

INFLUÊNCIA DAS CONDIÇÕES DE MANEJO PRÉ-ABATE NA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

SIVANILZA TEIXEIRA MACHADO
(Bacharel em Administração / Tecnóloga em Logística)

Orientador: Prof. Dr. RODRIGO COUTO SANTOS
Co-orientadora: Prof^a. Dra. FABIANA RIBEIRO CALDARA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
AGOSTO - 2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

664.92 Machado, Sivanilza Teixeira.
M149i Influência das condições de manejo pré-abate
na qualidade da carne suína / Sivanilza Teixeira
Machado. – Dourados, MS : UFGD, 2013.
76 f.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Couto Santos.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)
– Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Carne de porco – Qualidade. 2. Carne suína.
3. Manejo pré-abate. I. Título

“Influência das condições de manejo pré-abate na qualidade da carne suína”

por


SIVANILZA TEIXEIRA MACHADO

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

Aprovada em: 21/08/2013



Prof. Dr. Rodrigo Couto Santos
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Rodrigo Aparecido Jordan
UFGD/FCA



Prof. Dr. Manoel Carlos Gonçalves
UFGD/FCA



Prof.ª Dr.ª Irenilza de Alencar Nääs
UNIP

EPIGRAMA

Sonhar mais um sonho impossível

Lutar quando é fácil ceder

Vencer o inimigo invencível

Negar quando a regra é vencer

Sofrer a tortura implacável

Romper a incabível prisão

Voar num limite improvável

Tocar o inacessível chão

É minha lei, é minha questão

Virar esse mundo, cravar este chão

Não me importa saber

Se é terrível demais

Quantas guerras terei que vencer

Por um pouco de paz

E amanhã se este chão que eu beijei

For meu leito e perdão

Vou saber que valeu

Delirar e morrer de paixão

E assim, seja lá como for

Vai ter fim a infinita aflição

E o mundo vai ver uma flor

Brotar do impossível chão

(Chico Buarque)

DEDICATÓRIA

Eu dedico,
Ao meu amado esposo João Reis, pelo companheirismo e por todo amor e dedicação.
À minha mãe Maria, sempre ao meu lado, por seu amor incondicional.
À vida!

AGRADECIMENTOS

Mesmo não florescendo a figueira, e não havendo uvas nas videiras, mesmo falhando a safra de azeitonas, não havendo produção de alimento nas lavouras, nem ovelhas no curral, nem bois nos estábulos, ainda assim eu exultarei no Senhor e me alegrarei no Deus da minha salvação.
(HABACUQUE 3:17-19)

Agradeço a Deus por estar sempre presente em minha vida, por todas as coisas que me enviou durante minha jornada, ora para aprender, ora para ensinar, ora para sorrir, ora para chorar... Ainda tenho muito a aprender, por isso agradeço pelos dias que ainda estão por vir.

Uns agem sobre os homens como fogo, que queima nele todo o ocidental, e os deixa nus e reais, próprios e verídicos, e esses são os libertadores.
(FERNANDO PESSOA)

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, que sempre foram muito atenciosos e me ajudaram com suas orientações. Em especial, meu agradecimento aos professores: Eder Pereira Gomes, Rodrigo Aparecido Jordan, Manoel Carlos Gonçalves, Cristiano Márcio Alves de Souza, Euclides Reuter de Oliveira e Ibiara Correia de Lima Almeida Paz.

DESTACO MEU AGRADECIMENTO, ao Professor Doutor Rodrigo Couto Santos, meu mestre e orientador, que me conduziu sabiamente à realização deste trabalho. Agradeço em especial à Professora Doutora Fabiana Ribeiro Caldara, minha co-orientadora, pela disposição, orientação e todo apoio, sempre atenciosa.

À Professora Doutora Irenilza de Alencar Nããs, meu muito obrigada por compartilhar tão precioso tempo e conhecimento. Que Deus lhe permita sempre vida em abundância. Aos profissionais do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, o meu muito obrigada por tudo! Em, especial ao Ronaldo Pasquim de Araújo e a Gissely de Moraes M. Akahoshi.

Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas,

Que já têm a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares.

É o tempo da travessia e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos.

(FERNANDO PESSOA)

Às minhas irmãs Cenilza e Suely; ao meu irmão Senildo, que mesmo distantes continuam acreditando, rezando e torcendo, para eu vencer nos momentos difíceis da vida. Em especial, agradeço à minha Mãe Maria, guerreira mulher que soube lutar quando houve guerra e teve sabedoria para vencê-la. Ao meu marido, João Reis, sempre ao meu lado, mesmo quando não concorda comigo. Sua compreensão e infinita dedicação; amo-te pela simples pessoa que tu és! Enfim, agradeço à família!

Um dia você...

... aprende que verdadeiras amizades continuam a crescer mesmo a longas distâncias. E o que importa não é o que você tem na vida, mas quem você tem na vida. E que bons amigos são a família que nos permitiram escolher. Aprende que não temos que mudar de amigos se compreendemos que os amigos mudam, percebe que seu melhor amigo e você podem fazer qualquer coisa, ou nada, e terem bons momentos juntos.

(WILLIAM SHAKESPEARE)

Aos amigos que continuam meus amigos, suportando minhas manias, que me falam verdades e me aceitam como sou; que me desejam o melhor da vida e quando preciso de forças, sempre encontram uma palavra amiga para me fazer seguir. Em especial, aos amigos: Éber Sousa Pinto, Miriene Felipe Bezerra, Leticia Mara Soares Moretti, Adriano dos Santos, Lucas Deliberador, Maryleide Ventura e Rone Vieira Oliveira. Obrigada a todos!

Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser, mas graças a Deus, não somos o que erámos.

(MARTIN LUTHER KING)

À Capes pela bolsa concedida, tornando possível a realização de um sonho.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo investigar a influência do manejo pré-abate e das operações de transporte na incidência de carne PSE (*Pale, Soft and Exudative*), a partir de um banco de dados de suínos abatidos em um frigorífico comercial, localizado na região da grande Dourados-MS. Para tanto, adotou-se duas estratégias de avaliação, a primeira refere-se à aplicação de Análise Multivariada Integrada, em 1.832 carcaças e a segunda à aplicação de Regressão Logística Múltipla em 854 carcaças selecionadas. Para o primeiro estudo foram consideradas nove variáveis que podem influenciar a qualidade da carne suína, sendo que destas, sete estão relacionadas ao manejo pré-abate. A finalidade foi identificar quais das variáveis avaliadas eram mais relevantes para o estudo qualitativo da carcaça. Dessa forma, por meio da Análise de Componentes Principais, observou-se que as cinco primeiras componentes explicaram 89,28% da variância total. O segundo estudo, teve a finalidade de constatar a influência do transporte e da ambiência na probabilidade de risco de incidência de carne PSE, para tanto considerou-se oito variáveis, adotando o pH₄₅ como variável dependente e as demais como variáveis explicativas: temperatura de carcaça, ambiência, tempo de embarque, viagem, distância entre a granja e o abatedouro, velocidade média durante o transporte e tempo de descanso nas baias do frigorífico. Assim, foi elaborado um modelo de regressão logística múltipla, em que a variável dependente foi construída pela identificação de carne PSE em carcaças de suínos com valores de pH₄₅ inferior ou igual a 5,8. Para obtenção do modelo com maior capacidade de predição, aplicou-se o método de máxima verossimilhança para estimação de parâmetros e a técnica *stepwise* para seleção de variáveis explicativas. O modelo obtido apresentou capacidade de predição de 91,8%.

Palavras-chave: Transporte de suínos, Carne PSE, Análise Multivariada; Regressão Logística Múltipla

ABSTRACT

The aim of this study was to investigate the effect of pre-slaughter handling and transport management on the occurrence of PSE (Pale, Soft and Exudative) meat based on a database of pigs slaughtered in a commercial slaughterhouse located in the region of greater Dourados, MS, Brazil. For that purpose, two evaluation strategies were adopted. The first refers to the application of Integrated Multivariate Analysis in 1,832 carcasses, and the second to the application of Logistic Regression in 854 selected carcasses. For the first study, nine variables were considered which may affect pork quality and, of these, seven are related to pre-slaughter handling. The purpose was to identify which ones of the variables evaluated were the most relevant for the qualitative carcass study. Thus, by means of the Principal Component Analysis, it was seen that the first five components explained 89.28% of total variance. The second study had the purpose of certifying the effect of transportation and environment on the probable risk of occurrence of PSE meat. Therefore, eight variables were considered, adopting pH₄₅ as the dependent variable and the others as explanatory variables: carcass temperature, environment, time of shipment, trip conditions, distance between the farm and the slaughterhouse, average speed during transportation and resting time in the slaughterhouse stalls. Thus, a logistic regression model was prepared in which the dependent variable was constructed by identification of PSE meat in swine carcasses with pH₄₅ values less than or equal to 5.8. The maximum likelihood method for estimation of the parameters and the stepwise technique for selection of explanatory variables were applied to obtain the model with the greatest predictive capability. The model obtained presented predictive ability of 91.8%.

Keywords: Pig Transportation, PSE Meat, Multivariate Analysis, Multiple Logistic Regression

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cinco liberdades do bem-estar animal e variáveis relacionadas	15
Tabela 2. Temperaturas e umidades relativas ótimas e críticas para suínos em fase de crescimento e terminação	17
Tabela 3. Proporção da variação explicada e acumulada pelos Componentes Principais, para a variável da qualidade da carne suína, com base em 1.832 carcaças.....	45
Tabela 4. Coeficientes de ponderação dos nove componentes principais extraídos com base nas variáveis pH45, TC, T1, T2, T3, T4, T5, T6 e ITU.....	47
Tabela 5. Proporção da variação explicada e as comunalidades extraídas pela análise de fatores após rotação Varimax com quatro fatores, para variáveis da qualidade da carne suína, com base em 1.832 carcaças.....	49
Tabela 6. Pares e Cargas Canônicas das variáveis dos Grupos 3 e 4.....	52
Tabela 7. Frequência absoluta e relativa de carne PSE entre os três períodos de transporte.....	63
Tabela 8. Coeficientes de correlação de <i>Spearman</i> entre as variáveis analisadas para os três períodos de transporte	65
Tabela 9. Incidência de Carne PSE em razão do tempo de viagem e tempo de descanso (em %).....	66
Tabela 10. Modelo de Regressão Logística Múltipla.....	67
Tabela 11. <i>Odds Ratio</i> (OR) das variáveis explicativas.....	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cadeia produtiva da suinocultura.	19
Figura 2. Tipos de carroceiras para transporte de suínos	24
Figura 3. Caminhão comum (<i>pot-belly</i>) para transporte de suínos no Canadá.	25
Figura 4. Dendrograma representativo da dissimilaridade entre os 33 lotes estudados, obtidas pela ligação média entre grupos (UPGMA), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade. Correlação Cofenética (0,915**)..	50
Figura 5. Dendrograma representativo da dissimilaridade entre as variáveis estudadas, obtidas pela ligação média entre grupos (UPGMA), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade. Correlação Cofenética (0,915**).	51
Figura 6. Concentração de carne PSE em relação a temperatura de carcaça	69

SUMÁRIO

	Página
Capítulo 1 – INTRODUÇÃO GERAL	12
1.1. Panorama geral da suinocultura.....	13
1.2. Ambiência e bem-estar animal	14
1.3. Qualidade da carne suína	18
1.4. Manejo pré-abate e as operações de transporte	21
1.5. Análise Multivariada	27
1.5.1 Análise de Componentes Principais (ACP)	28
1.5.2 Análise de Fatores (AFA).....	29
1.5.3 Análise de Agrupamento (AA).....	29
1.5.4 Análise de Correlações Canônicas (ACC).....	30
1.5.5 Regressão Logística Múltipla	30
1.6. Objetivo da pesquisa.....	31
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
Capítulo 2 - ANÁLISE MULTIVARIADA INTEGRADA PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO MANEJO PRÉ-ABATE NA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA	40
2.1. INTRODUÇÃO.....	42
2.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
2.4. CONCLUSÕES	53
2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
Capítulo 3 – OPERAÇÃO DE TRANSPORTE E TEMPO DE DESCANSO NA INCIDÊNCIA DE CARNE PSE (<i>Pale, Soft and Exudative</i>) EM SUÍNOS.....	57
3.1. INTRODUÇÃO.....	59
3.2. MATERIAL E MÉTODOS.....	61
3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	63
3.4. CONCLUSÃO.....	69
3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
Capítulo 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
4.1. Oportunidades provenientes do estudo.....	74
4.2. Outras considerações sobre o processo de produção suinícola.....	75
4.3. Remuneração ao transportador pela qualidade da carne suína	75

Capítulo 1 – INTRODUÇÃO GERAL

Chapter 1 – GENERAL INTRODUCTION

1.1. Panorama geral da suinocultura

Das cadeias produtivas de carne, a suína é a que possui maior relevância em termos globais. A produção mundial segue patamares de 104,7 milhões de toneladas, conforme estimativas da *Foreign Agricultural Service / United States Department of Agriculture* (FAS/USDA, 2012) e isto culminou em mudanças tecnológicas em processos de produção e de abate, no intuito de obter melhor qualidade dos produtos, atendendo a demanda de mercado (SILVEIRA, 2010).

Em 2012, a estimativa de produção de carne suína brasileira, deve ter recordes de 3,3 milhões de toneladas, representando um aumento percentual de 2% em relação a 2011 (FAS/USDA, 2012), justificado pela forte demanda internacional e as perspectivas dos produtores brasileiros quanto a recuperação dos mercados externos. O país tem representatividade mundial como exportador de carne suína, se colocando entre os quatros maiores exportadores, ficando apenas atrás de: China, União Europeia e Estados Unidos respectivamente, seus principais concorrentes (CANZIANI et al., 2012).

Em 2011, o consumo brasileiro anual *per capita* de proteína animal foi de 111,8 kg, correspondendo a 47,7 kg de carne de frango (UBABEF, 2012), 40,0 kg de carne bovina (ABIEC, 2011), 15,1 kg de carne suína (ABIPECS, 2011) e 9,0 kg de peixe (MPA, 2012).

Na preferência do consumidor brasileiro, a carne suína encontra-se no terceiro lugar. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS, 2011), do total de carne suína produzida no país (3.362 mil toneladas), 84,7% foi destinado para atender o mercado interno e, somente, 15,3% à exportação, sendo que sua comercialização no Brasil ocorre na forma de produtos industrializados (embutidos), representando 70% do total destinado ao mercado interno e 30% na forma “*in natura*” (MAGANHINI et al., 2007).

Pesquisa realizada por Santos et al. (2011), para traçar o perfil do consumidor de carne suína no município de Aquidauana-MS, apontou que a carne preferida do consumidor a bovina (90,6%), frango (80,6%), pescado (46,3%) e, em quarto lugar a suína (40,6%). Os autores atribuíram a preferência a questões culturais, devido a região ser produtora de bovinos de corte.

Horta et al. (2010), afirmam que o Brasil vem se consolidando no mercado internacional, entretanto, sofre diversos impactos de instabilidade do mercado, desde

flutuações externas até barreiras técnicas de segurança alimentar, entre outros. A segurança alimentar está associada ao sistema de produção adotado pelas granjas suinícolas, a realização de manejo pré-abate adequado, mão de obra qualificada, movimentação, transporte e abate que contribuem diretamente para o bem-estar do animal.

No Brasil, a produção suinícola se concentra na região sul do país e vem se expandindo pelas demais regiões (CANZIANI et al., 2012), sendo que os principais estados produtores de suínos são, em ordem: Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais e Mato Grosso.

A produção de suínos no Estado do Mato Grosso do Sul, vem crescendo significativamente. Em 2011, esta foi de 56 mil cabeças. De 2004 até 2011 o Estado teve um aumento de 23,85% em sua produção (ABIPECS, 2012).

Relatando o crescimento da atividade suinícola no Estado de Mato Grosso do Sul, a Federação da Agricultura e Pecuária do Mato Grosso do Sul (FAMASUL, 2011) expõe que o volume exportado do Estado cresceu 22% em relação ao ano anterior com uma receita de aproximadamente 30%, ultrapassando as exportações do Mato Grosso, se tornando o 6º maior exportador de carne suína do país.

Dessa forma, a suinocultura é uma atividade promissora e, os estudos voltados ao seu desenvolvimento, podem ajudar a preencher a lacuna existente nas questões de manejo pré-abate adequado, ambiência, bem-estar animal e qualidade da carne, bem como sustentabilidade da atividade.

1.2. Ambiência e bem-estar animal

Os avanços na produção animal mostraram que o ambiente, entendido como conjunto de fatores físico-biológicos, deve ser adequado às necessidades do animal alojado, garantindo sua maior produtividade. Dessa forma, os estudos da interação entre o ambiente e o animal, objetiva entender o comportamento e as respostas dos animais às condições ambientais e fatores estressantes, propondo conforto térmico e melhorando o bem-estar animal, permitindo este expressar seu potencial genético produtivo (BAÊTA e SOUZA, 2010).

Com a evolução dos conceitos de bem-estar animal, começou a se desenvolver padrões e exigências no trato de animais e o estudo da ambiência das construções rurais passou a ser fundamental. Grandin e Johnson (2010) afirmam que

os animais devem ter suas necessidades físicas e mentais atendidas pelos produtores, além disso, os tratadores precisam considerar os sentimentos e instintos dos animais, pois não basta mantê-los alimentados e saudáveis.

Atualmente, a área da ambiência com novos horizontes, ultrapassam as fronteiras das instalações rurais e focalizam ao longo do processo produtivo, com estudos da ambiência de construções rurais associada ao conforto térmico nos diversos ambientes e para o bem-estar dos animais em diferentes instalações e sistemas produtivos, buscando a redução de perdas (SILVA e VIEIRA, 2010).

O comportamento é uma ferramenta significativa na avaliação do bem-estar animal e deve ser considerado como indicador, apesar da complexidade de interpretação de suas variações (TEMPLE et al., 2011). Broom e Fraser (2007) afirmam que o comportamento animal pode ser visto, em alguns casos como resposta a um problema, mas em outros, é a razão que leva a se entender os animais. Portanto, o comportamento pode ser um indicador de bem-estar, justificado pela etologia, que significa a observação e descrição detalhada do comportamento objetivando analisar como funcionam os mecanismos biológicos.

O conceito também adotado pela *Farm Animal Welfare Council* - FAWC (2009), considerando que para as condições de bem-estar do animal, a cadeia produtiva precisa atender as cinco liberdades (TABELA 1).

TABELA 1. Cinco liberdades do bem-estar animal e variáveis relacionadas

Variáveis	Liberdades	Características
Fisiológica	1 Fome e Sede	Acesso a água fresca Acesso a alimentação saudável
Ambiente	2 Desconforto	Ambiente apropriado Espaço suficiente para movimentação Área de descanso
Sanitária	3 Dor, lesão e doença	Medidas de prevenção Diagnóstico rápido e tratamento de doenças Ausência de dor e ferimento
Comportamental	4 Expressar o comportamento natural	Instalações apropriadas ao animal Espaço suficiente para expressar comportamento social Permitir a socialização do animal com sua espécie
Psicológica	5 Medo e angústia	Assegurar condições e ambientes adequados Ausência de sofrimento mental, como angustias e frustrações

Fonte: Adaptada de FAWC (2013)

O bem-estar é uma característica individual de cada animal, apresentando uma variação contínua de baixo para alto nível. Por meio das tentativas de mensuração da falta de bem-estar, considerando as diversas variedades de mecanismos de defesa, é possível inferir que o bem-estar pode ser avaliado de forma precisa quando se utiliza uma variedade de indicadores em conjunto (BROOM e FRASER, 2007).

A preocupação com o ambiente interno na granja é constante, novos conceitos de ambiência consideram, além das condições termodinâmicas, a interação de gases produzidos pelas camas de dejetos e poeira em suspensão (NÄÄS, 2005). A temperatura e a umidade relativa do ar são fatores primordiais para promover o conforto térmico aos suínos e proporcionar o bem-estar (CAMPOS et al., 2009). Contudo, a preocupação com ambiência e bem-estar na produção animal deve permanecer para as operações além da porteira da granja, como as atividades envolvidas no transporte e anteriores ao abate no frigorífico.

Experimento realizado em Santa Catarina, com 2660 suínos transportados das granjas para os abatedouros, considerando as estações do ano inverno (temperatura média de 18,5°C) e verão (temperatura média de 24,6°C), entre outros fatores, para verificar os efeitos de equimoses na pele e na qualidade da carne, apresentou, com relação à temperatura de transporte no inverno e no verão, circunstâncias similares. Os números mais elevados de equimose ocorreram no inverno, podendo ser relacionado ao comportamento dos suínos, de se agruparem, para lidar com frio. Assim, o resultado geral foi que, suínos transportados no inverno, apresentam números consideráveis de carcaças feridas, enquanto houve palidez nos suínos transportados no verão, expostos a alta temperatura ambiente (DALLA COSTA, 2007c).

O manejo adequado de temperatura, alimentação, movimentação dos suínos e o cuidado com a limpeza do ambiente, são atividades fundamentais para evitar a perda por estresse térmico, doenças e fatores diversos. O bem-estar animal vem sendo estudado sob vários aspectos e discutido por diversos autores, entre eles Silva e Nääs (2006), Dalla Costa et al. (2007a), Barcellos et al. (2008), Corrêa et al. (2008), Manteca et al. (2008), Grandin e Johson (2010) e Tolon et al. (2010).

O estabelecimento das faixas das condições de conforto e estresse para suínos em fase de crescimento e terminação, por faixa de peso (em kg), propostas por Leal e Nääs (1992), TABELA 2.

TABELA 2. Temperaturas e umidades relativas ótimas e críticas para suínos em fase de crescimento e terminação

Suínos (peso kg)	Temperaturas Ótimas		Temperaturas Críticas		Umidades Relativas	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Ótimas (%)	Críticas (%)
20 – 35	20	18	27	8	70	<40 e >90
35 – 60	18	16	27	5		
60 – 100	18	12	27	4		

Baseado nessas informações é possível pré-estabelecer as condições de conforto térmico para os suínos, facilitando o manejo e o controle do ambiente. Segundo Manteca et al. (2008), nos últimos anos, o interesse científico sobre o bem-estar animal cresceu rapidamente em alguns países. Entretanto, este não depende apenas da parte científica, como também é observado em três aspectos: o legal, o público e o técnico (Swanson, 1995). O bem-estar, conforme Huik e Bock (2007) tem sido usado como indicador de qualidade e segurança alimentar.

Segundo o *Scientific Veterinary Committee* (1997) considerando a Directiva nº 630/CEE do Conselho Europeu, de 19 de novembro de 1991, o bem-estar dos animais pode ser caracterizado por informações como a dificuldade de adaptação do animal ao ambiente, falta de desenvolvimento do animal e a redução de sua habilidade na reprodução. Assim, o estado do animal, sciência, saúde e funcionamento fisiológico são evidências para estimar o nível de bem-estar. Dessa maneira, as respostas fisiológicas, biológicas e psicológicas do animal em relação a sua adaptação as condições do ambiente, bem como doenças, lesões, dores, medos, frustrações que influenciam diretamente no comportamento do animal, são outras indicações relevantes na avaliação do bem-estar.

O uso de técnicas de enriquecimento ambiental vem sendo utilizado em algumas granjas, no intuito de estimular o suíno, reduzir o estresse e distúrbios comportamentais. De acordo com Campos et al. (2010), o enriquecimento ambiental é uma técnica de manejo, buscando ampliar a qualidade de vida do animal em cativeiro, fornecendo estímulos ambientais necessários para o alcance do bem-estar psíquico e fisiológico.

Surge a necessidade de atender e superar as expectativas dos consumidores, não somente das premissas de segurança, qualidade e sustentabilidade, mas também do bem-estar animal, através dos conceitos de ambiência, trato e movimentação de animais. Assim, fundamenta-se a necessidade de entender o

comportamento do animal submetido ao sistema de produção, para otimizar seu potencial genético e aumentar a produtividade (BAÊTA e SOUZA, 2010).

1.3. Qualidade da carne suína

De acordo com Hill et al. (2013), o controle oficial de carne além de garantir a segurança alimentar, busca também a comercialização no mercado internacional. Efetivamente, isto não vem ocorrendo somente por questões sanitárias, mas por maior informação do consumidor quanto aos produtos que consome, não aceitando mais práticas de produção inadequadas e agressão ao meio ambiente, como, por exemplo, o uso de pastagens e produção agrícola em áreas de preservação ambiental e maus tratos de animais durante o processo produtivo.

Dentro deste contexto o desenvolvimento dos sistemas agroindustriais em propriedades rurais com aplicação de tecnologias nos processos produtivos de carnes, em especial na suinocultura, culminou nas técnicas de sistema intensivo e, conseqüentemente, o confinamento de animais para aumento de produtividade (BAPTISTA et al., 2011). Entretanto, apesar de se apresentar eficiente, este sistema nem sempre garante o bem-estar animal e a qualidade do produto final.

A qualidade da carne está intrinsecamente ligada à gestão de produção animal, às técnicas de abate e à industrialização do produto final (FIGURA 1). Segundo Santiago et al. (2012), as características da carne suína, como: textura, suculência, cor, sabor e aroma podem ser influenciada pelas mudanças bioquímicas que ocorrem durante a conversão do músculo em carne, sendo que sua qualidade abrange propriedades inerentes decisivas que garantem o sucesso da industrialização de produtos cárneos e do mercado de carne *in natura*.

Dessa forma, a qualidade do produto final, depende de uma série de atividades que ocorrem em cada elo da cadeia produtiva. A FIGURA 1 apresenta as etapas da cadeia produtiva da carne suína, desde insumos e produção até o consumidor final.

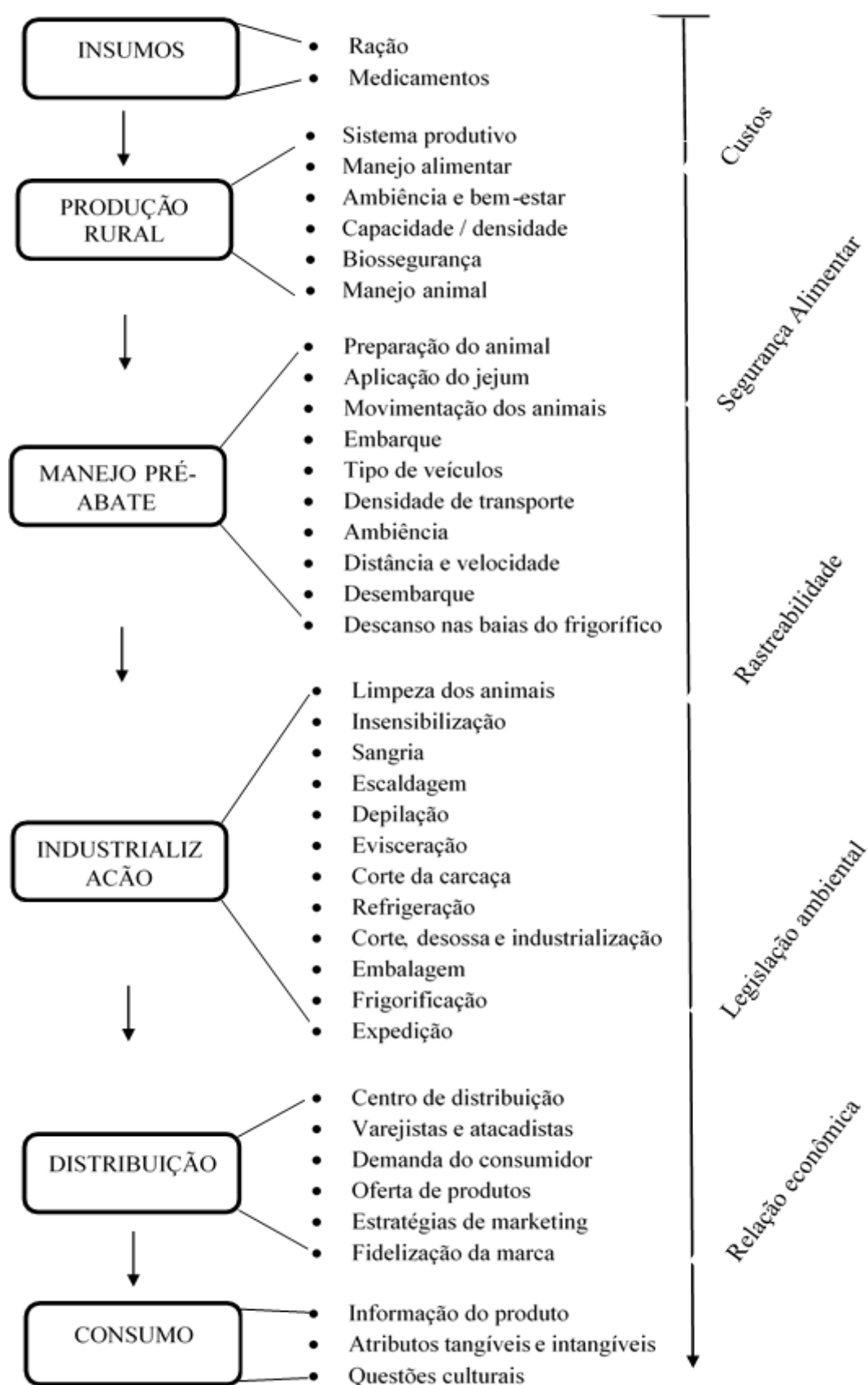


FIGURA 1. Cadeia produtiva da suinocultura.

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2008), PEREZ et al. (2009).

A qualidade da carne pode ser percebida por diversos atributos, resumidamente como: sensoriais – cor, textura, suculência, sabor, odor, maciez (COSTA et al., 2011); técnicos – pH, capacidade de retenção de água e gordura intramuscular (KLONT, 2005); nutricionais – quantidade de gordura, perfil dos ácidos graxos, grau de oxidação, porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais (VENTURINI et al., 2007); sanitários – ausência de agentes contagiosos como tuberculose, brucelose, leptospirose suínas, etc. (DIAS et al., 2011); e éticos – bem-estar do homem e do animal e preservação ambiental, se o modo de produção afeta a sustentabilidade do sistema ou provoca poluição ambiental (PEREZ et al., 2009; SEPÚLVEDA et al., 2011).

De acordo com Santiago et al. (2012), a carne PSE representa um dos principais problemas de qualidade na indústria de carne suína, devido à baixa capacidade de retenção de água, textura flácida, cor pálida e às elevadas perdas de água durante o processamento, sendo indesejável, tanto para os consumidores, como para a indústria de processamento, afetando os músculos de maior valor, como o lombo e o pernil.

A aferição do pH nas carcaças para detecção de carnes PSE é importante para a indústria de transformação, principalmente, de carne suína devido esta resultar em quebra rápida de glicogênio em ácido láctico após o abate, sendo mais visto em porcos com o gene halotano (KLONT, 2005). Segundo Laville et al. (2005), a carne PSE ocorre com mais frequência em suínos geneticamente sensíveis ao estresse, apresentando-se quando estes são submetidos a fatores estressantes antes do abate.

De acordo com Klont (2005), o pH da carne é uma medida de acidez, dessa forma, uma carne considerada normal o pH afere em torno de 7,2. Entretanto, este pode variar entre 5,2 a 7,0. Os produtos de alta qualidade se apresentam na faixa de 5,7 a 6,0. Estudo realizado por Santiago et al. (2012) com 2.128 carcaças, no município de Dourados-MS, identificou que carcaças com PSE apresentavam pH igual ou abaixo de 5,8. Os autores também verificaram que a incidência de carne PSE não apresentou diferença entre fêmeas e machos castrados cirurgicamente, devido o abate ser padronizado pela faixa de peso e não por idade; porém, foi considerada elevada para machos imunocastrados e em lotes mistos (fêmeas e machos castrados cirurgicamente).

Conforme Latorre et al. (2004), o gênero, também pode ocasionar diferenças no desempenho dos animais durante os períodos de crescimento e,

principalmente, de terminação, alterando o padrão de deposição dos tecidos magro e adiposo na carcaça e as propriedades tecnológicas da carne.

Outros fatores que podem influenciar a incidência de carnes PSE, além dos fatores genéticos são: o tempo de jejum (SILVEIRA, 2010), o fator humano na interação homem-animal (MEDINA, 2009), as quantidades a serem manejadas por grupo durante o embarque (LEWIS e BERRY, 2006), a inclinação da rampa de acesso aos caminhões (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012), piso e paredes dos corredores (SILVEIRA, 2010; DALLA COSTA, 2007a), o tempo de transporte dos animais da granja ao frigorífico (MOTA-ROJAS et al., 2006), e o manejo utilizado no período pré-abate do frigorífico (ARAÚJO, 2009; DALLA COSTA, LUDKE e COSTA, 2005).

1.4. Manejo pré-abate e as operações de transporte

Araújo (2009) afirma que todas as operações que antecedem a insensibilização dos suínos no frigorífico, desde as últimas atividades realizadas na granja (aplicação de tempo de jejum e preparação do animal para o transporte até o momento do abate) são consideradas operações de manejo pré-abate, inclusive as operações de transporte.

Neste aspecto, as perdas econômicas na suinocultura, devido à mortalidade durante a produção, transporte antes o abate, carne PSE (*Pale, Soft, Exudative – pálida, mole e exsudativa*) são consideradas elevadas por diversos fatores, como: leitões reproduzidos com emprego de genes suscetíveis ao estresse, manejo pré-abate e processos industriais inadequados (DALLA COSTA et al., 2005). Essas perdas representam perdas financeiras diretas para os produtores de suínos e para as agroindústrias (RITTER et al, 2009).

O manuseio inadequado dos suínos no pré-abate, provoca estresse em curto prazo e resulta na pior qualidade de carne (PSE), enquanto suínos submetidos ao estresse em longo prazo produz carne DFD (*Dark, Firm, Dry – escura, dura e seca*) (WARRISS e BROWN, 2000).

Ao tratar da importância do manejo pré-abate Dalla Costa et al. (2005), afirmaram que as perdas econômicas mais elevadas advêm da mortalidade dos animais durante o transporte e, para reduzir tais perdas, devem garantir que os animais estejam

saudáveis, em jejum, isentos de hematomas, aptos ao manejo, confortáveis, adequados ao abate.

O forte estresse, em curto prazo, ao qual o suíno é submetido nas operações de manejo pré-abate, principalmente, embarque, tempo de viagem relacionada à distância da granja até o frigorífico, tempo de espera, desembarque e o descanso na pocilga (ambiente novo), são fatores que podem influenciar significativamente na qualidade da carne, bem como aumento das perdas para a cadeia produtiva.

Segundo Ritter et al. (2009), as perdas no transporte de suínos, considerada a movimentação desde a granja até o abatedouro, pode ser compreendida pela morte de animais ou por estes se tornarem inaptos em qualquer fase do processo de comercialização.

O conceito de qualidade aplicado nos métodos produtivos e nas operações logísticas é fundamental para eliminação das perdas na rede produtiva, pois ganhar produtividade dentro da granja, pela aplicação de técnicas que gerem bem-estar animal e garantam à segurança alimentar, pode ser facilmente perdida nas operações ineficientes de manejo pré-abate e transporte.

Técnicas de bem-estar e ambiência nas operações manejo e de transporte surgem como uma ferramenta eficaz que possibilita a redução de perdas na fase mais estressante para o animal: manejo pré-abate.

Durante o transporte, fatores que levam ao desconforto dos suínos e têm grande representatividade nas perdas 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., 2005), a temperatura e a umidade (LUDTKE et al., 2009), a aspersão de água e a distância (SILVEIRA, 2006; OCHOVE, 2009), o modelo de carroceria, os ruídos e odores (DALLA COSTA et al., 2007b), o horário da viagem, a incidência do sol e a velocidade do vento (SILVEIRA, 2010) etc.

Segundo SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al. (2012), a disposição dos suínos no veículo de transporte, no piso e nos andares, reflete na produção e na qualidade da carne, assim geram impactos levando às perdas. DALLA COSTA et al. (2007b) recomenda para o transporte de suínos os caminhões de dois andares, estes são veículos ideais, devendo o piso ser revestido de borracha leve.

Reis et al. (2012) afirma que, para minimizar o estresse na condução de suínos durante o manejo pré-abate, os tratadores precisam compreender os princípios

comportamentais na manipulação dos animais, sendo fundamental a experiência para analisar como o animal se comportará durante o manejo e como isto afetará seu sistema fisiológico.

Nesse sentido, o emprego de bastão elétrico ou varas para controle do fluxo e passagem dos suínos possui aspectos negativos, conforme abordado por Zanella e Duran (2000), uma vez que influem sobre o bem-estar animal, os estressando e refletindo na qualidade da carcaça e da carne.

Experimento realizado na região de Patos/MG, com 120 suínos prontos para o abate foram divididos em dois grupos e foram transportados da granja até o abatedouro, no período noturno, com densidade 0,4 m²/100 kg e distância de 120 km. O Grupo I foi movimentado empregando o manejo de painéis de alumínio durante o carregamento e descarregamento e, o Grupo II foi movimentado com bastão elétrico (40 v); no abatedouro, após a insensibilização, o Grupo I apresentou menores concentrações plasmáticas de cortisol e lactato do que o Grupo II, apresentando uma diferença entre o Grupo I para o II de cortisol (69,5 + 35,62 ug/dL) e de lactato (172,89 + 66,56 mg/dL), assim constatou-se que o uso de bastão elétrico é muito mais estressante do que o manejo com painéis (LUDTKE et al., 2010).

O tempo de transporte, relacionado diretamente à distância entre a granja e o frigorífico e as condições das vias de acesso, afeta significativamente a qualidade da carne. Experimento realizado com vinte animais por Yu et al. (2009), comparando a qualidade da carne suína após o transporte de 1, 2 e 4 horas, concluíram que a qualidade da carne foi menor após 2 horas de transporte, indicando maior probabilidade de carne PSE, em comparação a 1 e 4 horas de transporte. Este fato foi relacionado por Fisher et al. (2008), exemplificando que os animais se tornam adaptáveis as boas práticas de transporte entre 1 a 3 horas, quando as respostas de estresse na fase inicial começam a declinar.

Contrariamente a Fisher et al. (2008), Dalla Costa et al. (2012), recomenda quando possível realizar o transporte em curtas distâncias, pois acima de 4 horas de viagem, os animais entram em nível elevado de estresse. Concordando com Dalla Costa et al. (2012), a Embrapa (2012), relata que após três horas de viagem, deve-se ter cuidados especiais com os animais, pois a partir desse momento inicia estágio avançado de estresse.

Existem diversas carrocerias que são utilizadas para o transporte de suínos (FIGURA 2), sendo as mais utilizadas as metálicas e de madeira, com dois ou três

andares. Cada tipo de veículo, bem como a disposição dos animais na carroceria impactarão no bem-estar do suíno e, conseqüentemente, na qualidade da carne (BARTON-GADE e CHRISTENSEN, 1998).



a) Carroceria metálica, dois andares
Fonte: Posmovil (2013)



b) Carroceria de madeira, dois andares
Fonte: Tonial carrocerias (2013)



c) Carroceria metálica, equipamento de elevação
Fonte: RMS Equipamentos hidráulicos (2013)
FIGURA 2. Tipos de carroceiras para transporte de suínos



d) Carroceria metálica, três andares
Fonte: Triel-HT (2013)

Os efeitos de alta densidade no transporte, tempo de trajeto, microclima, manejo, entre outros, impactam no bem-estar (estresse, saúde, lesões, fadiga, desidratação, mortalidade etc.) e na qualidade da carne (pH, hematomas, cor, capacidade de retenção, etc.) em diferentes graus (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012). A alta densidade no transporte de animais resulta na redução de custo médio por animal transportado; entretanto, a preocupação com o bem-estar deve ser levado em conta (DELEZIE et al., 2007), pois o transporte está associado a mudanças físicas e social, considerando que podem sofrer choques físicos e as desfavoráveis condições climáticas, temperatura e umidade do ar, estressando o animal (TERLOUW, 2008). Em contrapartida, baixas densidades também não são recomendadas, pelo aumento do custo de transporte e gerar espaço para a movimentação dos animais, que

podem entrar em conflito (brigas) ou mesmo se machucarem nas paredes do veículo transportador e se chocando com outros animais (ISRAEL et al., 2010).

Para suínos o tempo máximo de transporte recomendado pelo *Department for Environment Food and Rural Affairs* (DEFRA, 2011) é de 24 horas. Este período inicia-se na origem, no momento em que o primeiro animal embarca no veículo e termina quando o último animal desembarca no destino. Além disso, é recomendado disponibilizar água em intervalos apropriados.

Fatores importantes, como os climáticos também devem ser planejados e definidos. Em regiões de climas quentes ou frios, o ambiente necessita ser controlado garantindo ao animal o máximo de conforto durante a viagem (BENCH, 2007). O tempo de transporte em que o animal é submetido é muito importante e precisa ser mais bem estudado, pois esta atividade dentro da operação de transporte, é considerada uma das mais estressantes ao animal (BENCH, 2007). Entretanto, os seus reais efeitos sobre a qualidade ainda não são muito explorado.

No Canadá, por exemplo, país com clima predominantemente frio, realiza o transporte de animais em veículos com ambiente condicionado (FIGURA 3).



FIGURA 3. Caminhão comum (*pot-belly*) para transporte de suínos no Canadá.

Fonte: Bench (2007)

Neste sentido, os cuidados com ambiência durante o transporte são fundamentais para o conforto térmico do animal durante a viagem entre a granja e o frigorífico. Em regiões de clima quente, como no Mato Grosso do Sul, cuidados no transporte de animais podem resultar em melhor qualidade da carne. Assim, deve-se dar preferência para o transporte de suínos em veículos com sistema de aspersão, que

contenha sombrite, pois recomenda-se que a temperatura interna na carroceria não exceda 18 °C, bem como a densidade de 250 kg/m² (BARTON-GADE e CHRISTENSEN, 1998).

Ao tratar do desembarque dos animais no abatedouro, Santiago et al. (2012) recomenda seguir os procedimentos de bem-estar, bem como tenham à sua disposição um local, área de espera, onde permanecerão por tempo suficiente para que se acalmem e descansem da viagem, pois precisam eliminar o excesso de ácido lático acumulado nos músculos e restabelecer o seu equilíbrio homeostático, o qual somente pode ser alcançado com a adoção de períodos de descanso adequados.

Venturini et al. (2007) indicam que o tempo de repouso dos animais nas baias de descanso no frigorífico, deve ser em torno de 16 a 24 horas para recuperação do estresse causado pelas operações de manejo pré-abate e transporte.

Estudo realizado por Dalla Costa et al. (2006), com 192 fêmeas suínas, para verificar o efeito do tempo de descanso sobre a perda de peso corporal, resultou que a variação de 3 a 9 horas no período de descanso não afeta a perda de peso nem as características do estômago dos animais. Segundo Ferguson e Warner (2008), geralmente, em muitos países da Europa e na América do Norte os animais são abatidos no mesmo dia de chegada, enquanto que na Austrália e Nova Zelândia e em outros países, os animais são abatidos no dia seguinte ao da chegada, gerando ao animal a oportunidade para hidratação e descanso, recuperando a perda oriunda do transporte.

Experimento realizado por Köhler e Freitas (2005), com 320 animais, objetivando estudar o efeito de dois tempos de descanso no frigorífico (mínimo 3 e máximo 9 horas), avaliando as características de pH e capacidade de retenção de água da carne suína, não apresentam diferenças estatísticas significativas na qualidade da carne, sendo que os tratamentos (3 e 9 horas) foram similares no estudo das variáveis, sendo recomendado a redução do tempo de descanso dos animais nas baias pelos autores.

O estado do Mato Grosso do Sul destaca-se pelo número de produtores rurais que se dedicam a suinocultura e, este fato deve-se à presença de importantes empresas do setor com unidades instaladas na região, mantendo com os produtores o sistema de integração (SANTIAGO et al., 2012). Segundo a Federal da Agricultura e Pecuária de Mato Grosso do Sul – FAMASUL (2011), os abates no Estado de Mato

Grosso do Sul, em 2011, aumentam em torno de 14%, comparado ao ano anterior, e a média de peso dos animais abatidos vem crescendo, evidenciando a produtividade.

Os animais transportados das granjas para os frigoríficos localizados no Estado de Mato Grosso, além de sua extensão territorial que, em alguns casos, contribui para longas jornadas de transporte, enfrentam elevadas temperaturas aliadas a outros fatores estressantes (OCHOVE et al., 2010). O que pode contribuir para incidência de carne PSE. Segundo Santiago et al. (2012), os prejuízos causados por este tipo de anomalia são de grande impacto econômico, pois afeta principalmente os cortes especiais como o lombo e o pernil, sendo necessário avaliar as características e os fatores relacionados ao desenvolvimento da carne suína PSE.

1.5. Análise Multivariada

A análise multivariada trata de princípios e métodos elaborados objetivando a análise simultânea de centenas de variáveis correlacionadas, medidas sobre uma mesma unidade experimental, facilitando a modelagem e a interpretação dos diversos problemas. Assim, os métodos multivariados envolvem processos de redução, otimização, ordenação e classificação de dados multidimensionais (GONÇALVES, 2012).

Segundo Santos et al. (2010), a estatística multivariada é um conjunto de técnicas exploratórias de simplificação da estrutura de variabilidade dos dados, estudando diversas variáveis simultaneamente. A análise multivariada busca facilitar a tomada de decisão, considerando os diversos fatores que envolvem o problema, apesar desses fatores não possuírem o mesmo peso no momento da escolha. Assim, a estatística multivariada é o conjunto de métodos estatísticos que trata as variáveis de forma conjunta (VICINI, 2005). Ainda segundo a autora, existem diversos métodos de análise multivariada, com finalidades diversas entre si. Por isso, os métodos multivariados são escolhidos com base nos objetivos da pesquisa, uma vez que tal análise é exploratória, prestando-se a gerar hipóteses e/ou confirmações a respeito dos dados analisados.

Segundo Bakke et al. (2008) a estatística multivariada pode ser aplicada com diversas finalidades e esta vem sendo utilizada por indústrias, governos e centros de pesquisas acadêmicas de diversas áreas, como: psicologia, educação, geologia, ciências sociais, engenharias, ergonomia, agronomia, entre outras.

Existem diversas técnicas de análise multivariada, como: Análise de Componentes Principais (ACP), Análise de Fatores (AFA), Análise de Agrupamentos (AA), Análise de Correlações Canônicas (ACC), Análise de Trilha (PA), Análise Discriminante (ADI), entre outras. Dessa forma, a aplicação de Análise Multivariada pode ajudar os produtores e os frigoríficos da região de Dourados-MS, a identificarem e avaliarem os principais fatores influenciadores e estressores durante o manejo pré-abate que impactam na qualidade da carne, reduzindo as perdas significativas para a rede produtiva.

1.5.1 Análise de Componentes Principais (ACP)

Com o propósito de analisar estruturas de correlações entre caracteres estudados, a ACP objetiva promover a eliminação de caracteres que pouco contribuem com a variação de um grupo de indivíduos avaliados, bem como possibilitar o agrupamento de indivíduos similares por meio de dispersões gráficas no espaço bi ou tridimensional (GONÇALVES e FRITSCHÉ-NETO, 2012).

Assim, quando se pretende analisar dados multivariados, faz-se uso da análise de componentes principais (ACP), por ser este um dos métodos estatísticos mais utilizados, uma vez que permite a transformação de um determinado conjunto de variáveis originais inter-relacionadas, em um novo conjunto de variáveis não correlacionadas, chamada de componentes principais (RODRIGUES e BRANCO, 2006; PEREIRA et al., 2010).

De acordo com Varella (2008), os componentes principais apresentam características importantes, como: cada componente trata-se de uma combinação linear de todas as variáveis originais; dependentes entre si; e, estimados para reter o máximo de informação (variação total contida nos dados). Quanto a independência ou ortogonalidade entre os CP's, segundo Gonçalves e Fritsche-Neto (2012), é uma propriedade útil, uma vez que os componentes estão avaliando diferentes dimensões dos dados, tendo como consequência que a soma dos autovalores associados aos CPs correspondem a soma das variáveis originais, ou seja, sem perda de informação.

ACP vem sendo utilizada quando a necessidade de analisar as variáveis originais de processos em que várias características devem ser observadas ao mesmo tempo. Assim, a busca pela redução da matriz de variância-covariância, e a geração de novas variáveis, ou seja, os componentes principais (CP) são independentes e não

correlacionadas (GONÇALVES e FRITSCHÉ-NETO, 2012). Ainda, segundo os autores, cada componente principal retém em si, uma percentagem de variação das variáveis originais, sendo esta decrescente do primeiro componente principal ao último, assim, infere-se que o primeiro CP retém a maior percentagem de variação e o último a menor.

1.5.2 Análise de Fatores (AFA)

A Análise de Fatores (AFA) é composta por um conjunto de técnicas estatísticas objetivando a redução do número de variáveis iniciais com a menor perda de informação, assim, similar a ACP. Entretanto, a AFA parte do princípio que, cada variável pode ser decomposta em duas partes, a comum e a específica, sendo que a primeira é a variação partilhada com as demais variáveis e, a segunda, é a sua própria variação (VICINI, 2005).

De acordo com Gonçalves (2012), assim como a ACP, na AFA são obtidas também novas variáveis a partir das originais, mas de forma diferente, pois a estrutura apresenta fatores comuns e específicos a cada variável. Assim, a variação total da variável é igual à soma dos fatores comuns mais os fatores específicos e mais os erros (variância residual). Ainda, segundo o autor, existem diferenças que devem ser apresentadas entre a ACP e AFA, sendo que enquanto na primeira a análise é da variação; a segunda diz respeito a análise da covariação.

Ao tratar da importância da rotação de eixos, para melhor visualização das variáveis, Vicini (2005), expõe que entre as várias rotações (varimax, quartimax e equimax) para matriz fatorial, são todas rotações ortogonais. A rotação varimax é a mais utilizada entre as demais, além de buscar minimizar o número de variáveis com altas cargas num fator, dessa forma, maximizando a variância da carga (GONÇALVES, 2012). Além disso, a rotação varimax objetiva facilitar a interpretação dos fatores.

1.5.3 Análise de Agrupamento (AA)

A Análise de Agrupamento é um conjunto de procedimentos numéricos que classifica indivíduos, processos, objetos, métodos ou características em categorias

distintas, utilizando algoritmos que se baseiam em medidas de dissimilaridade ou de similaridade entre as variáveis (GONÇALVES e FRITSCHÉ-NETO, 2012).

Segundo Härdle e Simar (2012), a AA forma grupos com propriedades homogêneas a partir de grandes amostras heterogêneas, analisando grupos homogêneos e a diferença entre eles devem ser as maiores possíveis.

As principais medidas de dissimilaridade e similaridade são: distância euclidiana, distância generalizada de Malahanobis (D^2), coeficiente de Jaccard, coeficiente de similaridade (GONÇALVES e FRITSCHÉ-NETO, 2012). Os autores tratam também dos principais métodos de agrupamento: da ligação simples (vizinho mais próximo/distância mínima), da ligação completa (vizinho mais distante/distância máxima), da ligação média entre grupos (UPGMA).

1.5.4 Análise de Correlações Canônicas (ACC)

A Análise de Correlação Canônica busca expressar a quantidade de relações entre dois grupos de variáveis, tendo como foco a correlação entre uma combinação linear das variáveis em um dos grupos com outra combinação linear das variáveis do outro grupo, objetivando determinar as combinações lineares dos dois grupos que possuem a maior correlação (FERREIRA, 1996).

Segundo Gonçalves e Fritsche-Neto (2012), a ideia básica consiste em resumir a informação de cada conjunto em combinações lineares (correlações canônicas), tendo como critério a maximização da correlação entre os dois conjuntos.

A correlação canônica pode ser vista como uma extensão da regressão múltipla. Dessa forma, a ACC se apresenta como combinações lineares de variáveis, em que a correlação entre estas seja máxima, assim, não existe outra combinação linear de variáveis cuja correlação seja maior que a canônica (TRUGILHO et al., 2003; RIBEIRO FILHO, 2009).

1.5.5 Regressão Logística Múltipla

Segundo Shtatland et al. (2003) tanto a seleção do modelo para análise de dados quanto a construção do modelo através de um conjunto de variáveis, é tarefa fundamental para predição. E, a construção de um modelo baseado em informações obtidas da realidade através de observações, deve servir como uma aproximação

razoavelmente precisa do sistema real, como propósito de predição e controle, bem como não pode ser tão complexo que se torne impossível de compreender (QUEIROZ, 2004)

O método de regressão logística, se torna um importante componente para análise de dados, quando se busca investigar a relação entre uma variável resposta e uma ou mais explicativas. A diferença entre o modelo de regressão logística e a regressão linear é que a variável resposta é binária ou dicotômica, refletindo tanto no modelo como nas pressuposições (HOSMER et al., 2013).

Segundo Queiroz (2004), a variável resposta é geralmente dicotômica, mas pode ser politômica (ter mais que dois níveis), pode ser nominal ou ordinal, bem como as variáveis explicativas podem ser categorias ou contínuas. Assim, o modelo reflete duas alternativas (sim ou não; isto ou aquilo; existe ou não existe).

Outro conceito importante é a razão de chance (*Odds Ratio*), ou seja, é a razão entre a probabilidade que um evento irá ocorrer sobre a probabilidade que o mesmo evento não irá ocorrer (MENDES e VEJA, 2011). Essa é uma propriedade importante da regressão logística, pois permite calcular as chances de ocorrência do evento, no caso do estudo, permite calcular a probabilidade de ocorrência de carne PSE.

1.6. Objetivo da pesquisa

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as operações de manejo pré-abate e de transporte dos suínos da granja até o frigorífico, em criatórios localizados no Estado do Mato Grosso do Sul, identificando os principais fatores que poderão impactar na qualidade da carne, através da aplicação das técnicas de análise multivariada integrada: Análise de Componentes Principais (ACP), Análise de Fatores (AFA), Análise de Agrupamento (AA), Análise de Correlações Canônicas (ACC) e pela Regressão Logística Múltipla.

O capítulo 2, denominado **ANÁLISE MULTIVARIADA INTEGRADA PARA AVALIAÇÃO DOS EFEITOS DO MANEJO PRÉ-ABATE NA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA**, apresenta-se parcialmente de acordo com as normas para publicação na Revista Engenharia Agrícola, com objetivo de identificar as principais variáveis do manejo pré-abate que influenciam na qualidade da carne.

O capítulo 3, denominado **OPERAÇÃO DE TRANSPORTE E TEMPO DE DESCANSO NA INFLUÊNCIA DE CARNE PSE (PALE, SOFT AND EXUDATIVE) EM SUÍNOS**, apresenta-se parcialmente de acordo com as normas para publicação na Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, tendo como objetivo analisar as principais características das operações de transporte e do tempo de descanso e sua importância na qualidade da carne suína.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A.P. Manejo pré-abate e bem-estar dos suínos em frigoríficos brasileiros. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária), 123 f., **UNESP**, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNES - ABIEC. Perfil da pecuária brasileira 2011. Disponível em: <http://www.abiec.com.br/download/fluxo_por.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS. Brasil, oferta e demanda de carne suína 2002 a 2011. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mercado-interno.html>>. Acesso em: 25 fev. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS. Produção brasileira de carne suína 2004 a 2011. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/estatisticas/mercado-interno.html>>. Acesso em: 15 ago. 2012.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Viçosa: **Ed. UFV**, 2010.

BAKKE, H.A.; LEITE, A.S.M.; SILVA, L.B. Estatística multivariada: aplicação da análise fatorial na engenharia de produção. **Revista Gestão Industrial**, v. 04, n. 04, p. 01-14, 2008.

BAPTISTA, R.I.A.A.; BERTANI, G.R.; BARBOSA, C.N. Indicadores do bem-estar em suínos. **Ciência Rural**, v. 41, n.10, p. 1823-1830, 2011.

BARCELLOS, D.E.S.N.; SANTI, T.J.M.; GHELLER, N.B. Relação entre ambiente, manejo e doenças respiratórias em suínos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 36, nº 1, p. 87-93, 2008.

BARTON-GADE P. & CHRISTENSEN, L. Effect of different loading densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. v. 48, p. 237-247, **Meat Science**, Kidlington, 1998.

BENCH, C. Welfare implications of pig transport journey duration. Scientific background of current international standards. **Agriculture and Agri-Food Canada**, p. 25, 2007.

BROOM, D.M.; FRASER, A.F. Domestic animal behaviour and welfare. Wallingford: CAB International, 2007.

CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I.F.F.; SILVA, F. F.; PUPA, J. M. R.; SILVA, I. J. O. Enriquecimento ambiental para leitões na fase de creche advindos de desmame aos 21 e 28 dias. **Agrária**, v. 5, n. 2, p. 272-278, 2010.

CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P. R.; MAURI, A. L. Qualidade do ar, ambiente térmico e desempenho de suínos criados em creches com dimensões diferentes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 339-347, Jaboticabal, jul./set.2009.

CANZIANI, JOSE R. F.; GUIMARÃES, VANIA D. A.; NOGAS, RICARDO. Cadeia Produtiva do Suíno. **UFPR**, Curitiba, 2012.

CORRÊA, E.K.; LUCIA JUNIOR, T.; GIL-TURNES, C.; CORRÊA, M.N.; BIANCHI, I.; COREZZOLLA, J.L.; ULGUIM, R.R. Efeito de diferentes profundidades de cama sobre parâmetros ambientais para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Vol. 12, nº 5, p. 540-545, 2008.

COSTA, R.G.; SANTOS, N.M.; SOUSA, W.H.; QUEIROGA, R.C.R.E.; AZEVEDO, P.S.; CARTAXO, F.Q. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1781-1787, 2011.

DALLA COSTA, O.A.; CIOCCA, J.R.P.; RIBAS, J.C.R.; LUDTKE, C.B.; COSTA, M.J.R.P. Boas práticas no embarque de suínos para abate. Concórdia, **Embrapa Suínos e Aves**, 2012.

DALLA COSTA, O.A.; ARAUJO, A.P.; CIOCCA, J.R.; ATHAYDE, N.B.; COSTA, M.J.R.P.; KLEIN, E.; LUDTKE, C.; BAGGI, E.E. Avaliação das condições de transporte, desembarque e ocorrência de quedas dos suínos na perspectiva do bem-estar animal. **Comunicado Técnico**, Concórdia, n.459, 2007a. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58071/1/CUsersPiazzonDocuments459.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, J.V.; COSTA, M.J.R.P.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J.V.; ROZA, D.D. Modelo de carroceria e seu impacto sobre o bem-estar e a qualidade da carne dos suínos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1418-1422, 2007b.

DALLA COSTA, O. A. et al. Effects of the season of the year, truck type and location on truck on skin bruises and meat quality in pigs. **Livestock Science**, v. 107, p. 29-36, 2007c. Concórdia, SC, 2007c.

DALLA COSTA, O.A.; COLDEBELLA, A.; COSTA, M.J.R.P.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J.V.; LUDKE, J.V.; SCHEUERMANN, G.N. Período de descanso dos suínos no frigorífico e seu impacto na perda de peso corporal e em características do estômago. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1582-1588, 2006.

DALLA COSTA, O. A.; LUDKE, J. V.; COSTA, M.J.R.P. Aspectos econômicos e de bem estar animal no manejo dos suínos da granja até o abate. IV Seminário Internacional de aves e suínos, **Avesui**, Florianópolis, SC, 2005.

DELEZIE, E.; SWENNEN, Q.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. The effect of feed withdrawal and crating density in transit on metabolism and meat quality of broilers at slaughter weight. **Poultry Science Association**, v. 86, p. 1414-1423, 2007.

DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS. Welfare of animals during transport (2011). Disponível em: <<http://archive.defra.gov.uk/foodfarm/farmanimal/welfare/transport/documents/water-guidance-1102.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

DIAS, A. C., CARRARO, B. Z., DALLANORA, D., COSER, F. J., MACHADO, G. S., MACHADO, I. P, et al. Manual brasileiro de boas práticas agropecuária na produção de suínos. Brasília, DF: **ABCS, MAPA. Embrapa**, 140f, 2011.

EDWARDS L. N.; GRANDIN, T.; ENGLE, T. E.; RITTER, M. J.; SOSNICKI, A. A.; CARLON, B. A.; ANDERSON, D. B. 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.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistemas de produção de suínos. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/index.html>>. Acesso em: 12 set. 2.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. Five Freedoms 2009. Disponível em: <<http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>>. United Kingdom. Acesso em: 22 jul. 2013.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DE MATO GROSSO DO SUL – FAMASUL. Retrospectiva agro2011: um balanço do agronegócio de Mato Grosso do Sul em 2011. Disponível em: <<http://www.famasul.com.br/famasul>>. Acesso em: 05 mar. 2013.

FERGUSON, D.M.; WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants?, **Meat Science**, v. 80, p. 12-19, 2008.

FERREIRA, D. F. Análise multivariada. Lavras, MG, p. 400, 1996.

FISHER, A.; COLDITZ, I.; LEE, C.; FERGUSON, D. The impact of land transport on animal welfare. **RSPCA** Australia Scientific Seminar, Animals in transit: the journey ahead, 2008. Disponível em:

<<http://www.rspca.org.au/assets/files/Science/SciSem2008/seminars08paperFisher.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE, UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and Poultry**: World Markets and Trade. Office of Global Analysis. Disponível em: <<http://usda01.library.cornell.edu/usda/fas/livestock-poultry-ma/2010s/2012/livestock-poultry-ma-10-18-2012.pdf>>. Acesso em: 24 fev. 2013.

GONÇALVES, M. C. Análise de Fatores (AFA). In: Apostila de Multivariada. UFGD, Dourados, 2012.

GONÇALVES, M. C.; FRITSCHÉ-NETO, R. Tópicos especiais de biometria no melhoramento de plantas: com exemplos numéricos e de programação no SAS®. **Suprema**, Visconde do Rio Branco, MG, 2012.

GRANDIN, T.; JOHNSON, C. Animals in translation: using the mysteries of autism to decode animal behavior. Rio de Janeiro, **Rocco**, 2010.

HÄRDLE, W.; SIMAR, L. Applied multivariate statistical analysis. 3. ed. Berlin: **Springer**, 2012.

HILL, A.; BROUWER, A.; DONALDSON, N.; LAMBTON, S.; BUNCIC, S.; GRIFFITHS, I. A risk and benefit assessment for visual-only meat inspection of indoor and outdoor pigs in the United Kingdom. **Food Control**, v. 30, 255-264, 2013.

HORTA, F.C.; ECKHARDT, O.H.O.; GAMEIRO, A.H.; MORETTI, A.S. Estratégias de sinalização da qualidade da carne suína ao consumidor final. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 16, n. 1-4, p. 15-21, 2010

HOSMER, D.W.; LEMESHOW, S.; STURDIVANT, R. Applied Logistic Regression. 3 ed. Hoboken, NJ: **John Wiley & Sons**, 2013.

ISRAEL, H.T.; OMAR, A.R.; CONRADO, L.P.A.; ALFREDO, S.B.; FRANCISCO, H.D.; GLORIA, H.V. Handling pre-slaughter and meat quality. **Redvet**, v. 11, n. 8, 2010.

KLONT, R. Influence of Ultimate pH on meat quality and consumer purchasing decisions (2005). Disponível em: <<http://www.thepigsite.com/articles/?Display=1506>>. Acesso em: 01 mar. 2013.

KÖHLER, R.G.; FREITAS, R.J.S. Qualidade da carne suína após dois tempos de descanso no frigorífico. **Archives of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 89-94, 2005.

LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D.G.; MEDEL, P.; MATEOS, G.G. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.526-533, 2004.

LAVILLE, E.; SAYD, T.; SANTÉ-LHOUELLIER, V.; LABAS, M.M.R.; FRANCK, M.; CHAMBON, C.; MONIN, G. Characterization of PSE zones in semimembranosus pig muscle. **Meat Science**, v.7, n.1, p.167-172, 2005.

LEWIS, N. J.; BERRY, R. J. Effects of the season on the behaviour of early weaned piglets during and immediately following transport. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 100, p. 182-192, 2006.

LUDTKE, C. B. et. al. Bem-estar e qualidade de carne de suínos submetidos a diferentes técnicas de manejo pré abate. v. 11, n. 1, p. 231-241, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 2010.

LUDTKE, C.B.; DALLA COSTA, O.A.; ROÇA, R.O.; SILVEIRA, E.T.F.; ATHAYDE, N.B.; ARAÚJO, A. P. Bem-estar animal no transporte de suínos e sua influência na qualidade da carne e nos parâmetros fisiológicos do estresse. **Comunicado Técnico**, Concórdia, n.475, 2009. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58071/1/CUsersPiazzonDocuments459.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2013.

MAGANHINI, M.B.; MARIANO, B.; SOARES, A.L.; GUARNIERI, P.D.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E.I. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, p69-72, 2007.

MANTECA, X.; VILLALBA, J. J.; ATWOOD, S. B.; DZIBA, R.; PROVENZA, F. D. Is dietary choice important to animal welfare? **Journal of Veterinary Behaviour**, v. 3, p. 229-239, 2008.

MEDINA, I.M. Manejo pré-abate de suínos com reatividade divergentes e os seus impactos na bioquímica muscular pós-abate. Dissertação (Mestrado em Ciências), 50 f., **ESALQ/USP**, 2009.

MENDES, C.A.B.; VEJA, F.A.C. Técnica de regressão logística aplicada à análise ambiental. **Revista Geografia**, Londrina, v. 20, n.1, p. 5-30, jan./abr. 2011.

MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA – MPA. Caminhões feira do peixe 2012. Disponível em: <<http://www.mpa.gov.br/infraestrutura-e-fomentompa/infraestrutura/logistica-gestao/equipamentos-publicos-de-apoio-a-rede-de-logistica-da-pesca-e-aquicultura>>. Acesso em: 25 fev. 2012.

MOTA-ROJAS, D. et al. Effects of mid-summer transport duration on pre-and-post slaughter performance and pork quality in Mexico. **Meat Science**, v. 73, p.404-412, 2006.

NÄÄS, IRENILZA A. Novos conceitos de ambiência e bem estar na avicultura. **Ave Expo**, 2005.

OCHOVE, V.C.C.; CARAMORI JUNIOR, J.G.; CORRÊA, G.S.S.; BERTOLONI, W.; ROÇA, R.O.; SILVA, G.S.; CRUZ, R.A.S. Influência da distância no bem-estar e

qualidade de carne de suínos transportados em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n. 4, p. 1117-1126, 2010.

OCHOVE, V.C.C. Influência da distância no bem estar e qualidade da carne de suínos transportados em Mato Grosso. 2009. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), **Universidade Federal do Mato Grosso**, 2009.

PEREIRA, S. A.; OLIVEIRA, G. C.; SEVERIANO, E. C.; BALBINO, L. C.; OLIVEIRA, J. P. Análise de componentes principais dos atributos físicos de um latossolo vermelho distrófico típico sob pastagem e mata. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 2, p. 87-97, 2010.

PEREZ, C.; CASTRO, R.; FURNOLS, M.F. The pork industry: a supply chain perspective. **British Food Journal**, v. 111, n. 3, p. 257-274, 2009.

POSMOVIL. Carroceria metálica dois andares. Disponível em: <<http://www.posmovil.com.br/>>. Acesso em: 17 set. 2012.

REIS, J.G.M.; SANTOS, R.C.; MACHADO, S.T.; OLIVEIRA, R.V. Impactos no transporte de suínos entre a granja e o frigorífico. **ENEGEP**, 2012.

RIBEIRO FILHO, J. G. Aplicações da técnica de análise de correlações canônicas na previsão climática sazonal no Ceará. Dissertação (Mestrado em Ciências Físicas Aplicadas), 121 f., Universidade Estadual do Ceará, **UECE**, 2009.

RITTER, M.J.; ELLIS, M.; BERRY, N.L.; CURTIS, S.E.; ANIL, L.; BERG, E.; BENJAMIN, M.; BUTLER, D.; et al. Transport losses in Market weight pigs: I. A review of definitions, incidence, and economic impact. **The professional Animal Scientist**, v. 25, p. 404-414, 2009.

RMS EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS. Carroceria metálica equipamento de elevação. Disponível em: <<http://www.hidromecanica.com.br/>>. Acesso em: 17 set. 2012.

RODRIGUES, P. G.; BRANCO, J. A. A análise de componentes principais sobre dados dependentes. **UNL.**, p. 1-26, 2006.

SANTIAGO, J.C.; CALDARA, F.R.; SANTOS, V.M.O.; SENO, L.O.; GARCIA, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L. Incidência da carne PSE (pale, soft, exsudative) em suínos em razão do tempo de descanso pré-abate e sexo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 6, p. 1739-1746, 2012.

SANTOS, E. F. N.; SANTORO, K. R.; FERREIRA, R. L. C.; SANTOS, E. S.; SANTOS, G. R. A. Formação de grupos produtivos em vacas leiteiras por meio de componentes principais. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 28, n.º 3, p. 15-22, São Paulo, 2010.

SANTOS, T.M.B.; CAPPI, N.; SIMÕES, A.R.P.; SANTOS, V.A.C.; PAIANO, D.; GARCIA, E.R.M. Diagnóstico do perfil do consumidor de carne suína no município

de Aquidauana-MS. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 12, n.1, p. 1-13, 2011.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FAUCITANO, L.; DADGAR, S.; SHAND, P.; GONZÁLEZ, L.A.; CROWE, T.G. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: a review. **Meat Science**, v. 92, p. 227-243, 2012.

SCIENTIFIC VETERINARY COMMITTEE. The welfare of intensively kept pigs (1997). Disponível em: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/oldcomm4/out17_en.pdf. Acesso em: 17 set. 2012.

SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE. Suinocultura, carne in natura, embutidos e defumados: estudo de mercado: relatório completo. São Paulo: **ESPM**, 2008.

SEPÚLVEDA, W.S.; MAZA, M.T.; PARDOS, L. Aspects of quality related to the consumption and production of lamb meat. Consumers versus producers. **Meat Science**, v. 87, p. 366-372, 2011.

SILVA, I.J.O.; VIEIRA, F.M.C. Ambiência animal e as perdas produtivas no manejo pré-abate: o caso da avicultura e corte brasileira. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, p. 113-131, 2010.

SILVA, K.O.; NÄÄS, I.A. Avaliação do uso de identificadores eletrônicos em suínos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 26, n.1, p. 11-19, 2006.

SILVEIRA, E.T.F. Manejo pré-abate de suínos e seus efeitos na qualidade da carcaça e carne. **Suínos & Cia**, ano VI, n.34, 2010.

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.

SHTATLAND, E.S.; KLEINMAN, K.; CAIN, E.M. Stepwise methods in using SAS proc logistic and SAS enterprise miner for prediction. **Users Group International (SUGI) 28** proceeding. Cary, NC, 2003.

SWANSON. J. C. Farm Animal Well-being and Intensive Production systems. **Journal Animal Science**, v. 73, p. 2744-2751, 1995.

TEMPLE, D., MANTECA, X., VERLARDE, A., & DALMAU, A. Assessment of animal welfare through behaviour parameters in Iberian pigs in intensive and extensive conditions. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 131, p. 29-39, 2011.

TERLOUW, C. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience. A brief review of recent findings. **Livestock Production Science**, v. 94, p. 125-135, 2005.

TOLON, Y.B.; BARACHO, M.S.; NÄÄS, I.A.; ROJAS, M.; MOURA, D.J. Ambiências térmica, aérea e acústica para reprodutores suínos. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 01, p. 1-13, Jaboticabal, 2010.

TONIAL CARROCERIAS. Carroceria de madeira dois andares. Disponível em: <<http://www.carroceriastonial.com.br/>>. Acesso em: 17 fev. 2013.

TRIEL-HT. Carroceria metálica três andares. Disponível em: <<http://www.trielht.com.br/novosite/>>. Acesso em: 17 fev. 2013.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MORI, F. A. Correlação canônica das características químicas e físicas da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*. **CERNE**, v. 9, n. 1, p. 66-80, 2003.

UNIÃO BRASILEIRA DE AVICULTURA - UBABEF. Relatório anual 2012. Disponível em: <http://www.abef.com.br/ubabefnovo/publicacoes_relatoriosanuais.php>. Acesso em 25 fev. 2013.

VARELLA, C. A. A. Análise de componentes principais. **UFRRJ**, 2008.

VENTURINI, K.S.; SARCINELLI, M.F.; SILVA, L.C. Abate de suínos. Boletim Técnico, **PIE-UFES:01407**, 2007. Disponível em: <http://www.agais.com/telomc/b01407_abate_suinos.pdf>. Acesso em: 02 mar. 2013.

VICINI, L. Análise Multivariada da teoria a prática. UFSM, Santa Maria, RS, 2005.

WARRISS, P. D.& BROWN, S. N. Bem estar de suínos e qualidade da carne: uma visão britânica. **I Conferência Virtual Internacional sobre a Qualidade de Carne Suína**, Embrapa, 2000.

YU, J.; TANG, S.; BAO, E.; ZHANG, M.; HAO, Q.; YUE, Z. The effect of transportation on the expression of heat shock proteins and meat quality of *M. longissimus dorsi* in pigs. **Meat Science**, v. 38, p. 474-478, 2009.

ZANELLA, A. J., DURAN, O. Bem-estar de suínos durante o embarque e o transporte: uma visão europeia. **EMBRAPA**, Concórdia, SC, 2000.

**Capítulo 2 - ANÁLISE MULTIVARIADA INTEGRADA PARA AVALIAÇÃO
DOS EFEITOS DO MANEJO PRÉ-ABATE NA QUALIDADE DA CARNE
SUÍNA**

**Chapter 2 - INTEGRATED MULTIVARIATE ANALYSIS TO EVALUATE
OF THE EFFECTS OF PRE-SLAUGHTER HANDLING ON PORK
QUALITY**

RESUMO: Este estudo objetivou investigar a influência do manejo pré-abate na incidência de carne PSE (*Pale, Soft and Exudative*) em suínos abatidos em um abatedouro comercial, localizado na região da grande Dourados-MS. A partir do banco de dados (n=1.832 carcaças), foi possível aplicar a análise multivariada integrada, com a finalidade de identificar dentre as variáveis selecionadas quais representavam maior relevância para o estudo. A Análise de Componentes Principais, apresentou que as cinco primeiras componentes explicaram 89,28% da variância total. Na Análise de Fatores, o primeiro fator representou as condições fatigantes e de estresse térmico para os suínos durante o manejo pré-abate, correlacionadas ao tempo de transporte, ambiência e o descarregamento. De modo geral, os resultados indicaram a influência das etapas do manejo pré-abate, evidenciando aquelas que representam maior estresse e ameaça ao bem-estar animal e qualidade da carne suína, quais sejam o tempo de transporte, de descanso médio nas baias, de espera no pátio, de descarregamento e a ambiência.

Palavras Chave: Operação de transporte, Ambiência, Carne PSE, Análise multivariada.

INTEGRATED MULTIVARIATE ANALYSIS TO EVALUATE OF THE EFFECTS OF PRE-SLAUGHTER HANDLING ON PORK QUALITY

ABSTRACT: The aim of this study was to investigate the effect of pre-slaughter handling on the occurrence of PSE (*Pale, Soft and Exudative*) meat in swine slaughtered in a commercial slaughterhouse located in the region of greater Dourados, MS, Brazil. Based on the database (n=1,832 carcasses), it was possible to apply integrated multivariate analysis for the purpose of identifying which variables represented greatest relevance for the study among those selected. Principal Component Analysis showed that the first five components explained 89.28% of total variance. In Factor Analysis, the first factor represented the thermal stress and fatiguing conditions for the swine during pre-slaughter handling, correlated with transport time, environment and unloading. In general, the study's results indicate the influence of the pre-slaughter handling stages, placing in evidence those that represent greatest stress and threat to animal well-being and pork quality, which are transport time, resting period, waiting time to unloading, unloading time and surroundings.

Keywords: Transport operation, Environment, PSE meat, Multivariate analysis.

2.1. INTRODUÇÃO

A obtenção de produtos cárneos se conclui em três estágios: criação (parâmetros de produtividade); transformação (características da carcaça) e comercialização (percepção sensorial da qualidade da carne pelo consumidor) (ZURITA-HERRERA et al., 2011). A qualidade da carne suína está associada a diversos fatores que afetam o animal antes da transformação do músculo em carne, inclusive o próprio processo de transformação (COSTA et al., 2002). O controle do pH final é determinante para a qualidade da carne, pois suas propriedades funcionais são uma função das reações glicolíticas *post-mortem*, que afetam o pH da carne (MENDES & KOMIYAMA, 2011).

O conceito de bem-estar do animal durante as operações de manejo pré-abate devem ser aplicadas em todas as etapas, contribuindo para a redução do estresse animal, provocado por estímulos (fome, sede e medo), que causam alterações fisiológicas e metabólicas (MOTA-ROJAS et al., 2011). Dentre os principais problemas do manejo pré-abate está a mudança brusca de ambiente (LUDTKE et al., 2012). Além disso, o tempo de jejum, a interação homem-animal, as operações de movimentação, carregamento, densidade, trajeto e descarregamento, tempo e distância da granja até o frigorífico, condições climáticas, período de descanso no frigorífico, entre outros podem afetar significativamente a homeostase animal (SILVEIRA, 2010; ARAÚJO et al., 2011; SANTIAGO et al., 2012).

Estudos na área de produção de alimentos são de natureza muito complexa, e a qualidade destes é determinado pela combinação de uma série de fatores, como constituintes químicos e estruturas físicas complexas (NAES et al., 1996). Neste sentido, o autor recomenda o uso da análise multivariada para avaliação da qualidade dos alimentos. A análise multivariada trata de princípios e métodos elaborados objetivando a análise simultânea de variáveis experimentais correlacionadas. Assim, os métodos multivariados envolvem processos de redução, otimização, ordenação e classificação de dados multidimensionais (GONÇALVES & FRITSCHÉ-NETO, 2012).

Neste contexto, a análise estatística multivariada pode auxiliar os frigoríficos e produtores a detectarem quais os principais fatores que afetam a qualidade da carne suína, bem como a relação entre as variáveis associadas. Assim,

objetivou-se investigar os fatores envolvidos nas operações de manejo pré-abate, com mais influência sobre a velocidade de queda do pH *post-mortem* e, conseqüentemente, sobre a qualidade da carne suína.

2.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados dados de 1.832 carcaças, provenientes de 33 lotes de suínos diferentes, utilizando-se banco de dados de um abatedouro comercial, situado no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, no período de maio de 2009 a julho de 2010.

Os dados meteorológicos referentes às datas das avaliações das carcaças no abatedouro foram obtidos da Estação meteorológica da UFGD. Utilizando-se os valores médios diários de temperatura e umidade relativa do ar, foram calculadas as temperaturas de bulbo seco (Tbs) e bulbo úmido (Tbu) do ar através do programa Psicrom® (RORIZ, 2003) e, posteriormente, foram calculados os Índices de Temperatura e Umidade (ITU) utilizando-se a Equação 1 (ROLLER & GOLDMAN, 1969).

$$ITU = 0,45 Tbu + 1,35 Tbs + 32 \quad (1)$$

Foram avaliadas nove variáveis divididas em dois grupos distintos, *ante-mortem*: Índice de Temperatura e Umidade (ITU), tempo total da operação de manejo pré-abate, em horas (T6), composto pelas variáveis de tempo de carregamento (T1), tempo de viagem (T2), tempo de espera no pátio (T3), tempo de descarregamento (T4) e tempo de descanso médio na pocilga do abatedouro (T5), em horas, e *post-mortem*: potencial hidrogeniônico da carcaça (pH₄₅) e temperatura da carcaça em graus Celsius (TC). Para determinação do tempo total de manejo pré-abate (T6), foi realizada a somatória dos tempos utilizados em cada atividade: embarque, transporte, desembarque, espera no pátio e tempo médio de descanso.

Para a análise dos dados, utilizou-se de estatística multivariada integrada, inicialmente, aplicou-se a Análise de Componentes Principais (ACP), que objetiva analisar estruturas de correlações entre caracteres, promover a eliminação destas que pouco contribuem com a variação de um grupo de indivíduos avaliados (GONÇALVES & FRITSCHÉ-NETO, 2012). Para tanto, o método ACP consiste em transformar um conjunto de variáveis Z_1, Z_2, \dots, Z_p em um novo conjunto de variáveis

Y_1 (CP_1), Y_2 (CP_2), ..., Y_p (CP_p) não correlacionadas entre si e arranjadas numa ordem decrescente de variância, sendo que os primeiros componentes principais contêm a maior variabilidade dos dados originais (PAIVA et al., 2010). E, considerando o fato das variáveis originais possuírem diferentes unidades de medida, deve-se realizar a padronização das variáveis, para estimar os componentes principais (GONÇALVES & FRITSCHÉ-NETO, 2012). Além disso, os coeficientes dos componentes principais são indicadores da magnitude da correlação entre as variáveis padronizadas e os componentes principais.

Segundo Gonçalves & Fritsche-Neto (2012), a equação que expressa o componente principal (Y_j), sendo este uma combinação linear da variável original (Z_j), é dada por $Y_j = a_1 Z_1 + a_2 Z_2 + \dots + a_p Z_p$ para o primeiro componente; e seja Y_j outro componente principal, este será expressado por $Y_j = b_1 Z_1 + b_2 Z_2 + \dots + b_p Z_p$. Entre todos os componentes estimados, o Y_1 apresenta a maior variância e Y_2 a segunda maior variância das variáveis originais. Por exemplo, o primeiro componentes principal deste estudo pode ser expressado da seguinte forma: $CP_1 = a_1 pH_{45} + a_2 TC + a_3 T1 + a_4 T2 + a_5 T3 + a_6 T4 + a_7 T5 + a_8 T6 + a_9 ITU$, em que a_j ($j = 1, 2, \dots, 9$) são os elementos dos autovetor (coeficientes) associados ao autovalor λ_1 . Os demais componentes principais seguirão a mesma estrutura do CP_1 , alterando os valores do seus respectivos autovetores.

Posteriormente, realizou-se a Análise de Fatores (AFA), partindo do princípio que cada variável pode ser decomposta em duas partes, a comum e a específica, sendo que a parte comum é a variação partilhada com as demais variáveis e a parte específica e a sua própria variação, gerando fatores que permitem explicar a maior variância dos dados originais (PREARO et al., 2010). Neste sentido, a AFA pode ser aplicada neste trabalho, pois busca-se através de uma grande quantidade de dados, gerar fatores e através das comunalidades entre as variáveis, verificar o grau de dependência entre elas (BAKKE et al., 2008).

Em seguida, submeteu-se os dados à Análise de Agrupamento (AA), buscando a formação de grupos com propriedades homogêneas entre si e heterogêneas entre eles, analisando a partir de uma grande amostra homogênea as diferença entre grupos formados, sendo que esta deve ser a maior possível (HÄRDLE & SIMAR, 2012). Neste trabalho, utilizou-se o método da Ligação Média entre Grupos (UPGMA), usando a distância generalizada de Mahalanobis, para avaliar se existem

divergências entre os lotes quanto à expressão das variáveis analisadas. Em complemento, aplicou-se a Análise de Correlações Canônicas (ACC), objetivando expressar as relações multidimensionais lineares existentes entre dois grupos ou conjunto de variáveis (BRUM et al., 2011). Dessa forma, todas as variáveis deste trabalho foram avaliadas pelos quatro métodos de análise multivariada citados acima, com exceção da variável T6 que foi avaliada por três métodos (ACP, AA e ACC). As análises estatísticas multivariadas foram realizadas utilizando o aplicativo computacional Genes (CRUZ, 2006).

2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cinco primeiros componentes principais (CP), aqueles com variância maior que 0,7, explicaram 89,28% da variância preservada dos dados originais. As nove variáveis originais podem ser analisadas a partir dos cinco CPs, o que garante uma reprodução da variabilidade de aproximadamente 90%. Dessa forma, representando maior influência na qualidade da carne suína, sendo que a contribuição individual de cada componente foi CP₁ (37,76%), CP₂ (19,48%), CP₃ (13,65%), CP₄ (9,51%) e CP₅ (8,86%), como mostra a Tabela 3.

Tabela 3. Proporção da variação explicada e acumulada pelos Componentes Principais, para a variável da qualidade da carne suína, com base em 1.832 carcaças. **Table 3.** Proportion of variance explained and cumulative by Principal Components for variables pork quality, based on 1,832 carcass

CP ₍₁₎	$\lambda_{(2)*}$	p1% ₍₃₎	p2% ₍₄₎
CP ₁	3,39	37,76	37,76
CP ₂	1,75	19,48	57,24
CP ₃	1,22	13,65	70,90
CP ₄	0,85	9,51	80,42
CP ₅	0,79	8,86	89,28
CP ₆	0,68	7,61	96,90
CP ₇	0,27	3,09	99,98
CP ₈	<0,01	<0,01	99,99
CP ₉	<0,01	<0,01	100,0

⁽¹⁾As variáveis originais que representam maior variação nos CPs são: T2, T5, pH₄₅, T3, T1, TC, ITU, T4 e T6, respectivamente. ⁽²⁾Autovalores. *Valores em negrito indicam os autovalores superiores ou iguais a 0,7. ⁽³⁾p1: Proporção da variação explicada. ⁽⁴⁾p2: Proporção da variação explicada acumulada.

As quatro variáveis que apresentaram maiores coeficientes, a partir do último CP foram descartadas da análise, por apresentar autovalor inferior a 0,7, indicando pouca contribuição na variação total, sendo: T6, T4, ITU e TC. Em estudo de características de produção de aves de postura, PAIVA et al. (2010) utilizaram a técnica de ACP e observaram que, das onze variáveis avaliadas, apenas três (77%), foram selecionadas como as mais importantes para o estudo. Avaliando 10 características da qualidade da carne suína (*post-mortem*), BARBOSA et al. (2006), concluíram que quatro variáveis (40%) podem ser descartadas.

Neste estudo, destacam-se as variáveis: tempo de transporte (T2), tempo de descanso médio (T5), potencial hidrogeniônico (pH₄₅), tempo de espera no pátio (T3) e tempo de carregamento (T1) (Tabela 4). Dessa forma, pode-se inferir que a variação apresentada pelos cinco primeiros CP's está associada à influência do manejo pré-abate, pois dentre estes, quatro correspondem as etapas de manejo pré-abate. Os conceitos de bem-estar e ambiência devem ser considerados em todas as etapas das operações de manejo pré-abate, pois suínos expostos a maior tempo de transporte, conseqüentemente, maior exposição aos fatores climáticos, às más condições das estradas, aumentam o estresse do animal ocasionando maior exaustão do glicogênio muscular influenciando nos níveis do pH (OCHOVE et al., 2010).

Apesar da ambiência apresentar pouca contribuição na variação total da amostra pela ACP, está tem influência direta no conforto térmico do animal, principalmente, no Estado de Mato Grosso do Sul, que está localizado no cerrado, com clima, predominantemente, quente e seco. O bem-estar dos suínos são influenciados pelas condições climáticas e em certas épocas do ano ultrapassam os limites do conforto animal (SARUBBI et al., 2012). O tempo total de manejo pré-abate, o manejo em si e as operações de transporte são consideradas estressores ao animal, uma vez que expõe os suínos a novos fatores e ambientes (HORTA et al. 2010; SILVEIRA, 2010; REIS et al., 2012). Neste estudo, no tempo total de manejo pré-abate (T6), foram considerados valores entre 5,7 a 19 horas, sendo destacados o tempo de transporte, tempo de descanso médio, tempo de espera no pátio e tempo de carregamento, com maior peso dentre as demais etapas.

Tabela 4. Coeficientes de ponderação dos nove componentes principais extraídos com base nas variáveis pH45, TC, T1, T2, T3, T4, T5, T6 e ITU. **Table 4.** Weighting Coefficients of nine principal components extracted based on variables pH45, TC, T1, T2, T3, T4, T5, T6 e ITU.

Componente	Variáveis ⁽²⁾								
	pH45	TC	T1	T2	T3	T4	T5	T6	ITU
CP ₁	0,0099	-0,0309	-0,2638	0,3658	0,4000	0,4952	0,3172	0,4652	0,2707
CP ₂	0,0186	0,2002	0,3655	0,3768	-0,0057	0,2336	-0,5225	-0,2727	0,531
CP ₃	0,6997	-0,662	0,2102	0,0204	-0,073	-0,0354	0,0294	0,0468	0,1338
CP ₄	0,525	0,3323	-0,2129	-0,2691	0,5265	0,1795	-0,2831	-0,1978	-0,2597
CP ₅	0,0632	0,3252	0,6693	-0,3940	0,214	-0,1064	0,2927	0,3243	0,1978
CP ₆	-0,4799	-0,5518	0,1678	-0,2968	0,5059	0,1485	-0,2418	-0,1070	-0,0328
CP ₇	-0,0027	0,0076	0,4622	0,4211	-0,0217	0,2517	-0,0663	0,1468	-0,7205
CP ₈	0,0000	0,0001	-0,0182	-0,4769	-0,5017	0,7096	-0,0849	0,0984	0,0004
CP ₉	0,0001	0,0001	-0,1313	-0,0561	-0,0593	-0,2578	-0,6242	0,7211	-0,0009

⁽¹⁾Em negrito as quatro variáveis passíveis de descarte, por apresentar menos importância na explicação da variância total. ⁽²⁾pH45 – potencial hidrogeniônico, após 45 minutos de abate, TC – Temperatura da Carcaça, T1 – Tempo de Carregamento, T2 – Tempo de Viagem, T3 – Tempo de Espera no pátio, T4 – Tempo de Descarregamento, T5 – Tempo de Descanso médio, T6 – Tempo Total do manejo pré-abate, ITU – Índice de Temperatura e Umidade.

A ACP foi importante na avaliação das variáveis, pois possibilitou identificar aquelas que mais contribuem para a variação total da qualidade da carne suína. A aplicação da ACP foi também utilizada na avaliação da carcaça e qualidade da carne (CAÑEQUE et al., 2004). No presente estudo, os resultados da ACP indicam que 10,72% das variáveis analisadas foram redundantes, podendo ser descartadas: tempo total de manejo pré-abate, tempo de descarregamento, índice de temperatura e umidade e a temperatura de carcaça.

Na seleção do número de fatores retidos foram utilizados aqueles que apresentaram maiores proporções da variância total, a partir de 60%, sendo o ideal 80%, ou ainda considerar apenas os autovalores maiores ou igual a 1,0, representando pelo menos a informação de variância de uma variável original (GONÇALVES & FRITSCHÉ-NETO, 2012).

As comunalidades entre os fatores foram superiores a 0,70, equivalentes a uma correlação igual ou superior a 0,80 entre a variável padronizada e a parte comum, o que evidencia alta eficiência na representação das variáveis por uma parte comum, em caso de comunalidades abaixo desses valores a variável deve ser excluída e análise de fatores deve ser realizada novamente (FIGUEIREDO & SILVA JÚNIOR, 2010), como aparecem na Tabela 5.

O primeiro fator (F1), agrupou três variáveis, sendo Tempo de transporte (T2), Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Tempo de descarregamento (T4), com cargas fatoriais acima de 0,7, assim, este fator representa as condições fatigantes e de estresse térmico a que o animal é submetido, sendo altamente correlacionado com as condições de tempo de viagem, ambiência e descarregamento. Como estas variáveis possuem efeitos similares na qualidade da carne, devem ser analisadas conjuntamente.

Dos cinco tempos que compõem o tempo de manejo pré-abate, dois (T2 e T4) são significativos para a influência na qualidade da carne. De acordo Fisher (2008), a distância entre os pontos de produção e de processamento, justifica as operações de transporte de animais, que podem impactar no bem-estar animal de três formas: primeira (manejo dos tratadores, embarque e desembarque do veículo e o ambiente novo), induzindo ao estresse psicológico; segunda (tempo de jejum, densidade do transporte) são desafios fisiológicos e de fadiga para os animais; terceira (condições térmicas e físicas do veículo), representando um risco para a integridade física dos animais transportados.

Tabela 5. Proporção da variação explicada e as comunalidades extraídas pela análise de fatores após rotação Varimax com quatro fatores, para variáveis da qualidade da carne suína, com base em 1.832 carcaças. **Table 5.** Proportion of variance explained and commonalities extracted by Factor Analysis after the Varimax rotation with four factors, for variables pork quality, based on 1.832 carcass.

$\lambda_{(1)*}$	p1%(2)	p2%(3)	Variável	Fator				$\phi_{(4)}$
				F1	F2	F3	F4	
2,70	33,79	33,79	T2	<u>0,904</u>	-0,209	0,043	0,139	0,883
1,84	23,01	56,81	TC	0,070	-0,249	<u>-0,876</u>	0,105	0,846
1,32	16,56	73,37	pH45	-0,063	<u>0,911</u>	0,143	0,086	0,863
0,87	10,97	84,35	T3	0,230	0,220	0,039	0,892	0,899
0,50	6,30	90,66	T1	0,150	0,487	-0,232	-0,655	0,743
0,41	5,21	95,88	T5	-0,013	-0,122	<u>0,801</u>	0,321	0,761
0,32	4,11	99,99	ITU	<u>0,856</u>	0,155	-0,168	-0,034	0,786
0,00	0,00	100,00	T4	<u>0,733</u>	0,005	0,059	0,650	0,963

⁽¹⁾Autovalores. *Valores em negrito indicam os autovalores superiores ou iguais a 1,0. ⁽²⁾p1: Proporção da variação explicada. ⁽³⁾p2: Proporção da variação explicada acumulada. ⁽⁴⁾Comunalidades. Valores sublinhados indicam correlações acima de 0,7.

Os suínos, após determinando tempo de viagem, podem sofrer graves consequências físicas, como desidratação, cansaço, dificuldade na respiração e aumento do estresse (YU et al., 2009; SILVEIRA, 2010). Conjuntamente com o tempo de descarregamento, em os animais se esforçam mais, afetam a qualidade final da carne (ARAÚJO et al., 2011; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

O segundo fator (F2), apontou a variável pH₄₅, sendo classificado como a medida de qualidade da carne suína. Logo, pode-se inferir que o F2 está associado às respostas dos processos químicos da transformação do músculo em carne, que podem ser afetada pelas reações glicolíticas *post-mortem* (SANTIAGO et al., 2012).

O terceiro fator (F3), agrupou as variáveis TC e T5, indicando que este fator está associado à temperatura da carcaça e ao tempo de descanso no frigorífico. Desse modo, o ambiente das baias de descanso pode influenciar a temperatura da carcaça, contribuindo para a qualidade da carne suína (DALLA COSTA et al., 2009).

Realizando um corte no dendrograma, em 50% de dissimilaridade, pode-se observar a formação de apenas dois grupos, com pouca divergência entre os lotes (Figura 4). Este resultado permite inferir que os lotes não exercem influência sobre as variáveis analisadas, deste modo a qualidade de carne suína independe dos lotes avaliados.

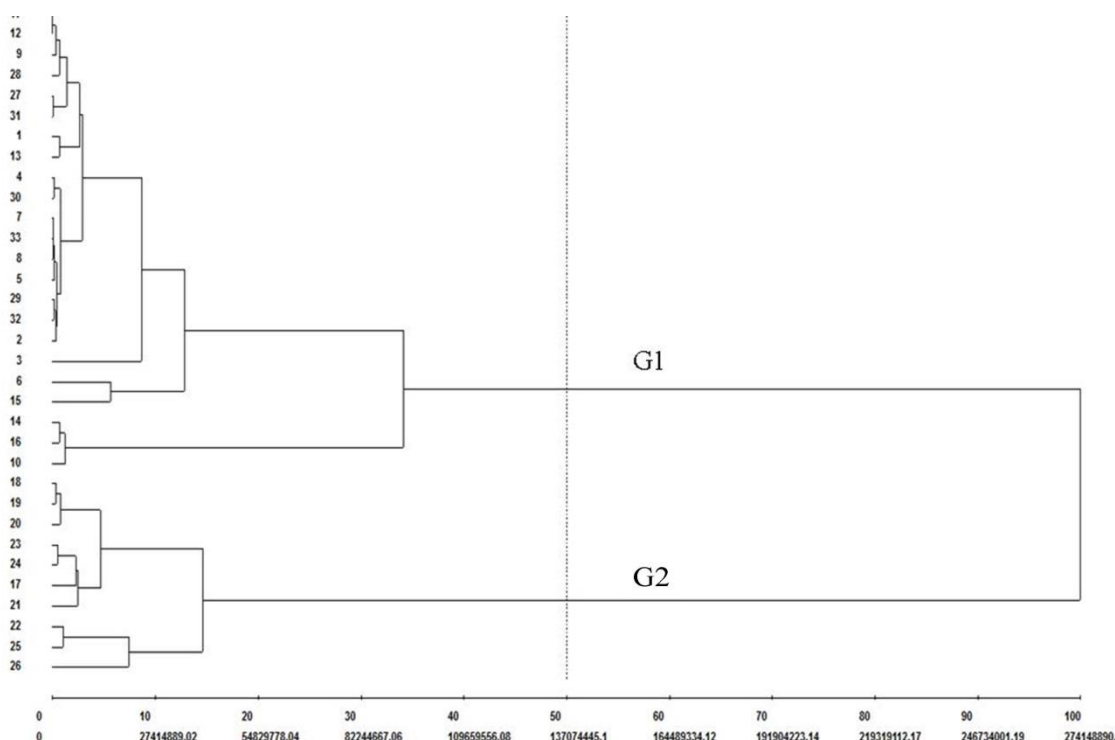


Figura 4. Dendrograma representativo da dissimilaridade entre os 33 lotes estudados, obtidas pela ligação média entre grupos (UPGMA), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade. Correlação Cofenética (0,915**). **Figure 4.** Dendrogram representing dissimilarity among the 33 lots studied obtained by the unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA), using the Mahalanobis generalized distance as a measure of dissimilarity. Cophenetic correlation (0,915**).

Assim, a Figura 4 sugere que a padronização das operações de manejo pré-abate e controle da temperatura, visando o bem-estar e o conforto térmico do animal, pode ser realizada de forma similar para os diversos lotes.

Avaliando os grupos formados pelas variáveis, em um corte de 60% no dendrograma, pode-se observar a formação de dois grupos, sendo que o G1, agrupou as variáveis de pH₄₅ e de todos os tempos que constituem o manejo pré-abate, inclusive o tempo total (T6) (Figura 5).

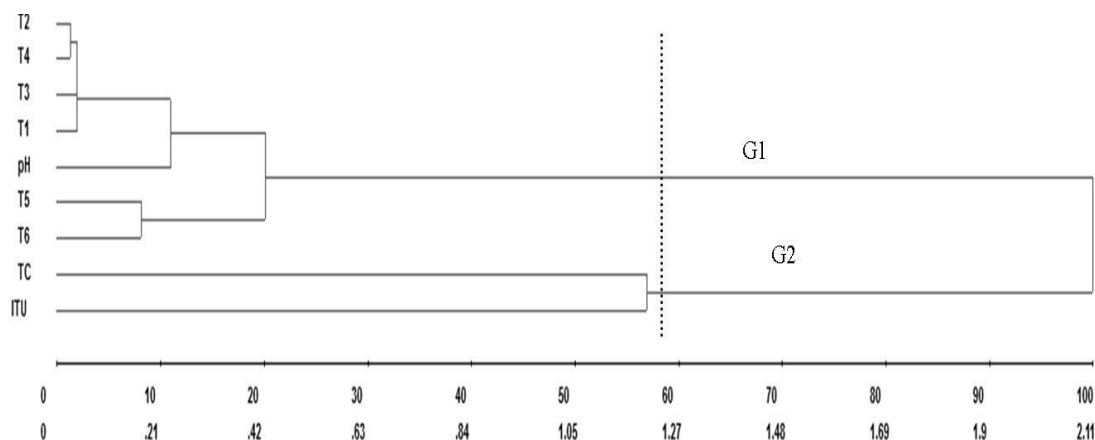


Figura 5. Dendrograma representativo da dissimilaridade entre as variáveis estudadas, obtidas pela ligação média entre grupos (UPGMA), utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade. Correlação Cofenética (0,915**) **Figure 5.** Dendrogram representing dissimilarity among the variables studied obtained by the unweighted pair group method with arithmetic mean (UPGMA), using the Mahalanobis generalized distance as a measure of dissimilarity. Cophenetic correlation (0,915**).

Pode-se prever que o primeiro grupo está associado às operações de manejo pré-abate (movimentação, interação homem-animal, carregamento, tempo de viagem, distância, entre outros) e o segundo grupo associado às condições climáticas como temperatura e umidade (Figura 5).

Na análise de correlações canônicas para verificar as associações existentes entre as variáveis: *post-mortem* (Grupo 3) e *ante-mortem* (Grupo 4), utilizou-se a matriz de correlação fenotípica (Tabela 6).

Os dois primeiros pares canônicos foram significativos pelo teste qui-quadrado, demonstrando que as variáveis não são independentes entre si. Ou seja, as variáveis *post-mortem* relacionadas à temperatura da carcaça e o pH₄₅, definidas no grupo 3, indicam forte correlação com as variáveis *ante-mortem*, relacionadas com os tempos que compõem o manejo pré-abate e o ITU (grupo 4). Consequentemente, os grupos 3 e 4 são de interesse de estudo. Com base nas cargas canônicas (correlações entre as variáveis observadas e cada par canônico) pode ser observado que o primeiro par canônico com correlação canônica $r_c = 0,6179$ ($p < 0,01$), associa carcaças com

maior temperatura (TC) e menor pH às carcaças com menor tempo de descanso médio (T5) e tempo total de manejo (T6), bem como melhor ambiência (ITU). Desse modo para se obter carcaças com melhor pH e TC, deve-se adequar o tempo de manejo pré-abate e de descanso médio em relação à ambiência.

Tabela 6. Pares e Cargas Canônicas das variáveis dos Grupos 3 e 4. **Table 6.** Loadings and Canonical pairs of variables in Groups 3 and 4.

Grupo	Variável	Pares Canônicos		Cargas Canônicas	
		1°	2°	1°	2°
3	pH ₄₅	0,2028	1,0259	-0,1016	0,9948
	TC	1,0403	0,1063	0,9810	-0,1939
	T1	1,78142	0,5089	0,1643	0,5634
4	T2	15,1904	-5,4053	0,1158	-0,3690
	T3	14,8508	-3,8871	0,0137	0,3940
	T4	-18,4171	6,8709	0,0657	0,0137
	T5	8,2237	-0,6049	-0,7719	-0,0431
	T6	-10,5639	0,7864	-0,5966	0,0639
	ITU	0,1066	0,4141	0,3274	0,1987
	$\hat{\rho}$		0,6179	0,3891	
χ^2		209,08	53,20		
G.L.		14	6		
α (%)		0,00	<0,001		

$\hat{\rho}$ - Correlação canônica, χ^2 - Qui-quadrado, G.L.- Grau de liberdade, α (%) - nível de significância.

Observando as cargas canônicas deduz-se que, o segundo par canônico, com correlação canônica $r_c = 0,3891$ ($p < 0,01$), associa carcaças com menor temperatura e maior pH₄₅, às carcaças com maior tempo de carregamento (T1) e menor tempo de transporte (T2), bem como maior tempo de espera no pátio (T3). No embarque dos suínos deve-se respeitar os princípios de bem-estar, utilizando-se tábuas de manejo, e movimentação lenta até o veículo, no máximo até 3 a 5 animais por vez, realizar a operação em horários amenos, evitando estresse ao animal (SILVEIRA, 2010; REIS et al., 2012). A utilização integrada de vários métodos de análise

multivariada melhorou a interpretação da influência das variáveis avaliadas sobre a qualidade da carne suína. Resultados semelhantes foram encontrados por PAIVA et al. (2010), que utilizou análise multivariada, combinando as informações múltiplas provenientes da unidade amostral.

2.4. CONCLUSÕES

As variáveis de tempo de transporte, tempo de descanso médio, potencial higrôgeniônico (pH₄₅), tempo de espera no pátio e tempo de carregamento são as que mais influenciaram a qualidade da carne.

Não houve influência dos lotes estudados sobre a qualidade da carne.

Existe uma associação entre ambiência e tempo total de manejo pré-abate com o pH₄₅ e a temperatura de carcaça.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA, L.; LOPES, P.S.; REGAZZI, A.J.; GUIMARÃES, S.E.F.; TORRES, R.A. Avaliação de características de qualidade da carne de suínos por meio de componentes principais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1639-1645, 2006.
- BRUM, B.; LOPES, S.J.; STORCK, L.; LUCIO, A.D.C.; OLIVEIRA, P.H.; MILANI, M. Correlações canônicas entre variáveis de semente, plântula, planta e produção de grãos em mamoneira. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 3, p. 404-411, 2011.
- CAÑEQUE, V.; PÉREZ, C.; VELASCO, S.; DÍAS, M.T.; LAUZURICA, S.; ÁLVAREZ, I.; RUIZ DE HUIDOBRO, F.; ONEGA, E.; DE LA FUENTE, J. Carcass and meat quality of light lambs using principal component analysis. *Meat Science*, Amsterdam, v. 67, p. 595-605, 2004.
- COSTA, N.L.; FIEGO, D.P.; DALL'OLIO, S.; DAVOLI, R.; RUSSO, V. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. *Meat Science*, Amsterdam, v. 61, p.41-47, 2002.
- CRUZ, C.D. Programa GENES: Biometria. UFV, Viçosa, p. 382, 2006.

CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: UFV, v. 2, 585p., 2003.

DALLA COSTA, O.A.; LUDKE, J.V.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; PELOSSO, J.V.; COLDEBELLA, A.; TRIQUES, N. Efeito do jejum na granja e condições de transporte sobre o comportamento dos suínos de abate nas baias de descanso e lesões na pele. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 10, n. 1, p. 48-58, 2009.

FIGUEIREDO FILHO, D.B.; SILVA JÚNIO R, J.A. Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial. *Opinião Pública*, Campinas, v. 16, n. 1, p. 160-185, 2010.

GONÇALVES, M. C.; FRITSCHÉ-NETO, R. Tópicos especiais de biometria no melhoramento de plantas: com exemplos numéricos e de programação no SAS®. Suprema, Visconde do Rio Branco, MG, 2012.

HÄRDLE, W.; SIMAR, L. Applied multivariate statistical analysis. 3. ed. Berlin: Springer, 2012.

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

MENDES, A.A.; KOMIYAMA, C.M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaças e carne. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 40, p. 352-357, 2011.

MOTA-ROJAS, D.; OROZCO-GREGORIO, H.; GONZÁLEZ-LOZANO, M.; ROLDAN-SANTIAGO, P.; MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, R.; SÁNCHEZ-HERMÁNDEZ, M. et al. Therapeutic approaches in animals to reduce the impact of stress during transport to the slaughterhouse: a review. *International Journal of Pharmacology*, Dokki, v. 7, n. 5, p. 568-578, 2011.

NAES, T.; BAARDSETH, P.; HELGESEN, H.; ISAKSSON, T. Multivariate techniques in the analysis of meat quality. *Meat Science*, Amsterdam, v. 43, p. 135-149, 1996.

OCHOVE, V.C.C.; CARAMORI JÚNIOR, J.G.; CORRÊA, G.S.S.; BERTOLONI, W.; ROÇA, R.O.; SILVA, G.S.; CRUZ, R.A.S. Influência da distância no bem estar e qualidade de carne de suínos transportados em Mato Grosso. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 11, n. 4, p. 1117-1126, 2010.

PAIVA, A. L. C.; TEIXEIRA, R. B.; YAMAKI, M.; MENEZES, G. R. O.; LEITE, C. D. S.; TORRES, R. A. Análise de componentes principais em características de produção de aves de postura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 2, p. 285-288, 2010.

PREARO, L.C.; GOUVÊA, M.A.; MONARI, C.; ROMEIRO, M.C. Avaliação do emprego da técnica de análise fatorial em teses e dissertações de algumas instituições de ensino superior. *Revista de Gestão*, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 621-638, 2011.

REIS, J.G.M.; SANTOS, R.C.; MACHADO, S.T.; OLIVEIRA, R.V. Impactos no transporte de suínos entre a granja e o frigorífico. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção - ENEGEP, 32, 2012. Bento Gonçalves, RS... *Anais...* Bento Gonçalves; Associação Brasileira de Engenharia de Produção, 2012. CD-Rom.

ROLLER, W.L.; GOLDMAN, R.F. Response of swine to acute heat exposure. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, Saint Joseph, v.12, n.2, p.164-169, 174, 1969.

RORIZ, M. Psicrom 1.0 – *Relações Psicométricas*. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós Graduação em Construção Civil. São Carlos, 2003.

SANTIAGO, J.C.; CALDARA, F.R.; SANTOS, V.M.O.; SENO, L.O.; GARCIA, R.G.; ALMEIDA PAZ, I.C.L. Incidência da carne PSE (pale, soft, exsudative) em suínos em razão do tempo de descanso pré-abate e sexo. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 64, n. 6, p. 1739-1746, 2012.

SARUBBI, J.; ROSSI, L.A.; MOURA, D.J.; OLIVEIRA, R.A.; MAIA, A.P.A. Nocturnal thermal comfort in facilities for growing swines. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 32. n.6, p. 1034-1040, 2012.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FAUCITANO, L.; DADGAR, S.; SHAND, P.; GONZÁLEZ, L.A.; CROWE, T.G. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: a review. *Meat Science*, Amsterdam, v. 92, p. 227-243, 2012.

SILVEIRA, E.T.F. Manejo pré-abate de suínos e seus efeitos na qualidade da carcaças e carne. *Suínos & Cia*, Campinas, v. 4, n. 34, p. 24-33, 2010.

YU, J.; TANG, S.; BAO, E.; ZHANG, M.; HAO, Q.; YUE, Z. The effect of transportation on the expression of heat shock proteins and meat quality of *M. longissimus dorsi* in pigs. *Meat Science*, Amsterdam, v. 83, p. 474-478, 2009.

ZURITA-HERRERA, P.; DELGADO, J.V.; ARGÜELLO, A.; CAMACHO, M.E.
Multivariate analysis of meat production traits in Murciano-Granadina goat kids. *Meat Science*, Amsterdam, v. 88, p. 447-453, 2011.

**Capítulo 3 – OPERAÇÃO DE TRANSPORTE E TEMPO DE DESCANSO NA
INCIDÊNCIA DE CARNE PSE (*Pale, Soft and Exudative*) EM SUÍNOS**

**Chapter 3 – TRANSPORTATION MANAGEMENT AND RESTING TIME
ON THE OCCURRENCE OF PSE (*Pale, Soft and Exudative*) MEAT IN PIGS**

Resumo: Este estudo teve como objetivo investigar a incidência de carne PSE (*Pale, Soft and Exudative*) em suínos abatidos em um abatedouro comercial, localizado em Mato Grosso do Sul, Brasil. A partir do banco de dados (n=854 carcaças), aplicou-se a regressão logística múltipla, com a finalidade de desenvolver um modelo de predição, para constatar a influência das variáveis selecionadas na probabilidade de risco de incidência de carne PSE. Dessa forma, a variável dependente foi construída pela identificação de carne PSE em carcaças de suínos com valores de pH₄₅ inferior ou igual a 5,8. E, para obtenção do modelo com maior capacidade de predição, aplicou-se o método de máxima verossimilhança para estimação de parâmetros e a técnica *stepwise* para seleção de variáveis explicativas. As variáveis selecionadas com maior poder de predição foram: temperatura de carcaça, tempo de embarque, velocidade média durante o transporte e o tempo de descanso médio dos animais nas baias. O modelo obtido apresentou capacidade de predição de 91,8%.

Palavras-chave: manejo pré-abate, ambiência, regressão logística, técnica *stepwise*

Abstract: The aim of this study was to investigate the occurrence of PSE (Pale, Soft and Exudative) meat in swine slaughtered in a commercial slaughterhouse located in the Mato Grosso do Sul, Brazil. Based on a database (n=854 carcasses), multiple logistic regression was applied for the purpose of developing a prediction model to verify the effect of the selected variables on the probable risk of occurrence of PSE meat. Thus, the dependent variable was constructed through the identification of PSE meat in swine carcasses with pH₄₅ values less than or equal to 5.8. In addition, the maximum likelihood standard for estimation of parameters and the stepwise technique for selection of explanatory variables were applied to obtain the model with the greatest predictive capability. The variables selected with the greatest predictive power were: carcass temperature, time of shipping, average speed during transport and the average resting time of the animals in the stalls. The model obtained presented predictive capability of 91.8%.

Keywords: pre-slaughter handling, environment, logistic regression, stepwise technique

3.1. INTRODUÇÃO

A duração do transporte de animais, em especial, de suínos pode ser extremamente estressante, afetando suas condições físicas e psíquicas (Reis et al., 2012). O ambiente, o tipo de veículo, a densidade, a movimentação, o embarque e o desembarque, o horário de coleta, o uso de equipamentos adequados, etc. (Dalla Costa et al., 2012), influenciam o bem-estar do animal durante a operação de manejo pré-abate.

O transporte de animais deve ser muito bem planejado, considerando as boas práticas de manejo animal, bem-estar e conforto térmico, pois a movimentação inadequada implica em sintomas como aumento dos batimentos cardíacos, ansiedade, medo, dentre outros (Delezie et al., 2007). As situações geram o máximo estresse para o animal são os momentos do embarque e desembarque, devido a interação homem-animal e de mudança de ambiente (Silveira, 2010).

Estudo realizado por Ritter et al. (2009), sobre o impacto econômico das perdas do transporte para o mercado, baseado no abate de suínos (em kg), para a indústria estadunidense em 2006, apresentou índices médios de 0,22% (suínos mortos) e 0,44% (suínos inaptos), representando uma perda financeira direta por animal de US\$105,03 e US\$17,18, respectivamente; e, perdas financeiras indiretas de US\$20,47 por animal, para ambos os casos. O valor total estimado para perda financeira direta no transporte foi US\$31.796.810,00 e indireta de US\$14.008.481,00, ou seja, estimou-se que em 2006, as perdas no transporte de suínos representou um custo de aproximadamente 46 milhões de dólares para a indústria.

Em regiões de clima quente, como no Brasil, cuidados no transporte de animais vêm sendo discutido por diversos autores, entre eles: Dalla Costa et al. (2007), Silveira (2010), Santiago et al. (2012), Reis et al. (2012). A zona de conforto térmico para suínos em terminação varia entre 16 a 18°C, e umidade entre 60 a 80%, sendo mais recomendado 70% (Leal & Nääs, 1992; Amaral et al., 2006). O ambiente térmico é avaliado em razão de índices de conforto térmico, que consideram parâmetros ambientais de temperatura, umidade, vento e radiação, com peso de importância relativa para o animal (Saraiva et al., 2003; Baêta & Souza, 2010). Assim, pode-se citar o índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), a carga térmica radiante (CTR), representando a sensação térmica dos animais em relação ao ambiente (Sampaio et al., 2004).

Com relação ao descanso no frigorífico, este tem sido utilizado como uma importante prática de manejo, possibilitando a recuperação dos animais do estresse físico e emocional ocorrido no transporte (Santiago et al., 2012). Entretanto, diversos autores e especialistas concordam que o manejo pré-abate constitui fator estimulante para o estresse animal afetando a qualidade da carne, mas divergem entre si, quando tratam do período ótimo de descanso para os animais no frigorífico. Santiago et al. (2012), em seus estudos recomendam que os animais permanecem em descanso no frigorífico, entre 6 a 8 horas, antes de serem encaminhados ao abate; Ludtke et al. (2009), sugerem entre 3 a 6 horas de descanso. Entretanto, Venturini et al. (2007), defendem períodos maiores de descanso, recomendando entre 16 a 24 horas.

Segundo Silveira (2010), essa diferença entre as recomendações de tempo de descanso no frigorífico ocorre devido ainda não haver um tempo mínimo de descanso após a viagem do animal que concilie o bem-estar e os custos da empresa transportadora. O descanso no frigorífico deve ser associado à logística: distância entre granja e abatedouro, condições de transporte, mistura de lotes, temperatura ambiente; além da intensidade do estresse a que os suínos foram submetidos durante o manejo pré-abate (Giespert et al., 2000).

A qualidade da carne suína depende de diversas atividades que estão ligados aos fatores *ante-mortem*, em que o animal foi submetido antes do abate (Costa et al., 2002) e *post-mortem*, por esta razão que a indústria vem desenvolvendo tecnologia no transporte de animais, para reduzir as perdas oriundas das operações de manejo pré-abate e transporte. Carcaças que apresentam carne tipo PSE, (*pale, soft, exsudative*) desenvolvem-se em razão de glicólise anaeróbica *post-mortem* muito rápida, reduzindo o pH e a conversão do glicogênio à lactato.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar a influência do tempo de transporte e do tempo de descanso na qualidade da carne suína (n=854), num abatedouro comercial no município de Dourados, Mato Grosso do Sul, região de clima predominantemente quente e seco, por meio da técnica multivariada de regressão logística múltipla, para determinar as variáveis que estão mais associadas à ocorrência e carne PSE.

3.2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas 854 carcaças, provenientes de 16 lotes de suínos diferentes, a partir do banco de dados de um abatedouro comercial, situado no Estado de Mato Grosso do Sul, no período de maio de 2009 a julho de 2010.

Os dados meteorológicos referentes à data da avaliação no abatedouro foram obtidos da Estação meteorológica da UFGD, situada a 22° 11' 45" de latitude sul e 54° 55' 18" de longitude norte. Utilizando-se o valor médio diário de temperatura e umidade relativa do ar, foram calculadas as temperaturas de bulbo seco (Tbs) e bulbo úmido (Tbu) do ar através do programa Psicrom® (Roriz, 2003) e, posteriormente, os Índices de Temperatura e Umidade (ITU) utilizando-se a Equação 1 (Roller & Goldman, 1969)

$$ITU = 0,45 Tbu + 1,35 Tbs + 32 \quad (1)$$

Para o embarque dos suínos utilizou-se de rampas elevadiças até a carroceria do caminhão. O transporte dos animais foi realizado em caminhões (tipo truck, com 16 divisórias e carreta com 24 divisórias), equipados com carroceria em alumínio com dois pisos. A densidade de transporte obedeceu a faixa de 250 a 280 kg de peso vivo por m² (0,35 a 0,40 m²/100 kg).

As variáveis analisadas neste estudo foram: potencial hidrogeniônico (pH₄₅), temperatura da carcaça (TC), em °C, Índice de Temperatura e umidade (ITU), tempo de embarque (TE) em horas, tempo de viagem (TV) em horas, distância entre a granja e o frigorífico (DK) em km, velocidade média (VM) em km/h, tempo de descanso médio na baía do abatedouro (TD) em horas. Para determinação da velocidade média durante o transporte dos suínos, considerou a relação espaço (distância, em km) pelo tempo de duração da viagem (em horas).

Inicialmente, foi realizada uma análise descritiva dos dados amostrais e, posteriormente, análise de regressão logística múltipla, por meio da opção *stepwise*, adotando como variável dependente, o pH₄₅ e as variáveis explicativas: TC, ITU, TE, TV, DK, VM e TD. A construção da variável de incidência de carne PSE 'Y' surgiu a partir do valor do pH₄₅ da carcaça, considerando Y=0 para valores de pH > 5,8, caso a carcaça não apresentasse incidência de carne PSE e Y=1 para valores de pH ≤ 5,8, caso a carcaça apresentasse incidência de carne PSE (Santiago et al., 2012).

A análise de regressão logística múltipla é um modelo estatístico que objetiva descrever a relação entre uma variável dependente (resposta) e uma ou mais variáveis explicativas, no intuito de encontrar o modelo mais apropriado, econômico e razoável para apresentar tal relação, sendo distinguida da regressão linear pela variável resposta ser binária ou dicotômica (Hosmer et al., 2013).

O modelo matemático da regressão logística múltipla adaptado de Hosmer et al. (2013), é representada pela seguinte Equação 2:

$$Y = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^{p-1} \beta_j X_j}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^{p-1} \beta_j X_j}} \quad (2)$$

Assim, para Y uma variável dependente e sejam (p-1) variáveis independentes (explicativas) X1, X2, ..., Xp-1. O objetivo é a construção de um modelo que relacione a variável Y com as variáveis X's, dispondo-se para tanto de n observações (Queiroz, 2004). Neste estudo, essa é a principal razão pela escolha do modelo logístico, pois este serve para descrever uma probabilidade do evento “carne PSE em carcaças de suínos” ocorrer. Sendo que para realizar a predição, foi adotado o ponto de corte (pc=0,1).

Para simplificar o modelo logístico, pode-se representar por P(X), Equação 3:

$$P(X) = \frac{e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^{p-1} \beta_j X_j}}{1 + e^{\beta_0 + \sum_{j=1}^{p-1} \beta_j X_j}} \quad (3)$$

onde $Y = P(X) + \varepsilon$, sendo que ε pode assumir um de dois possíveis valores:

se $Y=1$, então $\varepsilon=1-P(X)$, com probabilidade $P(X)$

se $Y=0$, então $\varepsilon=-P(X)$, com probabilidade $1-P(X)$

O banco de dados (854 carcaças) foi dividido em três períodos de tempo de transporte, com números de amostras diferentes para cada período, obtendo o Período 1 ($\leq 0,83$ horas, 23% do total, equivalendo a n=195 carcaças), o Período 2 (entre 0,84 a 1,66 horas, 73% do total, representando a n=623 carcaças) e o Período 3 ($\geq 1,67$ horas, 4,0% do total, equivalendo a n=36 carcaças), para a análise da estatística descritiva, no intuito de comparar os períodos de tempo de transporte.

A aplicação da regressão logística múltipla, com a técnica de seleção de variáveis *stepwise* foi utilizado para amostra total (n=854 carcaças), sendo a escolha do modelo reduzido, baseado no critério de informação *Akaike* (AIC).

A análise estatística foi realizada pelo programa computacional SAS Versão 9.00 (Shtatland et al., 2003).

3.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amostra dividida em três períodos de tempo de transporte, possibilitou uma análise mais criteriosa dos dados, bem como da incidência de carne PSE. De acordo com a Tabela 7, nota-se que a incidência de carne PSE na amostra foi detectada no Período 1, em 16 carcaças (1,87%), já o Período 2, em 44 (5,15%) e o Período 3, 9 carcaças (1,05%). A somatória dos resultados, dividiria a amostra total em dois grupos: 785 carcaças sem incidência e 69 com incidência de carne PSE (8,07%).

Tabela 7. Frequência absoluta e relativa de carne PSE entre os três períodos de transporte

Tempo de Transporte (h)	Observação (carcaça)	Frequência Absoluta (un)	Frequência PSE/Período (%)	Frequência Relativa (%)
Período 1	PSE	16	8,2	1,87
	Normal	179	---	20,96
Período 2	PSE	44	7,06	5,15
	Normal	579	---	67,8
Período 3	PSE	9	25	1,05
	Normal	27	---	3,16
Total		854		100
PSE		69		8,07

A frequência absoluta e relativa apontam que o Período 2 de transporte apresentou maior quantidade de carcaças com PSE, entretanto, quando observa-se a frequência da incidência de carne PSE por cada amostra de transporte no período de transporte, o Período 2 seria o mais econômico, pois apresentou 7,06% de carne PSE, enquanto o Período 1, apresentou 8,2% e Período 3 passou dos 20%.

Este resultado, pode estar relacionado ao estresse inicial do animal devido as operações movimentação e carregamento, condições do manejo e do veículo e, em curto tempo de viagem da granja ao abatedouro, considerando que o animal ainda não

tenha se recuperado. Já no transporte acima de três horas o animal inicia um estágio de estresse avançado (Embrapa, 2012).

Os três períodos de transporte apresentaram dados semelhantes, com médias similares a média total. O pH₄₅ e a temperatura de carcaça (TC), apresentaram pequena variação das médias combinadas com baixos valores de CV%, demonstram uma precisão amostral. Entretanto, para o tempo de embarque (TE), distância (DK), velocidade média (VM) e tempo de descanso (TD), os coeficientes de variação (CV%) apresentaram menor precisão amostral, implicando numa variação grande entre os dados para os Períodos 1 e 2, indicando maior dispersão nos dados dessas variáveis.

A variável ITU, por se tratar de único valor referente a data de avaliação, não possui variação amostral. Para o cálculo de verificação foi utilizada a Equação 1, de Roller & Goldman (1969), e as temperaturas ambientes relacionadas ao conforto térmico para suínos em terminação, entre 15 a 18°C e umidade relativa de 70% (Leal & Nääs, 1992; Amaral et al., 2006). Dessa forma, constatou que o valor de 70,03 do ITU calculado encontra-se acima da faixa de conforto térmico entre 58 e 65, contudo o valor do ITU pode ser aceitável como zona de conforto, pois não se encontra na faixa de ITU crítico para o suíno em terminação (38 e 80).

Observando a Tabela 8, nota-se que a variável temperatura de carcaça (TC) apresentou valores baixos negativos ($p < 0,01$) na influência do pH₄₅ para todos os períodos de transporte, sugerindo que se ocorrer o aumento da temperatura da carcaça reduzirá o pH₄₅ da carne e vice-versa. O Período 3 apresentou correlação média (-0,5385), o que pode ser explicado devido este expor o animal a um maior tempo de estresse, em consequência do tempo de viagem ser superior à 1,67 horas, bem como a distância entre a granja ao frigorífico ser de 90 km. Segundo Dalla Costa et al. (2010), suínos submetidos a transporte de curta duração (distância em torno de 80 km, com duração inferior a três horas), apresentam mais sintomas de estresse, que influenciam a qualidade da carne, do que animais submetidos a viagens de média e longa distância, devido ao ritmo de adaptação dos suínos às situações de estresse.

Observa-se que correlações positivas e significativas entre o pH₄₅ e o tempo de transporte (TV) e tempo de embarque (TE), nos períodos de transportes 1 e 2, respectivamente, indicando que com o aumento do tempo de embarque implicará no aumento do pH₄₅, considerando manejo adequado dos animais. O que também se justifica, pela correlação negativa e significativa entre a TC e o TE, onde com o

aumento do TE reduz TC, pois carcaças com menor temperatura apresentam melhor rendimento e melhor pH₄₅.

Tabela 8. Coeficientes de correlação de *Spearman* entre as variáveis analisadas para os três períodos de transporte

Período de Transporte	Variáveis	TC	ITU	TE	TV	DK	VM	TD
1	pH ₄₅	-0,228**	----	-0,020 ^{ns}	0,147*	-0,065 ^{ns}	-0,069 ^{ns}	-0,080 ^{ns}
2		-0,340**	----	0,289**	-0,015 ^{ns}	-0,042 ^{ns}	-0,049 ^{ns}	-0,052 ^{ns}
3		-0,538**	----	----	----	----	----	----
1	TC		----	-0,139*	0,129 ^{ns}	0,065 ^{ns}	0,023 ^{ns}	0,244**
2			----	-0,073 ^{ns}	-0,047 ^{ns}	-0,041 ^{ns}	-0,072 ^{ns}	-0,038 ^{ns}
3			----	----	----	----	----	----
1	ITU			----	----	----	----	----
2				----	----	----	----	----
3				----	----	----	----	----
1	TE				-0,247**	-0,156*	-0,292**	-0,259**
2					-0,268**	-0,435**	-0,429**	-0,432**
3					----	----	----	----
1	TV					-0,024 ^{ns}	-0,182**	0,233**
2						0,8974**	0,790**	0,694**
3						----	----	----
1	DK						0,957**	0,751**
2							0,9575**	0,853**
3							----	----
1	VM							0,604**
2								0,908**
3								----

** p<0,01; *p<0,05; ^{ns} p>0,05; pH₄₅: potencial hidrogeniônico, após 45 minutos do abate; TC: temperatura de carcaça, em °C; ITU: Índice de Temperatura e Umidade; TE: tempo de embarque, em horas; TV: tempo de viagem, em horas; DK: distância entre a granja até o abatedouro, em km; VM: velocidade média do veículo durante o transporte, em km/h; TD: tempo de descanso médio, em horas.

A temperatura de carcaça (TC) indicou correlação positiva e significativa com tempo de descanso médio (TD), inferindo que o aumento do tempo de descanso médio nas baias aumenta a temperatura de carcaça (TC). Em alguns países da Europa, a aplicação de manejo pré-abate e transporte adequado influencia positivamente na qualidade da carne, não sendo necessária a utilização do tempo de descanso no frigorífico. As baias dos frigoríficos representam um ambiente novo ao animal, bem como outros fatores como os barulhos agudos, decorrentes de maquinários e

equipamentos em funcionamento, que estressam os animais, além da mistura de lotes, representando um ambiente hostil aos animais. Em relação as demais variáveis não houve correlações significativas com a TC.

O tempo de embarque (TE), apresentou correlações negativas ($p < 0,01$) com as variáveis tempo de transporte (TV), distância entre a granja e o frigorífico (DK), velocidade média (VM) e tempo de descanso médio (TD), sugerindo que o manejo e movimentação adequada no embarque dos animais, podem impactar no aumento do tempo de embarque, possibilitando a redução das demais variáveis. Segundo Silveira (2010), no embarque dos suínos o estresse, devido diversos fatores, pode causar aumento do batimento cardíaco variando de 80 até 250 batimentos por minuto, o que seria necessário maior tempo entre o embarque e o abate do animal, permitindo a este a recuperação do estresse inicial.

Nota-se que o tempo de transporte (TV) apresentou correlação ($p < 0,01$) com a velocidade média, sendo inversamente proporcional, o que já é esperado pois o aumento de uma, implicará na redução da outra. O mesmo ocorre com o TV e a DK, pois a correlação positiva indica que ambas estão direcionadas para o mesmo sentido.

Com relação a variável tempo de transporte, Bench (2007) classifica a duração da viagem de animais como curta (0:15 min a 11:59 horas) e longa (acima de 12 horas). Com base neste conceito, este estudo considerou apenas viagens de curta duração (2,33 + 0,28 em horas). A Tabela 9, apresenta a incidência de carne PSE em razão do tempo de viagem (TV) e o tempo de descanso médio (TD).

Tabela 9. Incidência de Carne PSE em razão do tempo de viagem e tempo de descanso (em %)

Tempo de viagem (TV, h)	Tempo de descanso médio (TD, h)			TOTAL (TV)*
	0 a 5	5,1 a 10	> 10,1	
1= 0 a 0,83	18,8	18,8	62,5	8,21 ^(a)
2= 0,84 a 1,66	4,5	77,3	18,2	7,06 ^(b)
3= > 1,67	100,0	0,00	0,00	25,0 ^(c)
TOTAL (TD)*	1,63 ^(d)	4,33 ^(e)	2,10 ^(f)	

*854 carcaças: Análise 1 - Tempo de Viagem (a)195 carcaças; (b)623 carcaças; (c)36 carcaças; Análise 2 - Tempo de descanso médio (d)14 carcaças; (e)37 carcaças; (f)18 carcaças.

A ocorrência de carne PSE em razão do tempo de viagem pelo tempo de descanso médio, nota-se que do total de carcaça que apresentou carne PSE, para o Período de transporte 1, 62,5% incidiram no intervalo de descanso superior a 10,1 horas. Já para o Período 2, a maior incidência de carne PSE foi no intervalo de descanso do animal entre 5,1 a 10 horas, com 77,3%. E, no Período 3, 100% da ocorrência de carne PSE foi no intervalo de descanso entre 0 a 5 horas. Em termos globais, para os dados analisados, o Período de transporte 2 foi o mais econômico e o tempo de descanso médio entre 0 a 5 horas é mais recomendando.

A partir da regressão logística múltipla foram testadas e simulados modelos probabilísticos, sendo realizado o teste de qualidade de ajuste de Hosmer e Lemeshow, indicando a possibilidade de realização da regressão logística. O modelo escolhido neste estudo apresentou maior força de predição.

O modelo reduzido obtido apresentou um menor valor de AIC, com melhor ajuste dos dados gerados pelo processo *stepwise*, utilizando o critério da razão de verossimilhança como exclusão da variável do modelo e o teste *Wald* como análise de cada parâmetro do modelo final, foi significativo ($p < 0,1$) para qualidade da carne suína, considerando quatro variáveis: temperatura da carcaça (TC), tempo de embarque (TE), velocidade média veículo durante o transporte (VM) e tempo de descanso médio (TD), mostrado na Tabela 10.

Tabela 10. Modelo de Regressão Logística Múltipla

Variável	B	Erro Padrão	X ²	Pr(X ²)
TC	-0,4874	0,1361	12,8300	0,0003
TE	0,4531	0,2496	3,2957	0,0695
VM	-0,0316	0,0151	4,3720	0,0365
TD	0,2210	0,0677	10,6557	0,0011
Constante	20,5824	5,4936	14,0373	0,0002
Deviance Residual=454,47			AIC=481,45	

No modelo, a probabilidade de uma carcaça apresentar incidência de carne PSE, é estimada pela relação (Equação 4):

$$PSE = \frac{\exp(20,5824 - 0,4874tc + 0,4531te - 0,0316vm + 0,2210td)}{1 + \exp(20,5824 - 0,4874tc + 0,4531te - 0,0316vm + 0,2210td)} \quad (4)$$

Neste modelo, as variáveis que apresentaram significância, consideradas ótimas ($p < 0,001$), foram: TC, TD e a constante; a variável VM apresentou significância ($p < 0,05$) e TE significância ($p < 0,10$). A porcentagem global de classificação do modelo foi de 91,8%, indicando que o modelo é satisfatório para predições futuras de incidência de carne PSE para suínos. Assim, com esse desempenho, considera-se o modelo bem ajustado.

As razões de chances para as variáveis explicativas estão representadas na Tabela 11.

Tabela 11. *Odds Ratio* (OR) das variáveis explicativas

Variáveis	TC	TE	VM	TD
<i>Odds ratio</i>	0,614	1,573	0,969	1,247

Com relação ao *odds ratio* destacam-se as variáveis TE e TD, indicando que as operações de embarque devem ser realizadas com calma e manejo adequado, pois, considerando as demais constantes, o tempo de embarque menor que uma hora apresenta 1,573 mais chances de incidência de carne PSE que o tempo superior a este valor. Isto representa um risco de aproximadamente 57,3%. Da mesma forma, o tempo de descanso na baía superior a seis horas se mostrou 1,247 mais chance de apresentar carne PSE do que valores inferiores, ou seja, risco de 24,7%. TE maior que uma hora e TD menor que seis horas, aumentam a possibilidade de obter a carne suína dentro da faixa de pH₄₅ considerada normal, ou seja, com melhor qualidade.

Experimento realizado por Smiecinska et al. (2011), com 44 suínos separados em dois grupos, sendo que 20 suínos foram abatidos imediatamente após o transporte e 24 suínos abatidos após um tempo de descanso de 24 horas, apresentaram resultados similares para ocorrência de carne PSE nos dois grupos, bem como os suínos abatidos imediatamente apresentou maior rendimento da carcaça e pH melhor do que os suínos submetidos ao tempo de descanso. Isto representa que o manejo pré-abate, bem como as condições de transporte adequados não afetam a qualidade da carne. Dessa forma, o tempo de descanso só é recomendado quando o estresse é induzido pelo manejo pré-abate inadequado, assim, suínos manejados de acordo com as recomendações de bem-estar animal, não necessitam do tempo de descanso, podendo ser abatidos imediatamente após o transporte.

Observou-se também que a temperaturaL de carcaça acima de 38°C, apresentou maior incidência de carne PSE do que as carcaças com temperatura inferior a este valor (Figura 6). Assim, a probabilidade (38,6%) de carne normal tende a aumentar quando diminui a temperatura de carcaça.

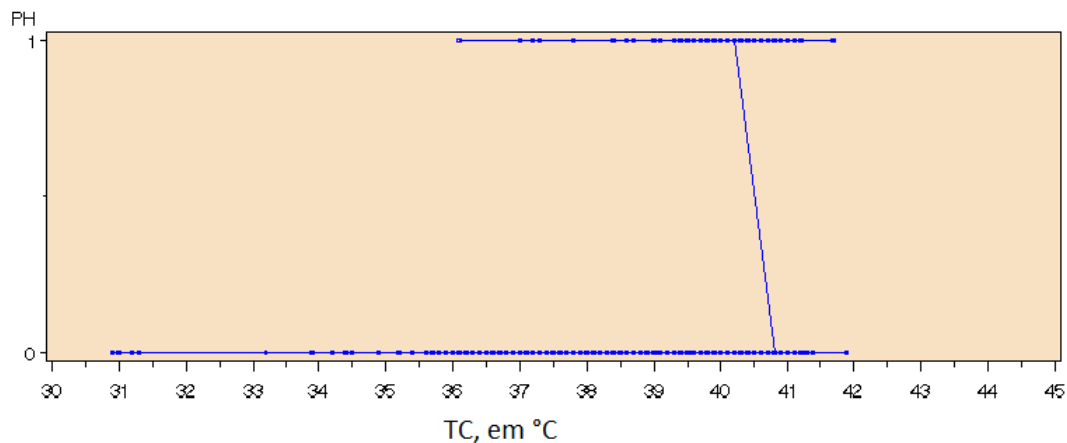


Figura 6. Concentração de carne PSE em relação a temperatura de carcaça

A Velocidade média durante o transporte (<50 km/h), se mostrou com poder de influência na incidência de carne PSE do que velocidade superior a este valor. Dessa forma, pode-se inferir que a probabilidade (3,1%) de carne PSE tende a reduzir quando a velocidade média encontra-se na faixa de 50 a 60 km/h. As condições novas durante o transporte para os suínos, como vibrações, mudanças súbitas na velocidade do caminhão, variação de temperatura ambiental e densidade, podem provocar medo e estimular o estresse (Dalla Costa et al., 2010).

3.4. CONCLUSÃO

1. A regressão logística múltipla foi adequada para a construção de um modelo, por meio da seleção de variáveis *stepwise*, pois reduziu o número de sete variáveis explicativas para quatro.

2. O modelo pode ser considerado confiável devido à alta probabilidade de predição de 91,8%.

3. Evidenciou-se a importância das variáveis temperatura da carcaça, tempo de embarque, velocidade médio do veículo e tempo de descanso médio, na incidência de carne PSE em suínos do abatedouro estudado.

4. O modelo sugere adequação da logística de transportes dos animais com o período de descanso; maior tempo de embarque e menor tempo de descanso nas baias.

5. Em estudos futuros, recomenda-se incorporar ao modelo outras variáveis relacionadas ao manejo pré-abate, ambiência e qualidade da carne, tornando-o mais robusto.

3.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amaral, A.L.; Silveira, P.R.S.; Lima, G.J.M.M.; Klein, C.S.; Paiva, D.P.; Martins, F. Kich, J.D.; Zanella, J.R.C.; Fávero, J.; Ludke, J.V.; Bordin, L.C.; Miele, M.; Higarashi, M.M.; Morés, N.; Dalla Costa, O.A.; Oliveira, P.A.V.; Bertol, T.M.; Silva, V.S. Boas práticas de produção de suínos. Embrapa, Circular Técnica, nº 50, Concórdia, SC, 2006. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_k5u59t7m.pdf>. Acesso em: 20 de Ago. 2013.
- Baêta, F.C.; Souza, C.F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. 2 ed., Viçosa, MG: Ed. UFV, 2010.
- Bench, C. Welfare implications of pig transport journey duration. Scientific background of current international standards. Agriculture and Agri-Food Canada, p. 25, 2007.
- Costa, N.L.; Fiego, D.P.; Dall’Olio, S.; Davoli, R.; Russo, V. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. Meat Science, v. 61, p.41-47, 2002.
- Dalla Costa, O. A; Ciocca, J.R.P.; Ribas, J.C.R.; Ludke, C.B.; Costa, M.J.R.P. Boas práticas no embarque de suínos para abate. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012.
- Dalla Costa , O. A; Ludke, J.V.; Costa, M.J.R.P.; Faucitano, L.; Peloso, J.V.; Dalla Roza, D. Efeito das condições pré-abate sobre a qualidade da carne de suínos pesados. Arch. Zootec., vol. 59, n. 227, p. 391-402, 2010.
- Dalla Costa , O. A.; Faucitano, L.; Coldebella, A.; Ludke, J.V.; Peloso, J.V.; Dalla Roza, D.; Paranhos da Costa, M.J.R. Effects of the season of the year, truck type and location on truck on skin bruises and meat quality in pigs. Livestock Science, vol. 107, p. 29-36, 2007. Concórdia, SC, 2007.

- Delezie, E.; Swennen, Q.; Buyse, J.; Decuypere, E. The effect of feed withdrawal and crating density in transit on metabolism and meat quality of broilers at slaughter weight. *Poultry Science Association*, v. 86, p. 1414-1423, 2007.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de produção de suínos. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/index.html>. Acesso em: 12/04/12.
- Faucitano, L. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne. In: Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, Concórdia, SC, 2000.
- Giespert, 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*, v.55, p.97-106, 2000.
- Hosmer, D.W.; Lemeshow, S.; Sturdivant, R. *Applied Logistic Regression*. 3 ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2013.
- Leal, P.M.; Nääs, I.A. *Ambiência animal*. In: CORTEZ, L.A.B.; MAGALHÃES, P.S.G (Org.). *Introdução à engenharia agrícola*. Campinas, SP: Unicamp, p. 121-135, 1992.
- Ludtke, C.B.; Dalla Costa, O.A.; Roça, R.O.; Silveira, E.T.F.; Athayde, N.B.; Araújo, A.P. Bem-estar animal no transporte de suínos e sua influência na qualidade da carne e nos parâmetros fisiológicos do estresse. *Comunicado Técnico n. 475*, Embrapa Suíno & Aves, Concórdia, 2009.
- Queiroz, Niedja Maristone de Oliveira Barreto. *Regressão logística: uma estimativa Bayesiana aplicada na identificação de fatores de risco para HIV, em doadores de sangue*. Dissertação (Mestrado em Biometria), 99 f., Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2004.
- Reis, J.G.M.; Santos, R.C.; Machado, S.T.; Oliveira, R.V. Impactos no transporte de suínos entre a granja e o frigorífico. *Anais ENEGEP*, 2012.
- Ritter, M. J.; Ellis, M.; Berry, N. L.; Curtis, S. E.; Anil, L.; Berg, E.; Benjamin, M.; Butler, D.; Dewey, C.; Driessen, B.; DuBois, P.; Hill, J. D.; Marchant-Forde, J. N.; Matzat, P.; McGlone, J.; Mormede, P.; Moyer, T.; Pfalzgraf, K.; Salak-Johnson, J.; Siemens, M.; Sterle, J.; Stull, C.; Whiting, T.; Wolter, B.; Niekamp, S. R.; Johnson, A. K. Transport losses in market weight pigs: I. A review of definitions, incidence, and economic impact. *The Professional Animal Scientist*, v. 25, p. 404-414, 2009.

- Roller, W.L.; Goldman, R.F. Response of swine to acute heat exposure. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, v.12, p.164-169, 174, 1969.
- Roriz, M. Psicrom 1.0 – Relações Psicométricas. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós Graduação em Construção Civil. São Carlos, 2003.
- Sampaio, C.A.P.; Cristiani, J.; Dubiela, J.A.; Boff, C.E.; Oliveira, M.A. Avaliação do ambiente térmico em instalação para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.3, p.785-790, 2004.
- Santiago, J.C.; Caldara, F.R.; Santos, V.M.O.; Seno, L.O.; Garcia, R.G.; Almeida Paz, I.C.L. Incidência da carne PSE (pale, soft, exsudative) em suínos em razão do tempo de descanso pré-abate e sexo. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v. 64, n. 6, p. 1739-1746, 2012.
- Saraiva, E.P.; Oliveira, R.F.M.; Donzele, J.L.; Ferreira, A.S.; Ferreira, R.A.; Rezende, W.O.; Orlando, U.A.D.; Vaz, R.G.M.V. Níveis de Proteína Bruta em Rações para Suínos Machos Castrados em Fase Inicial de Crescimento, mantidos em Ambiente de baixa temperatura. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, p.1690-1696, 2003.
- Silveira, E.T.F. Manejo pré-abate de suínos e seus efeitos na qualidade da carcaças e carne. Suínos & Cia, Ano VI, n. 34, 2010.
- Shtatland, E.S.; Kleinman, K.; Cain, E.M. Stepwise methods in using SAS proc logistic and SAS enterprise miner for prediction. Harvard Medical School, Boston, MA, p. 28-258, 2003.
- Smiecinska, K.; Denaburski, J.; Sobotka, W. Slaughter value, meat quality, creatine kinase activity and cortisol levels in the blood serum of growing-finishing pigs slaughtered immediately after transport and after a rest period. Polish Journal of Veterinary Sciences, v. 14, p. 47-54, 2011.
- Venturini, K.S.; Sarcinelli, M.F.; Silva, L. C. Abate de suínos. Boletim Técnico PIE-UFES: 01407, UFES, 2007.

Capítulo 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Chapter 4 – FINAL CONTRIBUTION

4.1. Oportunidades provenientes do estudo

Atualmente, o desenvolvimento das atividades na produção animal está calcado nos conceitos de bem-estar animal, e portanto deverá atender os padrões de qualidade normatizados por órgãos reguladores e estabelecidos pelos consumidores.

Neste âmbito, o sistema de produção, as atividades que antecedem ao abate do animal e as técnicas aplicadas neste são preocupações constantes de produtores, transportadores e agroindústrias.

Percebe-se que essas preocupações estão voltadas à fase da produção rural (desde o nascimento até a terminação) e à recuperação do animal após o transporte, com aplicação do tempo de descanso nas baias dos frigoríficos. Desse modo, a logística no transporte de animais tem sido colocada em segundo plano nas operações de manejo pré-abate.

Giespert (2000), afirma que o tempo de descanso nas baias deve ser adequado a logística; desse modo, pode-se inferir que a aplicação adequada desta, considerando as necessidades fisiológicas, biológicas e o comportamento dos animais transportados, reduziria o tempo de descanso dos animais nas baias do frigorífico, ou possibilitaria até mesmo, a sua eliminação.

Assim, a melhoria nas condições de manejo pré-abate e do transporte de suínos, como manejo adequado durante o embarque dos animais, adequação dos veículos de transporte às condições climáticas, densidade, velocidade, aplicação de técnicas de bem-estar e ambiência, resultaria positivamente para a eliminação desse tempo de descanso nas baias. Isto representaria uma redução de custos dos abatedouros com áreas de repouso para os animais, bem como redução da movimentação destes.

Este estudo evidenciou que as operações de transporte (tempo de embarque, de viagem, e velocidade média), bem como a temperatura de carcaça, ambiência e o tempo de descanso médio nas baias dos abatedouros, são os fatores com maior impacto na produção de carne suína.

Dessa forma, pode-se inferir que o manejo pré-abate possui influências negativas na qualidade da carne, quando mal planejado e executado.

4.2. Outras considerações sobre o processo de produção suinícola

Além do elencado no tópico anterior, as perdas na cadeia suinícola podem ocorrer em diversas etapas do processo produtivo e em diferentes formas, como perda de peso em carcaça, carne suína PSE (*pale, soft e exudative*), mortalidade, ferimentos e contaminação microbiana na carcaça, em destaque cita-se o manejo pré-abate e a operação de transporte. Em concordância com Ritter et al. (2009), as perdas no transporte ocorrem por problemas multifatoriais, que envolve o suíno, gestão, manejo, transporte, indústria de transformação e fatores ambientais. Dessa forma, torna necessário investigar a interação entre os diversos fatores, uma vez que entende-se que a ocorrência destes ao mesmo tempo, contribuem mais para as perdas do que fatores isolados.

Neste sentido, uma análise aprofundada de custos deve ser realizada de modo a constatar ou não a viabilidade do investimento para melhoria e modernização do transporte de animais da granja ao abatedouro, bem como a eliminação das baias de descanso nos frigoríficos. Outro ponto a ser considerado, seria o alinhamento da linha de produção da agroindústria à logística, programando o transporte de animais de acordo com o tempo de abate e processamento dos produtos.

Por fim, a aplicação de técnicas de bem-estar animal torna-se economicamente viável, pois promove a redução do estresse animal e requer o atendimento de atividades que consideram as condições dos animais, cuidados específicos e, conseqüentemente, terá redução de perdas no processo de produção de carne. Assim, o aumento do bem-estar durante o manejo pré-abate garante a qualidade da carne e maior produtividade, gerando confiabilidade do produto e provendo a segurança alimentar.

4.3. Remuneração ao transportador pela qualidade da carne suína

A partir do estudo realizado, entende-se que para aumentar a competitividade da cadeia suinícola tanto no mercado nacional como global, requer produtos de qualidade. Para tanto, a cadeia suinícola precisa incentivar para que esta esteja presente em todas as etapas da comercialização, desde a criação até a entrega ao consumidor final.

Assim, tendo o pH como uma medida de qualidade da carne suína este deve ser utilizado como forma de incentivo e não de penalidade para a cadeia. Logo, programas de incentivos devem-se fomentar para garantir a qualidade da carne.

O incentivo financeiro aos produtores e transportadores em garantir o bem-estar animal e qualidade da carcaça, por meio do manejo pré-abate adequado, pode partir da agroindústria, empresa foco da cadeia suinícola. Para tanto, o abatedouro poderia utilizar o valor referência do pH, como uma metodologia de incentivo ao produtor e ao transportador, pagando uma taxa ou premiando-os por carcaças com valores de pH na faixa 5,9 a 6,1, possibilitando ser uma medida de qualidade e, até mesmo de desempenho do fornecedor.

Desse modo é possível inferir que a produção e o consumo de carne animal passam por um processo de transformação que pode ser atribuído a diversas pressões voltadas a qualidade, segurança animal e sustentabilidade, que podem ser alcançadas pela cadeia suinícola, através das boas práticas de produção, técnicas de manejo pré-abate, abrangendo o bem-estar animal e a ambiência.