

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CAMPUS DE JABOTICABAL

**APLICAÇÃO DE DIFERENTES DENSIDADES DURANTE O
TRANSPORTE DE SUÍNOS ATÉ O FRIGORIFICO E SEUS
EFEITOS NO COMPORTAMENTO, BEM-ESTAR ANIMAL E
QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE**

Valentina Montoya Urrea

Zootecnista

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

**Aplicação de diferentes densidades durante o transporte
de suínos até o frigorífico e seus efeitos no
comportamento, bem-estar animal e qualidade da carcaça
e da carne**

Valentina Montoya Urrea

Orientador: Prof. Dr. Luigi Faucitano

Coorientador: Prof. Dr. Mateus J. Rodrigues Paranhos da Costa

Coorientador: Profa. Dra. Maria Camila Ceballos Betancourt

**Dissertação apresentada à
Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias
– Unesp, Campus de
Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do
título de Mestre em Zootecnia.**

2020

U81a	<p>Urrea, Valentina Montoya</p> <p>Aplicação de diferentes densidades durante o transporte de suínos até o frigorífico e seus efeitos no comportamento, bem-estar animal e qualidade da carcaça e da carne / Valentina Montoya Urrea. -- Jaboticabal, 2020</p> <p>62 p. : il., tabs., fotos</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Luigi Faucitano</p> <p>Coorientador: Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa</p> <p>1. Suínos. 2. Animais Comportamento. 3. Qualidade da carne. I.</p> <p>Título</p>
------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: APLICAÇÃO DE DIFERENTES DENSIDADES DURANTE O TRANSPORTE DE SUÍNOS ATÉ O FRIGORÍFICO E SEUS EFEITOS NO COMPORTAMENTO, BEM-ESTAR ANIMAL E QUALIDADE DA CARÇAÇA E DA CARNE

AUTORA: VALENTINA MONTOYA URREA

ORIENTADOR: LUIGI FAUCITANO

COORDENADORA: MARIA CAMILA CEBALLOS BETANCOURT

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ZOOTECNIA, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUIGI FAUCITANO (Participação Virtual) *Luigi Faucitano*
Departament Dairy and Swine / Agriculture and Agri-Food / Canadá

Profa. Dra. HIRASILVA BORBA (Participação Virtual) *Luigi Faucitano*
Departamento de Tecnologia / FCAV / UNESP - Jaboticabal

Profa. Dra. ANA MARIA BRIDI (Participação Virtual) *Luigi Faucitano*
Departamento de Zootecnia / Universidade Estadual de Londrina

Jaboticabal, 24 de dezembro de 2020

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

VALENTINA MONTOYA URREA – nascida no dia 5 de novembro de 1993 na cidade de Medellín, Antioquia, Colômbia. Formada em Zootecnia pela Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín no ano de 2018. Neste mesmo ano se fez integrante do Grupo de Estudos e Pesquisas em Etologia e Ecologia Animal (ETCO) realizando seu estágio curricular obrigatório (janeiro – julho) e no mês de agosto ingressou no programa de mestrado em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista, na qual foi orientada pelo Prof. Dr. Luigi Faucitano, coorientada pelo Prof. Dr. Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa e pela Profa. Dra. Maria Camila Ceballos Betancourt. Recebeu bolsa do CNPq e exerceu atividades de pesquisa nas áreas de bem-estar animal dos animais domésticos.

Dedico:

A minha mãe Patricia e minha irmã Alejandra.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq – Brasil, a quem agradeço por minha bolsa durante o mestrado.

Agradeço principalmente à vida pelas oportunidades, por vivenciar experiências tão enriquecedoras e me permitir ter a empatia e a disposição para trabalhar pelo bem-estar dos animais.

Agradeço minha mãe, Patricia, que é a pessoa que mais admiro no mundo, que não economizou esforços para minha educação e minha formação profissional, que implantou valores inestimáveis em mim, que foi, durante meu tempo longe de casa, e continua sendo, minha força e suporte.

A minha irmã Alejandra, por ser parte desse pilar de apoio que representam ela e minha mãe, por sempre me ajudar, desejar o melhor para mim, por todo o carinho e a união.

A toda minha família, que mesmo longe estiveram muito presentes, que se alegraram com cada conquista e aguardaram ansiosos meu retorno.

A meu pai Julian, que me apoia e sempre quer o melhor para mim.

Aos meus professores,

Inicialmente ao Ariel M Tarazona, meu orientador durante minha graduação, quem sempre admirei e incentivou em mim o interesse na ciência do bem-estar animal.

Ao professor Mateus, por me receber para fazer meu estágio, posteriormente me receber como aluna de mestrado e aprofundar ao lado dele mais na área de etologia e bem-estar animal, a quem sempre admirei e que sempre acreditou nas minhas capacidades e me incentivou continuar trabalhando.

Ao professor Luigi Faucitano, por abrir as portas para ser orientada dele e desenvolver meu trabalho na área que sempre gostei, por acreditar sempre e por me acompanhar durante este tempo e guiar com todo o que precisei.

À professora Ana Maria Bridi que foi um anjo em meio as dificuldades e me recebeu no grupo dela como uma filha mais, fez possível o presente trabalho, trabalhou na coleta dos dados, foi treinadora, foi patrocinadora, foi coordenadora, foi revisora, foi parte essencial do trabalho e sem ela não tivesse sido possível a realização deste.

A professora Ana Maria Bridi e o Grupo GPAC que ela coordena, fizeram durante minha estadia em Londrina, tudo mais simples, mais tranquilo, me receberam com muito amor, estiveram sempre dispostos a me ajudar, estiveram presentes nas coletas mais cansativas, torceram pelo sucesso do projeto e foram meus amigos, minha família e sempre os levarei no meu coração. Imensa gratidão para Edmara Correia, Jessica Vero, Guilherme Agostinis, Daniela Kaizer, Evelyn Rangel, Amanda Barro, Rafael Carvalho, e todos os estagiários que me ajudaram nas coletas com a maior responsabilidade e paciência: Eloá Bosso, Ariane Mendes, Amanda Vicari, Luiza Reck, Emily Dutra, João Machado, Victor Furlán, Vitor Hugo, João Vitor, e os demais estagiários e integrantes do grupo GEAS da UNIFIL.

A professora Maria Camila Ceballos, que além de me guiar nessa última etapa do mestrado, é minha amiga, sempre esteve para me ajudar, quem admiro muito como pessoa e como profissional.

Aos meus amigos,

Principalmente minha amiga Natalia Marin, quem já conhecia desde a graduação e abriu as portas da sua casa em Jaboticabal para mim, me incentivou continuar nesse caminho, me fez sentir acolhida e continua dividendo comigo alegrias, vivencias, conquistas, angústias, inseguranças ... tudo.

Meus amigos colombianos, que me fizeram sentir em casa mesmo a milhares de km. Vivemos juntos a mesma situação, entendíamos o que era viver longe, se adaptar a uma cultura nova, aprender outra língua, enfrentar todo juntos e sabíamos que nós temos um ao outro como parte de uma família, especialmente: Gabriel

C, Alejandro B, Ana Maria F, Maria José Y, Óscar S, Sergio M, Mariana P, Karen P, Nathalie E, Stephanny, Juan Esteban M, Estefania C, Jeferson M.

Os amigos que fazem parte do grupo ETCO, meus companheiros que compartilharam comigo esse tempo, com quem aprendi muito, estiveram prontos para me ajudar e que irei levar para sempre no meu coração. Especialmente aqueles com os que mais compartilhei: Júlia Cocco, Suelen Caroline, Suellen Schiebel, Paula Taborda, Luane Fernandes, André Albuquerque, Karen Camille, Paula Vasconcelos, Lara Gagnanello, Victor Lima, Jaira Oliveira, João Toledo, Mayara Andrioli.

Ao grupo RPF, Frigorífico Rainha da Paz, por abrirem as portas para a realização deste trabalho, colocar seus trabalhadores a disposição, doar os animais, se interessarem e abrirem as portas para as pesquisas em bem-estar animal. Especialmente ao Dr. Saulo. Agradeço a todo o grupo de trabalho nas granjas, nas oficinas em Toledo, a empresa transportadora, e a todo o grupo de trabalho dentro do frigorífico, pela ajuda e o carinho.

Presto especial homenagem a Fernando Eichstatt, que foi meu companheiro de viagens durante o projeto, motorista que dirigiu o caminhão usado neste estudo. Quem foi uma pessoa muito respeitosa, amigável, responsável, que me ajudou incansavelmente durante as viagens, que virou meu amigo, com quem sempre estarei agradecida e que morreu em um acidente em exercício do seu labor, poucos dias depois da finalização do projeto.

SUMARIO

1.INTRODUÇÃO	1
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1. Contexto	2
2.2. Bem-estar Animal	2
2.3. Bem-estar animal na suinocultura	4
2.3.1. Fisiologia do estresse em suínos:	5
2.4. Bem-estar animal no manejo pré-abate.....	7
2.4.1. Efeitos do estresse na qualidade da carcaça:.....	7
2.4.2. Efeitos do estresse na qualidade da carne:.....	8
2.4.3. Preparo dos animais:.....	10
2.4.4. Embarque dos animais:.....	12
2.4.5. Transporte	13
2.4.5.1. Desenho do caminhão:.....	14
2.4.5.2. Posição do compartimento:	16
2.4.5.3. Condições ambientais/estação:.....	16
2.4.5.4. Densidade de carga:	17
2.4.5.5. Tempo / distância de transporte:	20
2.4.5.6. Habilidade do motorista:.....	21
2.4.5.7. Desembarque dos animais:	22
2.4.6. Tempo de descanso no frigorífico:	22
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Animais e tratamentos	24
3.2. Variáveis ambientais	26
3.3. Observações comportamentais	27
3.3.1. Durante a viagem.....	27
3.3.2. Durante o tempo de descanso	28
3.4. Indicadores fisiológicos de estresse	29
3.5. Parâmetros de qualidade da carcaça	30
3.6. Parâmetros de qualidade da carne.....	31

3.7. Análises estatísticas	33
3.7.1. Observações comportamentais.....	33
3.7.2. Indicadores fisiológicos de estresse.....	34
3.7.3. Qualidade da carcaça	34
3.7.4. Qualidade da carne.....	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Variáveis ambientais	36
4.2. Observações comportamentais	36
4.3. Indicadores fisiológicos de estresse	40
4.4. Qualidade da carcaça.....	42
4.5. Qualidade da carne	44
5. CONCLUSÕES	47
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
7. REFERÊNCIAS.....	49

CEUA

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "Avaliação do uso de diferentes densidades no transporte de suínos sobre o bem-estar animal, viabilidade econômica e qualidade da carcaça e da carne", protocolo nº 08569/19, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Mateus José Rodrigues Paranhos da Costa, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 15 de agosto de 2019.

Vigência do Projeto	01/08/2019 a 30/03/2019
Espécie / Linhagem	Suínos
Nº de animais	360
Peso / Idade	~ 120 kg / 170 dias
Sexo	Machos e fêmeas
Origem	Granjas comerciais

Jaboticabal, 15 de agosto de 2019.

Fabiana Pilarski
Prof.^a Dr.^a Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias
Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/n CEP 14884-900 - Jaboticabal/ SP - Brasil
tel 16 3209 7100 www.fcav.unesp.br

DIFERENTES DENSIDADES DURANTE O TRANSPORTE DE SUÍNOS ATÉ O FRIGORIFICO E SEUS EFEITOS NO COMPORTAMENTO, RESPOSTA FISIOLÓGICA, QUALIDADE DAS CARÇAÇA E DA CARNE

RESUMO – Objetivou-se avaliar o efeito de três densidades de carga no comportamento, fisiologia e qualidade da carcaça e da carne de suínos transportados desde a granja até o frigorífico. Um total de 1.936 suínos foram transportados em 8 viagens ($8,4 \pm 0,5$ h) desde duas granjas para um abatedouro comercial, localizados no sul do Brasil. Três densidades de embarque foram utilizadas durante o transporte: 200 Kg / m² (D200), 235 Kg / m² (D235) e 270 Kg / m² (D270). Em cada viagem, 36 suínos castrados ($118,9 \pm 9,8$ Kg) foram alocados aleatoriamente em cada uma dessas densidades. Os comportamentos dos suínos foram registrados em câmeras de vídeo durante o transporte e na primeira hora que os suínos permaneceram nas baias de espera do frigorífico. As amostras de sangue foram coletadas durante a sangria para determinar os níveis de creatina quinase (CK) e lactato (LAC). O peso da carcaça e o grau de lesões foram avaliados. A qualidade da carne foi determinada avaliando o pH, cor e a perda de água por gotejamento. Durante o transporte, a proporção de animais deitados foi maior ($P < 0,05$) nos grupos D200 e D235 em relação ao D270, enquanto D200 não diferiu de D235 ($P > 0,10$). A proporção de animais sentados durante o transporte foi maior ($P < 0,01$) no D270 em relação ao D200. No curral de espera, maior proporção de suínos do D200 e D235 ficaram em pé em comparação com D270 ($P = 0,01$) e a proporção de suínos deitados foi maior ($P = 0,02$) para D270 em comparação com D200 e D235. A frequência do comportamento de bebida foi maior ($P < 0,05$) para o grupo D200 em comparação com D235 e D270. Os níveis de CK foram menores ($P < 0,05$) em suínos transportados em D200 em comparação com D270. Um escore de lesão de carcaça mais alto ($P = 0,06$) foi encontrado em suínos D270 em comparação com D200 e D235. Os valores de pH1 tiveram a tendência a ser menores ($P = 0,10$) para suínos transportados em D270 em comparação com aqueles transportados em D200. A aplicação de menores densidades de embarque durante o transporte dos suínos sob condições tropicais, proporcionou aos animais espaço suficiente para descansarem, viajarem com mais conforto e chegarem menos cansados ao abatedouro.

Palavras chave: bem-estar animal, comportamento, manejo pré-abate, suínos, transporte.

DIFFERENT LOADING DENSITIES DURING TRANSPORT TO SLAUGHTER ON BEHAVIOR, PHYSIOLOGICAL RESPONSE, AND CARCASS AND MEAT QUALITY IN PIGS

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effect of three loading densities on animals behavioral and physiological response, and carcass and meat quality of pigs transported from the farm to the slaughter plant. A total of 1,936 pigs were transported in 8 trips (8.4 ± 0.5 h) from two farms to a commercial slaughter plant, located in southern Brazil. Three different loading densities were used during transport: 200 Kg/m² (D200), 235 Kg/m² (D235) and 270 Kg/m² (D270), and on each trip, 36 pigs (118.9 ± 9.8 Kg) were randomly allocated into one of those densities. Behavioral recordings were made during transportation and the first lairage hour using video cameras. During bleeding, blood samples were collected to determine the levels of creatine kinase (CK) and lactate (LAC). Carcass weight and degree of lesions were assessed, and meat quality was determined by assessing pH, color, and drip loss. During transportation, the proportion of animals lying down was higher ($P < 0.05$) in D200 and D235 groups compared to D270, while D200 did not differ between D235 ($P > 0.10$). The proportion of sitting animals during transportation was higher ($P < 0.01$) in D270 compared to D200. In lairage, D200 and D235 pigs stood more compared to D270 ($P = 0.01$) and the proportion of lying pigs was higher ($P = 0.02$) for D270 compared to D200 and D235. The frequency of drinking bouts was higher ($P < 0.05$) for D200 group compared to D235 and D270. The levels of CK were lower ($P < 0.05$) in pigs transported at D200 compared to D270. A higher ($P = 0.06$) carcass lesion score was found in D270 pigs compared to D200 and D235. The pH1 values tended to be lower ($P = 0.10$) for pigs transported at D270 compared with pigs transported at D200. The application of lower loading densities during transport of pigs under tropical conditions allowed them enough space for resting, travel more comfortably and arrive less fatigued at the slaughter plant.

Key words: Animal welfare, behavior, pigs, pre-slaughter stress, transport.

LISTA DE ABREVIATURAS

- AAWS – “Australian Animal Welfare Standards”
- ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal.
- ADT – Animais deitados.
- AEP – Animais em pé.
- AOUT – Animais em outra postura.
- ASEN – Animais sentados.
- AV – Animais visíveis.
- BA – Beber água.
- CA – Comportamentos agonísticos.
- CK – Creatina quinase.
- DFD – Carne escura, firme e seca.
- FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.
- FASS - Federation of Animal Science Societies, Champaign, Illinois.
- FPPQ – “Fédération des producteurs de porcs du Québec, Longueuil, Canada”.
- HD – “High definition”.
- ITU – índice temperatura-umidade.
- ITP – “Institut Technique du Porc”.
- L50 – latência 50% animais deitados.
- LAC – Lactato.
- LED – “Light Emitting Diode”, Diodo Emissor de Luz.
- LT – *Longissimus thoracis*.
- MAPA – Ministério de agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil.
- MLC - “Meat and Livestock Commission”.
- NAI – “non-ambulatory injured animal”
- NANI – “non-ambulatory non-injured animal”
- OIE – Organização Mundial da Saúde Animal.
- ODS – Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.
- ONU – Organização das nações unidas.
- PFN – carne pálida, firme e não exsudativa.
- PPF – peso papel filtro.

PCQ – peso da carcaça quente.

PCF – peso da carcaça fria.

PR – Estado do Paraná.

PSE – Carne pálida, mole e exsudativa.

PV – Peso vivo.

PG – Perda de peso por gotejamento

RFN – Carne firme e não exsudativa.

RPM – Revoluções por minuto.

RSE – Carne vermelha, mole e exsudativa.

SIF – Sistema de inspeção federal.

SIGSIF - Sistema de Informações Gerenciais do Serviço de Inspeção Federal.

UE – União Europeia.

UI – Unidades internacionais.

UR – Humidade relativa.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Densidades de carga recomendadas por diferentes países (m ² /animal) e seus fatores de variação: condições climáticas e peso vivo (PV) (adaptado de Faucitano e Lambooij, 2019).	18
Tabela 2. Características gerais do caminhão usado no experimento	25
Tabela 3. Descrição dos comportamentos avaliados durante o transporte e durante o período de descanso no curral de espera do frigorífico (Adaptado de Rocha et al., 2019).	29
Tabela 4. Escore de lesão de carcaça de acordo com a quantidade de lesão do tipo “manejo”, “monta” e “mistura” (ITP, 1996).	31
Tabela 5. Classificação da qualidade da carne de porco, incluindo pH24, valor L * e PG (ROCHA et al., 2016).	33
Tabela 6. Médias aritméticas (\pm desvio padrão) da proporção de animais em pé (AEP), deitados (ADT), sentados (ASEN) em outras posturas (AOUT), em cada densidade de carga no caminhão durante o transporte.	38
Tabela 7. Médias aritméticas (\pm desvio padrão) da proporção de animais em pé (AEP), deitados (ADT), sentados (ASEN), tomando água (BA), envolvidos em comportamentos agonísticos (CA), e tempo que levou para o 50% dos animais se deitarem (L50%) no curral de espera, segundo a densidade de carga.	40
Tabela 8. Médias aritméticas e valores mínimos e máximos (min. – máx.) das concentrações de creatina quinase (CK) e lactato (LAC) sanguíneos segundo a densidade de carga no caminhão durante o transporte.	41
Tabela 9. Médias aritméticas (\pm desvio padrão) das características de carcaça e medias [min.-máx.] dos escores de lesões segundo a densidade de carga no caminhão durante o transporte.....	43
Tabela 10. Médias reais (\pm DP) de parâmetros de qualidade e medias [min.-máx.] de escore de umidade do papel filtro, avaliada no musculo LT de suínos transportados em três densidades.	45

Tabela 11. Porcentagens de classes de qualidade de carne em suínos transportados em três densidades e em total.....	46
--	----

1. INTRODUÇÃO

O transporte é um dos eventos mais estressantes para os animais e, a densidade de carga é um dos fatores que impactam mais no bem-estar dos suínos durante o transporte, com efeitos sobre as perdas animais (lesões, animais fadigados e mortalidade), o comportamento, a condição fisiológica, qualidade de carcaça e da carne (FAUCITANO e GOUMON, 2018; FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019).

Vários países têm identificado uma densidade ideal de acordo com as condições locais (climáticas) e o peso dos animais (CARC, 2001; EC, 2005; FPPQ, 2007; FASS, 2010; AAWS, 2012). A diretiva da União Europeia (EC, 2005) é amplamente recomendada pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA; LUDTKE et al., 2016) para transporte de suínos no território brasileiro, indicando carga máxima de 235 kg de peso vivo do animal por cada m² do piso do caminhão, devendo ser reduzida em 20% no verão. Embora, estudos recentes mostram que os suínos de genética moderna na Europa precisam de mais espaço durante o transporte para conseguir deitar-se completamente e sugerem uma revisão desta legislação (ARNDT et al., 2019), o que nos faz pensar que este valor pode não se ajustar as condições comerciais de transporte de suínos no Brasil, precisando assim, ser avaliado.

Estudos realizados no Brasil, por Diesel et al. (2016) que avaliaram 37.962 suínos transportados da granja ao frigorífico, no estado de Santa Catarina, mostraram que as densidades de carga variaram desde 225 kg/m² até 321 kg/m², e Dalla Costa et al (2019) encontraram que o risco de fraturas dos animais aumentou quanto maior foi a densidade durante o transporte. Mas, devido à pouca disponibilidade de trabalhos que avaliem os efeitos de diferentes densidades no transporte de suínos, nosso objetivo foi avaliar o efeito de três densidades de carga na resposta comportamental, indicadores fisiológicos de estresse e na qualidade das carcaças e da carne em suínos transportados desde a granja até o frigorífico.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Contexto

A carne suína é uma das carnes mais consumida no mundo todo, o que tem feito com que a suinocultura seja um dos setores com maior crescimento nas últimas décadas (FAO, 2016). Brasil é o quarto maior produtor e o quarto maior exportador mundial de carne suína (EMBRAPA, 2020). De acordo com Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2020a) no ano 2019 foram produzidas 3,98 milhões de toneladas e exportadas 750,000 toneladas de carne suína, o que representa o 3,9% e o 8,1% da produção e das exportações mundiais respectivamente. Até julho de 2020, as exportações cresceram 47,9%, comparado com o mesmo período do ano anterior, sendo as vendas para os países asiáticos as responsáveis pelo aumento. Apenas para a China, a quantidade de produto exportado cresceu em 143%, valor superior ao efetivado no mesmo período do ano 2019. Mostrando assim, um crescimento acelerado do setor (ABPA, 2020b).

A produção com suínos nos últimos anos virou altamente industrializada, originando mudanças, não só nas questões técnicas se não também na composição genética dos animais. Essas mudanças foram influenciadas também pela crescente preocupação do consumidor com respeito aos produtos que adquire, em termos de salubridade, qualidade, e os aportes à saúde e alimentação (FAO, 2016).

2.2. Bem-estar Animal

Alguns aspectos relacionados com a produção intensiva de animais, tem sido também foco de preocupação das sociedades. Como o confinamento, que limita o movimento dos animais e a expressão de comportamentos naturais; as atividades de manejo que incluem procedimentos que geram dor sem uso de anestesia nem analgesia; e os fatores associados à seleção genética, que tem melhorado a produtividade dos animais, mas que têm trazido consequências na saúde e no bem-

estar destes. Consumidores europeus associam o bem-estar animal com qualidade do produto e com segurança alimentar. Já os consumidores norte-americanos exigem informação detalhada dos produtos que adquirem, sobre o nível de bem-estar animal. Essas necessidade e exigências das sociedades sobre estes temas, especialmente nestas regiões, têm ajudado ao desenvolvimento de esquemas de certificação e rotulação de alimentos produzidos com animais em altos níveis de bem-estar animal (FAUCITANO et al., 2017) e tem levado também ao longo do tempo, à consolidação da ciência do bem-estar animal (TARAZONA, CEBALLOS e BROOM, 2019).

A Organização Mundial de Saúde Animal (OIE, 2011) define o bem-estar animal como o estado em que o animal se encontra ao lidar com as condições com as que vive; e além de ser uma questão muito importante para muitas pessoas, é um fator chave na hora de determinar se um sistema é sustentável ou não (BROOM, 2001).

O bem-estar animal pode ser avaliado através de indicadores baseados em cinco domínios: nutrição, ambiente, saúde, comportamento e estados mentais, como proposto por Mellor e Reid (1994), envolvendo vários fatores e experiências (positivas e negativas) vividas pelos animais (MELLOR, 2016).

De acordo com Broom (2008), a definição e avaliação do bem-estar deve considerar que: o bem-estar é uma característica própria do animal, não é algo que possa ser fornecido pelo homem; não é absoluto, podendo variar de muito bom a muito ruim; sendo ruim quando as estratégias de combate às condições difíceis do animal são ineficientes; deve ser mensurado cientificamente, independente de considerações éticas e baseado no conhecimento da biologia da espécie; pode ser afetado pelas liberdades que são outorgadas e as necessidades do animal, embora não é necessário referenciar estes conceitos ao especificar o bem-estar; e que tanto a dor como o sofrimento são aspectos importantes na vida do animal, mas dificultam a adaptação ou resposta do animal aos ambientes desafiantes.

Para que as cadeias produtivas da pecuária contribuam para a redução da fome e da pobreza e, paralelamente, ao uso adequado de recursos naturais, entre outros fatores, é necessário que elas adotem estratégias sustentáveis de produção. A

Agenda 2030 da ONU para o Desenvolvimento Sustentável procura fomentar a produção sustentável, e incluiu algumas ferramentas para aumentar a contribuição da pecuária no cumprimento dos ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) da FAO (2018), e já que de acordo com Keeling et al. (2019) existe um vínculo direto entre bem-estar animal e o alcance de todos os ODS, devemos considerar a importância das boas práticas e da implementação de bem-estar animal na pecuária para o desenvolvimento global.

2.3. Bem-estar animal na suinocultura

Além da intensificação nos sistemas de produção, os suínos têm sofrido um extenso processo de seleção genética, que gerou um suíno mais magro, mais produtivo e fêmeas mais prolíferas. Mas, esses avanços produtivos criaram também sérios problemas, que prejudicam o bem-estar desses animais, que exigem um ambiente adequado para que possibilite a manutenção de suas funções fisiológicas e comportamentais. Em sistemas de criação altamente industrializados, onde as condições de criação intensiva desafiam constantemente os animais, a probabilidade deles expressarem todo o seu potencial genético são limitadas, mesmo quando alimentados com dietas de alta qualidade, o maior limitante são as condições ambientais. Estima-se que os melhores produtores alcançam só entre 75 e 80% dos níveis de deposição máxima de proteína em músculos nesses animais (SCHINCKEL, 2001).

Algumas características dos suínos os fazem mais susceptíveis ao estresse que outros animais, estes têm uma massa cardíaca pequena e com bradicardia (baixo ritmo cardíaco), e esse fator combinado com o acelerado crescimento de animais de genética moderna, pode explicar a susceptibilidade destes a anomalias cardíacas e ao estresse agudo (YANG e LING, 1997; ZURBRIGG et al., 2017).

Algumas raças podem ser mais susceptíveis ao estresse que outras, e isso explicado por uma mutação genética no gene RYR1: associado à apresentação de síndrome do estresse porcino, que é a morte do aguda de um animal induzida por

fatores estressantes, como o transporte, a temperatura ambiental, o exercício, brigas ou até durante o parto (MITCHELL e HEFFRON, 1982).

Outra característica importante dos suínos, é a sua condição de animais homeotermos, cuja produção e eliminação de calor deve ser balanceada, sua temperatura corporal se mantém em rangos estreitos e está influenciada também pela temperatura ambiental (BRACKE et al., 2020). A perda de calor pode se dar através de vários mecanismos (radiação, evapotranspiração, condução e convecção; MARAHRENS, 2014) mas os suínos têm poucas glândulas sudoríparas funcionais e isso dificulta a perda de calor mediante evapotranspiração e os faz mais susceptíveis a estresse por calor (YOUSEF, 1985). Os suínos utilizam outros mecanismos para regular sua temperatura frente a altas temperaturas ambientais estes diminuem o consumo de alimento, aumentam a frequência respiratória, começam ofegar, procuram sombra e contato com superfícies mais frias, afastam-se de outros animais e esfregam-se no barro (AARNINK, HUYNH e BIKKER, 2016). Mas, nem sempre, nas condições de confinamento, estas estratégias podem ser implementadas, fazendo muito importante proporcionar aos suínos uma temperatura ambiente de acordo com a sua zona termo neutral (intervalo de temperatura ambiental donde a taxa metabólica e a produção de calor são mínimas) que muda de acordo com a etapa do animal, o tamanho, a raça, a nutrição, material de fabricação do chão do curral, velocidade do ar e atividade do animal (BRACKE et al., 2020).

2.3.1. Fisiologia do estresse em suínos:

O animal usa várias estratégias para afrontar situações difíceis, e o estresse se dá quando essas estratégias são ineficientes. Durante um momento de estresse, o organismo do animal faz algumas mudanças importantes; ativam-se hormônios do sistema pituitário-suprarrenal e do sistema medular simpático-adrenal, que dão como resultado mudanças comportamentais e fisiológicas (FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019).

O estímulo estressante é captado pelo hipotálamo, que libera corticotrofina atua na glândula pituitária, onde é sintetizado e liberado o hormônio adrenocorticotrófico. Esse hormônio estimula o córtex das glândulas adrenais a produzir glicocorticoides e mineralocorticoides (DALLA COSTA, 2016).

O cortisol é o glicocorticoide mais usado para avaliação do bem-estar de mamíferos, a principal função é o aumento de glicose no sangue, com o objetivo de manter a homeostase do organismo, manter o aporte de oxigênio para os tecidos, mobilizar energia e manter a temperatura corporal (STOCCHÉ et al., 2001; GOYMANN et al., 2003). Este é considerado um indicador de estresse de longo prazo, devido a que aumenta seus níveis em menos de 30 minutos e torna a níveis normais em aproximadamente 3 horas após a ocorrência do estímulo estressante (BRADSHAW et al., 1996).

Outros indicadores fisiológicos são usados para identificar o estresse do animal, principalmente do estresse físico, produto de uma alta atividade física ou atividade que exigiu muito esforço por parte do animal. O suíno experimenta ao longo da sua vida um baixo nível de atividade física, e dificilmente têm a capacidade de suportar atividade física intensa (FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019). A atividade muscular requer energia que é tomada via aeróbica, com uso de oxigênio. Durante uma atividade intensa o oxigênio é insuficiente e a energia começa ser liberada através de um processo anaeróbico, convertendo piruvato em lactato (NELSON; LEHNIGER e COX, 2008), sendo este último um indicador de estresse de curto prazo, pois alcança seu pico mais alto em 4 minutos e retorna a níveis normais depois de duas horas aproximadamente (ANDERSON, 2010).

Durante esse exercício intenso, o uso de ATP (adenosina trifosfato) que é a “moeda da energia da célula” aumenta, incrementando assim também a atividade da creatina quinase (CK), que tem como função obter ATP, da energia armazenada em forma de fosfocreatina; sendo a CK útil como indicador de estresse de longo prazo, e indicativo de dano no tecido muscular após exercícios físicos intensos, alcança seu pico mais alto após 6 horas e volta a seus níveis basais em até 48 horas (FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019).

Durante o exercício e em situações de estresse a atividade cardíaca aumenta também, produto da liberação de epinefrinas via ativação pelo sistema nervoso simpático, induzindo mudanças no tônus vascular e no fluxo sanguíneo, incrementando os batimentos por minuto ou frequência cardíaca e incrementando também a temperatura corporal (FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019), aumentando assim a taxa de respiração ou frequência respiratória com objetivo de perder calor através da evaporação, sendo estes (frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura corporal) indicadores de alta atividade física e estresse (DALLA COSTA, 2016).

Existem vários fatores ao longo da vida dos suínos que prejudicam a adequada expressão das habilidades, que prejudicam o seu bem-estar, sendo que alguns deles são comuns em todas as etapas produtivas, como o estresse térmico, efeitos da densidade de alojamento, relação homem-animal, facilidade da expressão dos comportamentos naturais, aparição de comportamentos anormais, dentre outros (DIAS, DA SILVA E MANTECA, 2014) ou que estão relacionados com a etapa produtiva específica na que o animal se encontra:

2.4. Bem-estar animal no manejo pré-abate

2.4.1. Efeitos do estresse na qualidade da carcaça:

O estresse, principalmente o que precede o abate, tem efeito na qualidade do produto. Começando pela carcaça, onde fatores como o peso, o rendimento de carcaça e a presença de lesões, entre outros fatores, são importantes para determinar sua qualidade (DALLA COSTA, 2016).

Algumas destas características, e o peso do conteúdo estomacal são indicativos de bem-estar animal, podem evidenciar o tempo de jejum (aspecto detalhado mais para frente), a textura da ração e a frequência com a que esta foi fornecido (FAUCITANO, CHEVILLON e ELLIS, 2010). O jejum tem se reportado como uma causa do aumento da agressividade nos suínos; animais com longos períodos de

jejum são mais agressivos por períodos mais longos também e isso, resulta numa alta apresentação de lesões (ARNONE e DANTZER, 1980).

As lesões na carcaça são uma característica muito importante da qualidade e valor desta para o mercado. O grau de lesões é avaliado subjetivamente através de padrões fotográficos que avaliam o dano no geral (de 1 = nenhum dano a 5 = dano severo; MLC, 1985) ou que identificam a origem da lesão de acordo com a forma desta (produto do manejo, da monta ou da mistura de animais; ITP, 1996).

As causas comuns destes danos são devidas a um manejo inadequado dos animais pelos corredores, rampas ou compartimentos de carga, além de brigas e amontoamento durante a mistura de lotes (BARTON-GADE et al., 1996; FAUCITANO, 2001; CORREA et al., 2010). Estudos relataram um aumento do risco em danos à pele, quando o tempo para o embarque foi maior e quando os animais tiveram redução no espaço disponível (GUÀRDIA et al., 2009). Em outro estudo, El Tasse e Molento (2019) avaliaram dados disponíveis no Sistema de Informações Gerenciais do SIF (SIGSIF) e detectaram, em abatedouros do estado de Paraná - Brasil, de janeiro de 2011 a dezembro de 2016, 602.006 carcaças condenadas, das quais 15% (90.426) foram condenadas em decorrência de fatores associados a problemas de bem-estar animal durante o transporte.

2.4.2. Efeitos do estresse na qualidade da carne:

Após a morte do animal, o musculo continua metabolizando energia, mas o oxigênio não está mais disponível, provocando assim que o metabolismo seja feito via anaeróbica, produzindo ions H⁺ e lactato, o que acidifica os músculos e o pH cai. A taxa de diminuição do pH, o valor final deste e a temperatura do musculo contribuem com a determinação da qualidade da carne. O aumento de acidez no musculo provoca redução da capacidade de retenção de água deste, o ATP diminui e as pontes de actina-miosina tornam-se permanentes, diminuindo a extensibilidade do musculo e dando origem ao rigor mortis (latim para “rigidez da morte”) (MATARNEH et al., 2017).

A qualidade da carne é o resultado destas mudanças físicas e bioquímicas, que podem levar desde um dia até duas semanas (HONIKEL, 2004). Em condições normais o pH do músculo muda de 7,0 até 6,1 em aproximadamente uma hora após o abate, mas esse valor depende da energia disponível que o animal tenha antes do abate. A taxa de diminuição do pH, o valor final deste e a temperatura do músculo contribuem com a determinação da qualidade da carne (MATARNEH et al., 2017).

Para compensar a alta demanda de ATP durante o período peri-mortem, é necessário o catabolismo de carboidratos, que é realizado em condições anaeróbicas, mediante glicólises, sendo o glicogênio a fonte principal (MATARNEH et al., 2017). O estresse antes do abate leva a um aumento na degradação do glicogênio muscular e uma rápida diminuição no armazenamento de energia, gerando assim, uma alta acidificação do músculo (KLONT e LAMBOOIJ, 1995). Quando essa acidificação ocorre com carcaça ainda quente, leva à desnaturação e perda da funcionalidade das proteínas musculares e dá origem a cor pálida na carne (MATARNEH et al., 2017).

A cor da carne é muito importante para a indústria e pode influenciar a decisão de compra por parte do consumidor (ANDERSEN; OKSBJERG; THERKILDSEN, 2005; GRUNERT, 2005). Essa característica depende da quantidade de mioglobina, que é dependente do oxigênio, o tipo de mioglobina e das propriedades estruturais da camada superficial da carne que influenciam as características de espalhamento de luz na superfície da carne (JOO et al., 1999).

Para a determinação da cor da carne são comumente utilizadas as coordenadas L^* , a^* e b^* do espaço de cores CIELAB, que indicam luminosidade, vermelho-esverdeado e amarelo-azulado respectivamente (CIELAB, 1976); ou mediante avaliação subjetiva usando escalas de cores japonesas (1 = muito pálido a 6 = muito escuro; NAKAI et al., 1975)

A carne tem sido classificada comumente em três categorias de acordo com as medidas de cor, firmeza e perda de água em PSE (pálida, mole e exsudativa), RFN (rosa avermelhado, firme, não exsudativo; normal) e DFD (escura, firme, seca. Mas devido a variações entre estas classes e para uma avaliação mais confiável,

categorias adicionais foram descritas incluindo RSE (rosa avermelhado, firme, exsudativa) e PFN (pálida, firme, não exsudativa) de acordo com valores do pH final, a perda de água por gotejamento e o valor de L^* (ROCHA et al., 2016)

Carnes do tipo PSE, em estudos feitos no sul do Brasil variaram de 17,2% até 22,83% (ANDRADE et al., 1993; MAGANHINI et al., 2007; TREVISAN e BRUM, 2020), estas podem gerar perdas econômicas significativas para a indústria (MATARNEH et al., 2017) e são normalmente produto do estresse agudo relacionado a vários fatores como a genética, o sistema de produção, as condições ambientais e o manejo dos animais pré-abate e das carcaças pós-abate. As carnes do tipo DFD são produto do estresse gerado por um longo período, como um longo período de jejum, longos períodos de transporte, eventos que causam esgotamento das reservas energéticas do animal (WARRISS et al., 2010). Carnes RSE e PSE são igualmente exsudativas, sendo a carne tipo RSE uma forma leve de carne PSE; e tanto carnes PFN, RFN e PSE um tempo de conservação semelhante (FAUCITANO et al., 2010).

O manejo pré-abate envolve várias etapas, desde que os animais saem das baias nas granjas, passando pelo embarque, transporte, desembarque, tempo de descanso no frigorífico e atordoamento do animal. Em todas essas etapas os animais são submetidos a fatores estressantes como o jejum, a mistura de lotes, a intervenção humana, mudanças de instalações, entre outros fatores que contribuem de maneira conjunta ou individual na geração de perdas e na aparição de animais fatigados na chegada ao frigorífico (FAUCITANO e GOUMON, 2018):

2.4.3. Preparo dos animais:

Uma prática recomendada e legislada em alguns países, para a preparação de animais para o abate, é o jejum, este tem com o objetivo evitar perdas e melhorar o conforto dos animais durante o transporte (FAUCITANO e GOUMON, 2018).

Um tempo total de jejum de no máximo 24 horas até o abate dos animais, é aceitável, contribuiu com o bem-estar destes, e com a obtenção de parâmetros de rendimento da carcaça e da qualidade da carne ideais (FAUCITANO, CHEVILLON e ELLIS, 2010). No território brasileiro, essa mesma quantidade de horas está determinada como tempo máximo que os suínos poderão estar em jejum antes de serem abatidos, e se esse tempo for excedido, os animais deverão ser realimentados (Portaria MAPA - 711, de 01/11/1995). Exceder este tempo pode resultar em um aumento da incidência de hematomas, e número de suínos fatigados na chegada ao frigorífico (MOTA-ROJAS et al, 2006).

É recomendável que o alimento seja retirado completamente dos comedouros de 8 a 12 horas antes do embarque dos animais, e que estes sejam mantidos em dieta hídrica durante este tempo (DALLA COSTA et al., 2012). Durante as primeiras 24 horas de jejum o suíno pode perder até 5% do seu peso vivo, mas nesse período, a perda de peso é relacionada principalmente às excreções de urina e fezes, o peso da carcaça não é afetado (PELOSO, 2001; BEATTIE et al., 2002). Perdas ou diferenças no peso da carcaça foram reportados depois de 24 horas de jejum (CHEVILLON, 2001).

Para ressaltar a importância do jejum, alguns estudos têm reportado suas vantagens como: alto nível de bem-estar animal durante o transporte (BRADSHAW et al., 1996; GUÀRDIA et al., 1996), menor apresentação de comportamentos agonísticos em animais com 8 horas de jejum, durante a primeira hora de descanso, comparados com animais sem jejum (ACEVEDO-GIRALDO, SÁNCHEZ e ROMERO, 2020), redução do risco de contaminação da carcaça e melhoria na qualidade da carne, desde que um tempo máximo de 24 horas não seja ultrapassado (GUÀRDIA et al., 2004; SAUCIER et al., 2007; FAUCITANO, CHEVILLON e ELLIS, 2010). Embora, o jejum pode resultar em frustração, aumento da atividade dos animais (aumento do consumo de água e brigas), e agressividade dificultando o manejo, por causa da fome. (DALLA COSTA et al., 2016).

2.4.4. Embarque dos animais:

O estresse associado a esta etapa tem a ver com a combinação de fatores como as instalações de embarque, divisão e tamanho do grupo e as condições de manejo (FAUCITANO e GOUMON, 2018).

Quando os animais têm que ser conduzidos longas distâncias desde o curral até a zona de embarque, estes podem apresentar fadiga (aumento da frequência respiratória e descoloração da pele) (RITTER et al, 2007; 2008) e altos níveis de lactato pós-carga (EDWARDS et al., 2011). Uma prática recomendada quando animais precisam percorrer longas distâncias para serem embarcados é o uso de salas de embarque, que são lugares mais perto da área de embarque, e onde os animais serão levados com 2 ou 4 horas de antecipação da carga (CHEVILLON, 2001). Prática que contribui também a reduzir o tempo de embarque e na diminuição da taxa de mortalidade durante o transporte (CHEVILLON, 2001; GESING et al., 2010). Também, submeter os animais a rampas muito elevadas (>20 graus) para serem embarcados está relacionado com um maior desafio físico e psicológico, e pode aumentar o número de contusões nos animais por quedas e escorregões (GRANDIN, 1997; DALLA COSTA et al., 2007; GOUMON et al., 2013).

O uso de piso antiderrapante e cama de vários tipos de material são eficientes para diminuir a quantidade de escorregões, quedas e vocalização (FAUCITANO e GOUMON, 2018) e diminuir o tempo de manejo (GARCIA e MCGLONE, 2015).

É importante além destes fatores, considerar o tamanho do grupo de animais a serem manejados, a escolha correta garante um fluxo suave de suínos sem estresse e com redução da carga de trabalho para os manejadores (FAUCITANO e GOUMON, 2018). Manejar grupos de 4 a 6 suínos resulta em um menor aumento da frequência cardíaca, menor tempo de carga e menor ocorrência de animais mortos ou fadigados (LEWIS e MCGLONE, 2007).

Com respeito às ferramentas de manejo, não é recomendado o uso de bastão elétrico. O bastão diminui a facilidade de manejo (MCGLONE et al., 2004), aumenta a incidência de suínos fadigados (CORREA et al., 2010), provoca uma resposta

fisiológica negativa como aumento da frequência cardíaca e níveis de cortisol e lactato no sangue (BRUNDIGE et al., 1998; HEMSWORTH et al., 2002; BERTOL et al., 2005; CORREA et al., 2010; EDWARDS et al., 2010) e de comportamentos negativos, como aumento da quantidade de voltas, escorregões, quedas, pulos e vocalizações de alta frequência (RABASTE et al., 2007; CORREA et al., 2010; EDWARDS et al., 2010; DOKMANOVIC et al., 2014). Ferramentas como tabuas, chocalhos, remos, contatos com as mãos ou bandeiras são mais adequados para a condução de suínos (LUDKE et al. 2016).

2.4.5. Transporte

Devido à quantidade de animais que morrem durante o transporte ou chegam no frigorífico lesionados, pelo comportamento e as respostas fisiológicas negativas, o transporte foi definido como um dos mais estressantes para os suínos (RITTER et al., 2009; EDWARDS et al., 2010; CORREA et al., 2013, 2014; TORREY et al., 2013). O estresse causado pelo transporte é tanto uma questão de bem-estar animal como uma questão econômica e de qualidade do produto; pois pode resultar em perdas de animais, depreciação das carcaças e defeitos na qualidade da carne (FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019).

O transporte representa para os suínos uma atividade energeticamente exigente, sendo comum a aparição de animais com síndrome de fadiga (ocorrência de animais NANI = “non-ambulatory non-injured” e NAI = “non-ambulatory injured”) (FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019).

A incidência de suínos com problemas ambulatórios (NANI e NAI) e mortos na chegada no frigorífico são indicativos de problemas de bem-estar animal durante o transporte e tem diferentes fatores causais, podendo estar relacionada com a genética do animal, o seu estado de saúde e ao manejo ao que é submetido, além de estar altamente relacionado com a qualidade do transporte (VOSLAROVA et al., 2017).

Diesel (2016), em um estudo realizado no estado de Santa Catarina, Brasil, avaliando 37.962 animais provenientes de 60 granjas, detectou 0,08% de mortalidade associada com o transporte, além de 0,39% do total de animais sendo caracterizados como NAI e 0,37% como NANI, o que representa altas perdas econômicas para a cadeia produtiva. A autora observou também uma correlação positiva da quantidade de animais incapacitados com a quantidade de carcaças condenadas. Nas análises econômicas feitas nesse estudo, a incidência de suínos mortos, NANI e NAI no transporte, representou uma perda estimada de US\$ 0,29 por animal, o que geraria uma perda anual de 11 milhões de dólares, considerando que mais de 240.000 suínos chegariam mortos ou incapacitados nos frigoríficos.

Dalla Costa et al. (2019) avaliaram os fatores que mais contribuíram para as ocorrências de suínos mortos, NANI e NAI na chegada ao frigorífico e concluíram, considerando uma amostra de 38.000 suínos, transportados em 42 cargas para três frigoríficos no Sul do Brasil, que o transporte foi o fator que mais contribuiu para as perdas de suínos durante o manejo pré-abate, quando comparados com as condições iniciais de cada animal, a forma como os animais foram embarcados ou considerando as características de cada granja.

O bem-estar dos suínos durante o transporte e os efeitos no produto final, dependem de muitos fatores e da interação entre estes; como a condição do animal no embarque (ex. jejum), as condições ambientais, o desenho do caminhão, a posição do animal no caminhão, o tempo de viagem, a qualidade do motorista na direção do caminhão, o manejo no embarque e desembarque e a densidade de carga.

2.4.5.1. Desenho do caminhão:

O tipo de veículo para transporte de suínos para o abate pode variar amplamente e as características deste podem ter efeito no bem-estar dos animais durante seu transporte, como o sistema de carga e descarga, localização do compartimento e o microclima deste (FAUCITANO e GOUMON, 2018). Um estudo

realizado no sul do Brasil por Dalla Costa et al. (2007), relatou que o embarque foi mais fácil e rápido e os animais apresentaram menores níveis de cortisol quando transportados no caminhão que possuía rampa hidráulica.

Com respeito ao microclima do caminhão, tem sido relatado que conforme a temperatura e a humidade do ambiente aumentam, a temperatura e humidade interna do caminhão e a quantidade de animais que morrem durante o transporte, aumentam também (FAUCITANO e GOUMON, 2018).

O aumento de temperatura dentro do caminhão pode ser maior em alguns modelos ou tipo de veículo, e depende do sistema de ventilação que este possui (WESCHENFELDER et al., 2012). Um fluxo de ar adequado em condições de clima quente para garantir uma adequada ventilação deve ser de 300 m³/hora de fluxo de ar (CHEVILLON et al., 2004).

As paradas durante a viagem também são fontes de aumento das temperaturas dentro do caminhão (BROWN et al., 2011; WESCHENFELDER et al., 2012, 2013; FOX et al., 2014). Para melhorar o conforto térmico dos animais durante o transporte, estes devem ser transportados em caminhões com adequada ventilação, receber aspensão de água na saída da granja, durante as paradas e 5 minutos antes da descarga se a temperatura ambiente é superior a 23 graus (BROWN et al., 2011; FOX et al., 2014).

O tipo de piso é importante também para o conforto dos suínos durante o transporte. Borracha leve é o material mais recomendado para piso por seu bom isolamento, junto com as propriedades antiderrapantes e antirruídos que tem (CHRISTENSEN e BARTON-GADE 1996), quando se compara com pisos de ferro ou de alumínio, resulta em uma menor incidência de carne do tipo PSE (GUÀRDIA et al., 2004).

2.4.5.2. Posição do compartimento:

A localização do animal dentro do caminhão, tem impacto no seu bem-estar e na qualidade da carne (BENCH et al., 2008). As diferenças relacionadas com a localização dos animais no caminhão podem ser explicadas pelas rampas internas necessárias para chegar até alguns compartimentos e as diferenças microclimáticas existentes entre estes (FAUCITANO e GOUMON, 2018).

Um estudo que avaliou o transporte de 2660 suínos ($126,7 \pm 6,6$ kg PV) provenientes de 19 granjas, no sul de Brasil, mostrou que animais transportados em compartimentos traseiros apresentaram maior número de hematomas (DALLA COSTA et al., 2007). Em estudos europeus verificara, baixa qualidade de carne, níveis mais altos de lactato e de cortisol foram encontrados em suínos transportados em compartimentos dianteiros e traseiros comparados com os compartimentos do médio (GUISE e PENNY, 1989; BARTON-GADE et al., 1996).

Resultados destes e outros estudos podem indicar que os suínos localizados nos extremos foram expostos a mais estresse físico e psicológico, resultado de inadequada ventilação, vibração e ordem de carga (FAUCITANO e GOUMON, 2018).

2.4.5.3. Condições ambientais/Estação:

Durante o transporte, os suínos experimentam mudanças extremas de temperatura (RANDALL, 1993), e isto pode influenciar nas perdas de animais: maior proporção de animais mortos durante o transporte foi registrado no verão (HALEY et al., 2008; VITALI et al., 2014) e durante o inverno, além de maior quantidade de animais fadigados (CLARK, 1979; GUÀRDIA et al., 1996; SUTHERLAND et al., 2009).

Recentes estudos realizados no Brasil têm mostrado que com o aumento da temperatura média durante o transporte, há um aumento da probabilidade de perdas totais durante o transporte, e que melhorar o conforto térmico durante este pode

contribuir à redução da mortalidade e perdas por NAI, especialmente se a temperatura é superior aos 20 graus (DALLA COSTA et al., 2019).

No inverno, perdas durante o transporte têm sido associadas a uma maior dificuldade no manejo dos animais durante a carga e descarga (TORREY et al., 2013) e assim maior fadiga dos animais (CORREA et al., 2014).

Algumas das estratégias para mitigar o impacto das condições ambientais têm sido relatadas: durante as paradas e em temperaturas de mais de 20 graus, o uso de sistemas de ventilação, aspersão, nebulização e suas combinações são efetivas para diminuir a mortalidade de animais (BROWN et al., 2011), reduzir a fadiga e carne exsudativa (NANNONI et al., 2014) e reduzir o índice de temperatura e humidade THI (PEREIRA et al., 2018).

Com respeito temperaturas baixas, estratégias como a diminuição do fluxo de ar pelo fechamento de aberturas (CHEVILLON et al, 2004) e uso de material isolante (GONYOU e BROWN, 2012) resultam em melhor conforto térmico dos suínos.

2.4.5.4. Densidade de carga:

Uma densidade de carga adequada deve permitir que o animal fique em pé em sua postura natural, e que consiga se deitar simultaneamente com os outros animais durante o transporte (EC, 2005). Alguns países têm regulamentado o uso de uma densidade específica de acordo o peso do animal, ou ainda, baseado nas condições climáticas prevaletentes, como apresentado na Tabela 1.

Porém, esta é uma medida facilmente manipulável pela pressão econômica, sendo comum aumentar a densidade de carga para minimizar o custo do transporte. Um estudo feito por Dalla Costa et al. (2019) no sul do Brasil demonstrou que o risco de ocorrência de fraturas de membros é quatro vezes maior por cada suíno adicional alocado por metro quadrado no caminhão. Os resultados do estudo conduzido por DIESEL (2016) no estado de Santa Catarina, Brasil, avaliando animais de 60 granjas, mostraram que as densidades de transporte em suínos variaram desde

225,7 kg/m² até 331,6 Kg/m². A autora não observou diferenças significativas nos números de animais NANI, NAI ou mortos em função das densidades de carga, mas observou um maior risco de condenação das carcaças com o aumento da densidade, principalmente por conta de aumento no número de animais com fraturas e lesões de pele.

Tabela 1. Densidades de carga recomendadas por diferentes países (m²/animal) e seus fatores de variação: condições climáticas e peso vivo (PV) (adaptado de FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019).

País	Densidade recomendada (m ² /animal)	Fatores de variação	Fonte
União Europeia	0.42	100 Kg PV e aumentar em até 20% de acordo com condições climáticas e duração da viagem.	EC (2005)
Canadá	0.40	< 16 °C - 115 Kg PV	FPPQ (2007)
	0.43	< 16 °C - 123 Kg PV	
	0.43	16 – 23 °C - 115 Kg PV	
	0.46	16 – 23 °C - 123 Kg PV	
	0.46	24 – 29 °C - 115 Kg PV	
USA	0.50	24 – 29 °C -123 Kg PV	FASS (2010) Grandin (2017)
	0.40	Inverno - 114 Kg PV	
	0.46	Inverno - 136 Kg PV	
	0.61	Inverno - 182 Kg PV	
	0.46	Verão - 114 Kg PV	
	0.55	Verão -136 Kg PV	
Austrália	0.65	Verão -182 Kg PV	AAWS (2012)
	0.35	100 Kg PV	
	0.42	125 Kg PV	
	0.48	150 Kg PV	
	0.55	175 Kg PV	

Trabalhos feitos em outros países mostraram uma menor incidência de animais NANI, NAI e mortos quando estes foram transportados com um aumento de espaço (0,39 v.s. 0,42 m²/animal) (RITTER, 2007). Por outro lado, resultados de outros estudos mostraram um maior risco de hematomas nas carcaças e de carnes classificadas como PSE quando os suínos foram transportados em densidades muito baixas no verão por um curto período (< 1 hora; GUÀRDIA et al., 2004, 2009).

O MAPA, tendo como base a cartilha de Boas Práticas no Embarque de Suínos para o Abate (LUDTKE et al., 2016), recomenda amplamente o uso da densidade ditada pela união europeia para o transporte de suínos ao frigorífico no território brasileiro. A densidade de 235 kg/m², com aumento de 20% de espaço no verão, recomendada pela União Europeia é baseada sobre o estudo realizado por Lambooij et al. (1985), onde um transporte internacional de longa distância foi simulado. Foram transportados 216 suínos (100 Kg PV) durante 44 horas em três densidades diferentes (0,66, 0,44 e 0,33 m²/suíno) encontrando que altas densidades (<0,44 m²/suíno) tiveram um efeito negativo na qualidade da carne, e comprometeram o bem-estar dos animais. Mas, estudos mais recentes (ARNDT et al., 2019) asseguram que este é um valor desatualizado, pois desde que foi proposta, esta recomendação não foi atualizada e desde então a genética dos animais e o peso final destes mudou consideravelmente, conseqüentemente, os requerimentos de espaço mudaram também, precisando de uma definição mais precisa do requerimento de espaço para estes animais.

Nesse estudo, Arndt et al. (2019) avaliaram os requerimentos de espaço de animais de genética moderna, prevalente na Europa (Landrace dinamarquesa x Pietrain) usando um método planimétrico para análise de imagens assistida por computador e determinaram que a área mínima oferecida para o animal de acordo com a UE é insuficiente para garantir que o animal consiga se deitar. Os autores propuseram então uma área mínima de 0.587 m² para um suíno de 130 kg (221 kg/m²) completamente deitado.

Como exposto acima, as densidades de carga para o transporte de suínos diferem entre países. Estes valores são geralmente ajustados de acordo com peso

do animal e as condições climáticas e são produto de avaliações realizadas nas condições de transporte locais. Portanto, elas podem ou não se ajustar as condições comerciais de transporte brasileiras. O que ressalta a importância de determinar quais são os requerimentos de espaço dos suínos baseados nas condições locais de transporte, para assim diminuir os efeitos negativos deste e garantir o crescimento econômico do setor porcino brasileiro ao reduzir as perdas, além de melhorar as condições do bem-estar dos animais, o que favorece o lugar que ocupa a carne de porco brasileira no mercado nacional e no mercado internacional.

2.4.5.5. Tempo / distância de transporte:

Tanto viagens curtas como longas resultam em indicadores de baixo bem-estar para suínos (WERNER, REINERS e WICKE, 2007; HALEY et al., 2008). Em viagens curtas (<100 km), tem sido reportado um maior número de animais mortos na chegada ao frigorífico, isso devido a que o estresse gerado tanto pela carga e como a descarga, quando se dá em um curto período, é agravado (WARRIS, 1998). Depois de adaptados ao transporte, os animais começam deitar-se e sentar-se, mas isso só acontece após 20 ou 30 minutos de viagem (BARTON-GADE e CHRISTENSEN, 1998). Por isso, viagens mais longas (>1h) favorecem que os animais se recuperem do estresse da carga e se adaptem ao transporte (BRADSHAW et al., 1996; SUTHERLAND et al., 2009).

Quando os animais são transportados por um período maior, conseguem se adaptar ao novo ambiente, mas é necessário que os animais tenham espaço suficiente, conforto térmico e um adequado design do veículo (BENCH et al., 2008). No entanto, os suínos transportados por longos períodos podem estar expostos a fadiga, desidratação e apresentação de carnes do tipo DFD (BROWN et al., 1999; FORTIN, 2002; et al., 2003; MOTA-ROJAS et al., 2006; BECERRIL-HERRERA et al., 2010).

Um estudo realizado com 68,588 suínos no estado Mato Grosso do Sul (Brasil) mostrou que os suínos podem perder até 12% do peso vivo por conta do transporte

e que à medida que o tempo de transporte aumenta (<4 h v.s. >4 h), há um aumento correspondente no nível de desidratação dos animais (MACHADO et al, 2016). O maior tempo de transporte resultou em uma maior ocorrência de carnes PSE, e, se combinado com uma maior densidade de carga pode aumentar a ocorrência de lesões de pele (MACHADO et al., 2014). Efeitos negativos de transportes de longa distância podem ser mais prováveis em adição com outros fatores (FAUCITANO e GOUMON, 2018), por exemplo Vitali et al., (2014) encontraram um maior risco de morte durante transporte de mais de 2 horas no verão.

2.4.5.6. Habilidade do motorista:

Alguns aspectos que estão sob o controle do motorista, como a aceleração, frenagem e curvas, afetam a capacidade dos animais de manterem estabilidade das posturas (RANDALL, 1993; RANDALL et al 1995).

Um estudo realizado por Peeters et al., (2008) identificou que existem diferenças entre os estilos de condução de três motoristas, e que quando a jornada foi classificada como “selvagem” (determinada pelos maiores níveis de vibração) os animais permaneceram mais em pé. Isto pode aumentar a quantidade de lesões (BARTON-GADE e CHRISTENSEN, 1998) e tem se evidências de que viagens difíceis resultaram em pH mais baixo em 45 minutos após o abate e em maior incidência de carne PSE (HOFFMAN E FISHER, 2010).

No entanto, velocidades baixas (<60 km/h) pelas condições estrada, foram associadas também a uma maior probabilidade de perdas totais durante o transporte (DALLA COSTA et al., 2019). Peeters et al., (2008), concluíram que aumentar a conscientização do motorista terá efeito positivo no estilo de condução e conseqüentemente no bem-estar dos animais.

2.4.5.7 Desembarque dos animais:

Na chegada ao frigorífico, os animais devem começar a ser desembarcados em no máximo 30 minutos e o desembarque deve ser concluído em até uma hora. Se esse processo for atrasado, a temperatura dentro do caminhão pode ser muito alta, como consequências negativas pois há uma correlação entre o tempo de espera e o risco de morte de suínos (FAUCITANO e GOUMON, 2018; FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019). Manter suínos dentro do veículo sem ventilação por mais do que 4 horas, em temperaturas de aproximadamente 20 graus, aumentou a mortalidade em 0,28% (SUTHERLAND et al., 2009).

Assim como mencionado anteriormente, estratégias de aspersão e água ou ventilação, podem ser efetivas para melhorar o conforto térmico dos animais durante esta etapa, em condições de altas temperaturas (BROWN et al., 2011; PEREIRA et al., 2018). Deve ser realizada uma programação estrita do horário da chegada de animais, número previsto de animais, capacidade e velocidade de operação para reduzir os tempos de espera nos frigoríficos (FAUCITANO e PEDERNERA, 2016).

2.4.6. Tempo de descanso no frigorífico:

Depois dos animais serem desembarcados, estes são conduzidos para a sala ou pocilga de espera, que tem a função de alojar os animais durante um período de descanso e que permitirá que os suínos se recuperem do estresse causado pelas etapas anteriores, levando conseqüentemente, a melhoria na qualidade da carne (RABASTE et al., 2007).

Alguns fatores devem ser levados em consideração durante este período para garantir que os suínos se recuperem com sucesso, e contribuir assim com o adequado desempenho, o bem-estar animal e a qualidade da carcaça e da carne (FAUCITANO, 2018).

Vários estudos, baseados em indicadores fisiológicos de estresse, como o cortisol, mostram que após 2 ou 3 horas seus níveis basais são alcançados novamente, sendo assim um período de descanso desta duração é o mais

adequado (FAUCITANO, 2010). Animais submetidos a descanso antes do abate apresentaram temperaturas de pele e do pernil no abate mais altas e um pH do musculo mais elevado, quando comparado com aqueles isentos de período de descanso (MILLIGAN et al., 1998). Nenhum tempo de descanso ou intervalos muito curtos de espera (15 a 60 min) podem resultar em aumento nos níveis de lactato, e aumento da temperatura muscular, produzindo assim maior incidência de carne de do tipo PSE (FRAQUEZA et al., 1998; SHEN et al., 2006). Embora, o tempo de espera ajuda a reduzir a incidência de carnes PSE, um tempo de espera muito longo pode aumentar o risco de carne DFD (GUÀRDIA et al., 2005).

A frequência de brigas entre animais aumenta quando o tempo de descanso aumenta também, produzindo assim maior quantidade de lesões e diminuição na qualidade da carne (WARRIS, 1996; FAUCITANO, 2010); isso pode ser explicado em parte, pelo efeito do jejum, que gera frustração e nervosismo nos animais (DALLA COSTA et al., 2016). Este estado emocional pode se agravar pelo tamanho do grupo, a densidade na que estes são alojados e se os animais são misturados ou não. Rabaste et al. (2007) encontraram que quando os animais foram alojados em grupos grandes (30 animais) ficavam mais tempo em pé e estiveram mais envolvidos em interações agonísticas do que animais em grupos pequenos (10 animais), sendo ambos alojados na mesma densidade, e encontrou também que alojar em grupos pequenos resultou em efeitos positivos no pH final da carne. Misturar animais que não se conhecem, aumenta a incidência de brigas e essa alta atividade física resulta extenuante e incrementa a temperatura corporal dos animais, tendo efeitos negativos também na qualidade da carne (JONES et al. 1994; DE JONG et al. 1999). A frequência de briga pode aumentar tanto em altas densidades de alojamento como em densidades pequenas, Moss (1978) evidenciou que as brigas aumentaram em grupos de 10 suínos alojados a uma baixa densidade (0,85 m²/animal) explicado pelo aumento das oportunidades dos suínos se misturarem com mais animais. Mas, considerando também que ter mais espaço é bom e permite que os animais subordinados possam fugir dos ataques dos outros. Assim, Weeks (2008) sugere uma densidade de 0,66m²/animal quando a espera é de ao redor de 3 horas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais realizados neste estudo foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP – Campus de Jaboticabal-SP com protocolo número 08569/19.

3.1. Animais e tratamentos

Um total de 1936 suínos da mesma genética (linhagens comerciais, AGPIC 337) foram transportados desde duas granjas comerciais de terminação, localizadas em Toledo (Paraná, Brasil) até um frigorífico comercial com Inspeção Federal (SIF) localizado em Iporã (Paraná, Brasil). Foram feitas 8 viagens ou repetições (com média $8,4 \pm 0,52$ horas de duração) correspondendo, portanto, a 4 viagens por granja. As granjas eram caracterizadas por ter o mesmo programa de alimentação (a vontade), sistema de manejo e estrutura de embarque similar.

Os transportes foram realizados com frequência de duas viagens por semana, durante quatro semanas consecutivas nos meses de outubro e novembro de 2019. Em cada viagem foi selecionada por peso uma subamostra de 36 machos castrados (média $118,9 \pm 9,8$ Kg), todos identificados com brinco na orelha e distribuídos aleatoriamente em três grupos de acordo com a densidade na que seriam transportados. O tratamento 1 adotou uma densidade baixa de 200 kg/m^2 (D200); o tratamento 2 seguiu a recomendação da união europeia com 235 kg/m^2 (D235; UE, 2005), o tratamento 3 seguiu a densidade comumente usada no local do estudo, com 270 kg/m^2 (D270). A densidade do tratamento 1 foi selecionada procurando proporcionar uma densidade mínima para condições tropicais e para ter diferença semelhante entre os tratamentos. A quantidade de animais para cada tratamento foi calculada de acordo com a dimensão do compartimento do caminhão usado no experimento ($6,24 \text{ m}^2$, Figura 1) e o peso médio dos animais segundo a fórmula: densidade $\text{kg/m}^2 \times$ área do compartimento/peso médio dos animais. O

resultado foi 10, 12 e 14 suínos para os tratamentos D200, D235 e D270, respectivamente.

Os grupos foram formados na granja por indivíduos da mesma baia e depois mantidos em baias separadas segundo o tratamento (sem mistura de animais) e submetido a um tempo de 3 horas de jejum até o momento do embarque, seguindo a prática comercial da empresa. Os suínos foram embarcados no caminhão em grupos de 5 animais, com uso de chocalho e tábuas de manejo, sendo alojados aleatoriamente nos três compartimentos do piso do meio selecionados para o experimento (Figura 1). Foi realizada uma rotação dos tratamentos entre os compartimentos em cada viagem para evitar a interferência da posição do compartimento/animal sobre a resposta à os tratamentos.

Durante todo o estudo foi utilizado um caminhão para transporte de cargas vivas da marca Pezzaioli® (Carrozzeria Pezzaioli, Montichiari, Itália). Os detalhes técnicos do modelo do caminhão são apresentados na Tabela 2. O mesmo motorista realizou todas as viagens.

Tabela 2. Características gerais do caminhão usado no experimento

Dimensões da carroceria	2,6 m de comprimento, 4,2 m de altura
Número de pisos	3
Tipo de pisos	Hidráulicos (pisos meio e superior)
Altura de cada piso	0,90 m
Baias por piso	6
Chassis	Carroceria montada em cima do caminhão.
Sistema de bebedouro	Sistema de bebedouro com registro e reservatório de água. Uma chupeta para cada baia
Sistema de nebulização	Sistema de nebulização em todos os pisos, um por compartimento
Sistema de ventilação	Não disponível
Sistema de iluminação	Sistema de iluminação LED interna e externa
Rampa de carga	Sem rampa hidráulica

Ao final do embarque e antes do começo de cada viagem, os animais foram molhados, com auxílio de mangueira, por aproximadamente 10 minutos. O roteiro seguido pelo caminhão desde a granja até o frigorífico foi inicialmente por estrada de terra (~3 km, na saída de cada granja) e o restante por estradas pavimentadas (total 477 km). O tempo médio entre a chegada do caminhão no frigorífico e o desembarque foi de $2,16 \pm 0,84$ horas. Durante esse período de espera, e com temperaturas superiores aos 20 graus, os suínos foram resfriados mediante a nebulização própria do caminhão, conforme recomendado para garantir condições térmicas para estes (FOX et al., 2014; NANNONI et al., 2014). Cada grupo (ou compartimento) foi desembarcado separadamente e com auxílio de ar comprimido e chocalhos, evitando manejos aversivos.

Objetivando uniformizar as densidades nos currais de descanso, em cada desembarque foi selecionada aleatoriamente uma subamostra de 10 animais de cada compartimento (tratamento; 30 suínos/por carga), que foram alojados em 3 currais de espera separados (sem mistura de lotes entre tratamentos diferentes) a uma densidade constante de $0,6 \text{ m}^2/\text{animal}$. Os animais tinham livre acesso a água com 4 bebedouros tipo chupeta suspensos por cada curral de descanso.

Após 3 horas de descanso, os suínos receberam uma breve aspensão de água no curral de espera, com objetivo de limpá-los, e depois foram levados ao ponto do abate, com uso de tabuas de manejo e chocalhos em grupos de 10-15 animais até a entrada do corredor que conduz ao ponto de insensibilização, onde foram manejados em fila indiana com bastão elétrico. Os suínos foram atordoados eletricamente com sistema de atordoamento automático cabeça-peito (250 e 120 V, respectivamente), e sangrados na posição horizontal (com um tempo de total de jejum de $17,1 \pm 0,6$ horas).

3.2. Variáveis ambientais

Dois rastreadores meteorológicos Kestrel-4000 (Kestrel Meters®, Boothwyn, PA, USA) foram instalados no caminhão, nas barras divisórias dos compartimentos

selecionados para o experimento, como apresentado na Figura 1, para fazer o registro de temperatura (T°) e umidade relativa (UR) a intervalos de 5 minutos durante toda a viagem. Os dados foram extraídos com ajuda do software Kestrel Communicatos Software – 4000 (Kestrel instrumens®, Boothwyn, PA, USA) próprio dos dispositivos e levados a tabelas para posterior análises. A partir dos valores de T° e de UR foi calculado um índice de temperatura-umidade (ITU) médio por viagem, de acordo com a equação:

$$ITU = (1,8 * T^\circ + 32) - [(0,55 - 0,0055 * UR) \times ((1,8 * T^\circ - 26))] \text{ (PEREIRA et al., 2018).}$$

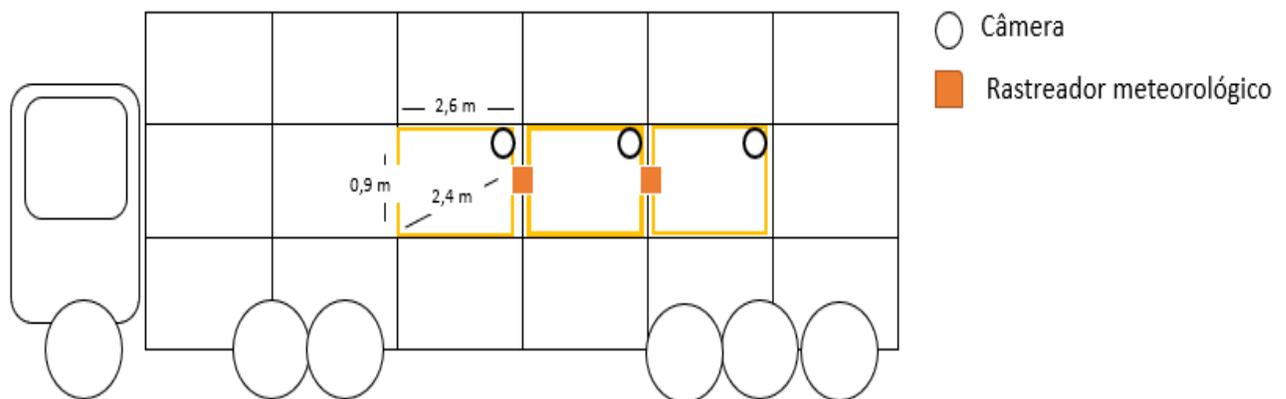


Figura 1. Vista lateral do caminhão usado, com a localização do sistema de câmeras de vídeo, rastreadores meteorológicos e dimensões dos compartimentos.

3.3. Observações comportamentais

3.3.1. Durante a viagem

O comportamento dos animais foi gravado de forma contínua usando três videocâmeras (Intelbras ® VMH 1010 D HD 720p; Intelbras SA, San José, SC, Brasil), cada uma instalada no telhado de cada compartimento teste do caminhão (Figura 1). Foram observadas as posturas dos animais durante a viagem, com registro instantâneo e intervalo amostral de 5 minutos, utilizando-se a metodologia

“Scan” como rota de amostragem (MARTIN e BATESON, 2007). Dentro da quantidade de animais visíveis (AV) foi detalhado o número de animais em pé (AEP), animais sentados (ASEN), animais deitados (ADT) ou animais em outra postura (AOUT), segundo o etograma apresentado na Tabela 3. Para as análises, foram selecionadas observações com pelo menos 7 AV e calculada a proporção de AEP, ASEN e ADT por cada hora de viagem percorrida.

3.3.2. Durante o tempo de descanso

O comportamento dos animais no curral de descanso foi gravado de forma contínua durante a primeira hora de descanso por meio de uma câmera de vídeo (Action GoCam ® Pro Sport Ultra 4k HD Sport 1080; Action GoCam, China) localizada acima dos currais, que permitia uma visualização completa e simultânea dos três currais de descanso. Foram observadas as posturas dos animais, com registro instantâneo e intervalo amostral de 2 minutos, utilizando-se a metodologia “Scan” como rota de amostragem (MARTIN e BATESON, 2007). Foi registrada a quantidade de AEP, ASEN e ADT (Tabela 3). Adicionalmente, foi registrada a frequência de apresentação dos comportamentos de bebida (BA) e comportamentos agonísticos (CA), com registro contínuo, subdivididos em 4 períodos de 8 minutos, segundo a metodologia descrita por Rabaste et al. (2007). A latência para que 50 % (L50) dos animais de cada grupo se deitarem também foi registrada.

Tabela 3. Descrição dos comportamentos avaliados durante o transporte e durante o período de descanso no curral de espera do frigorífico (Adaptado de Rocha et al., 2019).

Comportamentos	Descrição
<i>Durante o transporte e no curral de espera</i>	
Em pé	O animal está parado com as quatro extremidades apoiadas verticalmente ao chão.
Sentado	A parte traseira do animal encontra-se encostada no chão e as patas dianteiras encontram-se apoiadas verticalmente no chão ou em outro animal.
Deitado	O animal está com o corpo encostado horizontalmente ao chão, com os membros estendidos. Podendo estar deitado de forma lateral ou apoiado no esterno.
Outra	Qualquer outra postura que não seja as anteriores.
<i>No curral de espera</i>	
Bebida	O animal coloca a boca no bebedouro, e o prende por qualquer duração de tempo (FOX et al., 2014).
Comportamentos agonísticos	Um animal morde ou bate com cabeça a outro animal (RABASTE et al., 2007).

3.4. Indicadores fisiológicos de estresse

Durante a sangria foi tomada uma amostra do sangue da subamostra de animais (30 por dia de abate) em copos descartáveis (150 mL aproximadamente) e transferida posteriormente, uma parte para extrair plasma a um tubo de vácuo (FirstLab®, São José do Pinhais, PR, Brasil) de 4 mL contendo fluoreto e EDTA para análises do nível de lactato (LAC) e outra parte para um tubo de vácuo (FirstLab®, São José do Pinhais, PR, Brasil) de 4 mL contendo ativador de coágulo para extração do soro para posterior análises do nível de creatina quinase (CK). Os tubos foram refrigerados e transportados até o laboratório, onde foram centrifugados imediatamente a 3000 RPM por 10 minutos a uma temperatura ambiente de 18 °C. O soro e o plasma extraídos foram transferidos para Eppendorf e congelados a uma temperatura de -20 °C, até as análises.

Os níveis de LAC e de CK foram medidos por kits analíticos (Siemens Dimensions Flex® Reagent Cartridge LA et CKI; Siemens Healthcare Diagnostic Inc, Newark, DE, USA). A determinação quantitativa foi realizada com o aparelho Siemens Dimension Xpand Plus Chemistry Analyzer (Siemens Healthcare Diagnostic Inc, Newark, DE, USA) e os valores expressados em mmol/L para LAC e UI/L para CK.

As análises foram realizadas pelo laboratório de Patologia Clínica da Universidade Estadual de Londrina (PR, Brasil).

3.5. Parâmetros de qualidade da carcaça

Depois da evisceração, foi registrado o peso da carcaça quente (PCQ). As carcaças foram conduzidas para a câmara de resfriamento e 24 horas após o abate, foi registrado o peso da carcaça fria (PCF) e determinado o grau de lesão geral da carcaça segundo o padrão inglês de cinco pontos (de 1 = nenhum a 5 = severo; MLC, 1985; Figura 2a). No lado esquerdo da carcaça foi registrado também o escore de lesões segundo a origem de acordo com o padrão fotográfico do Institut Technique du Porc (ITP, 1996; Figura 2b), descrito por Faucitano (2001) e Dalla Costa et al. (2007). Segundo este padrão, o tipo de lesão foi classificado de acordo com uma escala visual como segue: 1) devida ao “manejo”, caracterizada pela forma retangular, grande e de coloração escura e associada ao uso de ferramentas (e.g. bastões de madeira ou de bolacha dura) no momento da condução dos animais; 2) devida a “monta”, caracterizada por um formato fino e comprido (10-15 centímetros) e causadas pelas garras dianteiras de outros animais durante o amontoamento entre animais em situações de alta densidade; 3) devida a “briga”, caracterizada por uma forma a virgula de 5–10 cm de comprimento e produzidas pelas mordidas entre animais que brigam para estabelecer uma nova hierarquia em brigas dentro de lotes misturados.

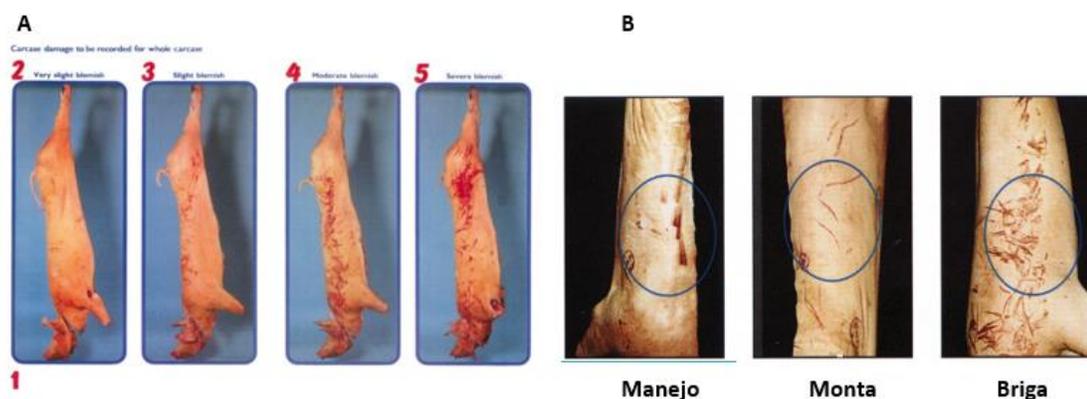


Figura 2. a. Classificação de dano geral da carcaça de acordo com o padrão da Meat and Livestock Commission (MLC, 1985). b. Classificação do tipo de lesão de acordo com o padrão do ITP (1996)

A quantidade de lesões de cada tipo presentes no lado esquerdo da carcaça foi contabilizada e cada carcaça foi classificada de acordo com o escore (Tabela 4).

Tabela 4. Escore de lesão de carcaça de acordo com a quantidade de lesão do tipo “manejo”, “monta” e “mistura” (ITP, 1996).

Tipos de lesão	Escore		
	1	2	3
Manejo	1	2	>3
Monta	<5	5 até 10	>10
Brigas	<10	10 até 20	>20

3.6. Parâmetros de qualidade da carne

A qualidade da carne foi avaliada na meia carcaça esquerda pela medida do pH uma hora após o abate (pH1) no musculo *longuissimus thoracis* (LT), entre a última e a penúltima costela, usando um peagâmetro portátil com medidor de temperatura integrado (Testo 205; Testo AG®, Lenzkirch, Alemanha).

Após 24 horas do abate foram retiradas amostras do LT de aproximadamente 5 cm de espessura, na mesma região anatômica, armazenadas em sacos de plástico, refrigeradas e transportadas até o laboratório para análises. Já no laboratório, as amostras de carne foram cortadas perpendicular à orientação da fibra e expostas por 30 minutos coberta com papel filme, mas permitindo a oxigenação.

A perda de água por gotejamento foi medida de acordo com o teste do papel filtro como descrito por Kauffman et al. (1986), onde passados 10 minutos da exposição e com ajuda de pinças, o papel filtro previamente tarado (#589 Blue Ribbon, Whatman®, International Co. Mont Royal, Canada), foi colocado por três segundos na superfície de cada uma das amostras de carne, sendo pesado em uma balança analítica (M124A, Bel Engeneering srl®, Monza, Itália) para determinar o peso do papel filtro (PPF; mg), inclusive do fluido. Também foi usado o padrão fotográfico para determinar o grau (escore) de umidade do papel filtro (Kauffman et al., 1986). A porcentagem de perda por gotejamento (PG) foi calculada pela equação:

$$\% \text{ perda por gotejamento (PG)} = - 0,1 + (0,06 \times \text{PPF}) \text{ (ROCHA et al., 2016).}$$

As amostras de carne foram cobertas novamente por mais 20 minutos, totalizando 30 minutos de blooming e foi avaliada a cor por meio de um colorímetro portátil (Minolta CR10®, Konica Minolta, Inc., Osaka, Japan) com iluminante D65, ângulo de observação 10° e tamanho da abertura de 8.0 mm, segundo a escala de luminosidade, intensidade de vermelho e amarelo (valores L*, a* e b*, respectivamente) do sistema CIELAB (CIELAB, 1976). Foram realizadas três medidas em pontos diferentes da superfície de cada amostra e foi tomado o valor médio destas.

Finalmente foi determinado o pH a 24h após abate (pH24) usando o mesmo peagâmetro.

As amostras de carne foram classificadas em pálida, mole e exsudativa (PSE), pálida, firme e não exsudativa (PFN), vermelha, mole e exsudativa (RSE),

vermelha, firme e não exsudativa (RFN), ou escura, firme e seca (DFD) segundo os valores de pH24, L* e PG (Tabela 5).

Tabela 5. Classificação da qualidade da carne de porco, incluindo pH24, valor L* e PG (ROCHA et al., 2016).

Classes de carne	pH24	L*	PG
PSE	< 6.0	>50	>5%
PFN	< 6.0	>50	<5%
RSE	< 6.0	43-48	>5%
RFN	< 6.0	43 – 48	<5%
DFD	≥ 6.0	<42	<2%

3.7. Análises estatísticas

3.7.1. Observações comportamentais

Para avaliar o efeito da densidade no comportamento dos animais foram ajustados modelos mistos lineares generalizados para medidas repetidas usando PROC GLIMMIX no SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Foram plotados os resíduos brutos e padronizados para determinar as distribuições de todas as variáveis dependentes. Para o comportamento dos animais durante a viagem, as variáveis AEP e ADT apresentaram uma distribuição logarítmica normal, enquanto ASEN apresentou uma distribuição normal. Todos os modelos incluíram tratamento (T1, T2, T3) e granja (1, 2) como efeitos fixos, tempo de viagem (hora) como efeito aleatório e tempo total de viagem como covariável. A viagem foi considerada a medida repetida. Para AOUT o modelo estatístico não convergiu, então para esta variável serão apresentadas apenas as médias aritméticas.

Para avaliar o efeito da densidade de transporte no comportamento durante o período de descanso, as variáveis AEP, ASEN, e ADT apresentaram uma distribuição logarítmica normal, a hora de observação foi dividida em 6 períodos de 10 minutos cada, para essas variáveis, todos os modelos incluíram tratamento

(D200, D235, D270), granja (1, 2), e período de observação (1-6) como efeitos fixos e tempo de viagem como covariável. A viagem foi considerada a medida repetida.

As variáveis BA CA e L50 foram analisadas usando modelos mistos lineares generalizados para medidas repetidas usando PROC GLIMMIX no SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) e depois dos resíduos terem sido plotados, a frequência BA e L50 apresentaram distribuição normal e CA apresentou distribuição log-normal. Todos os modelos incluíram tratamento (T1, T2, T3) e granja (1, 2) como efeitos fixos e tempo de viagem foi incluído como covariável.

A interação do efeito do tratamento x tempo de viagem e granja x tratamento foi testada para todas as variáveis, mas devido a não termos encontrado efeitos significativos, foi retirada do modelo final. O ITU foi incluído no modelo apenas quando efeitos significativos foram encontrados ($P < 0,05$)

3.7.2. Indicadores fisiológicos de estresse

Os valores de CK e LAC foram transformados a escala logarítmica e apresentaram uma distribuição normal. Para cada uma das variáveis foram ajustados modelos mistos lineares generalizados pelo PROC GLIMMIX do SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Todos os modelos incluíram tratamento (D200, D235, D270) e granja (1, 2) como efeitos fixos e ITU e tempo de viagem como covariáveis.

O efeito da interação tratamento x tempo de viagem e granja x tratamento foi testado para todas as variáveis, mas devido a que nenhum efeito significativo foi observado ($P > 0,50$), foram excluídos do modelo final.

3.7.3. Qualidade da carcaça

Foram plotados os resíduos brutos e padronizados para determinar as distribuições de todas as variáveis dependentes. As variáveis PCQ e PCF

apresentaram uma distribuição normal e para cada uma destas foram ajustados modelos mistos generalizados pelo PROC GLIMMIX do SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Todos os modelos incluíram tratamento (D200, D235, D270) e granja (1, 2), interação granja x tratamento como efeitos fixos, e tempo de viagem e ITU como covariáveis.

As diferenças dos escores de carcaça e de umidade do papel filtro entre os tratamentos foram testadas usando o teste de Kruskal-Wallis. Se significativo ($P < 0,10$), as medias dos escores foram comparadas usando o teste de soma de postos de Wilcoxon.

3.7.4. Qualidade da carne

Foram plotados os resíduos brutos e padronizados para determinar as distribuições de todas as variáveis dependentes. As variáveis pH1, cor a^* e b^* apresentaram uma distribuição normal, enquanto pH24, PG (perda de peso por gotejamento) e cor L^* apresentaram uma distribuição log-normal. Para cada uma foram ajustados modelos mistos generalizados pelo PROC GLIMMIX do SAS (versão 9.3, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Todos os modelos incluíram tratamento (D200, D235, D270) e granja (1, 2) como efeitos fixos e tempo de viagem e ITU como covariáveis. Os efeitos das interações tratamento x tempo de viagem e da interação granja x tratamento foram testadas para todas as variáveis, mas devido a que não foram encontrados efeitos significativos ($P > 0,50$), estes foram retirados do modelo final.

Foi utilizado o teste chi quadrado para verificar relação das classes da carne com os tratamentos.

Para todos os modelos, as médias foram comparadas usando testes post hoc de Tukey e foi escolhido o nível de probabilidade $P \leq 0,05$ como o limite para significância estatística em todos os testes, enquanto os níveis de probabilidade de $P \leq 0,10$ foram considerados uma tendência.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Variáveis ambientais

Dentro do caminhão, a temperatura do ar média para todas as viagens foi de 24,9°C, variando de 25,9°C ao início até 23,1°C no final da viagem. Esses valores de temperatura estão dentro da faixa recomendada para garantir o conforto térmico dos suínos durante o transporte (15 – 30 °C; BRACKE et al., 2020). A média da umidade relativa do ar foi de 61,2%, variando de 81,8% no início e 69,2% no final da viagem. A média de ITU foi de 72,5, variando de 76,6 no início da viagem até 70,6 no final.

4.2. Observações comportamentais

Durante o transporte

Observamos efeito significativo das densidades na proporção de animais deitados (ADT; $P = 0,05$) e sentados (ASEN; $P = 0,03$) durante a viagem, enquanto não houve efeito significativo para a proporção de animais em pé (AEP; $P > 0,10$); (Tabela 6). A proporção de animais deitados foi maior ($P < 0,05$) durante toda a viagem, quando os animais foram transportados a densidades de 200 kg/m² e 235 kg/m² comparados com os animais que foram transportados a densidade de 270 kg/m². Não houve diferenças significativas para proporção de animais deitados entre as densidades de 200 kg/m² e 235 kg/m² ($P > 0,10$). Os suínos transportados em menores densidades, tiveram mais espaço, e conseqüentemente maior proporção deles conseguiu deitar-se. Esse comportamento era esperado, já que em outros estudos tem sido demonstrado que os suínos deitam mais quando mais espaço é oferecido (LAMBOOJ e ENGEL, 1991; GERRITZEN et al., 2013). Adicionalmente ao espaço, esse comportamento pode ser um indicativo de que a viagem foi mais tranquila para eles, como reportado por Peeters et al. (2008), onde

os animais deitaram-se mais e mudaram menos de postura em transportes denominados “calmos” (o motorista foi solicitado a dirigir de forma semelhante a alguém que transporta vidros no trailer), em comparação com transportes denominados “rudes” (o motorista foi solicitado a dirigir de uma maneira similar a não ter reboque). Em este estudo, uma alta proporção de animais deitados, não está relacionado com a forma de dirigir do motorista, todas as viagens foram realizadas pelo mesmo motorista, condições de viagem e condições da estrada similares, atribuindo mais ainda os resultados aos efeitos da densidade.

A proporção de animais sentados foi maior ($P < 0,05$) quando os animais foram transportados em densidades de 270 kg/m² comparado com os animais transportados em densidade de 200 kg/m². Nos animais transportados em densidade de 235 kg/m² a proporção de animais sentados não diferiu dos animais transportados nas outras duas densidades. Suínos sentados durante o transporte pode ser interpretado como um certo desconforto para estes, devido a estresse calórico (RITTER et al., 2008) ou devido às limitações de espaço para descansar durante o transporte (DALLA VILLA et al., 2009). Gerritzen et al. (2013) relataram também maior proporção de animais sentados durante o transporte a uma densidade maior (235 Kg/m²) quando comparados com animais transportados a uma menor densidade (185 Kg/m²).

Tabela 6. Médias aritméticas (\pm desvio padrão) da proporção de animais em pé (AEP), deitados (ADT), sentados (ASEN) em outras posturas (AOUT), em cada densidade de carga no caminhão durante o transporte.

Comportamento	Densidade de carga (kg/m ²)			<i>P</i>
	200	235	270	
AEP, %	9,0 \pm 14.2	9,0 \pm 15.3	7,7 \pm 11,9	0,71
ADT, %	77,3 \pm 20.8 ^a	69,6 \pm 24,6 ^a	63,0 \pm 26,0 ^b	0,05
ASEN, %	13,5 \pm 12.0 ^b	19,4 \pm 14,1 ^{ab}	29,0 \pm 19,5 ^a	0,03
AOUT, %	0,2 \pm 0,6	0,1 \pm 0,6	0,2 \pm 0,7	-

^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ($P \leq 0,10$).

Durante o descanso

Observamos um efeito significativo do tratamento na proporção de animais em pé e de animais deitados ($P = 0,01$ e $P = 0,02$, respectivamente) no curral de espera, enquanto não houve efeito significativo para a proporção de animais sentados ($P > 0,10$; Tabela 7). Houve uma maior proporção ($P < 0,05$) de animais que permaneceram em pé durante o período de descanso quando foram transportados em densidades de 200 y 235 kg/m² comparados com os animais transportados a 270 kg/m². A proporção de animais em pé não diferiu entre os animais transportados em densidades de 200 e 235 kg/m² ($P > 0,10$). A proporção

de animais deitados foi maior ($P < 0,05$) no período de descanso quando os animais foram transportados a 270 kg/m² comparado com os animais transportados a densidades de 200 y 235 kg/m², mas não diferiu entre estes dois últimos. Foram encontradas diferenças significativas para o comportamento de beber água (BA) entre tratamentos ($P < 0,05$). Animais que foram transportados a densidade de 200 kg/m² beberam mais vezes água durante a primeira hora de descanso comparado com animais que foram transportados nas densidades de 235 e 270 kg/m² (22 v.s. 14 e 12 vezes, respetivamente). A frequência de BA não diferiu entre os animais transportados em densidades de 235 kg/m² e os transportados em 270 kg/m² ($P > 0,10$; Tabela 7).

Uma maior proporção de animais deitados e uma menor apresentação do comportamento de bebida nos animais que foram transportados na maior densidade pode estar relacionado com maior grau de fadiga deles. Vários estudos demonstraram que suínos cansados preferem deitar para se recuperar do estresse físico do transporte e do manejo, em lugar de realizar outras atividades, incluindo beber água (FOX et al., 2014; BRANDT e AASLYNG, 2015; DALLA COSTA et al., 2016). Relatos anteriores reportaram uma menor frequência de visitas ao bebedouro no curral de descanso em suínos manejados com bastões elétrico no desembarque, em condições de estresse térmico (calor e frio) e de jejum prolongado (RABASTE et al., 2007; GOUMON et al., 2013; FOX et al., 2014).

Já com respeito aos comportamentos agonísticos (CA), não houve efeito significativo do tratamento ($P > 0,10$). De forma geral, a apresentação destes durante o período de descanso foi baixa (menos do que dois CA por hora para todos os tratamentos (Tabela 7). Os animais não foram misturados em nenhuma etapa e se encontravam alojados em grupos pequenos e em uma densidade adequada (10 animais por curral de descanso; 0,6m²/animal), o que pode explicar nossos resultados, pois outros trabalhos mostraram uma maior frequência de brigas em suínos misturados (BRADSHAW et al., 1996; GEVERINK et al., 1996; BARTON-GADE, 2008), alojados em grupos grandes (30 vs. 10 animais; RABASTE et al., 2007) e em alta densidade (FAUCITANO, 2018).

Tabela 7. Médias aritméticas (\pm desvio padrão) da proporção de animais em pé (AEP), deitados (ADT), sentados (ASEN), tomando água (BA), envolvidos em comportamentos agonísticos (CA), e tempo que levou para o 50% dos animais se deitarem (L50%) no curral de espera, segundo a densidade de carga.

Comportamento	Densidade de carga (kg/m ²)			P
	200	235	270	
AEP, %	27,0 \pm 30,0 ^a	25,4 \pm 23,7 ^a	15,9 \pm 20,6 ^b	0,01
ADT, %	70,9 \pm 30,4 ^b	70,8 \pm 24,3 ^b	82,8 \pm 21,5 ^a	0,02
ASEN, %	1,9 \pm 3,9	3,8 \pm 6,3	1,5 \pm 3,6	0,24
BA, %	22,0 \pm 9,0 ^a	13,6 \pm 6,5 ^b	11,9 \pm 4,5 ^b	< 0,01
CA, %	1,5 \pm 2,1	0,4 \pm 0,5	0,1 \pm 0,3	0,64
L50%, min	16,1 \pm 2,0	13,6 \pm 4,5	12,1 \pm 5,2	0,36

^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

4.3. Indicadores fisiológicos de estresse

Foi encontrado um efeito significativo do tratamento sobre o nível de CK no soro na sangria ($P = 0,03$; Tabela 8). Os maiores níveis de CK sanguíneo foram encontrados nos animais transportados a 270 kg/ m² comparados com os que foram transportados a 200 kg/m². Os níveis de CK encontrados em animais transportados a 235 Kg/m² não diferiram com os encontrados em animais transportados nas outras densidades ($P > 0,10$). Valores altos de CK se devem ao estresse físico intenso prolongado (pico máximo em 6 horas e retorno ao nível basal em 48 horas)

que conduz a um estado de cansaço e esgotamento do animal (FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019). Como mencionado anteriormente, uma proporção maior de animais D270 permaneceram sentados durante o transporte. O resultado de nossas concentrações de CK pode estar relacionado ao esforço físico necessário para manter essa postura, o equilíbrio e a estabilidade durante os movimentos do caminhão. Estudos prévios também reportaram maiores níveis de CK com aumento das densidades no caminhão durante o transporte (BARTON-GADE e CHRISTENSEN, 1998; GERRITZEN et al., 2013; KIM et al., 2004).

Tabela 8. Médias aritméticas e valores mínimos e máximos (min. – máx.) das concentrações de creatina quinase (CK) e lactato (LAC) sanguíneos segundo a densidade de carga no caminhão durante o transporte.

Parâmetros sanguíneos	Densidade de carga (kg/m ²)			P
	200	235	270	
CK, log UI/L	15782±15298 ^b (1880-75360)	19301±16450 ^{ab} (2680-86880)	24974±23926 ^a (960-102360)	0,03
LAC, mmol/L	11,4±5,3 (3,6-27,2)	11,4±4,2 (2,6-22,0)	11,9±6,1 (1,50-34,20)	0,76

^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ($P \leq 0,05$).

Para os níveis de LAC, não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos ($P > 0,10$). O lactato é um indicador de estresse a curto prazo, com pico máximo a 4 minutos após o estresse e retorno aos níveis normais em 2 horas (FAUCITANO e LAMBOOIJ, 2019). A falta de diferença entre tratamentos neste estudo pode se explicar pelo período de descanso de 3 horas que permitiu aos animais de recuperar seus níveis normais de lactato sanguíneo antes do abate. Nossos resultados são consistentes com outros que avaliam os efeitos da

densidade de carga na concentração de lactato (BARTON-GADE e CHRISTENSEN, 1998; GERRITZEN et al., 2013).

No entanto, em outro estudo de transporte Kim et al. (2004) relataram concentrações mais altas de lactato desidrogenase (LDH) em suínos transportados em densidade mais alta (0,31 vs 0,39 m² / 100 kg) e que descansaram por 2 horas antes do abate. A discrepância entre os estudos pode ser devido à resposta dos suínos ao manejo ante-mortem, que pode ser influenciada pela memória dos suínos de experiências anteriores negativas de manejo (como durante o embarque; CORREA et al., 2010; EDWARDS et al., 2010).

4.4. Qualidade da carcaça

Para PCQ e para PCF não foram encontradas diferenças significativas entre tratamentos ($P = 0,50$ e $P = 0,25$, respectivamente; Tabela 9). Em média, o PCQ para todos os animais usados neste estudo foi de $87,1 \pm 5,8$ e o PCF de $85,1 \pm 6,2$ kg. Resultados esperados já que os animais foram selecionados por peso (120 ± 10 Kg).

Houve efeito significativo do tratamento no escore geral de dano da carcaça ($P = 0,03$) e uma tendência nos escores de lesões devido ao manejo ($P = 0,06$; Tabela 9). A média do escore geral de dano da carcaça foi maior ($P < 0,05$) para os animais transportados a densidades de 270 kg/m² comparado com os transportados em densidades de 200 kg/m² e 235 kg/m², que não diferiram entre si ($P > 0,10$). Isso pode ser explicado pelo escore de lesões do tipo manejo que teve tendência a aumentar em animais transportados a 270 kg /m² comparado com os outros grupos ($P = 0,06$). Esses resultados podem ser explicados pelos efeitos da condição de fadiga (com base nos níveis de CK no sangue no abate) de suínos que não conseguiram descansar durante o transporte de longo prazo em sua facilidade de manejo no desembarque ou nas alamedas e rampa de atordoamento (não controlada neste estudo). Há evidências de que suínos fatigados são mais difíceis de serem conduzidos e requerem mais intervenções do manipulador do que porcos

normais (Rocha et al., 2019). O manejo torna-se mais difícil com animais fatigados, e um maior escore de lesões de manejo também foram encontrados em outros estudos em animais cansados (DALLA COSTA et al., 2016).

Tabela 9. Medias aritméticas (\pm desvio padrão) das características de carcaça e medias [min.-máx.] dos escores de lesões segundo a densidade de carga no caminhão durante o transporte.

Parâmetros	Densidade de carga (kg/m ²)			P
	200	235	270	
<u>Peso carcaça¹</u>				
PCQ, kg	87,60 \pm 5,65	87,05 \pm 5,83	86,13 \pm 5,5	0,50
PCF, kg	85,8 \pm 5,39	85,19 \pm 5,74	84,17 \pm 5,58	0,25
<u>Escore de lesão²</u>				
Geral	1,97 ^b (1-3)	1,97 ^b (1-3)	2,11 ^a (2-4)	0,03
Manejo	1,8 ^b (1-3)	1,7 ^b (1-3)	2 ^a (1-3)	0,06
Monta	1 (1-3)	1 (1-3)	1 (1-3)	0,72
Brigas	1,2 (1-2)	1,2 (1-1)	1,3 (1-3)	0,24

¹PCQ: Peso da carcaça quente; PCF: peso da carcaça fria

²Escore de dano geral (1-5; MLC, 1985); escore de acordo com o tipo de lesão (ITP, 1996)

^{a, b} Médias seguidas de letras diferentes na mesma linhas diferem significativamente entre si ($P \leq 0,10$).

A partir dos nossos resultados comportamentais e fisiológicos, podemos supor que os animais transportados na densidade de 270 Kg/m², estavam mais fadigados. Devido a isso, estes provavelmente foram mais difíceis de manejar, resultando em maior interação com os manejadores, pior relação humano-animal.

Não foram encontradas diferenças entre tratamentos nos escores de lesões classificadas como monta e briga ($P > 0,10$). O baixo nível de lesões do tipo briga confirma as observações comportamentais (baixa frequência de C.A) durante o período de descanso e o benefício de não misturar animais. Porém, a falta de efeito da densidade no escore das lesões do tipo monta é surpreendente, considerando resultados de outros estudos, onde houve aumento nas interações sociais (amontoamento e pisoteio) entre animais em busca de um local para deitar, em condições de espaço reduzido no caminhão (GISPERT et al., 2000; GUÀRDIA et al., 2009).

4.5. Qualidade da carne

Não foi encontrado efeito significativo das densidades em nenhum parâmetro de qualidade da carne ($P > 0,10$; Tabela 10 e 11); com exceção de uma tendência ($P = 0,10$) no valor do pH1; no entanto, isso não influenciou os parâmetros de qualidade final da carne. Valores baixos de pH1 foram relatados anteriormente em resposta a uma queda maior nos níveis de energia, ocorrendo assim uma rápida acidificação do músculo, todo gerado pelo estresse durante o manejo pré-abate (KLONT e LAMBOOIJ; 1995). Valores mais baixos de pH1 também foram relatados no transporte denominado difícil (uma estrada acidentada com paradas frequentes) em comparação com transportes simples (estrada lisa, poucas paradas) (HOFFMAN e FISHER, 2010). Mais um indicador de que a viagem foi mais tranquila para os animais transportados em densidades mais baixas.

Estes resultados confirmam a discrepâncias dos efeitos da densidade de carga sobre a qualidade da carne reportados em vários estudos, variando desde nenhum efeito (BARTON-GADE e CHRISTENSEN, 1998) a efeitos associados seja com alta ou baixa densidade (NANNI COSTA et al., 1999; GISPERT et al., 2000; GUÀRDIA et al., 2004; KIM et al., 2004). Variações na qualidade da carne tem sido atribuídas principalmente ao genótipo dos animais, condições ambientais e de transporte (época do ano, duração da viagem e compartimento do caminhão), condições de manejo prévio, tempo de descanso e a combinação entre estes

(FORTIN, 2002; MOTA-ROJAS et al., 2006; CHAI et al., 2010; CORREA et al., 2013, 2014; ROCHA et al., 2016). Os resultados deste estudo indicam que quando estes fatores são controlados, e os animais têm acesso a condições adequadas de descanso, o estresse de transporte tem um maior efeito sobre o bem-estar animal que a qualidade da carne (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

Tabela 10. Médias aritméticas (\pm DP) de parâmetros de qualidade e médias [min.-máx.] dos escores de umidade do papel filtro, avaliada no musculo LT de suínos transportados em três densidades.

Parâmetros	Densidade de carga (kg/m ²)			P
	200	235	270	
pH1	6,23 \pm 0,24 ^a	6,18 \pm 0,2 ^{a,b}	6,15 \pm 0,19 ^b	0,10
pH24	5,73 \pm 0,19	5,73 \pm 0,15	5,78 \pm 0,20	0,19
L*	51,99 \pm 3,5	52,03 \pm 3,31	51,27 \pm 4,01	0,42
a*	3,18 \pm 1,47	2,83 \pm 1,26	2,79 \pm 1,26	0,15
b*	12,26 \pm 1,45	12,23 \pm 1,32	11,93 \pm 1,66	0,36
PG, % ¹	1,68 \pm 1,0	1,77 \pm 1,07	1,56 \pm 0,98	0,79

^{a, b} Médias seguidas por letras diferentes na mesma linha diferem significativamente entre si ($P \leq 0,10$).

¹ Perda de água por gotejamento, %.

Em geral, neste estudo, mais de 57% dos lombos avaliados foram classificados na categoria de carne PFN (Tabela 11). Esse defeito na qualidade da carne tem sido associado a resposta do animal a algum tipo de condição de estresse pré-abate, como o acesso por rampas dentro dos caminhões ou manejo inadequado (CORREA et al., 2013; ROCHA et al., 2016). A carne suína caracterizada como DFD, que indica uma depleção do glicogênio muscular ante morte, foi encontrada apenas em lombos de suínos transportados em D270, o que confirma o efeito de altas densidades de carga na fadiga muscular, confirmado também pelos altos

níveis de CK no sangue e maior quantidade de hematomas apresentadas por animais transportados em D270.

Correa et al, (2013) e Edwards et al, (2010) encontraram uma proporção maior de carne PFN como resultado do estresse do manejo, causado pelo uso de bastão elétrico durante o embarque, e Rocha et al, (2016) encontraram uma maior proporção de carne PFN em suínos transportados e desembarcados por um motorista que manuseou os animais de maneira inadequada (a descarga foi mais rápida, o motorista vocalizou mais e os suínos escorregaram e voltaram mais em comparação com animais manuseados por outro motorista). Visto que, a maioria dos fatores mencionados anteriormente, foram controlados neste estudo, a alta apresentação deste tipo de carnes, evidenciando um estresse geral de todos os animais, poderia se associar hipoteticamente a fatores como que os animais tenham um curto período de jejum em granja, foram transportados por um longo período ou que a quantidade de tempo para descarga do caminhão no frigorífico foi elevada.

Tabela 11. Porcentagens de classes de qualidade de carne em suínos transportados em três densidades e em total.

Classe de qualidade ¹	Densidade de carga (kg/m ²)			Total
	200	235	270	
PSE, %	0	0	0	0
PFN, %	20,4	19,1	17,9	57,4
RSE, %	0	0	0	0
RFN, %	4,6	4,6	2,1	11,2
DFD, %	0	0	0,8	0,8

¹PSE: pálida, mole e exsudativa; PFN: pálida, firme e não exsudativa; RSE: vermelha, mole e exsudativa; RFN: vermelha, firme e não exsudativa; DFD: escura, firme e seca.

5. CONCLUSÕES

O uso de uma densidade de carga de 270 kg/m² não é o mais adequado para o transporte de suínos no Brasil. Os animais transportados nesta densidade viajaram em posturas que não favoreceram o descanso nem o conforto, o que resultou em suínos cansados ao abate e com pior qualidade da carcaça, devido a um maior número de lesões na pele.

O uso de baixas densidades (≤ 235 kg/m²) durante o transporte de suínos ao frigorífico, com condições de descanso ideais (tempo, densidade e tamanho do grupo) parecem melhores para o respeito do bem-estar de suínos durante o transporte sem consequências negativas sobre a qualidade da carne.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo foi realizado em primavera, ou seja, numa época do ano considerada transitória, sem extremos de temperatura e humidade, assim, o uso destas densidades deverá ser analisado futuramente incluindo o fator da estação do ano, considerando que em condições de verão e inverno as necessidades de espaço para suínos são diferentes. A determinação a maior escala dos efeitos do uso destas densidades, avaliando fatores económicos e quantificando as perdas de animais, é necessária para ditar uma adequada recomendação do espaço no caminhão para suínos transportados até o frigorífico em condições comerciais brasileiras que considere a economia da empresa e o bem-estar animal.

7. REFERÊNCIAS

- AARNINK, A.J.A., HUYNH, T.T.T., BIKKER, P. Modelling heat production and heat loss in growing finishing pigs. **CIGR-AgEng conference**. Jun. 26–29, 2016. Aarhus, Denmark. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Andre_Aarnink/publication/306055896_Modelling_heat_production_and_heat_loss_in_growingfinishing_pigs/links/57ac824008ae0932c974897e/Modelling-heat-production-and-heat-loss-ingrowing-finishing-pigs.pdf. Acesso em: 20 de janeiro 2021.
- AAWS - Australian Animal Welfare Standards and Guidelines. **Land Transport of Livestock**. Animal Health Austrália (AHA) 2012, Canberra. Disponível em: <http://www.animalwelfarestandards.net.au/files/2011/02/Land-transport-of-livestock-Standards-and-Guidelines-Version-1.-1-21-September-2012.pdf>. Acesso em: 15 de agosto 2020.
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2020**. São Paulo, SP: ABPA, 2020a, 160 p. Disponível em: http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf. Acesso em 9 set 2020.
- ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Exportações de Carne Suína Alcançam 100 mil Toneladas em Julho**. São Paulo, SP: ABPA, 2020b. Disponível em: <https://abpa-br.org/exportacoes-de-carne-suina-alcancam-100-mil-toneladas-em-julho/>. Acesso em: 15 ago. 2020.
- ACEVEDO-GIRALDO, J.D.; SÁNCHEZ, J.A.; ROMERO, M.H. Effects of feed withdrawal times prior to slaughter on some animal welfare indicators and meat quality traits in commercial pigs. **Meat Science**, v. 167, 107993, 2020. doi:10.1016/j.meatsci.2019.107993
- ANDRADE J, REMY C, NICOLAIEWSKY S, OURIQUE JMR, CULAU POV e BRESSAN MC. Levantamento e análise de alguns fatores pré e pós abate determinantes de anomalias na qualidade da carne suína. I Efeito da distância granja-frigorífico, tempo de descanso, sexo e peso vivo. **Anais**. VI Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos. Goiânia, p. 132. 1993.
- ANDERSON, D.B. Relationship of blood lactate and meat quality in market hogs. In: Reciprocal Meat Conference. **Proceedings, Lubbock, TX. 2010**. Disponível em: <https://www.meatscience.org/publications-resources/rmc-proceedings/2010>. Acesso em: 21 de janeiro 2021.
- ANDERSEN, H.J.; OKSBJERG, N.; THERKILDSEN, M. Potential quality control tools in the production of fresh pork, beef and lamb demanded by the European society. **Livestock Production Science**, v. 94, n. 1, p. 105-124, 2005.
- ARNDT, H., VOLKMANN, N., SPINDLER, B., HARTUNG, J., KEMPER, N. Do pigs have adequate space in animal transportation vehicles? — Planimetric measurement of the floor area covered by finishing pigs in various body

- positions. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 5, 2019. doi:10.3389/fvets.2018.00330
- ARNONE, M., DANTZER, R. Does frustration induce aggression in pigs? **Applied Animal Ethology**, v. 6, p. 351–362. 1980.
- BARTON-GADE, P.B., CHRISTENSEN, L., BROWN, S.N., WARRISS, P.D. Effect of tier and ventilation during transport on blood parameters and meat quality in slaughter pigs. **Landbauforschung Volkenrode**. v. 66, p. 101-116, 1996.
- BARTON-GADE, P.B., CHRISTENSEN, L. Effect of different stocking densities during transport on welfare and meat quality in Danish slaughter pigs. **Meat Science**, v. 48, n. 3-4, p. 237–247, 1998. doi: 10.1016/S0309-1740(97)00098-3
- BARTON-GADE, P.B. Effect of rearing system and mixing at loading on transport and lairage behaviour and meat quality: Comparison of outdoor and conventionally raised pigs. **Animal**, v. 2, n. 6, p. 902–911, 2008. doi: 10.1017/S1751731108002000
- BEATTIE, V.E., BURROWS, M.S., MOSS, B.W., WEATHERUP, R.N. The effect of food deprivation prior to slaughter on performance, behaviour and meat quality. **Meat Science**, v. 62, p. 413–418. 2002
- BECERRIL-HERRERA, M.M., ALONSO-SPILSBURY, M., TRUJILLO-ORTEGA, M.E., GUERRERO-LEGARRETA, I., RAMIREZ-NECOECHEA, R., ROLDAN-SANTIAGO, P., PEREZ-SATO, M., SONI-GUILLERMO, E., MOTA-ROJAS, D., Changes in blood constituents of swine transported for 8 or 16 h to an abattoir. **Meat Science**, v. 86, p. 945-948, 2010. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.07.021
- BENCH, C., SCHAEFER, A.L., FAUCITANO, L. The welfare of pigs during transport. In: FAUCITANO, L, SHAEFER, A.L. (Eds.) **The Welfare of Pigs - from Birth to Slaughter**. Wageningen, Academic Publishing, Wageningen, The Netherlands, pp. 161-195. 2008.
- BERTOL, T.M., ELLIS, M., RITTER, M.J., MCKEITH, F.K. Effect of feed withdrawal and handling intensity on longissimus muscle glycolytic potential and blood measurements in slaughter weight pigs. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1536-1542, 2005. doi: 10.2527/2005.8371536x
- BRACKE, M.B., HERSKIN, M.S., MARAHRENS, M.A., GERRITZEN, M.A., SPOOLDER, H.A.M. Review of climate control and space allowance during transport of pigs (version 1.0). **EURCAW-Pigs 2020**. Disponível em <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/515292>
- BRADSHAW, R.H., PARROTT, R.F., GOODE, J.A., LLOYD, D.M., RODWAY, R.G., BROOM, D.M. Behavioral and hormonal responses of pigs during transport: Effect of mixing and duration of journey. **Animal Science**, v. 62, n. 3, p. 547–554, 1996. doi: 10.1017/S1357729800015095

- BRANDT, P., AASLYNG, M.D. Welfare measurements of finishing pigs on the day of slaughter: A review. **Meat Science**, v. 103, p. 13-23, 2015. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.12.004
- BROOM, D.M. The use of the concept Animal Welfare in European conventions, regulations and directives. **Food Chain 2001**, p. 148-151, 2001. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/294695342_The_use_of_the_concept_Animal_Welfare_in_European_conventions_regulations_and_directives/link/5702d95e08aea09bb1a3054b/download. Acesso em: 15 agosto 2020.
- BROWN, S.N., KNOWLES, T.G., EDWARDS, J.E., WARRISS, P.D. Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. **Veterinary Record**.145: 630-634, 1999.
- BROWN, J., SAMARAKONE, T.S., CROWE, T., BERGERON, R., WIDOWSKI, T., CORREA, J.A., FAUCITANO, L., TORREY, S., GONYOU, H.W., Temperature and humidity conditions in trucks transporting pigs in two seasons in eastern and western Canada. **Transactions of the ASABE**, 54:1-8, 2011.
- BRUNDIGE, L., OLEAS, T., DOUMIT, M., ZANELLA, A.J. Loading techniques and their effect on behavioural and physiological responses of market weight pigs. **Journal of Animal Science**. 76: 99. 1998.
- CARC. Canadian Agri-food Research Council. **Recommended Code of Practice for the Care and Handling of Farm Animals – Transportation**. 2001. CARC, Ottawa, Ontario, Canada. Disponível em http://www.nfacc.ca/pdfs/codes/transport_code_of_practice.pdf.
- CHAI, J., XIONG, Q., ZHANG, C.X., MIAO, W., LI, F.E., ZHENG, R., PENG, J., JIANG, S.W. Effect of pre-slaughter transport plant on blood constituents and meat quality in halothane genotype of NN Large White x Landrace pigs. **Livestock Science**, 127:2–3. 2010. doi: 10.1016/j.livsci.2009.09.014
- CHEVILLON P., Pig welfare during pre-slaughter and stunning. In: 1st International Virtual Conference on Pork Quality. **Proceedings**. Concordia, Brazil, p. 145-158. 2001.
- CHEVILLON P, FROTIN P, ROUSSEAU P. Hauteurs des compartiments et ventilation lors d'un transport de moins de 8 heures. **Techni-Porc**, v. 27, p. 1–3, 2004.
- CHRISTENSEN L., BARTON-GADE P. Design of experimental vehicle for transport of pigs and some preliminary results of environmental measurements. **Landbauforschung Volkenrode**, v. 166, p. 47-68. 1996.
- CIE - Commision Internacional de l'Eclairage. **International Commission on Illumination, Colorimetry: Official Recommendations of the International Commission on Illumination**. Publication CIE N° 15 (E-1.3.1). Bureau Central de la CIE, Paris, France, 1976.

- CLARK, E.G. A postmortem survey of transport deaths in Saskatchewan market hogs. **Western Hog Journal**, v. 1, p. 34-36, 1979.
- CORREA, J.A., GONYOU, H.W., TORREY, S., WIDOWSKI, T., BERGERON, R., CROWE, T.G., LAFOREST, J.P., FAUCITANO, L. Welfare and carcass and meat quality of pigs being transported for two hours using two vehicle types during two seasons of the year. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 93, n. 1, p. 43–55, 2013. doi: 10.4141/CJAS2012-088
- CORREA, J.A., TORREY, S., DEVILLERS, N., LAFOREST, J.P., GONYOU, H.W., FAUCITANO, L. Effects of different moving devices at loading on stress response and meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 4086-4093, 2010. doi: 10.2527/jas.2010-2833.
- CORREA, J.A., GONYOU, H.W., TORREY, S., WIDOWSKI, T., BERGERON, R., CROWE, T.G., LAFOREST, J.P., FAUCITANO, L. Welfare and carcass and meat quality of pigs being transported for 2 hours using two vehicle types during two seasons of the year. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 93, p. 43-55, 2013. doi: 10.4141/cjas2012-088
- CORREA, J.A., GONYOU, H., TORREY, S., WIDOWSKI, T., BERGERON, R., CROWE, T., LAFOREST, J. P., FAUCITANO, L. Welfare of pigs being transported over long distances using a pot-belly trailer during winter and summer. **Animals**, v. 4, n. 2, p. 200–213, 2014. doi: 10.3390/ani4020200
- DALLA COSTA, F. A. **Influence of the starting time of preslaughter feed withdrawal on welfare of pigs and pork quality**. 2016. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2006.
- 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**, v. 107, n. 1, p. 29–36, 2007. doi: 10.1016/j.livsci.2006.08.015
- DALLA COSTA, O.A., CIOCCA, J.R.P., RIBAS, J.C.R., LUDTKE, C., e PARANHOS DA COSTA, M.J.R. Boas Práticas no Embarque de Suínos para Abate. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 54 p., 2012. Disponível em <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/arquivos-publicacoes-bem-estar-animal/manual-boas-praticas-para-embarque-de-suinos-para-abate.pdf> . Acesso em: 9 set 2020.
- DALLA COSTA, F.A., DEVILLERS, N., PARANHOS DA COSTA, M.J.R., FAUCITANO, L. Effects of applying preslaughter feed withdrawal at the abattoir on behaviour, blood parameters and meat quality in pigs. **Meat Science**, v. 119, p. 89–94, 2016. doi: 10.1016/j.meatsci.2016.03.033.
- DALLA COSTA, O.A., COSTA, F.A.D., FEDDERN, V., DOS SANTOS LOPES, L., COLDEBELLA, A., GREGORY, N.G., DE LIMA, G.J.M.M. Risk factors

- associated with pig pre-slaughtering losses. **Meat Science**, v. 155, p. 61-68, 2019. doi:10.1016/j.meatsci.2019.04.020
- DALLA VILLA, P., MARAHRENS, M., VELARDE CALVO, A., DI NARDO, A., KLEINSCHMIDT, N., FUENTES ALVAREZ, C., TRUAR, A., DI FEDE, E., LUIS OTERO, J., MÜLLER-GRAF, C. Project to develop Animal Welfare Risk Assessment Guidelines on Transport. **Technical Report submitted to EFSA**. 2009. Disponível em <https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-21> Acesso em janeiro 19, 2021.
- DE JONG, I. C., LAMBOOJI, E., MECHEL KORTE, S., BLOCKHUIS, H. J. AND KOOLHAAS, J. M. Mixing induces long-term hyperthermia in growing pigs. **Animal Science**. 69: 601-605. 1999.
- DIAS, C.P.; DA SILVA, C.A.; MANTECA, X. **Bem-Estar dos Suínos**. Londrina: O Autor, 403 p, 2014.
- DIESEL, T.A. **Fatores de risco associados às perdas quantitativas e econômicas ocorridas no manejo pré-abate de suínos**. 2016. 95 p. Tese (Doutorado) -Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2016.
- DOKMANOVIC, M., VELARDE, A., TOMOVIĆ, V., GLAMOČLIJA, N., MARKOVIĆ, R., JANJIĆ, J., BALTIC, M.Z. The effects of lairage time and handling procedure prior to slaughter on stress and meat quality parameters in pigs. **Meat Science**, v. 98, p. 220-226, 2014. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.06.003.
- EC – European Commission. **Council Regulation EC, nº 1/2005 (2004) of 22 December 2004 on the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No 1255/97 (2004)**. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/en/ALL/?uri=CELEX%3A32005R0001>. Acesso em 9 set 2020.
- EMBRAPA. EMBRAPA SUÍNOS E AVES. **Maiores produtores de mundiais de carne suína**, 2020. Central de Inteligência Aves e Suínos, Concórdia-SC, Embrapa Suínos e Aves. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/suinos/mundo>. Acesso em: 06 jul. 2020.
- EDWARDS, L.N. GRANDIN, T. ENGLE, T.E, PORTER, S.P. RITTER, M.J. SOSNICKI, A. ANDERSON, D.B. Use of exsanguination blood lactate to assess the quality of preslaughter pig handling. **Meat Science**, v. 86, p. 384–390, 2010. doi: 10.1016/j.meatsci.2010.05.022
- EDWARDS, L.N., ENGLE, T.E., GRANDIN, T.A., RITTER, M.J., SOSNICKI, A., CARLSON, B.A., ANDERSON, D.B. The effects of distance traveled during loading, lairage time prior to slaughter, and distance traveled to the stunning area on blood lactate concentration of pigs in a commercial packing plant. **The**

- Professional Animal Scientist**, v.27, p. 485-491, 2011. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30523-4
- EL TASSE, M., MOLENTO, C.F.M. Injury and condemnation data of pigs at slaughterhouses with federal inspection in the State of Paraná, Brazil, as indicators of welfare during transportation. **Ciência Rural**, v. 49 n. 1, p. 1-8, 2019. doi: 10.1590/0103-8478cr20180243
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Cerdos y...** 2016. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/againfo/themes/es/pigs/home.html>. Acesso em 9 set 2020.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Transforming the Livestock Sector Through the Sustainable Development Goals**. Rome, FAO, 228 p. 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/3/CA1201EN/ca1201en.pdf>. Acesso em 9 set 2020.
- FASS- Federation of Animal Science Societies. **Guide for the Care and Use of Agricultural Animals in Research and Teaching**, 3rd Edition Champaign, Illinois, Federation of Animal Science Societies, 2010. Disponível em: https://www.aaalac.org/about/Ag_Guide_3rd_ed.pdf.
- FAUCITANO, L., SAUCIER, L., CORREA, J.A., MÉTHOT, S., GIGUÈRE, A., FOURY, A., MORMÈDE, P., BERGERON, R. Effect of feed texture, meal frequency and pre-slaughter fasting on carcass and meat quality, and urinary cortisol in pigs. **Meat Science**, v. 74, n. 4, p. 697-703, 2006.
- FAUCITANO, L., CHEVILLON, P., ELLIS, M. Effects of feed withdrawal prior to slaughter and nutrition on stomach weight, and carcass and meat quality in pigs. **Livestock Science**, v. 127, p. 110-114, 2010. Doi: 10.1016/j.livsci.2009.10.002
- FAUCITANO, L., IELO, M.C., STER, C., LO FIEGO, D.P., METHOT, S., SAUCIER, L. Shelf life of pork from five different quality classes. **Meat Science**, v. 84, n. 3, p. 466-469, 2010. doi: 10.1016/j.meatsci.2009.09.017
- FAUCITANO, L., PEDERNERA, C. 2016. Reception and unloading. In: Velarde, A., Raj, M. (Eds.) **Animal Welfare at Slaughter**. Sheffield, UK, 5m Publishing, p. 33-50.
- FAUCITANO, L., MARTELLI, G., NANNONI, E., WIDOWSKI, T. Fundamentals of animal welfare in meat animals and consumer attitudes to animal welfare. In: **New Aspects of Meat Quality**, 1. ed, p. 537 – 567, 2017. doi: 10.1016/B978-0-08-100593-4.00021-7
- FAUCITANO, L. Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 2, p. 728-738, 2018. doi: 10.1093/jas/skx064
- FAUCITANO, L., GOUMON, S. Transport of pigs to slaughter and associated handling. In: **Advances in Pig Welfare**, 1. ed, 261–293. 2018. doi:10.1016/b978-0-08-101012-9.00009-5.

- FAUCITANO, L, LAMBOOIJ, E. Transport of pigs. In: GRANDIN, T. (ED.). **Livestock Handling and Transport**. 5. Ed., cap. 17. p. 307-327, Boston, MA: CABI, 2019.
- FORTIN, A. The effect of transport time from the assembly yard to the abattoir and resting time at the abattoir on pork quality. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 82, n. 2, p. 141–150, 2002. doi: 10.4141/A00-097
- FOX, J., WIDOWSKI, T., TORREY, S., NANNONI, E., BERGERON, R., GONYOU, H. W., BROWN, J. A., CROWE, T., MAINAU, E., e FAUCITANO, L. Water sprinkling market pigs in a stationary trailer. 1. Effects on pig behaviour, gastrointestinal tract temperature and trailer micro-climate. **Livestock Science**, v. 160, n. 1, p. 113-123, 2014. doi: 10.1016/j.livsci.2013.12.019
- FPPQ- Fédération des producteurs de porcs du Québec. **Transport de porcs**. Longueuil, Canada. 2007.
- FRAQUEZA, M.J., L.C. ROSEIRO, J. ALMEIDA, E. MATIAS, C. SANTOS, AND J.M. RANDALL. Effects of lairage temperature and holding time on pig behavior and on carcass and meat quality. **Applied Animal Behavior Science**. 60:317–330. 1998
- GARCIA, A., MCGLONE, J.J., Loading and unloading finishing pigs: effects of bedding types, ramp angle, and bedding moisture. **Animals**, v. 5, p. 13-26, 2015.
- GERRITZEN, M.A., HINDLE, V.A., STEINKAMP, K., REIMERT, H.G.M., VAN DER WERF, J.T.N., MARAHRENS, M. The effect of reduced loading density on pig welfare during long distance transport. **Animal**, v. 7, n. 11, p. 1849-1857, 2013. doi: 10.1017/S1751731113001523
- GESING, L.M., JOHNSON, A.K., SELSBY, J.T., FEUERBACH, C., HILL, H., FAGA, M., WHILEY, A., BAILEY, R., STALDER, K.J., RITTER, M.J. Effects of presorting on stress responses at loading and unloading and the impact on transportation losses from market-weight pigs. **The Professional Animal Science**, v. 26, p. 603-610, 2010. doi: 10.15232/S1080-7446(15)30657-4
- GEVERINK, N.A., ENGEL, B., LAMBOOIJ, E., WIEGANT, V.M. Observations on behaviour and skin damage of slaughter pigs and treatment during lairage. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 50, n. 1, p. 1-13, 1996. doi: 10.1016/0168-1591(96)01069-6
- GISPERS, M., FAUCITANO, L., OLIVER, M.A., GUÀRDIA, M.D., COLL, C., SIGGENS, K., HARVEY, K., DIESTRE, A.A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, v. 55, n. 1, p. 97-106, 2000. doi: 10.1016/S0309-1740(99)00130-8
- GONYOU, H.W., BROWN, J. Reducing stress and improving recovery from handling during loading and transport of market pigs. Final report submitted to Alberta Livestock and Meat Agency, 40p. 2012.

- GOUMON, S., BROWN, J.A., FAUCITANO, L., BERGERON, R., WIDOWSKI, T.M., CROWE, T., CONNOR, M.L., GONYOU, H.W. Effects of transport duration on maintenance behavior, heart rate and gastrointestinal tract temperature of market-weight pigs in 2 seasons. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 10, p. 4925-4935, 2013. doi: 10.2527/jas.2012-6081
- GOYMANN, W.; EAST, M. L.; WACHTER, B., HÖNER, O.P., MÖSTL, E., HOFER, H. Social status does not predict corticosteroid levels in postdispersal male spotted hyenas. **Hormones and Behavior**, v. 43, p. 474-479, 2003.
- GRANDIN, T.A. Assessment of stress during handling and transportation. **Journal of Animal Science**, n. 75, p. 245-257. 1997.
- GRUNERT, K.G. Food quality and safety: consumer perception and demand. **European Review of Agricultural Economics**, v. 32, n. 3, p. 369-391, 2005.
- GUÀRDIA, M.D., GISPERT, M., DIESTRE, A. Mortality rates during transport and lairage in pigs for slaughter. **Meat Focus International**, v. 10, p. 362-366. 1996.
- GUÀRDIA, M. D., ESTANY, J., BALASCH, S., OLIVER, M. A., GISPERT, M., e DIESTRE, A. Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. **Meat Science**, v. 67, n. 3, p. 471–478, 2004. doi: 10.1016/j.meatsci.2003.11.020
- GUÀRDIA, M. D, J. ESTANY, S. BALASH, M.A. OLIVER, M. GISPERT, AND A. DIESTRE. Risk assessment of DFD condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. **Meat Science**. 70:709–716. 2005. doi:10.1016/j.meatsci.2005.03.007
- GUÀRDIA, M. D., ESTANY, J., BALASCH, S., OLIVER, M. A., GISPERT, M., e DIESTRE, A. Risk assessment of skin damage due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. **Meat Science**, v. 81, n. 4, p. 745–751, 2009. doi: 10.1016/j.meatsci.2008.11.020
- GUISE, H.J., PENNY, R.H.C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs. 1. The effects of stocking density in transport and the use of electric goads. **Animal Production**, v. 49, p. 511-515, 1989. doi: 10.1017/S0003356100032724
- HALEY, C., DEWEY, C.E., WIDOWSKI, T., FRIENDSHIP, R. Association between in-transit losses, internal trailer temperature, and distance travelled by Ontario market hogs. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 72, p. 385-389. 2008.
- HEMSWORTH, P.H., BARNETT, J.L., HOFMEYR, C., COLEMAN, G.J., DOWLING, S., BOYCE, J. The effects of fear of humans and preslaughter handling on the meat quality of pigs. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 53, p. 493-501, 2002. doi: 10.1071/AR01098
- HOFFMAN, L.C., FISHER, P. Comparison of the effects of different transport conditions and lairage times in a Mediterranean climate in South Africa on the

- meat quality of commercially crossbred Large white x Landrace pigs. **Journal of the South African Veterinary Association**, v. 81, p. 225-227, 2010. doi: 10.4102/jsava.v81i4.152.
- HONIKEL, K. O. Water-holding capacity of meat. In: TE PAS, M.F.W.; EVERTS, M.E.; HAAGSMAN, H.P (Eds.) **Muscle Development of Livestock Animals**. Wallingford: CABI Publishing, 2004. p. 389-399.
- JOO, S.T.; KAUFFMAN, R.G.; KIM, B.C.; PARK, G.B. The relationship of sarcoplasmic and myofibrillar protein solubility to colour and water-holding capacity in porcine longissimus muscle. **Meat Science**, v. 52, n. 3, p. 291-297, 1999.
- JONES, S. D. M., CLIPLEF, R. L., FORTIN, A., MCKAY, R. M., MURRAY, A. C., POMMIER, S. A., SATHER, A. P. e SCHAEFER, A. L. Production and ante-mortem factors influencing pork quality. **Pig News Info**. 15: 15, 18. 1994.
- KEELING, L., TUNÓN, H., OLMOS ANTILLÓN, G., BERG, C., JONES, M., STUARDO, L., SWANSON, J., WALLENBECK, A., WINCKLER, C., BLOKHUIS, H. Animal welfare and the United Nations sustainable development goals. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 6, p. 336, 2019. doi:10.3389/fvets.2019.00336
- KIM, D.H., WOO, J.H., LEE, C.Y. Effects of stocking density and transportation time of ,arket pigs on their behaviour, plasma concentrations of glucose and Stress-associated enzymes and carcass quality. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 17, n. 1, p. 116–121, 2004. doi: 10.5713/ajas.2004.116
- KLONT, R.E., LAMBOOIJ, E. Effects of preslaughter muscle exercise on muscle metabolism and meat quality studied in anesthetized pigs of different halothane genotypes. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 108p117, 1995. doi: 10.2527/1995.731108x
- LAMBOOIJ, E., GARSSSEN, G.J., WALSTRA, P., MATEMAN, G., MERKUS, G.S.M. Transport of pigs by car for two days; some aspects of watering and loading density. **Livestock Production Science**, v. 13, n. 3, p. 289-299, 1985. doi:10.1016/0301-6226(85)90007-7
- LAMBOOIJ, E., ENGEL, B. Transport of slaughter pigs by truck over a long distance: some aspects of loading density and ventilation. **Livestock Production Science**, v. 28, n. 2, p. 163–174, 1991. doi: 10.1016/0301-6226(91)90006-C
- LEWIS, C.R.G., MCGLONE, J.J. Moving finishing pigs in different group sizes: Cardiovascular responses, time and ease of handling. **Livestock Science**, v. 107, p. 86-90, 2007.
- LUDTKE, C., DALLA COSTA, O.A., ROHR, S.A., DALLA COSTA, F. Bem-Estar Animal na Produção de Suínos: Transporte. Brasília, DF: ABCS / SEBRAE, 40 p., 2016. Disponível em: <https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/RN/Anexos/suinocultur>

- a-Bem-estar-animal-na-producao-de-suinos-transporte.pdf. Acesso em 9 set 2020.
- MACHADO, S.T., SANTOS, R.C., CALDARA, F.R., GONÇALVES, M.C., JORDAN, R.A., DOS REIS J.G.M. Operação de transporte e tempo de descanso na incidência de carne PSE em suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 10, p. 1065–1071, 2014. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v18n10p1065-1071
- MACHADO, S.T., NÄÄS, I.A., MOLLO NETO, M., VENDRAMETTO, O., DOS REIS J.G.M. Effect of transportation distance on weight losses in pigs from dehydration. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 6, p. 1229-1238. 2016. doi: 10.1590/1809-4430-eng.agric.v36n6p1229-1238/2016
- MAGANHINI, M.B. MARIANO, B. SOARES, A.L. GUARNIERI, P.D. SHIMOKOMAKI, M. e IDA, E.I. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Food Science and Technology**, 2007, vol. 27, p. 69-72. doi: 10.1590/S0101-20612007000500012
- MARAHRENS, M. Thermal environment & animal thermoregulation during long pig road transport. Presentation. Animal Transport and Certification conference in collaboration with the 40th Annual Global Conference of ATA (Animal Transport Association), May 7, 2014, the Hague. Disponível em: <http://www.controlpost.eu/controlpost/index.php/en/journal/events/238-final-conference-ofthe-animal-transport-certification-and-control-post-project>.
- MARTIN, P., BATESON, P. **Measuring Behaviour: An Introductory Guide**, 3rd ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 186 p. 2007.
- MATARNEH, S.K., ENGLAND, E.M., SCHEFFLER, T.L., GERRARD, D.E. The conversion of muscle to meat. In: TOLDRÁ, F. (Eds.). **Lawrie's Meat Science**, 8th ed. Sawston, UK, Woodhead Publishing, 2017, p. 159-185.
- MCGLONE, J.J., MCPHERSON, R.L., ANDERSON, D.L. Case study: moving devices for finishing pigs: efficacy of electric prod, board, paddle, or flag. **The Professional Animal Scientist**, v. 20, p. 518-523, 2004. doi: doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31357-7.
- MELLOR, D.J.; REID, C.S.W. Concepts of animal well-being and predicting the impact of procedures on experimental animals. In. Improving the Well-Being of Animals in the Research Environment. **Proceedings**, Glen Osmond, Australia: Australian and New Zealand Council for the Care of Animals in Research and Teaching, 21 p., 1994. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/6890/adfa3127be363a7c3b03925fbf22363f4489.pdf>. Acesso em 9 set 2020.
- MELLOR, D.J. Updating animal welfare thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. **Animals**, v. 6, 21. 2016. doi: 10.3390/ani6030021

- MILLIGAN, S.D., RAMSEY, C.B., MILLER, M.F., KASTER, C.S., THOMPSON, L.D. Resting of pigs and hot-fat trimming and accelerated chilling of carcasses to improve pork quality. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 74-86, 1998. doi: 10.2527/1998.76174x.
- MITCHELL, G., HEFFRON, J.J.A. Porcine stress syndromes. **Advances in Food Research**, v. 28, p. 167-230, 1982. doi: 10.1016/S0065-2628(08)60112-3
- MLC – Meat and Livestock Commission. Concern at rindside damage in pigs. **Meat and Marketing Technical Notes** n. 4, p. 14-16. Milton Keynes, UK: Meat and Livestock Commission, 1995.
- MOTA-ROJAS, D., BECERRIL, M., LEMUS, C., SÁNCHEZ, P., GONZÁLEZ, M., OLMOS, S.A., RAMÍREZ, R., ALONSO-SPILSBURY, M. Effects of mid-summer transport duration on pre- and post-slaughter performance and pork quality in Mexico. **Meat Science**, v. 73, n. 3, p. 404-412, 2006. doi: 10.1016/j.meatsci.2005.11.012
- MOSS, B. W. Some observations on the activity and aggressive behaviour of pigs when penned prior to slaughter. **Applied Animal Ethology**. 4: 323-339.1978
- NAKAI, H., SAITO, F., IKEDA, T., ANDO, S., KOMATSU, A. Standards models of pork color. **Bulletin of National Institute of Animal Industry**, v. 30, p. 69-74, 1975.
- NANNI COSTA, L., LO FIEGO, D.P., DALL'OLIO, S., DAVOLI, R., RUSSO, V. Influence of loading method and stocking density during transport on meat and dry-cured ham quality in pigs with different halothane genotypes. **Meat Science**, v. 51, n. 4, p. 391–399, 1999. doi: 10.1016/S0309-1740(98)00160-0
- NANNONI, E., WIDOWSKI, T., TORREY, S., FOX, J., ROCHA, L.M., GONYOU, H.W., WESCHENFELDER, A.V., CROWE, T., FAUCITANO, L., 2014. Water sprinkling market pigs in a stationary trailer. 2. Effects on selected exsanguination blood parameters and carcass and meat quality variation. **Livestock Science**, v. 160, p. 124-131, 2014. doi: 10.1016/j.livsci.2013.11.022
- NELSON, D.L., LEHNIGER, A.L., COX, M.M.; **Lehninger Principles of Biochemistry**, 5th ed., New York, WH Freeman, 2008.
- OIE (World Organization for Animal Health) **Terrestrial Animal Health Code**. Paris: OIE, 2011. Disponível em: <https://www.oie.int/standard-setting/terrestrial-code/>. Acesso em 8 set 2020.
- PEETERS, E., DEPREEZ, K., BECKERS, F., DE BAERDEMAEKER, J., AUBEN, A.E., GEERS, R. Effect of driver and driving style on the stress responses of pigs during a short journey by trailer. **Animal Welfare**, v. 17, n. 2, p. 189–196, 2008.
- PELOSO, J.V. Influence of pre-slaughter fasting on muscle condition in swine and its effects on the final meat processing quality: In: 2nd Virtual Conference on Pork Quality, **Proceedings**, Concordia, Brazil. 2001.

- PEREIRA, T.L., TITTO, E.A.L., CONTE, S., DEVILLERS, N., SOMMAVILLA, R., DIESEL, T., DALLA COSTA, F.A., GUAY, F., FRIENDSHIP, R., CROWE, T., e FAUCITANO, L. Application of a ventilation fan-misting bank on pigs kept in a stationary trailer before unloading: Effects on trailer microclimate, and pig behaviour and physiological response. **Livestock Science**, v. 216, p. 67–74, 2018. doi: 10.1016/j.livsci.2018.07.013
- RABASTE, C., FAUCITANO, L., SAUCIER, L., MORMÈDE, P., CORREA, J.A., GIGUÈRE, A., BERGERON, R. The effects of handling and group size on welfare of pigs in lairage and their influence on stomach weight, carcass microbial contamination and meat quality. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 87, n. 1, p. 3–12, 2007. doi: 10.4141/A06-04
- RANDALL, J.M. Environmental parameters necessary to define comfort for pigs, cattle and sheep in livestock transporters. **Animal Science**. (57) 299–307.1993 doi: 10.1017/S0003356100006929
- RITTER, M.J., ELLIS, M., BRINKMANN, J., DEDECKER, J.M., KEFFABER, K.K., KOCHER, M.E., PETERSON, B.A., SCHLIPF, J.M., WOLTER, B.F. Effect of floor space during transport of market-weight pigs on the incidence of transport losses at the packing plant and the relationships between transport conditions and losses. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 10, p. 2856–2864, 2006. doi: 10.2527/jas.2005-577
- RITTER, M.J., ELLIS, M., BERTELSEN, C.R., BOWMAN, R., BRINKMANN, J., DEDECKER, J.M., KEFFABER, K.K., MURPHY, C.M., PETERSON, B.A., SCHLIPF, J.M. Effects of distance moved during loading and floor space on the trailer during transport on losses of market weight pigs on arrival at the packing plant. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 3454–3461. 2007. Doi: 10.2527/jas.2007-0232.
- RITTER, M.J., ELLIS, M., BOWMAN, R., BRINKMANN, J., CURTIS, S.E., DEDECKER, J.M., MENDOZA, O., MURPHY, C.M., ORELLANA, D.G., PETERSON, B.A., ROJO, A., SCHLIPF, J.M., WOLTER, B.F. Effects of season and distance moved during loading on transport losses of market-weight pigs in two commercially available types of trailer. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 3137–3145, 2008. doi: 10.2527/jas.2008-0873.
- RITTER, M.J., ELLIS, M., ANDERSON, D.B., CURTIS, S.E., KEFFABER, K.K., KILLEFER, J., MCKEITH, F.K., MURPHY, C.M., PETERSON, B.A. Effects of multiple concurrent stressors on rectal temperature, blood acid-base status, and longissimus muscle glycolytic potential in market-weight pigs. **Journal of Animal Science**, v.87, n. 1, p. 351–362, 2009. doi: 10.2527/jas.2008-0874
- ROCHA, L.M. VELARDE, A. DALMAU, A. SAUCIER, L. FAUCITANO, L. Can the monitoring of animal welfare parameters predict pork meat quality variation through the supply chain (from farm to slaughter). **Journal of Animal Science**, v. 94, p. 359–376, 2016. doi: 10.2527/jas2015-9176

- ROCHA, L.M., DEVILLERS, N., MALDAGUE, X., KABEMBA, F.Z., FLEURET, J., GUAY, F., FAUCITANO, L. Validation of anatomical sites for the measurement of infrared body surface temperature variation in response to handling and transport. **Animals**, v. 9, n. 7, p. 1–18, 2019. doi: 10.3390/ani9070425
- SAUCIER, L., BERNIER, D., BERGERON, R., GIGUÈRE, A., MÉTHOT, S., FAUCITANO, L. Effect of feed texture, meal frequency and pre-slaughter fasting on behaviour, stomach content and carcass microbial quality in pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 87, n. 4, p. 479-487, 2007. doi:10.4141/A06-041
- SCHINCKEL, A.P. Fatores que afetam o crescimento de tecido magro de suínos. In. 2ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 5 e 6 de novembro de 2001, **Anais**, Concórdia, SC, Brasil. 2001, Disponível em: http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais01cv2_schinckel1_pt.pdf. Acesso em 9 set 2020.
- SHEN, Q.W., W.J. MEANS, S.A. THOMPSON, K.R. UNDERWOOD, M.J. ZHU, R.J. MCCORMICK, S.P. FORD, AND M. DU. Pre-slaughter transport, AMP-activated protein kinase, glycolysis, and quality of pork loin. **Meat Science**. 74:388–395. 2006. doi:10.1016/j.meatsci.2006.04.007
- SUTHERLAND, M.A., MCDONALD, A., MCGLONE, J.J. Effects of variations in the environment, length of journey and type of trailer on the mortality and morbidity of pigs being transported to slaughter. **Veterinary Record**, v. 165, p. 13-18, 2009. doi: 10.1136/vetrec.165.1.13
- STOCHE, R.M.; GARCIA, L.V.; KLAMT, J.G. Anestesia e resposta neuroendócrina e humoral ao estresse cirúrgico. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 51, p. 59-69, 2001.
- TARAZONA A.M, CEBALLOS, M.C, BROOM, D.M. Human relationships with domestic and other animals: One health, one welfare, one biology. **Animals**, v. 10, n. 1, 43, 2019. doi: 10.3390/ani10010043
- TORREY, S., BERGERON, R., WIDOWSKI, T., LEWIS, N., CROWE, T., CORREA, J. A., BROWN, J., GONYOU, H.W., FAUCITANO, L. Transportation of market-weight pigs: I. Effect of season, truck type, and location within truck on behavior with a two-hour transport. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 6, p. 2863–2871, 2013. doi: 10.2527/jas.2012-6005
- TREVISAN, L. e BRUM, J.S. Incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork meat in reason of extrinsic stress factors. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro , v. 92, n. 3, e20190086. 2020 . doi:10.1590/0001-3765202020190086.
- VITALI, A., LANA, E., AMADORI, M., BERNABUCCI, U., NARDONE, A., LACETERA, N. Analysis of factors associated with mortality of heavy slaughter pigs during transport and lairage. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 5134-5141. 2014. doi: 10.2527/jas.2014-7670.

- VOSLAROVA, E. VECEREK, V. PASSANTINO, A.M. CHLOUPEK, P. BEDANOVA, I. Transport losses in finisher pigs: Impact of transport distance and season of the year. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 30, n. 1, p. 119–124, 2017. doi: 10.5713/ajas.16.0265.
- WARRISS, P.D. The growth and body composition of animals. In: WARRISS, P.D. **Meat Science: An Introductory Text**, 2. ed. Massachusetts: CABI, 2010. cap. 2, p. 9-25.
- WEEKS, C. A. A review of welfare in cattle, sheep, and pig lairages, with emphasis on stocking rates, ventilation and noise. **Animal Welfare**. 17: 275-284.
- WERNER, C. REINERS, K. WICKE, M. Short as well as long transport duration can affect the welfare of slaughter pigs. **Animal Welfare**, v. 16, p. 385–389, 2007.
- WESCHENFELDER, A.V., TORREY, S., DEVILLERS, N., CROWE, T., BASSOLS, A., SACO, Y., PIÑEIRO, M., SAUCIER, L. Effects of trailer design on animal welfare parameters and carcass and meat quality of three Pietrain crosses being transported over a long distance. **Journal of Animal Science**, v. 90, p, 3220-3231, 2012. Doi: 10.2527/jas.2012-4676
- YANG, T., LIN, J. Variation of heart size and its correlation with growth performance and vascular space in domestic pigs. **Animal Science**, v. 64, n. 3, p. 523-528, 1997. doi:10.1017/S1357729800016155
- YOUSEF, M.K., 1985. Thermoneutral zone. em: **Stress Physiology in Livestock**, M.K. Yousef (ed.), Vol.I.,CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 47-54
- ZURBRIGG, K., VAN DREUMEL, T., ROTHSCHILD, M., ALVES, D., FRIENDSHIP, R., O’SULLIVAN, T. Pig-level risk factors for in-transit losses in swine: a review. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 97, n. 3, p. 339-346, 2017. doi: 10.1139/cjas-2016-0193