenças, diagnóstico rápido e tratamentos adequados), (4) ser livre para expressar comportamento normal, (5) instalações adequadas e socialização com animais da mesma espécie e livre de stress, medo e ansiedade, assegurando condições que evitem sofrimento mental, como angústias e frustrações.

Segundo a OIE (2016), o bem-estar animal pode ser definido como o modo em que o animal lida com as condições em que o cercam. Para o animal estar em bem-estar, ele deve estar saudável, seguro, confortável, em bom estado nutricional, ser capaz de expressar comportamentos apropriados e não estar passando por situações desagradáveis que envolvam dor, medo e aflição. Engloba a prevenção e tratamento correto de doenças, manejo correto, nutrição e abate humanitário.

O bem-estar animal e a busca por uma maior segurança alimentar, faz parte, cada vez mais da consciência pública dos países desenvolvidos (SILVA et al., 2011). Atualmente no Brasil, os produtores vêm, de forma gradativa, buscando por melhorias nas técnicas de produção e abate de animais, motivados pelo modelo europeu e pelas legislações da União Europeia, visto que é de grande interesse ampliar as fronteiras comerciais de exportação de carnes. No entanto, para ser aceito pelos consumidores europeus, é necessário que o produtor se adeque às práticas de manejo de acordo com as exigências destes países (RAJ, 2000).

Além de abertura de novos mercados, a adequação dos métodos de bem-estar na produção animal e no manejo pré-abate contribuem para o aumento de produtividade. Desta forma, é preciso seguir à risca os princípios do bem-estar em

todas as fases da cadeia produtiva, principalmente nas operações de transporte, onde se verificam elevados índices de perdas pelo estresse sofrido pelos animais (SANTOS et al., 2013).

3.4.2. Manejo pré-abate

Os responsáveis pelo manejo pré-abate são as agroindústrias, produtores, transportadores e o poder público (DALLA COSTA, 2006).

O manejo pré-abate compreende as últimas atividades realizadas da granja até a insensibilização dos suínos no frigorífico. Esta etapa pode alterar a qualidade da carne e da carcaça no período de jejum na granja (BROWN et al., 1999; NATTRESS, e MURRAY, 2000), na mistura de lotes (WARRISS, 1996), na duração do transporte (PÉREZ et al., 2002), no período de descanso no frigorífico (PÉREZ et al., 2002; AASLYNG et al., 2001; FRAQUEZA et al., 1998) e na melhoria do ambiente (HAMBRECHT, 2004; LAMBOOIJ et al., 2004; LUDTKE et al., 2004, BERTOL, 2003; FAUCITANO et al., 1998).

3.4.3. Jejum

A prática do jejum pré-abate é uma atividade desejada e de relevância na cadeia produtiva dos suínos (PELOSO, 2002), que se inicia no final da fase de terminação na granja e perdura até o abate no frigorífico. Esta prática implica na retirada de alimentos sólidos (ração). No entanto, os suínos devem ter a sua disposição água de boa qualidade (FAUCITANO, 2001).

O jejum é um procedimento que deve ser cuidadosamente controlado, pois interfere tanto no bem-estar animal quanto na qualidade de carne suína (PELOSO, 2002).

No manejo pré-abate, o jejum é fundamental, pois contribui em diversos aspectos, tais como: economia de ração, redução na taxa de mortalidade durante o transporte, volume de dejetos, incidência de vômitos durante o transporte, facilita e aumenta a velocidade do processo de evisceração na linha de abate e possibilita

maior segurança alimentar, (DALLA COSTA, 2006; ODA, et al., 2004; TODD SEE, et al., 2001; PELOSO, 2002; FAUCITANO, 2001).

Contribui na padronização do peso e no rendimento de carcaça, principalmente em situações em que os produtores são remunerados em sistema de pagamento por mérito de carcaça; além de contribuir na uniformização da carne contida nas carcaças pela manipulação da concentração do glicogênio muscular no momento do abate (PELOSO, 2002; MURRAY, 2000; GUISE et al., 1995).

Há divergências quanto às recomendações do tempo de jejum dos suínos nas granjas. Alguns trabalhos têm mostrado que o intervalo entre 12 e 18 horas é o tempo ideal para retirada dos alimentos, já que diminui o estresse pré-abate e aumenta a qualidade da carne (GISPERT, 2000; CHEVILLON, 1994). Outros recomendam entre 10 e 24 horas (MURRAY, 2000) e também 16 - 24 horas (EIKELNBOON et al, 1991).

O jejum ainda pode interferir na qualidade da carne através da redução da quantidade de carboidratos disponíveis no post-mortem para produção de ácido láctico (DE SMET et al., 1996). No entanto, se realizado de maneira inadequada, pode afetar as reservas de glicogênio muscular, resultando em carnes com características anômalas (FOURY et al., 2005).

Eikelenboom et al. (1991), ao abaterem animais sem período de jejum nas granjas, observaram menor pH_i post-mortem no músculo *Longissimus dorsi*, no pH_u apresentaram valores de *Semimembranosus* e *Longissimus dorsi* mais altos nos animais que sofreram restrição alimentar por 24 horas. Contudo, a incidência de DFD (pH > 6,2) aumentou após o jejum. Embora a incidência de DFD tenha aumentado com o período de jejum de 16-24 horas, é recomendado para redução de PSE e perdas no rendimento das carcaças, que foram minimizadas.

Dentre as prováveis desvantagens da restrição alimentar antes do abate é o aumento da agressividade, principalmente quando esses fatores são associados à mistura de lotes (TURGEON e BERGERON, 2000). Parece que suínos alimentados descansam entre os surtos de briga, enquanto os em jejum permanecem brigando por mais tempo (FERNANDEZ et al., 1995).

A variabilidade na recomendação do tempo de jejum dos suínos está relacionada ao sistema de logística das granjas e dos frigoríficos (DALLA COSTA, 2008b), a qual pode ser utilizada como ferramenta manipuladora da qualidade final da carne suína em situações de rotina comercial.

3.4.4. Embarque

O embarque dos suínos é um ponto crítico do manejo pré-abate (DALLA COSTA, 2006). Nesta etapa, ocorrem diversos problemas físicos e comportamentais, pois os animais não estão acostumados com as condições de transporte e seus procedimentos (LAMBOOIJ, 2000).

Inicialmente, o produtor deve organizar o sistema de embarque, preparando as instalações (acesso à granja, portões das baias e principalmente o embarcadouro) e a seleção da mão de obra para o embarque dos suínos (DALLA COSTA, 2006).

Os suínos devem ser conduzidos até a rampa de embarque em pequenos grupos (dois a três animais), com tranquilidade, utilizando-se de tábuas de manejo e embarcados imediatamente ao caminhão, preferencialmente nos horários mais frescos do dia (DALLA COSTA, 2006, LAMBOOIJ, 2000; CHEVILLON, 2000).

Lewis e Berry, (2006), avaliando o efeito do tamanho do grupo (pequenos = 4 a 5 suínos e grandes = 8 a 10 suínos) conduzido à rampa de embarque constataram que grupos pequenos facilitam o manejo e resultam em diminuição dos batimentos cardíacos. No entanto, aumentam o tempo necessário para concluir o embarque.

De acordo com Dalla Costa (2006), dentre os principais problemas encontrados neste procedimento está a mudança brusca de ambiente; ausência de equipes qualificadas e de equipamentos apropriados como as tábuas de manejo; piso hidráulico na carroceria dos caminhões e embarcadouro que possuam rampa com ângulo de inclinação que não excedam 20 °.

As granjas dificilmente apresentam rampas móveis adaptáveis à altura dos caminhões devido ao custo. Além disso, veículos com dois ou três andares possuem

rampas internas com grande inclinação e baixa altura dos andares, o que impede o uso das tábuas de manejo (DALLA COSTA, 2006).

Os suínos têm dificuldade em subir rampas muito inclinadas, Van Putten e Elshof (1978) relataram aumento progressivo na frequência cardíaca, quando estes foram expostos a rampas com inclinações ente 15 e 30 °. Quando a inclinação da rampa era 15 °, a frequência cardíaca dos suínos embarcados era 139 % acima do nível basal, enquanto, com 30 °, a frequência cardíaca aumentou para 202 % acima do nível basal. A distribuição irregular de luz, a presença de água ou outro objeto no piso da área de embarque pode fazer com que os animais se recusem a entrar (GRANDIN, 1990).

3.4.5. Transporte

O transporte é uma atividade não frequente para os suínos, e por isso pode provocar medo e diversas condições de estresse devido aos ruídos e cheiros desconhecidos, mudanças súbitas na velocidade do caminhão, variação da temperatura ambiental, menor espaço social e individual e a interação com o homem. Tais fatores de estresse frequentemente levam a respostas comportamentais e fisiológicas que podem contribuir para a redução do bem-estar animal, rendimento da carcaça e qualidade da carne (BENCH et al., 2008; FAUCITANO, 2001, BRAUN, 2000).

O transporte é influenciado principalmente pelos fatores: densidade, tempo e distância (PEREZ et al., 2002, LUDTKE, 2008).

A densidade de transporte é uma das variáveis mais facilmente manipuladas, mas a pressão econômica por diversas vezes provoca seu aumento, para que se maximize o lucro de uma única viagem. Já que a decisão de quantos suínos serão transportados pode ser definida pelo produtor e o transportador contratado (cooperativa), que são diretamente influenciados pelo fator econômico (BENCH et al. 2008).

A alta densidade resulta em hematomas, arranhões, fraturas ósseas, mortes e estresse, enquanto a baixa causa escoriações e lesões corporais produzidas por

choques com a carroceria, e como dito anteriormente, aumento dos custos (BRAUN, 2000).

No Brasil, o regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (BRASIL, 2017) e a Portaria nº 711, que aprovam as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos (BRASIL, 1995), não fazem recomendações quanto à densidade no transporte.

Algumas agroindústrias brasileiras que possuem programas de bem-estar animal utilizam as recomendações da União Europeia. No entanto, nas condições europeias, tem se preocupado muito com o espaço para circulação de ar, já que os caminhões permanecem parcialmente fechados durante o deslocamento da granja ao frigorífico devido à baixa temperatura, o que difere das condições de transporte brasileiras (LUDTKE, 2008).

Quanto às características de qualidade da carne, Barton-Gade e Christensen (1998) encontraram pouco efeito da densidade de transporte, submetendo os animais a variações de espaço entre 0,35 e 0,50 m² 100 Kg⁻¹ suíno durante viagens menores que 3 horas. No entanto, Guardia et al. (2004) constataram interação entre a disponibilidade de espaço e o tempo de transporte na incidência da anomalia PSE. O tempo longo de transporte diminui o risco de desenvolver PSE (2,9 % por hora), enquanto a disponibilidade de espaço aumenta o risco (1,7 % por 0,1 m² 100 kg⁻¹ suíno). Portanto, o risco de ocorrer PSE aumenta em distâncias curtas quando é disponibilizado mais espaço (0,50 m² 100 kg⁻¹ suíno).

Segundo Warriss et al. (1998), a alta densidade (0,30 a 0,31 m² 100 kg⁻¹ suíno) no transporte provoca aumento do estresse físico, que pode estar relacionado com a mortalidade devido à sobrecarga do sistema cardiovascular. Suínos que foram submetidos à alta densidade tiveram a atividade da enzima creatina fosfoquinase (CPK) aumentada.

A disponibilidade de suínos na região próxima ao frigorífico exerce influência na distância de transporte. No entanto, os tempos de viagem podem aumentar devido à concentração dos frigoríficos com número menor de plantas com maior capacidade de abate por razões econômicas (WARRISS, et. al, 1994).

As condições em que os suínos são transportados para o abate podem afetar o bem-estar dos animais devido a sua influência sobre o comportamento e sobre o escore de lesões de pele. Os suínos transportados nos compartimentos da frente e de trás tiveram pior qualidade de carne (PSE e DFD) e maiores níveis de lactato em comparação aos que viajaram nos compartimentos centrais. Os transportados nos compartimentos inferiores apresentaram maior índice de carnes PSE, principalmente quando permaneceram em pé, suportando alto nível de vibrações, o que levou à maior susceptibilidade a tropeços e quedas, e assim se ferirem durante o transporte (FAUCITANO, 2000).

Segundo Dalla Costa (2006), suínos transportados em carroceria simples apresentaram valores significativamente maiores de lesões de pele no desembarque e após 24 horas de abate comparado com animais transportados em carroceria dupla. Ainda com relação a este tipo de carroceria, observou que valores significativamente menores em pHu nos músculos *Longissimus dorsi* (5,38 vrs 5,40) e do *Semimembranosus* (5,39 vrs 5,42) em comparação aos suínos transportados em carrocerias simples. No entanto, Ludtke et al. (2004) não encontraram efeito dos modelos de carroceria com piso móvel e com sistema de aspersão de água vrs piso fixo e sem sistema de aspersão de água sobre a qualidade de carne.

3.4.6. Desembarque

Quando os suínos chegam ao frigorífico, realiza-se o controle para as especificações do número predito de suínos e a capacidade da área de descanso, o que facilita a redução do tempo até o desembarque propriamente dito (JONES, 1999).

Os suínos devem ser desembarcados no frigorífico o mais rápido possível (AAC, 1993). Caso ocorra atraso, o caminhão deve ter ventilação adequada (DALLA COSTA, 2006). Contudo, o tempo de espera para o desembarque desde a chegada ao frigorífico é muito variável, sendo afetado pela disponibilidade de plataformas, especialmente quando ocorre a chegada simultânea de caminhões (JONES, 1999).

Na área de desembarque, o número de plataformas deve ser igual ao número de linhas de baias de espera. Além disso, as plataformas devem ser cobertas com

a finalidade de reduzir problemas de manuseio, já que suínos sujeitos ao vento, chuva ou sol forte muitas vezes se recusam a sair do caminhão (DALLA COSTA, 2006).

Devido à dificuldade dos suínos para descer rampas, frequentemente são empurrados para frente por manuseio bruto, lançando mão de varas, choques, pontapés e gritos dos funcionários. O uso de choques por diversas vezes é usado de forma indiscriminada, resultando no aumento de hematomas nas carcaças, ferimentos e equimoses (FAUCITANO, 2000).

Deve-se evitar aglomeração e pânico no grupo que está sendo desembarcado do caminhão. Os suínos devem ser gradualmente, desembarcados por baias de transporte e não por andar, e ainda, os primeiros suínos devem ter tempo suficiente para saírem do caminhão por si mesmos e então o restante deve ser conduzido com equipamentos apropriados como tábuas de manejo ou panos, para que o grupo se mantenha junto (FAUCITANO, 2001; JONES, 1999).

Com a finalidade de proporcionar incremento no bem-estar animal, alguns cuidados no desembarque são imprescindíveis para que os suínos sejam desembarcados e conduzidos facilmente até as baias de descanso, tais como rampa com ângulo de inclinação não superior a 13 °, pisos antiderrapantes, de preferência emborrachados e em relevo. Estas recomendações são importantes para facilitar o desembarque dos animais e reduzir os riscos de queda (DALLA COSTA et al, 2008).

O uso de rampas é necessário, quando há diferença de altura entre a plataforma do abatedouro e o caminhão. Durante o desembarque dos animais podem ocorrer contusões, as quais podem ser evitadas através de tábuas de manejo e panos, como citado anteriormente, sendo que o uso destas ferramentas depende dos tipos de desembarque utilizados. Em levantamento realizado na Espanha, envolvendo 20 grupos de transporte, verificou-se que a disponibilidade de caminhões equipados com elevador hidráulico da porta traseira garantiu bom manuseio pelos operadores. A maioria dos grupos foi embarcada utilizando tábuas de manejo (31 %), enquanto 14 % e 19 % foram manuseados com bastões elétricos e paus, respectivamente, e em 22 % dos grupos foi usado combinado de tábuas de manejo, bastões elétricos e paus. O uso do elevador facilita o manuseio dos suínos e reduz a necessidade de coerção pelos funcionários (GISPERT, et al. 2000).

Após o desembarque dos suínos no frigorífico, os animais são alojados nas baias de espera, formando novos grupos sociais. Esse período de período de descanso (sob dieta hídrica) permite a recuperação do desgaste físico ocasionado durante o manejo pré-abate (VAN DER WAL et al., 1997).

3.4.7. Área de descanso

O período de descanso no frigorífico é procedimento do manejo pré-abate que tem sido utilizado para possibilitar a recuperação dos suínos do estresse físico e psicológico ocorrido no transporte (VAN DER WAL et al., 1997 e 1999).

O período de permanência dos suínos nas baias de espera no frigorífico é muito variável (<1 a 15 h). O tempo ideal depende do frigorífico e das condições do manejo pré-abate, considerando-se a disponibilidade de suínos para o abate, tempo de transporte, procedimentos de manuseio (mistura ou não de lotes) e condições ambientais (SANTOS et al., 1997; GISPERT et al., 2000).

No Brasil, o Serviço de Inspeção Federal adotava para o abate de suínos, 8 horas (BRASIL, 2017), porém tal exigência foi revogada e atualmente utiliza-se o período mínimo de 3 horas após a chegada ao estabelecimento de abate.

Van der Wal et al., (1997) e Warriss (2003) recomendam como tempo ideal, nas baias de espera entre 2-3 horas. Os suínos submetidos a períodos de descanso menor que duas horas apresentam valores mais baixos de pH, quando comparados com longos períodos, e essa variação está relacionada com as reservas de glicogênio e a presença de ácido láctico.

Suínos que não passam por períodos de descanso apresentam maiores porcentagens de carcaças com problema de PSE em comparação aos que descansam por 1 - 2 horas (OWEN et al., 2000). O aumento do período de descanso reduz a incidência de carcaças com problema de PSE, mas longos períodos podem aumentar a incidência de carcaças com o defeito DFD (GISPERT et al., 2000; NANNI COSTA et al., 2002).

Para restringir o aumento da interação social, principalmente brigas, e favorecer a recuperação do estresse causado pelo transporte, as recomendações atuais são de pequenos grupos, 10 a 15 animais, ou grandes grupos, maiores que

200 animais por baia (RABASTE, et al., 2006). No entanto, é comum a prática de misturar grandes lotes de suínos (90 suínos baia) devido ao inadequado dimensionamento das instalações, que dificultam o deslocamento dos suínos, ou porque não apresentam importância econômica visível para os gerentes de abatedouros. Tais fatores contribuem para o incremento dos escores das lesões, prejudicando o bem-estar animal e a qualidade da carne (GRANDIN, 1999).

Longos períodos de estresse no período de descanso no frigorífico resultam em estresse adicional com aumento considerável na intensidade e duração das interações agonísticas, especialmente quando há a mistura de lotes (GISPERT et al., 2000, WARRISS et al., 1998).

Nanni Costa et al. (2002), estudando o efeito de longos períodos de descanso dos suínos no frigorífico (entre 2 -24 horas) verificaram que os animais que descansaram por 24 horas apresentaram porcentagem significativamente maior de escore igual a três em relação aos suínos que descansaram por 2 horas (16,2 % e 6,0 %, respectivamente). Entretanto, quando os animais permaneceram em períodos de descanso com duração inferior a 9 horas, não foi registrada influência significativa sobre o escore de lesões na carcaça dos suínos (SANTOS et al., 1997 e PÉREZ et al., 2000).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. LOCAL DO EXPERIMENTO

O estudo foi conduzido em abatedouro frigorífico de suínos localizado na região central do Estado de Rondônia sob Serviço de Inspeção Estadual, realizado pela Agência de Defesa Sanitária Agrosilvopastoril do Estado de Rondônia – IDARON, no qual o abate somente é autorizado com a presença do médico veterinário, fiscal estadual agropecuário.

4.2. TRATAMENTOS

Com a finalidade de avaliar duas formas de transporte sobre o rendimento de carcaça e de atributos de qualidade da carne suína, foram obtidas amostras de dois lotes de transporte que foram denominados de Lote 01/Mato Grosso, distante 1.008 km do frigorífico, e Lote 02/Rondônia, distante 125 km do frigorífico.

Os lotes amostrados eram compostos por animais da linhagem comercial Agrocere Pic (híbridos das raças Large White, Landrace e Duroc) com idade máxima de 120 dias e peso vivo padrão com média de 116,4 kg. Para obtenção das amostras a serem trabalhadas, foi agendada coleta de acordo com a programação do estabelecimento.

4.2.1. Descrição do Lote 01/Mato Grosso

Lote de 230 suínos comerciais, provenientes do Município de Tapurah, Estado do Mato Grosso, sendo transportados em carreta específica para transporte de suínos, provida de fonte de água para hidratação dos animais e aspersão de água, gerando conforto térmico aos animais durante o transporte (Figura 2).

O tempo de viagem foi de 21 horas, sendo que a carga saiu da origem às 12:00 horas do dia 20/12/2021, chegando ao estabelecimento de destino às 09:00 horas do dia 21/12/2021.

No referido lote foram selecionados, de forma aleatória, 15 animais, totalizando 1768 kg (pv), resultando na média de 117,86 kg por animal.

O abate do lote teve início às 08:00 horas do dia 22/12/2021, respeitando, dessa forma, um período de 23 horas de descanso e dieta hídrica, sendo o lote amostral (Lote 01/MT), abatido inicialmente na ordem da escala diária. Após abate, obtiveram-se carcaças quentes com média de peso de 86,3 kg, pesadas ao término da toaleta final e lavagem em balança industrial eletrônica tendal específica para tal finalidade. As meias carcaças foram armazenadas em câmaras frias visando atingir temperatura adequada ($\leq 7^{\circ}\text{C}$) até o momento do processamento (desossa).

Figura 2. Carreta específica para transporte de suínos utilizada no transporte(Lote 01/MT).



Fonte: autor

4.2.1. Descrição do Lote 02/Rondônia

Lote de 165 suínos comerciais, provenientes do Município de São Miguel do Guaporé, Estado do Rondônia, sendo transportados em carreta boiadeiro do tipo gaiola para transporte de bovinos, sem provimento de fonte de água para hidratação dos animais e aspersão de água, gerando maior desconforto térmico aos animais durante o transporte (Figura 3).

O tempo de viagem foi de 3,5 horas, sendo que a carga saiu da origem às 06:30 horas do dia 28/12/2021, chegando ao estabelecimento de destino às 10:00 horas do dia 28/12/2021.

No referido lote, foram selecionados, de forma aleatória, 15 animais, totalizando 1724 kg (pv), resultando na média de 114,93 kg por animal.

O abate do lote teve início às 09:15 horas do dia 29/12/2021, respeitando em período de 23 horas e 15 minutos de descanso e dieta hídrica, sendo o lote amostral (Lote 02/RO) abatido inicialmente na ordem da escala diária. Após abate, obtiveram-se carcaças quentes com média de peso de 88,8 kg por animal, pesados ao término da toaleta final e lavagem em balança industrial eletrônica tendal, específica para tal finalidade. As meias carcaças foram armazenadas em câmaras frias visando atingir temperatura adequada ($\leq 7^{\circ}\text{C}$) até o momento do processamento (desossa).

Figura 3. Veículo utilizado para transporte dos suínos (Lote 01/MT)



Fonte: autor

4.3. OBTENÇÃO DAS AMOSTRA DE CARNE

Após estarem aptas à desossa, respeitando o parâmetro tempo/temperatura para maturação sanitária e transformação do músculo em carne, sendo utilizado o parâmetro de no mínimo 24 horas e temperatura máxima de 7,0 °C nas massas musculares da meia carcaça, tornando-as aptas a serem manipuladas e/ou comercializadas. As meias carcaças seguiram, no próprio estabelecimento, para o setor de desossa, no qual obtiveram-se amostras com aproximadamente 2,5 cm de largura cada pelo corte do músculo *Longissimus dorsi* entre a 10^a e a 11^a costelas (Figura 4). De cada carcaça foram obtidas 3 amostras (duas amostras da meia carcaça direita e uma amostra da meia carcaça esquerda), totalizando 45 amostras no Lote 01/MT e 45 amostras do Lote02/RO.

As amostras foram embaladas individualmente em sacos de poliuretano e seladas a vácuo (Figura 5), sendo 60 amostras armazenadas em túnel de congelamento no próprio estabelecimento, onde permaneceram até o envio ao laboratório sob temperatura de congelamento industrial (-18 - -25°C). As demais (30) amostras, foram mantidas em caixas isotérmicas com gelo reciclável e imediatamente realizou-se análises para pH e temperatura em refrigeração (24 horas após abate).

Figura 4. Processo de obtenção das amostras de músculo *Longissimus dorsi*.



Fonte: autor

Figura 5. À esquerda, amostra de *Longissimus dorsi* obtida entre a 10^a e a 11^a costelas. À direita, amostras embaladas a vácuo.



Fonte: autor

4.4. DETERMINAÇÃO DO pH

Para avaliação do pH, utilizou-se peagômetro TESTO 205 ASKO devidamente calibrado em 20/05/2021 e validade de calibração até 05/2022 (Figura 6). Sendo efetuada perfuração da embalagem da amostra com a própria sonda metálica do peagômetro, atingindo dessa forma sua massa muscular, na qual, o aparelho registra o valor do pH em seu visor frontal, sendo os resultados anotados

para posterior análises. As determinações foram realizadas nos dias 23/12/2021 às 10:00 horas no lote 1/MT, e 09:30 horas do 30/12/2021 no lote 2/RO.

Figura 6. Amostras de *Longissimus dorsi* obtida entre a 10^a e a 11^a vértebra e peagâmetro utilizado na determinação do pH.



Fonte: autor

4.5. DETERMINAÇÃO DA COR

As amostras foram descongeladas em ambiente com temperatura de 15 °C, retiradas da embalagem e mantidas em repouso por 30 minutos para oxigenação da superfície das mesmas (ROSA et al., 2001). A cor foi determinada com o auxílio de um colorímetro portátil, utilizando-se a escala Red, Green, Blue (RGB). O aparelho foi calibrado com padrão branco e outro preto. As tomadas de cor foram realizadas em quatro pontos distintos da amostra, na superfície da amostra, obtendo-se a média como o valor determinado.

4.6. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE ÁGUA POR EXSUDAÇÃO

As amostras foram pesadas em balança semi-analítica ($\pm 0,001g$), acondicionadas em embalagem de polietileno e mantidas em refrigerador, à temperatura de $\pm 8^{\circ}C$ obtendo-se o peso novamente após 24 horas. Foi calculada subtraindo-se o peso final das amostras do peso inicial e expressa em porcentagem.

4.7. DETERMINAÇÃO DA PERDA DE ÁGUA POR COCÇÃO

As amostras congeladas foram transferidas para um refrigerador, onde permaneceram por um período de 24 horas, para o seu descongelamento. Em seguida, foram pesadas em bandejas de alumínio de peso conhecido. Foram assadas em forno elétrico à temperatura de 170°C.

A temperatura interna da amostra foi monitorada através de termômetro digital dotado de sonda de perfuração. Ao atingir a temperatura de 45°C, a amostra era virada para que a outra superfície também assasse, até que a temperatura interna atingisse 70°C (KOOHMARAIE et al., 1998).

Foram retiradas do forno e mantidas em temperatura ambiente por 10 a 15 minutos até o resfriamento, procedendo-se a pesagem (bandeja+amostra), obtendo-se a perda de água por evaporação. Realizou-se a pesagem da bandeja contendo o líquido exsudado no cozimento.

4.8. ANÁLISE DOS DADOS

Os resultados obtidos foram comparados através do teste de T-Student para amostras independentes. Foi fixado o nível de 0,05 para determinação da significância estatística.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

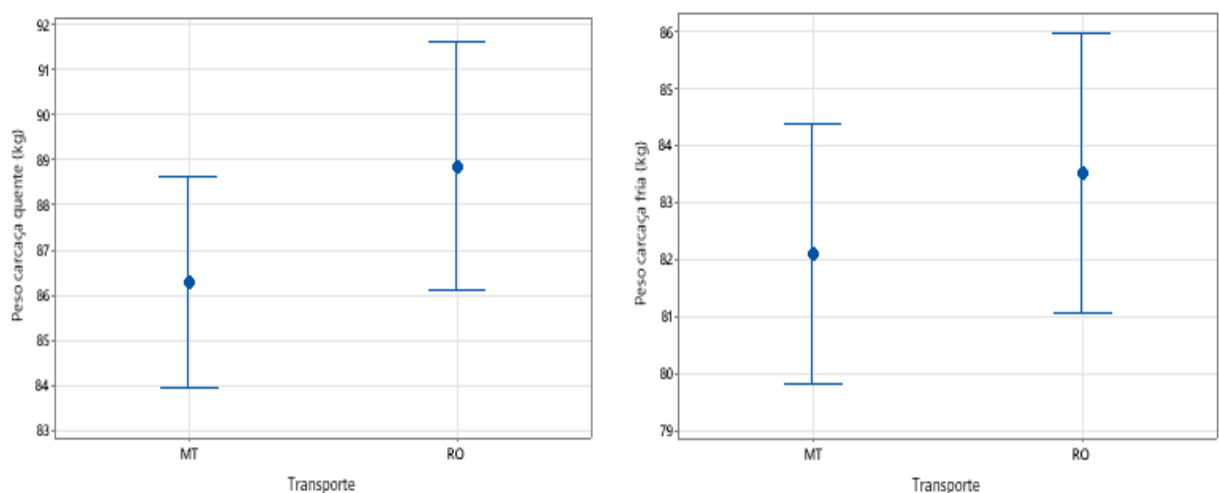
5.1. INSPEÇÃO ANTE-MORTEM

Na rotina de inspeção *ante-mortem* foram sequestrados 08 animais, sendo 02 com dificuldade de locomoção proveniente de traumas em membros posteriores, e 06 com hérnia umbilical no lote 01/Mato Grosso e 06 animais, sendo 02 com dificuldade de locomoção causada por traumas em membros posteriores e 04 com hérnia umbilical no lote 02/Rondônia, sendo que esses seguiram para abate de emergência.

5.2. PESO DE CARÇAÇA QUENTE E FRIA

A distância de transporte, não afetou a o peso da carcaça quente ($p=0,486$) e da carcaça fria ($p=0,672$), Figura 7.

Figura 7. Médias de peso de carcaça quente (esquerda) e peso de carcaça fria (direita), expressas em kg, de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**). Barras expressam o erro padrão da média.



Durante o transporte, alguns fatores que levam ao desconforto dos suínos e têm grande representatividade nas perdas que são: a alta densidade de suínos por grupos (EDWARDS et al. 2010), a má distribuição de suínos por grupos - ao misturar suínos de lotes diferentes (DALLA COSTA et al., 2006), a temperatura e a umidade

(LUDTKE et al., 2009), a aspersão de água e a distância (SILVEIRA, 2006), a distância (OCHOVE, 2009), o modelo de carroceria, os ruídos e odores (DALLA COSTA et al., 2006), o horário da viagem, a incidência do sol e a velocidade do vento (SILVEIRA, 2010).

Em relação ao peso das carcaças, o referido estudo não apontou alterações devido à distância e tipo de veículo transportador. SANTOS (2013), apontou que uma das hipóteses levantadas é que a distância menor não permite que os animais relaxem e o estresse leva as perdas, enquanto na maior distância ocorre a saturação do processo de viagem, levando o animal ao estresse, além de um maior tempo de jejum, porém não objetivou o fator pesos de carcaças.

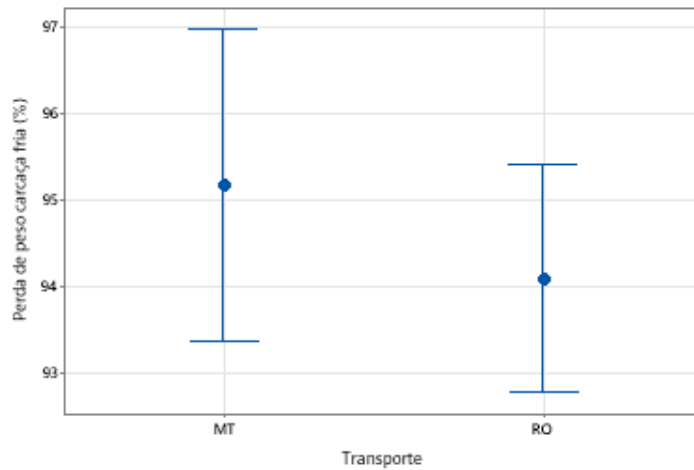
5.3. QUEBRA DE PESO DE CARÇAÇA APÓS RESFRIAMENTO

Em relação a quebra de peso de carcaça após o resfriamento, o estudo não demonstrou diferenças entre os dois lotes amostrados ($p=0,311$), sendo necessário estudos aprofundados para elucidação e contraposição em relações aos demais estudos (Figura 8).

Yu et al. (2009) comparando a qualidade da carne dos suínos transportados após uma, duas e quatro horas, observaram que a qualidade da carne foi inferior após duas horas, apresentando maior probabilidade de carne PSE.

Contrariando estes resultados Dalla Costa et al. (2006) recomendam quando possível realizar o transporte em curtas distâncias, pois acima de 4 horas de viagem, os animais entram em nível elevado de estresse. Apesar do transporte de maior duração ser mais associado com a preocupação em relação ao bem-estar animal do que as viagens mais curtas, não é de fato a viagem que provoca o desconforto em si, mas sim as condições climáticas (temperaturas extremas), a privação de água e comida e pouco descanso.

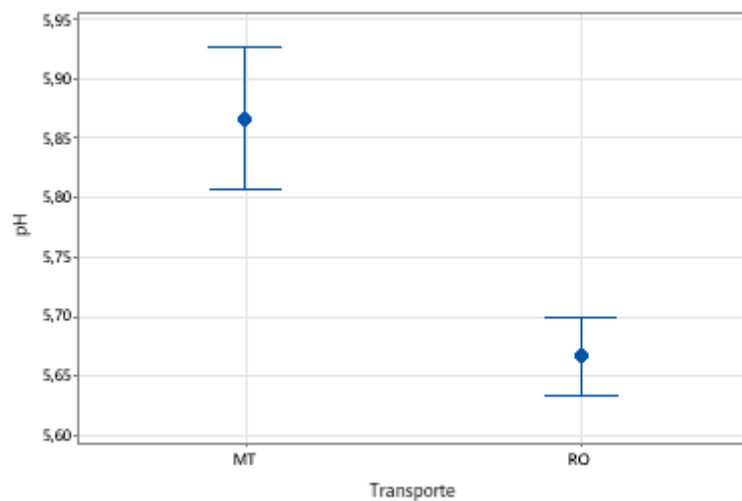
Figura 8. Rendimento de carcaça após resfriamento, expressas em %, de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**). Barras expressam o erro padrão da média.



5.4. pH

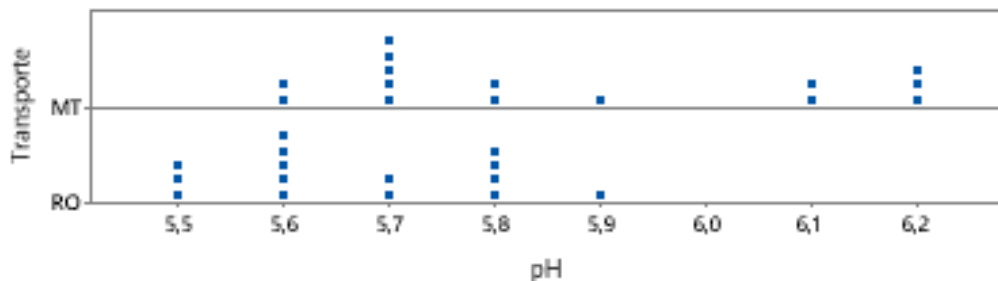
A distância de transporte, afetou significativamente ($p=0,007$) os valores de pH da carne sendo observado os menores valores (5,5 até 5,9) nas amostras obtidas nos animais transportados do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**), que representa a menor distância de transporte até o frigorífico (Figura 9).

Figura 9. Valores de pH da carne de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**). Barras expressam o erro padrão da média



A Figura 10 representa graficamente a distribuição dos valores de pH obtidas nas amostras, categorizadas por distância de transporte (**MT** e **RO**). Neste gráfico é possível observar que as amostras obtidas dos animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**), com maior distância até de transporte, apresentaram uma maior incidência de amostras de carne com pH acima de 5,9. O valor de pH desejado da carne suína está entre 5,7 e 5,9.

Figura 10. Distribuição de pontos de valores de pH da carne de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**).



Alguns fatores como o estresse pré-abate, metabolismo elevado ou predisposição genética podem influenciar na velocidade e redução do pH. De acordo com Souza (2013), alterações emocionais ligadas ao esforço realizado durante o embarque, transporte, desembarque e currais de espera, causam alterações no metabolismo *post-mortem*, estando correlacionado à acelerada quebra do glicogênio e redução do pH no músculo.

Considera-se nesse ponto, que após o abate do animal, a carcaça entra no processo de rigor-mortis, momento em ocorre a transformação do músculo em carne, causando queda gradativa no pH, conferindo as características de macies, suculência e cor atraente.

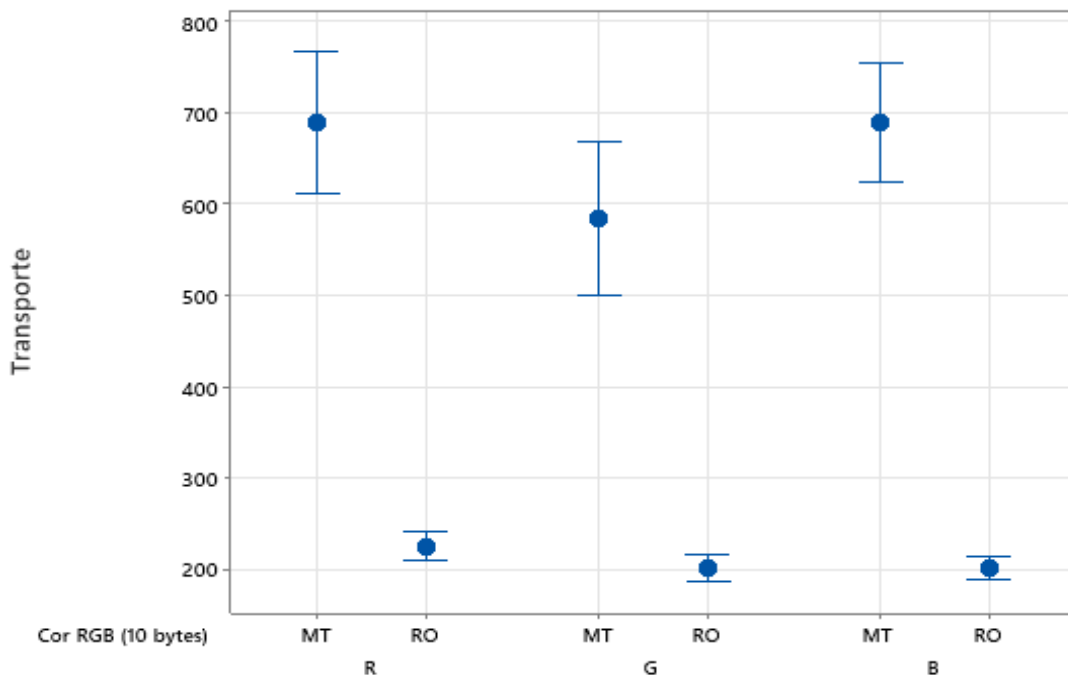
Resultados semelhantes foram encontrados por PEREZ et al. (2002), que avaliaram suínos transportados em dois tempos (15min e 3h) e constataram que o menor tempo, apresentou valores de pH mais baixos e altos níveis de cortisol e lactato, de modo a demonstrar que o maior tempo, apesar de expor os animais a maior período em condições estressantes, também proporciona melhor adaptação, o que os tornam menos influenciáveis às agressões do meio.

Brown et al. (1999), encontraram um aumento progressivo no pH (LD) de suínos após o transporte prolongado (maior que 24 horas), o que pode ser explicado por maior gasto do glicogênio muscular e conseqüentemente pH mais elevado, e isso indica possivelmente uma tendência a carne com características DFD.

5.5. COR

A distância de transporte, afetou significativamente ($p=0,000$) os valores de cor da carne (sistema RGB, 10 bytes) sendo observado os menores valores nas amostras obtidas nos animais transportados do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**), que representa a menor distância de transporte até o frigorífico (Figura 11). As cores das carnes das amostras obtidas podem ser observadas na Figura 12.

Figura 11. Valores de RGB (R=red, G=green e B=blue) mensurados da carne de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**). Barras expressam o erro padrão da média.



A Figura 12 representa graficamente a distribuição dos valores de RGB obtidas nas amostras, de maneira individualizada, categorizadas por distância de transporte (**MT** e **RO**). Neste gráfico é possível observar que as amostras obtidas dos animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**), que representa a maior distância até o frigorífico, apresentaram na sua grande maioria os maiores valores dos parâmetros RGB.

Figura 12. Distribuição de pontos de valores RGB de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, Estado do Rondônia (**RO**).

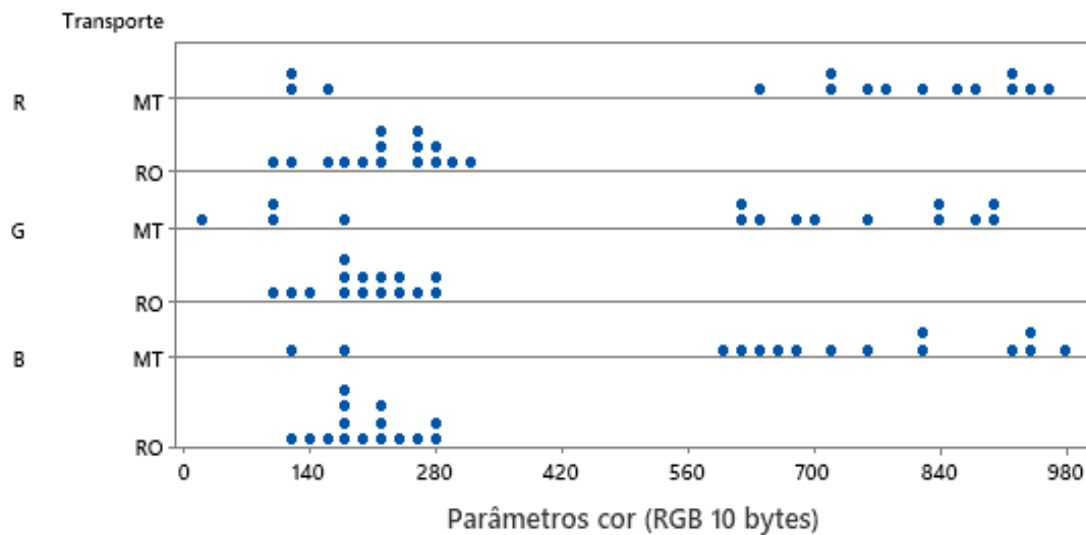


Figura 13. Cor da carne demonstrando a diferença entre as amostras obtidas entre os animais transportados do Município de Tapurah (imagem da esquerda), estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé (imagem da direita), estado do Rondônia (**RO**).



A palidez da carne suína é inversamente proporcional ao seu pH. Assim como no presente experimento, Maganhini et al. (2007) encontraram correlação negativa ($R = -0,46$) entre o valor de L^* e pH24h. e correlação positiva ($R = 0,43$) entre a luminosidade e a intensidade de amarelo, o que indica que lombos mais pálidos são também mais amarelos. Ao avaliar a qualidade do músculo *Longissimus dorsi* de suínos.

De acordo com Monteiro (2007), a cor é influenciada pela proporção do pigmento mioglobina presente na superfície da carne e pela quantidade dos estados da mioglobina presente, onde ocorre a combinação de três formas da mioglobina: mioglobina (púrpura), oximioglobina (vermelho-brilhante) e metamioglobina (marrom-acinzentado) e pela perda de água. A coloração indica a concentração de oxidação na superfície do músculo, sendo a maior quantidade pela pressão de oxigênio presente no meio e menor quantidade por presença de propriedades oxidantes como radicais livres (AMIN, 2014).

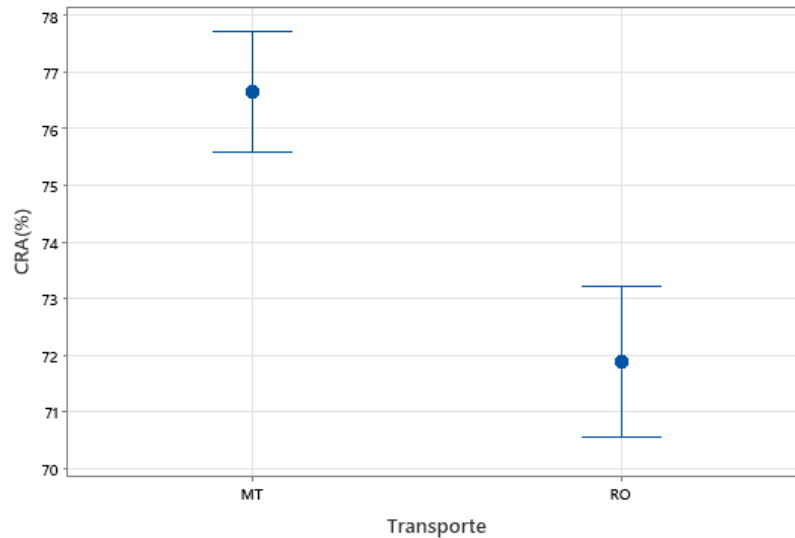
Ainda, corroborando com MacDougall (1994) Quando o animal chega ao abate após um período de estresse prolongado, a queda de pH é incompleta e a carne permanece translúcida, como ocorre com a carne bovina “dark cutting” ou na carne suína DFD.

5.6. PERDA DE ÁGUA POR EXSUDAÇÃO

A distância de transporte, afetou significativamente ($p=0,01$) os valores de capacidade de retenção de água (CRA), expresso em porcentagem, sendo observado valores superiores nas amostras obtidas nos animais do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**), que representa a maior distância até o frigorífico (Figura 14).

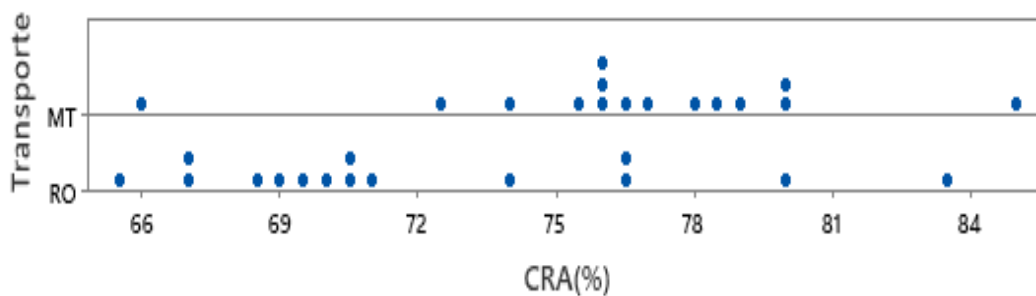
Ao avaliar a qualidade de carne suína, Kuo & Chu (2003) observaram diferenças na perda de exsudato entre carnes normais (4,51%) e PSE (8,34%). Lien et al. (2002) também encontraram maior perda por gotejamento em carnes PSE (3,3%) do que em carnes normais (1,6%), porém com valores, significativamente, menores que os observados no presente experimento.

Figura 14. Valores de CRA, expresso em porcentagem, mensurados da carne de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**). Barras expressam o erro padrão da média.



A Figura 15 representa graficamente a distribuição dos valores de CRA, de maneira individualizada, categorizadas por distância de transporte (**MT** e **RO**). Neste gráfico é possível observar que as amostras obtidas dos animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**), que representa a maior distância até o frigorífico, apresentaram maior número de amostras com valores de CRA acima de 75%.

Figura 15. Distribuição de pontos CRA da carne de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**).

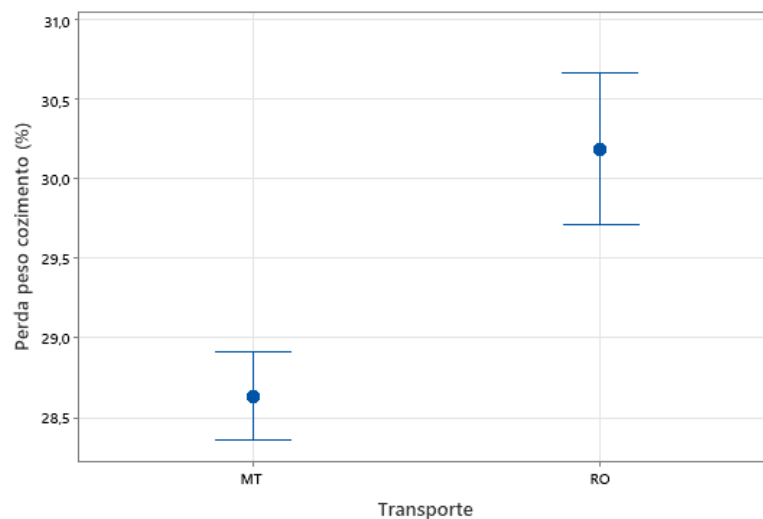


De maneira geral, os resultados médios de perda de água por exsudação obtidos neste trabalho estão próximos aos padrões de qualidade sugeridos. VAN LAACK & KAUFFMAN (1999) consideraram aceitáveis perdas de até 4,2% em carnes consideradas normais. BEATTIE et al. (1999) relataram valores médios de perda de água por exsudação entre 5,8 e 6,7% sem fazer referência a anomalias.

5.7. PERDA DE ÁGUA POR COCÇÃO

A distância de transporte, afetou significativamente ($p=0,01$) a perda de peso por cocção expresso em porcentagem, sendo observado valores inferiores nas amostras obtidas nos animais do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**), que representa a maior distância até o frigorífico (Figura 16).

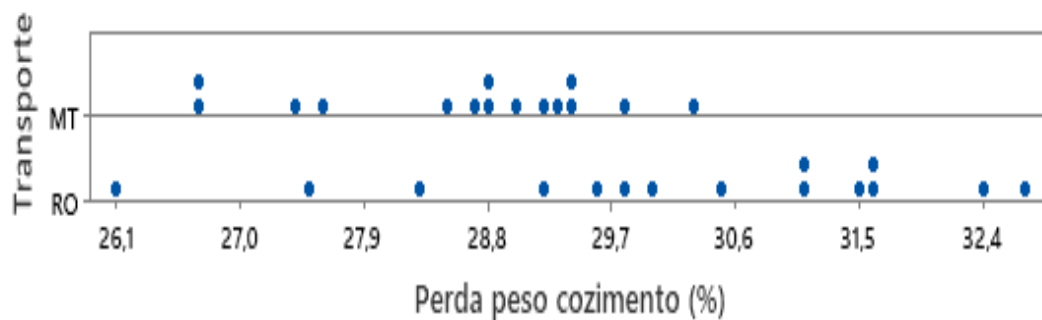
Figura 16. Valores de perda de peso por cozimento, expresso em porcentagem, mensurados da carne de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**). Barras expressam o erro padrão da média.



A Figura 17 representa graficamente a distribuição dos valores de perda de peso por cozimento, de maneira individualizada, categorizadas por distância de transporte (**MT** e **RO**). Neste gráfico é possível observar que as amostras obtidas dos animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**), que

representa a maior distância até o frigorífico, apresentaram maior número de amostras com valores inferiores a 30%.

Figura 17. Distribuição de pontos da perda de peso por cozimento da carne de animais transportados do Município de Tapurah, estado do Mato Grosso (**MT**) e do Município de São Miguel do Guaporé, estado do Rondônia (**RO**).



A perda de água durante a cocção por exsudação é comum, pois pode haver perda na forma líquida (exsudado que fica no recipiente de cozimento), ou por evaporação dentro do forno (PEREIRA, 2012), com menor teor de água presente na carne a maciez e suculência são reduzidas, tornando a carne mais dura e seca.

A perda de água por cocção pode variar entre 28,11 e 37,25%, representando uma variação média de 9,14% entre os cortes utilizados em seu experimento, segundo Pereira (2012).

6. CONCLUSÃO

O transporte a longa distância, mesmo quando realizado de forma favorável a melhorar o bem-estar animal, promove alterações significativas na qualidade da carne, oriundas possivelmente da redução do glicogênio muscular, o que limita a redução do pH da carne. Desta condição, alterações significativas em parâmetros relacionados à retenção de água e por sua consequência a cor da carne, leva a uma maior incidência de carne classificada como DFD (dura, seca e escura). Em contrapartida, os animais transportados em menor distância, porém em condições desfavoráveis em relação ao tipo de veículo transportador apresentaram índices limites para carne PSE (pálida, mole e exsudativa). Conclui-se desta forma que nenhuma das condições relacionadas ao tempo e tipo de transporte de suínos no pré-abate apresentaram valores esperados de carne RFN (cor normal, textura firme e não exsudativa).

REFERÊNCIAS

- AAC. Recommended code of practice for the care and handling of farm animals - pigs. Agriculture and Agri-Food Canada Publ. 1898/E.1993.
- AASLYNG, M. D.; BARTON-GADE, P. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. *Meat Science*, Kidlington, v. 57, p. 87-92, 2001.
- ABCS – Associação Brasileira dos criadores de suínos. Dados de mercado da suinocultura 2021. Raj, M. (2000). Efeito dos métodos de atordoamento e de abate sobre a qualidade da carne de porco. 1 Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína. Concórdia.
- AMIN, M.; KIEFER, C.; FEIJO, G. L.D.; GONCALVES, L. M. P.; SOUZA, K. M. Níveis de energia líquida e ractopamina na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v.15, n.2, p.484-492 abr./jun., 2014
- BEATTIE, V.E. et al. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. *Meat Science*, v.52, p.205-211, 1999
- BENCH, C.; SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. The welfare of pigs during transport. In: __. SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. *Welfare of pigs: from birth to slaughter*. New York: Wageningen Academic, 2008. v. 6, p.161-180
- BISPO; L. C. D.; ALMEIDA, E. C.; DIAS, F. J. S.; LOPES, K. L. A. M.; VALENTE, A. L. S. Bem-estar e manejo pré-abate de suínos: Revisão. *Medicina Veterinária e Zootecnia* ISSN: 1982-1263 D.O.I.: <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n11.804-815>. v.10, n.11, p.804-815, nov., 2016.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. Instrução Normativa nº3, de 17 de janeiro de 2000. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 12 dez. 2021.
- BRASIL. Portaria n. 47, de 19 de março de 2013. Submeter à consulta pública, pelo prazo de 30 (trinta) dias a contar da data de publicação desta Portaria, o Projeto de Instrução Normativa que aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-Abate e Abate

Humanitário, bem como os Métodos de Insensibilização Autorizados conforme Anexo. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, de 21 de março de 2013.

BRAUN, J. A. Bem-estar na suinocultura. In: 1ª CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 2000, Concórdia. Anais... Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves., v.1, p. 1-3.

BROWN, S. N. et al. Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. *Veterinary Record*, London, v. 145, p. 630-634, 1999.

BROWN, S.N.; WARRISS, P.D.; NUTE, G.R.; EDWARDS, J.E.; KNOWLES, T.G. Meat quality in pigs subjected to minimal pre-slaughter stress. *Meat Science*, v.49, n.3, p.257- 265, 1999.

CHEVILLON, P. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000. Anais... Concórdia: Embrapa, 2000. p.152-169. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf>. Acesso em: 02 de dez. 2021.

CULAU, P. O. V.; OURIQUE, J. M. R.; NICOLAIEWSKY, S. Efeito do manejo pré-abate sobre a incidência de PSE e DFD em suínos. *Archives Latino American of Production Animal*, v. 1, n. 2, p.139-146, 1993.

DABÉS, A.C. Propriedades da carne fresca. *Revista Nacional da Carne*, São Paulo, v.25, n.288, p.32-40, 2001.

DALLA COSTA, O. A., COLDEBELLA, A., COSTA, M. J. R. P., FAUCITANO, L., PELOSO, J. V., LUDKE, J. V. & SCHEUERMANN, G. N. (2006). Período de descanso dos suínos no frigorífico e seu impacto na perda de peso corporal e em características do estômago. *Ciência Rural*, 36, 1582-1588.

DALLA COSTA, O. A., COSTA, M. J. R. P., LUDKE, J. V., COLDEBELLA, A., KICH, J. D., PELOSO, J. V., FAUCITANO, L. & DALLA ROZA, D. (2008). Relation of fasting time during pre-slaughter management to weight loss, weight of stomach contents and incidence of gastric ulcer in pigs. *Ciência Rural*, 38, 199-205.

De SMET, S. M.; PAUWELS, H.; De. BIE, S.; DEMEYER, D. L. CALLEWIER, J.; EECKHOUNT, W. Effects of halothane genotype breed feed withdrawal and lairage on pork quality of Belgian Slaughter pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 74, p. 1854-1863, 1996.

EDWARDS L. N. et al. The effects of pre-slaughter pig management from the farm to the processing plant on pork quality. *Meat Science*, v.86, p. 938-944, 2010.

EIKELENBOON, G.; BOLINK, A. H.; SYSBENA, E. Effects of feed withdrawal before delivery on pork quality and carcass yield. *Meat Science*, Kidlington, v. 29, p. 25-30, 1991.

FAUCITANO, L. (2000). Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne. Conferência virtual internacional sobre qualidade de carne suína. EMBRAPA, Concórdia.

FAWC. (2009). Farm animal welfare in Great Britain: Past, present and future. Farm Animal Welfare Council, England.

FERNANDEZ, X. et al. Interactive effect of food deprivation and agonistic behavior on blood parameters and muscle glycogen in pigs. *Physiology Behavior*, v. 58, p. 337–345, 1995.

FORREST, J.C.; ABERLE, E.D.; HEDRICK, H.B. et al. Principles of meat science. San Francisco, Ed. W.H. Freeman and Company, 1975. 402 p.

FOURY A. et al. Stress hormones, carcass composition and meat quality in large White Duroc pigs. *Meat Science*, Kidlington, v. 69, p. 703–707, 2005.

FOURY, A., N. A. GEVERINK, M. GIL, M. GISPERT, M. HORTOS, M. FONT, I. FURNOLS, D. CARRION, S. C. BLOTT, G. S. PLASTOW, AND P. MORMEDE. 2007. Stress neuroendocrine profiles in five pig breeding lines and the relationship with carcass composition. *Animal* 1:973-982.

FRAQUEZA, M. J. et al. Effects of lairage temperature and holding time on pig behavior and carcass and meat quality. *Applied Animal Behavior Science*, Amsterdam, v. 60, p. 317-330, 1998.

GEESINK, G. H. et al. Short-term feeding strategies and pork quality. *Meat Science*, Kidlington, v. 67, p. 1-6, 2004.

GISPERT, M. et al. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science*, Kidlington, v. 55, p. 97-106, 2000.

GISPERT, M. et al. A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science*, Kidlington, v. 55, p. 97-106, 2000.

GISPERT, M., FAUCITANO, L., OLIVER, M. A., GUARDIA, M. D., COLL, C., SIGGENS, K., HARVEY, K., & DIESTRE, A. (2000). A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. *Meat Science*, 55, 97–106.

GRANDIN, T. A. Factors that impede animal movement at slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, Schaumburg, v. 209, p. 757- 759, 1996

GRANDIN, T. A. Factors that impede animal movement at slaughter plants. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 209, p. 757- 759, 1996.

GRANDIN, T. Design of loading facilities and holding pens. *Applied Animal Behavior Science*, Amsterdam, v. 28 p. 187–201, 1990

GRANDIN, T. Report on Canadian animal welfare audit of stunning and handling in federal and provincial inspected slaughter plants. Conducted for the Federal Food of Animal Origin Division, The Canadian Meat Council and the Canadian Federation of Humane Societies. 1999.

GUÀRDIA, M. D., ESTANY, J., BALASCH, S., OLIVER, M. A., GISPERT, M. & DIESTRE, A. (2005). Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. *Meat Science*, 70, 709-716

GUISE, H. J. et al. Abattoir observations of the weights of stomachs and their contents in pigs slaughtered at known turns after their last feed. *British Veterinary Journal*, London, v. 151, p. 659-670, 1995.

GUISE, H. J., & PENNY, H. C. (1989a). Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. 1. The effects of stocking density in transport and the use of electric goads. *Animal Production*, 49, 511–515.

HAMBRECHT, E. et al. Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. *Journal of Animal Science*, Champaign, v.83, p.440-448, 2005.

HAMBRECHT, E., J. J. EISSEN, D. J. NEWMAN, C. H. M. SMITS, M. W. A. VERSTEGEN, AND L. A. DEN HARTOG. 2005. Preslaughter handling effects on pork quality and glycolytic potential in two muscles differing in fiber type composition. *J. Anim. Sci.* 83:900-907.

JONES, T.A. Improved handling systems for pigs at slaughter. London: University in Royal Veterinary College, University of London, UK, 1999.

KARLSSON, A.; LUNDSTRON, K. Meat quality in pigs reared in groups kept as a unit during the fattening period and slaughter. *Animal Production*, Edinburg, v. 49, p. 517-521, 1992.

KAUFFMAN, R. G. et al. Shrinkage of PSE, Normal, and DFD hams during transit and processing. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 46, p. 1236-1240, 1978.

KNOWLES, T. G. et al. Ambient temperature below which pigs should not be continuously showered in lairage. *Veterinary Record*, London, v. 143, p. 575- 578, 1998.

KÖHLER, R. G.; FREITAS, R. J. S. Pork meat quality after two times of lairage in slaughter *Archives of Veterinary Science*, v. 10, n. 1, p. 89-94, 2005

KOOHMARAIE, M. et al. Beef tenderness: regulation and prediction Center, NE: USDA-ARS, US Meat Animal Research Center, 1998. 90p

KUO, C.C.; CHU, C.Y. Quality characteristics of Chinese sausages made from PSE pork. *Meat Science*, v.64, n.4, p.441–449, 2003.

LAMBOOIJ, E. Transport of pigs. In: GRANDIN T.A (Ed.). *Livestock handling and transport*, Wallingford UK: CAB, 2000, p. 275 - 296.

LAMBOOIJ, E. W. et al. Effects of housing conditions of slaughter pigs on some post-mortem muscle metabolites and pork quality characteristics. *Meat Science*, Kidlington, v. 66, p. 855-862, 2004.

LEHESKA, J. M.; WULF, D. M.; MADDOCK, R. J. Effects of fasting and transportation development and extent of postmortem metabolism. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 81, p. 3194-3202, 2003.

LEWIS, N. J. & BERRY, R. J. (2006). Effects of season on the behavior of early-weaned piglets during and immediately following transport. *Applied Animal Behavior Science*, 100, 182-192.

LIEN, R.; HUNT, M.C.; ANDERSON, S.; KROPF, D.H.; LOUGHIN, T.M.; DIKEMAN, M.E.; VELZACO, J. Effects of endpoint temperature on the internal color of pork loin chops of different quality. *Journal of Food Science*, v.67, n.3, p.1007–1010, 2002.

LUDTKE, C. B. Bem-estar animal no transporte e a influência na qualidade da carne suína. 2008, 80f Tese (Doutorado em Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

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

MACDOUGALL, D.B., Colour meat – its basis and importance. In Pearson, A.M. & DUTSON. T.R. (ed) – *Quality attributes and their measurement in meat, poultry and fish product – Advances in meat research series*, vol.9, Black Academic & Professional, cap.2, p. 34 –78, 1994. MADHAVI, D. L. & CARPENTER, C. E. 1993. *Journal of Food Science*, 58:939-941.

MAGANHINI, M.B.; MARIANO, B.; SOARES, A.L.; GUARNIERI, P.D.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Carnes PSE (pale, soft, exudativa) e DFD (dark, firm, dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.27, supl.1, p.69-72, 2007.

MANTESE, F. D. G. Transformação do músculo em carne, 2002. 15f. Seminário apresentado no Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Universidade Federal - Rio Grande do Sul, 2002.

MATTHEWS, J. O.; HIGBIE, A.D.; SOUTHERN, L.L. et al. Effect of chromium propionate and metabolizable energy on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 191–196, 2003.

McPHEE, C. P.; TROUT, G. R. The effects of selection for lean growth and the halothane allele on carcass and meat quality of pigs transported long and short distances to slaughter. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v.42, p. 55-62. 1995.

MONTEIRO, J. M. C. Desempenho, composição da carcaça e características de qualidade da carne de suínos de diferentes genótipos. 2007. 127 f. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal - São Paulo, 2007

MUCHENJE, V. et al. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food chemistry*, v. 112, n. 2, p. 279-289, 2009. NORMAN, J. L. et al. Pork loin color relative to sensory and instrumental tenderness and consumer acceptance. *Meat science*, v. 65, n. 2, p. 927-933, 2003.

MURRAY, A C. Reducing losses from farm gate to packer. *Advances in Porks Production*, v. 11, p. 175- 180, 2000.

MURRAY, C. Reducing losses from farm gate to packer. *Advances in Porks Production*, Canada, v.11, p.175-180, 2000.

MURRAY, C.; ROBERTSON, W.; NATTRESS, F.; FORTIN, A. Effect of preslaughter overnight feed withdrawal on pig carcass and muscle quality. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v. 81, p. 89-97, 2001.

NANNI COSTA, L. L.O. et al. Influence of loading method and stocking density during transport on meat and dry-cured ham quality in pigs with different halothane genotypes. *Meat Science*, Kidlington, v. 51, p. 391- 399, 1999.

O'NEILL D. D. J. et al. Influence of the time of year on the incidence of PSE and DFD in Irish pig meat. *Meat Science*, Kidlington, v. 64, p. 105 -111, 2003.

ODA, S. H. I. et al. Carnes PSE (Pale, soft, exudative) e DFD (Dark, firm, dry) em aves e suínos - diferenças e semelhanças. *Revista Nacional da Carne*, Campinas, v. 60, n. 235, 2004.

- OKABAYASHI, T. M. A influência do estresse sobre a qualidade da carne. Botucatu/SP, 2009.
- OURIQUE, J. M. R.; NICOLAIEWSKY, S. Características físico-químicas e organolépticas e suas relações na avaliação da qualidade da carne suína. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 19. p. 118-125. 1990.
- OWEN, B. L., MONTGOMERY, J. L., RAMSEY, C. B. & MILLER, M. F. (2000). Preslaughter resting and hot-fat trimming effects on the incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork and ham processing characteristics. *Meat Science*, 54, 221-229.
- PARDI, M.C.; SANTOS, I.F.; SOUZA, E.R. et al. *Ciência, higiene e tecnologia da carne*. 1 ed. Goiânia: EDUFF/UFG, 1993, v. 1. 586 p.
- PELOSO, J. V. Influência do jejum pré-abate sobre a condição muscular em suínos e seus efeitos na qualidade final da carne para industrialização. In: *CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA*, v.2. 2001, Concórdia. Anais... Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2002. p. 385-392.
- PEREIRA, L. A. Estudo Comparativo de Técnica de Determinação da Força de Cisalhamento de Carne. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2012.
- PÉREZ, M. P. et al. Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. *Veterinary Record*, Apartado, v. 33, p. 239-250, 2002
- PÉREZ, M. P.; PALACIO, J.; SANTOLARIA, M. P.; ACEÑA, M. C.; CHACÓN, G.; GASCÓN, M.; CALVO, J. H.; ZARAGOZA, P.; BELTRAN, J. A.; GARCÍA-BELENGUER S. Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. *Meat Sci*. 2002 Aug;61(4):425-33. doi: 10.1016/s0309-1740(01)00216-9. PMID: 22061073.
- PINHEIROA, F. A.; CARDOSOB, W. S.; CHAVESC, K. F.; OLIVEIRAC; RIOSD, S. A. Perfil de Consumidores em Relação à Qualidade de Alimentos e Hábitos de Compras. *UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde* 2011;13(2):95-102.
- RABASTE C, et al. The effects of handling and group size on welfare of pigs in lairage and their influence on stomach weight, carcass microbial contamination and meat quality C. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, p. 1-12, 2006.

ROÇA, R. O. Modificações pós-morte da carne, 2001, Disponível em:<
<http://www.fca.unesp.br/Home/Instituicao/Departamentos/Gestaoetecnologia/Teses/>>
Acesso em 14 de junho de 2022.

ROSA, A.F. et al. Determinação das características físico-químicas da carne de suínos em fase de crescimento. Revista TeC Carnes, v.3, n.1, p.13-18, 2001.

RUBENSAM, J. M. Transformações post-mortem e qualidade da carne suína. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2000. Concórdia. Anais... Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001, p. 100-110.

SÁ F. D. E.M. A influência da água nas propriedades da carne. Revista Nacional da Carne, São Paulo, n.325, p.51-54, 2004.

SANTOS, C. et al. Influence of lairage environmental conditions and resting time on meat quality in pigs. Meat Science, Kidlington, v. 45, p. 253-262, 1997.

SANTOS, R. C., REIS, J. G. M., MACHADO, S. T., JORDAN, R. A., OLIVEIRA, R. V. & MOURA, G. B. (2013). Perdas econômicas decorrentes do transporte de suínos em Mato Grosso do Sul: Estudo de caso. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, 9, 1682-1697.

SARCINELLI, M.F; VENTURINI, K.S; SILVA, L.C. - Características da Carne Suína, Universidade Federal do Espírito Santo - UFES Pró-reitora de Extensão - P r o g r a m a Institucional de Extensão Boletim Técnico - PIE-UFES:00907 - Editado: 25.08.2007.

SILVA, J. A. O., SIMÕES, G. S., ROSSA, A., OBA, A., IDA, E. I. & SHIMOKOMAKI, M. (2011). Manejo pré-abate de transporte e banho sobre a incidência de mortalidade de frangos de corte. Semina: Ciências Agrárias, 32, 795-800.

SILVEIRA, E. T. F. Manejo pré-abate de suínos e seus efeitos no bem-estar e qualidade da carcaça e carne. Suinocultura Industrial, n.2, n.194, p.32–40, 2006.

SILVEIRA, E. T. F. Manejo pré-abate de suínos e seus efeitos na qualidade da carcaça e carne. Suínos & Cia, ano VI, nº 34, 2010.

TERRA, N. N. Apontamentos de tecnologia de carnes. São Leopoldo - RS. Ed. UNSINOS. 1998. 216 p.

TODD SEE, W.E. et al. Feed Withdrawal: Effects on Meat Quality. Proceedings of the North Carolina Healthy Hogs Seminar, p 1-7, 2001.

TURGEON, M. J; BERGERON, R. Effects of pre-slaughter practice on performance and behavior of commercial pigs. Proceedings North American ISAE Regional Meat, p. 21, 2000.

USDA Foreign Agricultural Service - 2021 Meat Consumption Around the World.
<https://porkcheckoff.org/pork-branding/facts-statistics/>. Acesso em 07/10/2022

VAN DER WAL, P. G.; ENGEL, B.; HULSEGGE, B. Causes for variation in pork quality. Meat Science, Amsterdam, v. 46, p. 319-327, 1997.

VAN LAACK, R.L.J.M.; KAUFFMAN, R.G. Glycolytic potencial of red exudative pork longissimus muscle. Journal of Animal Science, v.77, p.2971-2973, 1999.

VAN PUTTEN, G.; ELSHOF, W. J. Observations on the effect of transport on the well-being and lean quality of slaughter pigs. Animal Regulation Studies. v. 1, p. 247–271, 1978.

WARRISS, P. D., & BROWN, S. N. (1994). A survey of mortality in slaughter pigs during transport and lairage. The Veterinary Record, 134, 513–515.

WARRISS, P. D., BROWN, S. N., BARTON GADE, P., SANTOS, C., NANNI COSTA, L., LAMBOOIJ, E., & GEERS, R. (1998). An analysis of data relating to pig carcass quality and indices of stress collected in the European Union. Meat Science, 49, 137–144.

WARRISS, P. D.; BROWN, S.N. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão britânica. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. Santa Catarina. Anais... Bristol: University of Bristol, 2000. p. 17-20.

Yu, J., Tang, S., Bao, E., Zhang, M., Hao, Q. & Yue, Z. (2009). The effect of transportation on the expression of heat shock proteins and meat quality of M. longissimus dorsi in pigs. Meat Science, 83, 474-478.