

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**LUANA TORRES DA ROCHA**

**EFEITOS DA DENSIDADE E TEMPO DE ESPERA EM FRIGORÍFICO SOBRE O  
BEM-ESTAR ANIMAL, LESÕES DA PELE E QUALIDADE DE CARNE SUÍNA**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2023**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ**  
**CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**LUANA TORRES DA ROCHA**

**EFEITOS DA DENSIDADE E TEMPO DE ESPERA EM FRIGORÍFICO SOBRE O  
BEM-ESTAR ANIMAL, LESÕES DA PELE E QUALIDADE DE CARNE SUÍNA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição e Produção Animal, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho  
Coorientador: Ph.D. Luigi Faucitano

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON**

**2023**

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Rocha, Luana Torres da  
EPEITOS DA DENSIDADE E TEMPO DE ESPERA EM FRIGORÍFICO  
SOBRE O BEM-ESTAR ANIMAL, LESÕES DA PELE E QUALIDADE DE CARNE  
SUÍNA / Luana Torres da Rocha; orientador Paulo Levi de  
Oliveira Carvalho; coorientador Luigi Faucitano. -- Marechal  
Cândido Rondon, 2023.  
69 p.

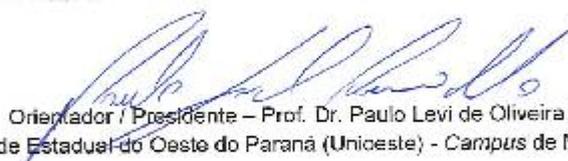
Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Marechal Cândido  
Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro  
de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,  
2023.

1. Suínos. 2. Carne suína. 3. Bem-estar animal. 4. Carcaça.  
I. Carvalho, Paulo Levi de Oliveira, orient. II. Faucitano,  
Luigi, coorient. III. Título.

**LUANA TORRES DA ROCHA**

**Efeitos da densidade e tempo de espera em frigorífico sobre o bem-estar animal, lesões da pele e qualidade da carne suína**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de "Mestra em Zootecnia", Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Não-Ruminantes / Aquicultura", APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:



Orientador / Presidente – Prof. Dr. Paulo Levi de Oliveira Carvalho  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - Campus de Mar. Cândido Rondon

Coorientador – Dr. Luigi Faucitano  
AAFC – Agriculture and Agri-Food Canada  
*Participação de forma remota síncrona*



Membro – Dr.<sup>a</sup> Lilitiana Bury de Azevedo  
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - Campus de Mar. Cândido Rondon  
Pós-Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia



Membro – Dr. Cleandro Pazinato Dias  
Akei Animal Research

Marechal Cândido Rondon, 26 de outubro de 2023.



Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Campus de Marçal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46  
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>  
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000  
Marçal Cândido Rondon - PR.



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA – MESTRADO E DOUTORADO**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO ANIMAL**  
**LINHA DE PESQUISA: PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO DE NÃO-RUMNANTES / AQUICULTURA**

**DECLARAÇÃO DE PARTICIPAÇÃO À DISTÂNCIA EM BANCA EXAMINADORA DE**  
**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO NA**  
**UNIOESTE – CAMPUS DE MAL. CÂNDIDO RONDON**

Às 14 horas do dia 26/10/2023, participei de forma remota e síncrona com os demais membros que assinam a ata física deste ato público, da Banca Examinadora de Dissertação de **LUANA TORRES DA ROCHA**, Discente de Mestrado deste Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Mal. Cândido Rondon, referente ao trabalho intitulado “Efeitos da densidade e tempo de espera em frigorífico sobre o bem-estar animal, lesões da pele e qualidade de carne suína”.

Considerando o trabalho avaliado, as arguições de todos os membros da banca e as respostas dadas pela aluna, formalizo para fins de registro, por meio deste documento, minha decisão de que a candidata pode ser considerada: **APROVADA**.

Atenciosamente,

*Luigi Faucitano*

---

Dr. Luigi Faucitano  
Coorientador da Discente  
[luigi.faucitano@agr.gc.ca](mailto:luigi.faucitano@agr.gc.ca)  
[luigifaucitano@yahoo.ca](mailto:luigifaucitano@yahoo.ca)  
CPF nº 806.650.800-00  
AAFC – Agriculture and Agri-Food Canada

Dedico este trabalho a Deus, que me guia e ilumina meu caminho, à minha mãe Maria e minha irmã Daniela que sempre estiveram presentes em toda a trajetória acadêmica.

## **AGRADECIMENTOS**

À minha família que me acompanhou nessa trajetória, principalmente minha mãe Maria das Dores Torres Rocha e minha irmã Daniela Torres da Rocha Citadin.

Ao meu orientador, Prof. Paulo Levi de Oliveira Carvalho, pela orientação e oportunidade em fazer parte do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, do campus Marechal Cândido Rondon.

Ao meu coorientador, Prof. Luigi Faucitano, e ao Prof. Jansler Genova por todos os conhecimentos transmitidos durante o desenvolvimento do trabalho.

Aos professores e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos adquiridos nas disciplinas cursadas e demais auxílios durante todo o mestrado.

A todos os integrantes do Grupo GEPS pela ajuda nas análises realizadas.

À empresa FRIMESA, que me deu todo o suporte para que houvesse a concretização desse projeto, desde o financiamento até a disponibilização das instalações do frigorífico e dos colaboradores que me auxiliaram para que as atividades fossem concluídas com sucesso.

Aos colaboradores da FRIMESA que me auxiliaram, com muito bom grado, em grande parte deste projeto, desde o recebimento dos suínos até as análises de qualidade de carne.

A Auditora Fiscal Federal Agropecuário Dra. Paula de Andrade por ter autorizado que o experimento fosse realizado com os animais durante o período de descanso no frigorífico.

*"Não há gênio que não tenha sua loucura e louco que não tenha sua genialidade.*

*De gênio e louco todo mundo tem mais do que imaginam".*

*(Augusto Cury)*

## **EFEITOS DA DENSIDADE E TEMPO DE ESPERA EM FRIGORÍFICO SOBRE O BEM-ESTAR ANIMAL, LESÕES DA PELE E QUALIDADE DE CARNE SUÍNA**

### **Resumo:**

Uma das etapas mais importantes da produção animal é o manejo pré-abate, o qual propicia condições estressantes aos suínos, podendo influenciar negativamente as condições fisiológicas, bem como a qualidade da carne. Objetivando aprofundar estudos dessa etapa, o experimento deste estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da densidade e tempo de espera em frigorífico no bem-estar de suínos (parâmetros fisiológicos do estresse e comportamento animal), bem como a qualidade de carcaça (danos de pele) e da carne suína. Diante disso, um total de 1.858 suínos machos imunocastrados, com peso corporal médio de  $144 \pm 11$  kg, 150 dias de idade, híbridos de linhagem comercial (Agrocere-PIC), provindos de granjas estruturalmente semelhantes e localizadas a 50 km do destino final, foram distribuídos em um delineamento experimental em blocos casualizados, utilizando duas densidades ( $0,42 \text{ m}^2/100 \text{ kg}$  e  $0,66 \text{ m}^2/100 \text{ kg}$ ) e dois tempos de espera (2 horas e 6 horas), os quais interagiram formando os quatro tratamentos, sendo:  $0,42 \text{ m}^2/ 2$  horas,  $0,42 \text{ m}^2/6$  horas,  $0,66 \text{ m}^2/2$  horas e  $0,66 \text{ m}^2/6$  horas. Os animais alojados em condições de elevada densidade ( $0,42 \text{ m}^2$ ) apresentaram maior índice de danos na pele ( $P < 0,05$ ), bem como uma tendência para um maior nível de cortisol basal no sangue ao abate ( $P = 0,08$ ). A superlotação influenciou a última hora de descanso dos animais, uma vez que este grupo apresentou maior número de suínos sentados sobrepostos devido à falta de espaço para se deitarem ( $P < 0,05$ ). Os suínos que permaneceram por mais tempo (6 horas) alojados apresentaram aumento de hematócrito (%) no sangue ao abate e carne com maior pH final ( $P < 0,05$  para ambos os parâmetros) quando comparados com os animais alojados por menos tempo (2 horas). Os resultados deste estudo confirmam o efeito negativo da alta densidade e tempo de espera mais longo no frigorífico, principalmente sobre os níveis de cortisol sanguíneo e escore de lesões de pele nas carcaças de suínos.

**Palavras-chave:** comportamento animal; danos na pele; estresse; fisiologia; qualidade de carne; suínos

# **EFFECTS OF STOCKING DENSITY AND LAIRAGE TIME AT THE SLAUGHTERHOUSE ON ANIMAL WELFARE, SKIN LESIONS AND PORK MEAT QUALITY**

## **Abstract:**

One of the most important phases of animal production is the pre-slaughter period, which is a cause of stress to pigs, and can negatively influence the physiological conditions, as well as the meat quality. The objective of this experiment was to evaluate the effects of stocking density and lairage time at the slaughterhouse on the welfare of pigs (stress physiological parameters and animal behaviour), as well as the quality of carcass (skin damage) and pork meat. To this end, a total of 1.858 immunocastrated male pigs, with mean body weight of  $144 \pm 11$  kg, same genetic background (Agroceres-PIC) and originating from farms of similar design, management and distance from the slaughterhouse (50 km), were distributed into an experimental design in randomized blocks aimed at assessing the effects of two stocking densities ( $0.42 \text{ m}^2/100\text{kg}$  and  $0.66 \text{ m}^2/100\text{kg}$ ) and two lairage times (2 h and 6 h), which were combined in order to create the following four treatments:  $0.42 \text{ m}^2 \times 2 \text{ h}$ ,  $0.42 \text{ m}^2 \times 6 \text{ h}$ ,  $0.66 \text{ m}^2 \times 2 \text{ h}$  and  $0.66 \text{ m}^2 \times 6 \text{ h}$ . Animals housed at high density conditions ( $0.42 \text{ m}^2$ ) showed higher skin damage index, as well as a tendency for higher blood cortisol level at slaughter ( $P < 0.05$  and  $P = 0.08$ , respectively). Overcrowding influenced the resting of the animals during the last hour of lairage, with a greater number of pigs standing or sitting due to lack of space to lie down. The pigs that were rested for longer time (6 h) showed increased blood hematocrit at slaughter and pHu value ( $P < 0.05$  for both) when compared to those rested for less time (2 h). The results of this study confirm the negative effect of high density and longer time in the slaughterhouse, mainly on exsanguination blood cortisol levels and skin lesion score on pig carcasses.

**Keywords:** animal behavior; physiology; pigs; pork quality; skin damage; stress

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABPA – Associação Brasileira de Proteína Animal  
ANOVA – Análise de Variância  
ATP – Adenosina Trifosfato  
BEB – Bebendo água  
BRIG – Brigando  
BRINC – Brincando  
CK – Creatinoquinase  
CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono  
CORT - Cortisol  
CRH – Hormônio liberador de corticotrofina  
DEIT – Deitados  
DFD – *Dark, firm, dry*  
EPM – Erro padrão da média  
FAWC – *Farm Animal Welfare Council*  
GLI – Glicose  
HT – Hematócrito  
INT – Interagindo  
ITP – *Institut Technique du Porc*  
LDH – Lactato desidrogenase  
LSmeans – Média dos mínimos quadrados  
MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento  
MLC – *Meat Livestock Commission*  
PCQ – Peso de carcaça quente  
PE – Em pé  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
PPC – Perda de líquidos por cocção  
PPD – Perda de líquidos por descongelamento  
PPG – Perda de líquidos por gotejamento  
PSE – *Pale, soft, exudative*  
RFN – *Red, firm, non-exudative*

RSE – *Red, soft, exudative*

SENT – Sentados

SOBRE – Sobrepostos

T° - Temperatura

WOAH – *World Organisation for Animal Health*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo “Cinco Domínios” .....	18
Figura 2. Escala de lesões de pele .....	52
Figura 3. Padrão fotográfico de três pontos.....	52

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Médias obtidas durante tipificação das carcaças .....	49
Tabela 2. Etograma de comportamentos registrados durante o período de descanso .....	50
Tabela 3. Classes de qualidade de carne segundo Kauffman et al. (1992).....	55
Tabela 4. Comportamento observados nos suínos submetidos a diferentes densidades (D) e tempos de espera (TE) no frigorífico.....	57
Tabela 5. Parâmetros sanguíneos obtidos de suínos submetidos a diferentes densidades (D) e tempos de espera durante o período de descanso em frigorífico.....	60
Tabela 6. Parâmetros qualitativos da carne suína proveniente de suínos submetidos a densidade (D) e tempo de espera (TE) no frigorífico .....	64

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	17
2.1 BEM-ESTAR ANIMAL.....	17
2.2 RESPOSTA COMPORTAMENTAL .....	19
2.3 FISIOLOGIA DO ESTRESSE.....	20
2.4 INFLUÊNCIA DO ESTRESSE NA QUALIDADE DA CARÇAÇA .....	22
2.5 INFLUÊNCIA DO ESTRESSE NA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA .....	23
2.6 EFEITO DO MANEJO PRÉ-ABATE SOBRE O BEM-ESTAR ANIMAL .....	25
2.6.1 Embarque e transporte .....	26
2.6.2 Desembarque e período de descanso no frigorífico.....	30
2.6.3 Insensibilização e abate .....	32
3 HIPÓTESES E OBJETIVO .....	34
4 REFERÊNCIAS .....	35
5 EFEITOS DA DENSIDADE E TEMPO DE ESPERA EM FRIGORÍFICO SOBRE O BEM-ESTAR ANIMAL, LESÕES DA PELE E QUALIDADE DE CARNE SUÍNA .....	46
5.1 INTRODUÇÃO.....	46
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
5.2.1 Local, animais, alojamento e delineamento experimental.....	47
5.2.2 Avaliação comportamental dos suínos .....	49
5.2.3 Parâmetros sanguíneos .....	50
5.2.4 Lesões de pele em carcaças .....	51
5.2.5 Avaliação qualitativa da carne suína .....	53
5.2.6 Métodos de análise dos dados coletados .....	55
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	55
6.1 COMPORTAMENTO ANIMAL.....	55
6.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS SANGUÍNEOS.....	58

6.3 ANÁLISE DE QUALIDADE DA CARCAÇA .....	61
6.4 ANÁLISE DA AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA CARNE.....	62
7 CONCLUSÕES .....	65
8. REFERÊNCIAS .....	66

## 1 INTRODUÇÃO

A produção brasileira de carne suína, bem como seu consumo *per capita*, tem crescido a cada ano, tendo atingido, em 2022, os 18kg/habitante. Dentre essa produção, 22,8% foram destinados à exportação. Já a produção mundial, no ano de 2022, foi de 113.775 mil toneladas, 5,73% maior que o ano anterior (ABPA, 2023a; 2023b).

Juntamente com a evolução da produção, ocorre a busca por uma carne de melhor qualidade, a qual não depende somente do sistema de criação de suínos, genética e nutrição. Os processos químicos e físicos que ocorrem durante a transformação do tecido muscular em carne definem a qualidade desta (BRIDI; SILVA, 2009), e estes podem ser influenciados por fatores intrínsecos e extrínsecos.

Um dos fatores que influencia na qualidade da carne é o estresse o qual os suínos são submetidos durante o embarque, transporte e manejos realizados momentos antes do abate. O estresse é o parâmetro mais importante para avaliação do bem-estar animal e pode ser avaliado com a mensuração de parâmetros sanguíneos, como cortisol e creatinoquinase.

Os suínos comerciais são submetidos a condições estressantes nos momentos que precedem o abate, sendo a mistura de animais uma prática comum nos frigoríficos devido a diferenças entre o tamanho de grupos alojados nas baias das granjas, nas quais permaneceram para engorda, compartimentos do veículo e baias de descanso no frigorífico (TEIXEIRA; BOYLE, 2014). Entretanto, a prática supracitada pode aumentar o risco de brigas, sendo estas caracterizadas por mordidas, montas, empurrões e golpes de cabeça entre os suínos (RABASTE et al., 2007; DALLA COSTA et al., 2016; VITALI et al., 2017), que procuram estabelecer a hierarquia. As brigas, por sua vez, acarretam depreciação do valor da carcaça devido às lesões de pele decorrentes das interações agressivas (FAUCITANO, 2001).

A densidade de alojamento em frigorífico é um dos fatores que pode acarretar estresse aos suínos, entretanto, é impossível avaliar o efeito da densidade no bem-estar de forma isolada. A utilização de densidades mais baixas permite que os suínos desconhecidos lutem mais intensamente em busca da hierarquia, porém, também permite que os suínos submissos fujam dos dominantes, evitando ser lesionados. Além disso, o fornecimento de espaço suficiente é primordial para que todos os suínos se deem e descansem (WEEKS, 2008). Com a aplicação de densidade e tempo de espera adequados, acredita-se que as condutas agressivas destes suínos

sejam breves e que, assim, as lesões na carcaça, decorrente de brigas e lutas, sejam reduzidas, sem prejudicar a qualidade da carne e o bem-estar dos animais na baía de descanso.

Diversos autores já demonstraram o efeito do tempo de espera sobre o estresse e a qualidade da carcaça de carne suína (WARRISS, 1998; GUÀRDIA et al., 2004; 2005; DOKMANOVIĆ et al., 2014), com esperas mais curtas e mais longas relacionadas com um maior risco de produção de carne PSE e DFD, respectivamente.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 BEM-ESTAR ANIMAL**

Sobre a conceituação do termo “Bem-Estar Animal”, a Organização Mundial de Saúde Animal (WOAH), no capítulo 7.1 do Código Sanitário de Animais Terrestres, define o bem-estar animal como sendo “o estado físico e mental de um animal em relação às condições em que vive e morre” (WOAH, 2023), reforçando o conceito de Broom (1986) que cita o bem-estar de um indivíduo como “o seu estado no que diz respeito às suas tentativas de lidar com seu ambiente”. Assim, nota-se que o bem-estar animal é uma ciência que deve ser acompanhada desde o nascimento até o final da vida de um animal.

O bem-estar animal, amplamente difundido na atualidade, teve seu início dos anos 60 com a publicação do livro “Animal Machines” (HARRISON; DAWKINS, 1964) o qual exerceu uma força extremamente importante para o tema devido ao impacto gerado na opinião pública sobre as condições de vida as quais os animais de produção eram submetidos na época de sua publicação.

No ano de 1965, em Londres, ocorreu a Comissão Técnica de Inquérito sobre o bem-estar dos animais mantidos sob Sistemas Intensivos de Pecuária, conhecido como Comitê Brambell, por ter sido presidido pelo pesquisador Professor F. W. Rogers Brambell (BRAMBELL, 1965). A comissão teve papel fundamental nos avanços nas ações de bem-estar dos animais de produção, uma vez que foram apresentados julgamentos sobre os métodos de produção utilizados e foram feitas recomendações gerais como a necessidade de publicação de leis que protegessem adequadamente os animais criados em sistemas intensivos e recomendações específicas por espécie. Para a produção de suínos, por exemplo, foi descrito

no relatório final sobre a densidade de alojamento por m<sup>2</sup>, iluminação adequada para melhor inspeção dos animais diariamente, proibição de cortes de caudas (exceto se realizado como tratamento corretivo) e condições de alojamento para fêmeas suínas gestantes. Este relatório, de maneira implícita, foi o precursor do princípio das Cinco Liberdades, posteriormente aprimorada e publicada pela Farm Animal Welfare Council, em 1979 (FAWC, 2009), cujas ideias tratam sobre o fornecimento de água e alimentos de qualidade (livre de fome e sede), ambiente adequado para conforto (livre de desconforto) e liberdade para expressão de comportamentos inatos à espécie, prevenção, diagnóstico e tratamento de doenças e lesões (livre de dor, doença e injúria), além das condições fornecidas de forma a evitar o estresse mental intenso (livre de medo e estresse).

Entretanto, conforme declarado por Mellor e Reid (1994), a maioria das pesquisas em animais indicam que sistemas de produção comprometem em menor ou maior grau uma ou mais das cinco liberdades, uma vez que é inevitável que os animais permaneçam livres de situações estressantes por toda sua vida. Dessa forma, visando determinar níveis aceitáveis e inaceitáveis de bem-estar, os autores propuseram o modelo “Cinco Domínios” (Figura 1).

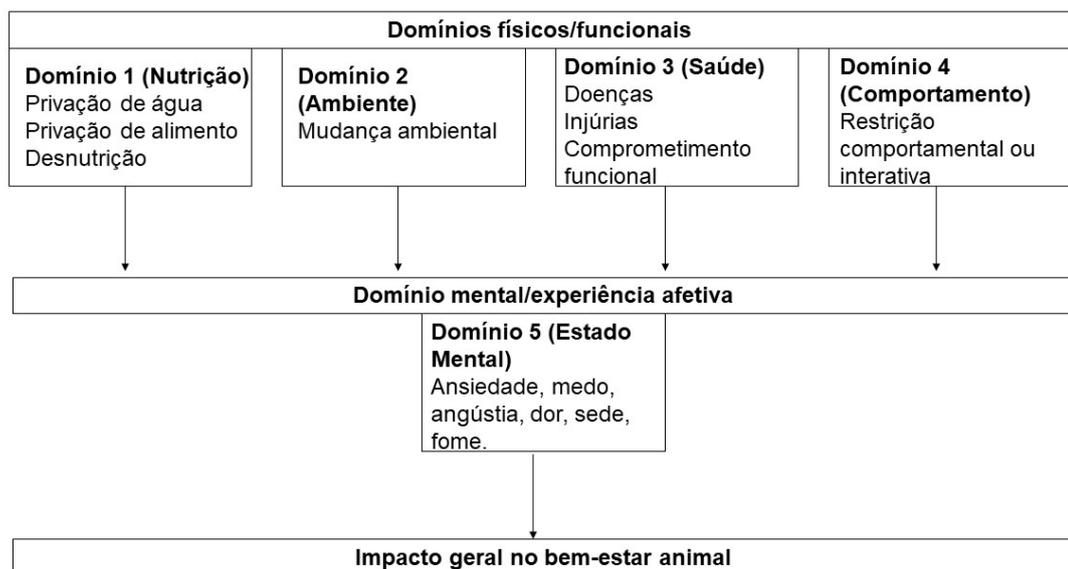


Figura 1. Modelo “Cinco Domínios”  
 Fonte: Adaptado de Mellor e Reid (1994).

## 2.2 RESPOSTA COMPORTAMENTAL

Descrita há mais de 100 anos como área da biologia que estuda o comportamento, a etologia precedeu o naturalista Charles Darwin, o qual considerou padrões de comportamento e morfologia na teoria da evolução. Na medicina veterinária, os etólogos observam o comportamento dos animais de forma isolada, interagindo com seus semelhantes, com predadores e presas, além da relação de fatores ambientais que possam afetá-los (KLINGHAMMER; FOX, 1971).

Todavia, há quase 60 anos, pouco se sabia sobre o comportamento animal, dessa forma, no relatório emitido ao final do Comitê Brambell, em 1965, foi descrito que se deve avaliar os sentimentos dos animais através da observação de indicadores como gritos, reações, comportamento, saúde e produtividade, de forma análoga ao realizado com humanos, pois se admitiu que, devido a anatomia e fisiologia, mamíferos domésticos e aves experimentam sensações semelhantes ao dos humanos.

É sabido que quanto maior a proximidade entre pessoas, melhor a compreensão de seus sentimentos, desse modo, a comissão técnica citou que quanto melhor se conhecer os animais, mais prontamente pode-se detectar os sinais que são dados por eles, como sofrimento, dor, exaustão, susto e frustração.

O princípio das Cinco Liberdades (1979) também foi precursor dos indicadores de bem-estar animal pertencentes ao projeto Welfare Quality© (2009), os quais estão dispostos em quatro princípios, sendo eles: boa alimentação, bom alojamento, boa saúde e comportamento adequado. O projeto Welfare Quality© em seu quarto princípio avalia a expressão dos comportamentos sociais, incluindo os comportamentos agonísticos, expressão de outros comportamentos, boa relação entre humano-animal e estado emocional positivo. Os suínos são animais gregários e estabelecem hierarquias sociais estáveis (NAWROTH et al., 2019), sendo importante o convívio com seus semelhantes.

O comportamento dos animais, de forma individual ou em grupo, depende da sua raça, sexo, temperamento, idade e a relação que tiveram durante sua criação e manejo. Alguns comportamentos são considerados bons indicadores de bem-estar animal, como brincadeiras, vocalizações específicas e condutas exploratórias, as quais demonstram a curiosidade dos animais em relação ao ambiente. Entretanto, outros comportamentos indicam problemas na saúde e no bem-estar animal, dentre estes comportamentos estão as tentativas de fuga, alterações na ingestão de água e alimento, alteração de comportamento e locomoção, postura e

tempo de permanência deitados, amontoamento em resposta ao frio ou ao medo, vocalizações agudas e repetitivas, indicando dor ou sofrimento, além do aumento de comportamentos agonísticos, como brigas e montas, e as estereotípias, as quais são caracterizadas como um comportamento repetitivo induzido pela frustração, estresse crônico ou disfunção do sistema nervoso central. Em suínos é comum observar mastigação simulada, ranger de dentes, lambadura do piso e morder de barras (WOAH, 2023).

Dessa forma, é necessário utilizar o comportamento animal como um critério mensurável em conjunto com outros indicadores, como alterações na condição corporal, na eficiência reprodutiva e claudicação, monitorando a eficiência dos manejos utilizados e instalações existentes. Para assegurar a confiabilidade dos resultados, é importante que a mensuração dos indicadores siga um escopo desenvolvido previamente descrevendo os comportamentos a serem observados e, posteriormente, quantificados.

### 2.3 FISILOGIA DO ESTRESSE

O organismo dos animais, bem como dos seres humanos, possui a capacidade de resistir às mudanças a fim de se manter em equilíbrio, sendo este conhecido como homeostasia. O estresse é uma das respostas fisiológicas do organismo provocadas pela alteração da homeostasia, acarretando a ativação do eixo hipotalâmico-hipofisário-adrenal.

Em resposta ao estresse as glândulas suprarrenais, bilaterais simétricas, compostas pela medula e córtex, agem na produção de catecolaminas e hormônios esteroides. A medula produz catecolaminas, como a norepinefrina e a epinefrina, as quais são compostos envolvidos na reação de “luta ou fuga” (HALLER et al., 1998) do organismo, enquanto o córtex das glândulas suprarrenais é responsável por produzir hormônios esteroides, como o cortisol. Ambos os sistemas de ativação (hipofisário-adrenal e simpático-adrenal) influenciam no funcionamento normal do organismo podendo culminar em exaustão (FAUCITANO; LAMBOOIJ, 2019).

O córtex suprarrenal sintetiza dois tipos principais de hormônios, os mineralocorticoides e os glicocorticoides. Enquanto os mineralocorticoides são importantes para o equilíbrio eletrolítico (regulação da pressão arterial), os glicocorticoides regulam praticamente todos os aspectos metabólicos como, por exemplo, em uma situação de lesão, mobilizam a glicose como fonte de energia disponível para evitar ou cicatrizar a lesão. Normalmente, em animais que necessitam se adaptar a ambientes estressantes observa-se aumento do córtex suprarrenal

(CUNNINGHAM, 2008). A secreção dos glicocorticoides, por sua vez, é realizada pela corticotrofina, um hormônio trófico.

Nas situações de estresse, ocorre a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, o hipotálamo libera o hormônio liberador de corticotrofina (CRH) que atua no lobo anterior da hipófise sintetizando e secretando a corticotrofina, a qual estimula o córtex suprarrenal a sintetizar e liberar os glicocorticoides, cortisol na maioria dos mamíferos e corticosterona em roedores, aves, répteis e anfíbios (TERLOUW; BOURGUET, 2022) na corrente sanguínea. A resposta dos glicocorticoides atinge seus valores máximos 30 a 60 minutos após o início do estresse (HERMAN, 2016). Em níveis normais, o cortisol tem meia vida de 66 minutos (WEITZMAN et al., 1971).

A medula suprarrenal produz constantemente as aminas, as quais, dentre outras ações, permitem que os animais em situações de estresse agudo consigam se adaptar. Nessas situações, a medula adrenal é estimulada pelo sistema nervoso simpático, para secretar imediatamente as catecolaminas. Os receptores adrenérgicos  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$  e  $\beta_2$  mediam as atividades das catecolaminas. A epinefrina e norepinefrina ao interagirem com os receptores  $\beta_1$  estimulam a função cardíaca, aumentando a contração e a frequência, ações evidentes no mecanismo de “luta ou fuga”. Além disso, a epinefrina atua na glicogenólise e gliconeogênese no fígado, aumentando a concentração sérica de glicose na musculatura esquelética o lactato é produzido, sendo convertido em glicose pelo fígado (CUNNINGHAM, 2008).

Usualmente, a resposta do estresse pode ser avaliada nos animais através da frequência cardíaca, temperatura corporal, metabólitos sanguíneos (lactato e glicose), enzimas de estresse (lactato desidrogenase e creatinoquinase), hormônios (adrenalina e cortisol), que podem ser elevados durante as lutas entre suínos e dano muscular, além de avaliação de lesões de pele e qualidade da carne (FERNANDEZ et al., 1994; TERLOUW, 2005; FAUCITANO; LAMBOOIJ, 2019).

O lactato e creatinoquinase são indicadores de que o metabolismo muscular está reagindo à fadiga física (CORREA et al., 2014; SOMMAVILLA et al., 2017) e ambos podem ser encontrados em altos níveis no sangue após o abate, principalmente em decorrência dos procedimentos de embarque, desembarque ou manejos realizados nos momentos próximos ao abate, associados ao esforço físico dos suínos e ao aumento da frequência cardíaca (KIM et al., 2004; GEVERINK et al., 1998). Entretanto, cada metabólito tem seu tempo de resposta imunológica, podendo ser de curto ou longo prazo. O lactato sanguíneo é um indicador de curto prazo, uma vez que o pico máximo de concentração ocorre quatro minutos após o estresse

muscular e retorna a seus níveis basais duas horas após o exercício físico intenso (ANDERSON, 2010). Dessa forma, este metabólito deve ser utilizado para avaliar estresse agudo e, quando utilizado o sangue da exsanguinação, reflete o estado fisiológico que os suínos apresentavam em até duas horas antes do abate. A creatinoquinase, por sua vez, é um indicador de longo prazo, atingindo o pico plasmático seis horas após o estresse, retornando a seus níveis basais até 48 horas depois (CORREA et al., 2013).

#### 2.4 INFLUÊNCIA DO ESTRESSE NA QUALIDADE DA CARÇAÇA

A mistura de animais é uma prática comum nos frigoríficos devido a diferenças entre o tamanho de grupos alojados nas baias das granjas, nas quais permaneceram para engorda, compartimentos do veículo e baias de descanso no frigorífico (TEIXEIRA; BOYLE, 2014). Apesar de comum, essa prática pode aumentar o risco de brigas entre suínos (RABASTE et al., 2007; DALLA COSTA et al., 2016; VITALI et al., 2017), que procuram estabelecer a hierarquia. As brigas, por sua vez, ocasionam lesões de pele decorrentes das interações agressivas, consequentemente, depreciam o valor da carcaça no mercado (FAUCITANO, 2001).

O grau das lesões é avaliado subjetivamente por meio de padrões fotográficos que avaliam o dano em uma escala de 1 a 5, sendo 1 = nenhuma lesão aparente e 5= lesões severas (MLC, 1985) ou ainda, padrões que identificam a lesão conforme sua origem (ferramentas de manejo, patas/cascos/unhas e mordidas), localização (cabeça/ombro, lombo/peito e pernil) e coloração (vermelha ou marrom/vermelho escuro) (ITP, 1996). De acordo com a escala ITP, as lesões causadas por mordidas possuem 5 a 10 centímetros de comprimento, formato de vírgula e concentram-se normalmente na região anterior (cabeça e ombro) e posterior (pernil), esse tipo de lesão está associada a brigas. As lesões finas e longas de 10 a 15 centímetros de comprimento, encontradas na região dorsal dos suínos, são causadas pelas patas dianteiras, estando associadas a comportamentos de montagem (SCHEEREN et al., 2014).

Faucitano (2001) realizou uma revisão com o objetivo de demonstrar a eficácia da utilização da escala de danos à pele como uma ferramenta para avaliar a qualidade dos procedimentos pré-abate no que se refere ao bem-estar, prever a qualidade final da carne, além de destacar a importância da escala dentro da avaliação da qualidade da carcaça. O estudo identificou várias causas de danos na pele de carcaças dos suínos, incluindo lesões durante o

transporte, manuseio, condições de alojamento e práticas de abate inadequadas. O autor destaca que a incidência de danos na pele está altamente correlacionada com a permanência dos animais no frigorífico e, que apesar da área de espera ter o objetivo de permitir que os animais se recuperem das etapas anteriores e regenerem seus recursos metabólicos, o manejo inadequado nessa fase pode resultar em estresse adicional e aumento de brigas, principalmente nas situações de tempo de descanso mais longos, que acarretam em lutas mais longas e severas, sobretudo quando suínos de diferentes grupos são misturados (GEVERINK et al. 1996; WARRISS et al. 1998b). Para o autor, minimizar o estresse nos animais durante o transporte e o abate é essencial para diminuir o risco de danos na pele.

Na mesma linha de pesquisa, Dalla Costa et al. (2018) realizaram o estudo com 960 suínos em oito fazendas, com o objetivo de determinar os efeitos de diferentes combinações de intervalos de jejum na fazenda (8, 12, 16, 20 h) e 1,5 h de transporte mais períodos de descanso (1, 3, 6 h) em diferentes estações do ano (verão/inverno) sobre parâmetros de estresse sanguíneo (cortisol e lactato), conteúdo e peso estomacal, lesão de pele e qualidade da carne. Na espera em frigorífico, os suínos foram mantidos em baias separadas (sem mistura; oito suínos/baia; densidade de 0,60 m<sup>2</sup> /100 kg). Como resultados, os autores verificaram que as lesões na carcaça foram significativamente influenciadas pela estação, sendo as brigas maiores no inverno, possivelmente em virtude do maior agrupamento dos suínos para enfrentarem o frio, principalmente após 3 e 6 h de espera, pelo fato dos suínos terem passado mais tempo explorando o local e brigando com os companheiros de baia. Os autores sugerem que, no inverno, um período de espera mais curto pode ser usado para reduzir a porcentagem de lesões de pele e melhorar as características de qualidade da carne suína.

## 2.5 INFLUÊNCIA DO ESTRESSE NA QUALIDADE DA CARNE SUÍNA

Durante a transformação do músculo em carne, a qual se inicia no período *post mortem* de 30 a 60 minutos após a exsanguinação dos animais, ocorrem processos bioquímicos e metabólicos nos tecidos musculares na tentativa de restabelecer a homeostase.

A musculatura esquelética é formada por músculos inteiros, envoltos por uma membrana resistente de tecido conjuntivo conhecida como epimísio. Os músculos são subdivididos em feixes musculares, os quais são circundados pelo perímio e compostos por

fibras musculares, que, por sua vez, são envoltas pelo endomísio. As células musculares possuem os miofibrilas e filamentos, que são formados principalmente pelas proteínas actina e miosina, os quais formam os sarcômeros, conhecidos como unidade de contração. Durante a contração muscular nos animais vivos, com a presença de ATP (adenosina trifosfato) no organismo, a miosina desliza sobre os filamentos de actina, encurtando o sarcômero, formando a actomiosina, durante o relaxamento a miosina desprende-se do filamento e relaxa de seu estado ligado à actina (WARNER, 2016).

Após a exsanguinação, com a interrupção do fluxo sanguíneo, ocorre a anóxia do músculo esquelético e a cessação do aporte de nutrientes. Na tentativa de manter os níveis de ATP, as células utilizam a reserva de glicogênio de forma anaeróbica, ocasionando a formação de ácido lático. Devido à ausência de fluxo sanguíneo, o ácido lático acumula-se nos tecidos musculares, ocorre a queda do pH e com a ausência total de ATP, há a instalação do rigor mortis, ou seja, há o encurtamento definitivo dos sarcômeros devido a formação do complexo actomiosina (WARNER, 2016). Com a redução da temperatura corporal e queda do pH há a indução da atividade de um complexo enzimático com as proteases calpaína e seu inibidor, calpastatina nos músculos, as quais são dependentes de cálcio como substrato.

A calpaína, devido a sua capacidade de modificação da linha Z, degrada as fibras musculares, quebrando as ligações entre actina e miosina provocando a resolução do *rigor mortis*. Já a calpastatina, inibe a atividade da calpaína, interrompendo a degradação das fibras musculares. Ao final da ação das proteases, o processo de transformação do músculo em carne é concluído. No entanto, em situações de estresse ocorre a excessiva quebra de glicogênio muscular antes ou logo após o abate, aumentando o nível de ácido lático e rápida redução do pH, mesmo com a temperatura da carcaça ainda elevada, desnaturando proteínas, inibindo a atividade das enzimas, ocasionando em encurtamento excessivo das fibras e reduzindo a capacidade de retenção de água, resultando em carne PSE (TREVISAN; BRUM, 2020).

Baseado na variação de pH, cor e perdas de água a 24 h *post mortem*, a carne suína pode ser classificada de diferentes formas: RFN (*reddish-pink in color, firm in texture and free of surface wateriness – non exudative*) considerada uma carne de cor normal, textura firme, não exsudativa e de alta qualidade, RSE (*reddish-pink in color but soft in texture and exudative*) considerada uma carne com cor dentro do esperado, porém com baixa retenção de água e textura mole, PFN (*pale in color, firm in texture and non exudative*) é uma carne pálida, com textura firme e grande capacidade de retenção de água, a PSE (*pale in color, soft in texture and exudative*) é uma carne com cor pálida, textura mole e baixa retenção de água, indesejável ao

consumidor, e a classificação DFD (*dark in color, firm in texture and non exudative*) que se refere a características como coloração escura, textura firme e grande capacidade de retenção de água. Pode-se considerar a carne suína RSE como uma forma mais leve da PSE, uma vez que possuem taxas de exsudação semelhantes, porém, possui uma coloração aceitável (KAUFFMAN et al., 1992; VAN LAACK; KAUFFMAN, 1999).

Diversos fatores ocorridos no pré-abate influenciam o processo de transformação do músculo em carne, afetando a qualidade da carne. A duração do transporte, o período de descanso em frigorífico, bem como o esforço físico e nível de estresse mental ocorridos durante o manejo pré-abate são pontos importantes para a economia da cadeia suína, podendo afetar negativamente a qualidade da carcaça e dos músculos, promovendo alterações na qualidade da carne (HAMBRECHT et al., 2005; FAUCITANO, 2018). O manejo agressivo, por exemplo, realizado momentos antes do abate acelera rapidamente o metabolismo *post mortem*, aumentando a perda por gotejamento (EDWARDS et al., 2010).

O abate imediato após o desembarque dos animais no frigorífico é considerado maléfico, uma vez que pode acarretar declínio acelerado do pH *post mortem*, dessa forma, um período de descanso de 1 a 2 horas é recomendado (TERLOUW et al., 2008).

As referências sugerem que agentes estressores possuem forte influência no período *post mortem*, especialmente pela fisiologia do processo de transformação do músculo em carne, reforçando a importância de um manejo pré-abate adequado.

## 2.6 EFEITO DO MANEJO PRÉ-ABATE SOBRE O BEM-ESTAR ANIMAL

O manejo pré-abate, etapa que antecede as últimas horas de vida dos animais, se inicia com a preparação dos animais a qual consiste, principalmente, na privação de alimentos. O jejum alimentar visa à redução de perdas no transporte, como a mortalidade, e contaminação de carcaças no abate e, conseqüentemente, melhorar a qualidade da carne. Assim, o jejum alimentar no período pré-abate é extremamente importante (BRADSHAW et al., 1996; GUÀRDIA et al., 1996; 2004; SAUCIER et al., 2007; FAUCITANO et al., 2010; FAUCITANO, 2018). Dalla Costa et al. (2017) citam um período de 12 horas de jejum antes do embarque dos animais e 6 horas durante período de descanso visando o esvaziamento gástrico, sendo extremamente necessário o fornecimento de água durante este período, sendo que após 6 horas de jejum os suínos sentem mais sede, aumentando o consumo de água. Além

disso, há um limite de 24 horas para a privação de alimentos, tendo sido esse tempo identificado como o máximo período a ser utilizado sem comprometimento do bem-estar dos animais, qualidade da carne e rendimento de carcaças (FAUCITANO et al., 2010). Durante o período de jejum, principalmente nas primeiras 24 horas, os suínos podem perder 5% de seu peso corporal, sendo este relacionado a suas excretas (urinas e fezes) (PELOSO, 2001; BEATTIE et al., 2002), confirmando que não há efeito no rendimento de carcaças, conforme citado anteriormente. Em contrapartida, há alguns malefícios que podem ser ocasionados pelo jejum inadequado, o qual pode exacerbar a reatividade de manejos e procedimentos de abate, contribuindo para os níveis de estresse (TERLOUW et al., 2008) e aumento da agressividade dos suínos, sobretudo, quando submetidos por períodos mais longos de privação de alimentos, o que pode resultar em incidência de hematomas na carcaça, suínos fadigados (MOTA-ROJAS et al., 2006) e dificuldade de manejo (DALLA COSTA et al., 2016; ACEVEDO-GIRALDO et al., 2020), devido a ocorrência de brigas, além da contaminação de carcaças devido à falta de jejum alimentar ou pelo excesso de água consumida pelos animais devido em decorrência de jejum prolongado.

O manejo pré-abate, quando realizado de maneira inadequada, utilizando de agressões e bastão elétrico durante manejo de embarque, transporte longos ou inadequados, com desconforto térmico, temperatura ou qualidade do ar inadequadas, pode acarretar estresse físico ou mental. Os processos que ocorrem internamente no frigorífico como o manejo de desembarque, separação do grupo de origem, mistura de animais desconhecidos no período de espera e o abate também podem expor os suínos a condições estressantes as quais podem influenciar negativamente as condições fisiológicas, bem como a qualidade da carne (TERLOUW et al., 2008; LUDTKE et al., 2010; FAUCITANO; RAJ, 2022).

### 2.6.1 Embarque e transporte

O estresse no procedimento de embarque é resultante de alguns fatores associados, como a separação dos suínos que conviviam em uma mesma baia, tamanho do grupo, forma que o manejo é realizado, entre outros fatores (FAUCITANO, 2018). O embarque de suínos pode ser considerado uma das etapas mais críticas do processo de transporte e um dos indicativos desse estresse é verificado através do aumento da frequência cardíaca em até 160 batimentos cardíacos por minuto (CORREA et al., 2013), bem como aumento dos indicadores de estresse

(lactato, cortisol salivar). Pode-se dizer que quando os suínos precisam se locomover por uma longa distância nas instalações das granjas (46 a 91 metros até situações com mais de 100 metros de distância) podem apresentar fadiga, dispneia (respiração com a boca aberta), alterações na coloração da pele e aumento de lactato na corrente sanguínea (RITTER, 2007; RITTER et al., 2009; EDWARDS et al., 2010).

Ademais, a quantidade de suínos manejados por grupo tem influência direta no estresse, afetando o nível sérico de cortisol, e na qualidade de manejo (DALLA COSTA et al., 2019). Dessa forma, é recomendado que os suínos sejam manejados em pequenos grupos de quatro a seis animais, minimizando o aumento da frequência cardíaca, menor número de suínos cansados e mortos durante o manejo, contribuindo também para a redução do tempo de embarque (LEWIS; MCGLONE, 2007). Entretanto, o projeto estrutural dos galpões e rampas de embarque são importantes para a realização de um bom manejo, uma vez que diversos autores demonstraram que devem ser evitados ângulos de 90 graus por serem vistos como um local sem saída para os suínos, sendo recomendado ângulos de 30 graus por melhorarem a movimentação dos animais, propiciando um trajeto mais suave até a rampa de embarque. O ângulo de subida das rampas de embarque também é considerado um dos pontos desafiadores para os animais, uma vez que uma inclinação maior que 20 graus podem aumentar o número de contusões, a frequência cardíaca e dificultar o trabalho do manejador. Durante a condução dos suínos nas rampas é comum verificar a ocorrência de escorregões, quedas e vocalizações os quais podem ser reduzidos através do uso de materiais aderentes aplicados no piso da estrutura, como areia e maravalha (FAUCITANO; GOUMON, 2018).

As ferramentas de manejo utilizadas durante o embarque de suínos possuem papel fundamental na manutenção do bem-estar animal adequado. Ludtke et al. (2016) recomendaram chocalhos, remos, bandeiras, tábuas e as mãos em contato com animais como as melhores ferramentas de manejo. Entretanto, o bastão elétrico, o qual é uma ferramenta com uso proibido para suínos (MAPA, 2018), pode causar dificuldade de manejo, uma vez que os suínos tendem a vocalizar, escorregar, cair, dar voltas e pulos, aumentar a incidência de animais fadigados e com taquicardia, além das alterações nos parâmetros sanguíneos do estresse, com aumento do cortisol e lactato sanguíneos (BRUNDIGE et al., 1998; HEMSWORTH et al., 2002; MCGLONE et al., 2004; BERTOL et al., 2005; CORREA et al., 2010; RABASTE et al., 2007; EDWARDS et al., 2010; DOKMANOVIC et al., 2014).

As distrações existentes nas instalações são prejudiciais durante a condução dos animais, dessa forma, devem ser retiradas para que os animais não parem, hesitem ou recuem

ao se aproximarem. São considerados pontos de distração nas instalações estruturas em metal que causam reflexo, pisos molhados, entradas escuras, pessoas ou equipamentos se movendo em frente aos animais, corredores sem saída ou com ângulos fechados que não possibilitem a visão adiante, correntes ou outros objetos soltos ou pendurados, pisos irregulares e barulhos excessivos (WOAH, 2023).

Os suínos provenientes de granjas comerciais durante transporte podem ser influenciados pelo estresse nessa etapa, principalmente em situações de superlotação e duração da viagem (WARRISS et al., 1998b; KIM et al., 2004). Nessa etapa pode-se verificar a alta incidência de suínos mortos ou lesionados, sendo um dos momentos mais estressantes para os animais e prejudiciais às indústrias de proteína animal, uma vez que há perda de animais, depreciação de carcaças devido às possíveis lesões e defeitos na qualidade da carne (RITTER et al., 2009; EDWARDS et al., 2010; CORREA et al., 2013; 2014; FAUCITANO; LAMBOOIJ, 2019). Além disso, no transporte é comum encontrar suínos com síndrome de fadiga, também conhecidos como NANI (*non-ambulatory, non-injured*) e NAI (*non-ambulatory, injured*), ou seja, suínos incapacitados de locomoção não machucados e suínos incapacitados de locomoção e machucados, respectivamente (FAUCITANO; LAMBOOIJ, 2019).

Diversos fatores podem influenciar o bem-estar animal durante o transporte, o tipo do veículo (número de pisos, tipo de piso), condições climáticas (inverno e verão), duração da viagem, densidade utilizada nos compartimentos, e qualidade da condução do veículo. O design dos veículos tem uma grande variação, podendo ser de dois ou três pisos fixos ou móveis e com diferentes quantidades e tamanhos de compartimentos, podendo afetar o bem-estar animal tanto pelo controle do microclima quanto pelo tipo de piso ou sistema de carregamento (utilização de rampa ou plataforma hidráulica). A utilização de piso ou rampa fixa resulta em maior risco de suínos mortos durante o transporte e incidência de carne PSE (FAUCITANO; GOUMON, 2018; GUÀRDIA et al., 2004). Os veículos com rampas internas, inclusive, dificultam o manejo durante o embarque e desembarque, estimulam o uso de bastão elétrico, aumenta o tempo de manejo dos suínos dentro do veículo, eleva o índice de suínos fadigados na chegada do frigorífico e do índice de cortisol sanguíneo ao serem comparados com outros tipos de veículos (com plataforma hidráulica ou veículos de dois pisos) (RITTER et al., 2009; TORREY et al., 2013; WESCHENFELDER et al., 2013).

A posição dos compartimentos dos veículos possui diferentes condições de ventilação, temperatura e vibração, sendo este último ponto responsável pelo aumento do esforço físico dos suínos para se manterem em pé. Os suínos transportados, por exemplo, nos compartimentos

inferiores apresentaram, em alguns estudos, maior temperatura corporal, nível de cortisol sanguíneo, desidratação e danos na pele, com maior incidência de carne PSE ou DFD (FAUCITANO; GOUMON, 2018). As paradas durante a viagem podem ser prejudiciais, uma vez que a temperatura no interior dos compartimentos aumenta significativamente nos veículos com ausência de ventilação mecânica, aumentando a temperatura em até 10°C em alguns compartimentos em relação à temperatura ambiente externa. Alguns autores sugerem a aspersão de água, ventilação mecânica ou ambos os sistemas para a redução da temperatura durante o verão, sendo demonstrado que a realização de aspersão por cinco minutos antes do início da viagem e cinco minutos antes do descarregamento no frigorífico nas situações com temperatura ambiente superior a 23°C reduziu a temperatura do trato gastrointestinal bem como o consumo de água durante o período de descanso (BROWN et al., 2011; WESCHENFELDER et al., 2012, 2013; FOX et al., 2014). Dalla Costa et al. (2019) demonstraram que temperaturas elevadas durante o transporte podem aumentar a probabilidade de mortos, porém, tomando ações que proporcionem conforto térmico como, por exemplo, ventilação (natural ou mecânica), proteção solar e acesso a água, pode-se reduzir essa incidência, bem como evitar a presença de suínos NAI (machucados) e NANI (fadigados), uma vez que os suínos são altamente suscetíveis ao estresse térmico (WOAH, 2023)

A densidade de transporte é um dos fatores que devem ser levados em consideração para uma boa viagem, os suínos devem receber espaço suficiente para permitir que descansem. Esse ponto é importante em termos de comportamento, aumento de cortisol, metabólitos sanguíneos frequência cardíaca, lesões cutâneas e qualidade de carne (FAUCITANO; GOUMON, 2018). É sugerida uma densidade de 0,42m<sup>2</sup>/suíno ou 235kg/m<sup>2</sup> para garantir o bem-estar animal, qualidade de carne e economia no transporte (FAUCITANO; LAMBOOIJ, 2019). Quando a densidade é muito alta, os animais não têm espaço para se deitar e se levantar novamente, prejudicando o descanso durante o trânsito (NIELSEN et al., 2022), fato corroborado por Urrea et al. (2021), a qual identificou que os suínos transportados a uma densidade de 270 kg/m<sup>2</sup> se mantiveram em posturas desconfortáveis durante o percurso, acarretando a presença de animais fadigados e com aumento nos escores de lesões de carcaça.

A duração da viagem, seja ela curta ou longa, interfere negativamente nos indicadores de bem-estar animal. As viagens curtas (15 minutos a 2 horas) podem ocasionar em um número de suínos mortos mais elevado, níveis elevados de cortisol e lactato no sangue e maior risco para produção de carne PSE, uma vez que os animais não conseguem descansar adequadamente do manejo de embarque, sendo desembarcados logo em seguida (WARRISS, 1998a; PEREZ et

al., 2002). Os suínos se adaptam ao transporte em um período de 20 a 30 minutos de viagem, após esse momento, sentem-se confortáveis para deitar-se ou sentar-se (BARTON-GADE; CHRISTENSEN, 1998). As viagens longas (>8 horas) podem expor os animais à fadiga, com a exaustão das reservas de glicogênio muscular, aumento da glicose, lactato e hematócrito decorrente da desidratação, com maior risco de produção de carne DFD (FAUCITANO; LAMBOOIJ, 2019). Embora as viagens mais longas podem facilitar o descanso dos animais, é necessário garantir que os veículos estejam com a densidade adequada (fornecimento de espaço), acesso a água e conforto térmico (BENCH et al., 2008).

Ainda, a forma como os veículos são conduzidos, principalmente quando não realizada de forma calma, e quando as condições das estradas são precárias são fatores os quais fazem com que os suínos precisem fazer ajustes posturais contínuos às mudanças de aceleração e frenagem, além de manter o equilíbrio para evitar quedas (NIELSEN et al., 2022). Os ruídos e movimentos bruscos são fatores incômodos aos suínos, que podem permanecer em pé durante a viagem com o intuito de reduzirem o mal-estar, resultando em um nível mais alto de lesões traumáticas (BARTON-GADE; CHRISTENSEN, 1998).

## 2.6.2 Desembarque e período de descanso no frigorífico

O desembarque deve ser iniciado em, no máximo, 30 minutos e concluído em até 60 minutos, uma vez que em um veículo parado a temperatura pode subir rapidamente, aproximadamente de 1°C por minuto até 3 a 4°C em cinco minutos, sendo que em alguns compartimentos a temperatura pode aumentar 9°C após 30 minutos de espera, principalmente em locais críticos das carrocerias como, por exemplo, os compartimentos dianteiros localizados na parte central e inferior, os quais podem ter a temperatura elevada em até 11°C se comparado com os compartimentos externos (LAMBOOIJ, 1988; WESCHENFELDER et al., 2012; 2013; FOX et al., 2014; XIONG et al., 2015; FAUCITANO; GOUMON, 2018; FAUCITANO; LAMBOOIJ, 2019).

O tempo de espera para desembarque acima de 60 minutos está correlacionada à mortalidade de suínos e a maior incidência de carne PSE. Uma das estratégias para reduzir o tempo de espera para desembarque é realizar programações para as chegadas dos veículos, número de animais a serem recebidos e a capacidade das baias de alojamento, bem como a

velocidade do processo de abate (FAUCITANO; PEDERNERA, 2016). Após o desembarque, os suínos são direcionados para as pocilgas de espera, as quais têm como finalidade o alojamento dos animais para que estes se recuperem do estresse causado pelo embarque, transporte, desembarque, entre outras etapas anteriores. No Brasil, o período de descanso é obrigatório, conforme regulamentado pela Portaria N° 365 de 16 de julho de 2021, a qual dispõe que os animais devem ser submetidos a descanso, dieta hídrica e jejum respeitando as particularidades de cada espécie. Além disso, o frigorífico deve estabelecer o período mínimo de jejum alimentar para atender os critérios de higiene no abate, não excedendo o total de 18 horas entre o embarque e o abate (MAPA, 2021).

Durante o tempo de espera e durante o manejo prévio ao abate, os suínos podem ter o nível de estresse afetado pela mistura de animais desconhecidos, densidade inadequada ou longo período de espera e ambiente inadequado (temperatura, umidade, amônia e excesso de ruídos) (DOKMANOVIC et al., 2014). A mistura de animais provindos de diferentes baias de uma granja e compartimento do caminhão pode resultar em brigas durante o período de descanso no frigorífico, principalmente na presença de suínos agressivos, superlotação e suínos privados de alimentação (GEVERINK et al., 1996; BROWN et al., 1999a; 1999b; TERLOUW; RYBARCZYK, 2008; DALLA COSTA et al., 2016). Entretanto, o período de descanso é uma etapa fundamental para a garantia de carne de boa qualidade através de um controle adequado do bem-estar animal, uma vez que a área de espera deve propiciar condições para que os suínos se recuperem da viagem, além de permitir que os efeitos do procedimento de abate sejam reduzidos (FAUCITANO, 2018; RABASTE et al., 2007)

Um período de descanso considerado suficiente varia de duas a três horas, tendo sido baseado pelos autores Faucitano et al. (2010) em indicadores fisiológicos de estresse, como o cortisol, que atinge seu nível basal em no máximo 3 horas, o que demonstra a recuperação dos animais. Além disso, suínos submetidos a ausência de tempo de espera ou períodos muito curtos (< 1 h) tendem a maiores níveis de lactato muscular e aumento de temperatura muscular, sendo ambos os parâmetros responsáveis pelo desenvolvimento da carne PSE (FRAQUEZA et al., 1998; SHEN et al., 2006). Embora o período de descanso seja benéfico, se realizado por um longo período pode acarretar carne DFD (GUÀRDIA et al., 2005), possivelmente pela ocorrência de jejum prolongado, aumento da incidência de brigas, lesões em carcaça e carne de qualidade inferior (WARRISS, 1998; FAUCITANO et al., 2010).

Em revisão realizada por Weeks, em 2008, a autora sugeriu densidades para estadias curtas e longas no frigorífico, as quais precisam ser ajustadas em caso de situações específicas,

aumentando a disponibilidade de espaço nos períodos quentes. Para um período de espera curto (< 3h) a autora sugere uma densidade de 0,42m<sup>2</sup>/100kg, enquanto para o período de espera longo (> 3h), a densidade de 0,66 m<sup>2</sup>/100kg pode ser considerada ideal.

### 2.6.3 Insensibilização e abate

Após o tempo de espera, os animais são direcionados ao procedimento de insensibilização. O abate de animais com utilização de métodos de insensibilização deve garantir que os animais permaneçam inconscientes e insensíveis até a morte e devem ser seguidos de imediata exsanguinação. A sangria, operação de corte dos grandes vasos dos animais com o objetivo de causar hipovolemia e morte é realizada após a insensibilização. Para isso, é necessário avaliar a eficácia da insensibilização realizando o monitoramento da ausência de sinais vitais, como respiração rítmica, piscar espontâneo, intenção de restabelecer posição corporal e vocalização. Quando houver resposta aos estímulos ambientais os suínos com sinais de sensibilidade devem ser reinsensibilizados (MAPA, 2021).

Para a insensibilização dos suínos, os métodos de insensibilização permitidos pelo órgão regulamentador são pistola de dardo cativo, insensibilização elétrica e atmosfera controlada (dióxido de carbono associado a gases inertes, gases inertes, dióxido de carbono em elevadas concentrações e dióxido de carbono em duas fases) A insensibilização elétrica pode ser utilizada com a aplicação de corrente elétrica de no mínimo 1,3 ampère somente na cabeça (eletronarcole) ou com a aplicação da corrente elétrica de mesma intensidade na cabeça seguido do coração (eletrocussão). A insensibilização em atmosfera controlada pode ser utilizada com a mistura de gases, expondo os animais a um ambiente com no máximo 40% de dióxido de carbono associado a gases inertes (nitrogênio e argônio), utilização de gases inertes com no máximo 2% de oxigênio na mistura, concentrações elevadas de CO<sub>2</sub> (mínimo 85%) e utilização de dióxido de carbono em duas fases, a qual consiste em expor os suínos a 40% do gás por no mínimo dois minutos e 85% por um minuto (MAPA, 2021).

Os diferentes métodos de insensibilização possuem vantagens e desvantagens, a insensibilização elétrica, por exemplo, é vantajosa pelo procedimento ser instantâneo, levando à inconsciência rapidamente, porém, os suínos são manejados e contidos de forma individual, causando desconforto por impedir a relação gregária. Além disso, a insensibilização elétrica é responsável pelo aparecimento de equimoses em carcaças (GREGORY, 1985), sendo este um problema de importância econômica. Em estudo realizado por Vogel et al. (2011), os quais

avaliaram o tempo entre insensibilização e sangria, presença/ausência de sinais de retorno à insensibilidade, perda por gotejamento, coloração e pH, foi observado que a eletrocussão (cabeça e coração) garantiu a manutenção da insensibilidade durante o processo de abate demonstrando que este método é mais eficaz que a eletronarcore no âmbito do bem-estar animal, ao constatar que suínos submetidos a insensibilização elétrica de cabeça/coração tiveram ausência de respiração rítmica, piscar espontâneo, movimentação do globo ocular para visualizar objeto em andamento e reflexo de endireitamento, enquanto que a insensibilização somente em cabeça apresentou todos os sinais supracitados.

A insensibilização a gás, seja ela através de exposição a altas concentrações de dióxido de carbono ou mistura de gases, por possuir um sistema de manejo em grupo e condução automática, é considerada vantajosa por evitar o estresse ao minimizar o contato humano com os animais bem como manter o comportamento gregário natural dos suínos durante todo o processo, todavia, a exposição dos suínos à hipercapnia gera preocupação e não há um consenso sobre o grau de aversão do sistema de insensibilização por CO<sub>2</sub> (TERLOUW et al., 2008). A legislação brasileira (MAPA, 2021) exige que ao se utilizar o método de insensibilização por dióxido de carbono a concentração mínima do gás seja de 85% e que a sangria seja realizada em no máximo 1 minuto após a saída dos animais das gôndolas e o tempo de exposição considerado adequado para suínos é de no mínimo três minutos (WOAH, 2023).

Um dos fatores que podem prejudicar o bem-estar animal é a característica do CO<sub>2</sub> de causar irritação nas mucosas nasais, hiperventilação e falta de ar, além disso, este método não é instantâneo, ou seja, leva um tempo até que haja a perda de consciência (GREGORY et al., 1987; VELARDE et al., 2007). Durante o tempo de exposição os animais demonstram comportamentos que indicam a aversão causada pelo método, Verhoeven et al. (2016) observaram que os suínos ao serem expostos a altas concentrações de dióxido de carbono (80 ou 95%) tentaram recuar, realizavam movimentos laterais da cabeça, saltavam e ficavam ofegantes antes de perderem a consciência, a qual teve tempo variável entre 47±6 segundos e 33±7 segundos para 80% e 95% de concentração de CO<sub>2</sub>, respectivamente. A utilização de gases inertes como argônio e nitrogênio demonstra menor aversão ou ausência dela durante a exposição dos suínos em uma atmosfera com menos de 2% de O<sub>2</sub> disponível, porém o custo é elevado para o uso em sistemas comerciais (RAJ, 1999; DALMAU et al., 2010).

Pelo fato de os suínos serem mantidos em grupos e não apresentarem movimentos de pedalagem comumente observados no método elétrico, a insensibilização por dióxido de carbono pode proporcionar melhoria da qualidade da carne em comparação à insensibilização

elétrica uma vez que o declínio do pH, a coloração da carne e a perda por gotejamento tem se enquadrado em níveis mais adequados, além da redução da presença de equimoses (LARSEN, 1982; BARTON-GADE, 1993; CHANNON et al., 2002).

### **3 HIPÓTESES E OBJETIVO**

Se o tempo de espera e a densidade influenciam no bem-estar animal e qualidade de carne, supõe-se que ao submeter os animais a uma densidade de alojamento menor e tempo de espera maior, haverá aumento de fatores estressantes e ambos os indicadores serão afetados negativamente.

Pautando-se nas argumentações descritas anteriormente, o problema que esta pesquisa se propõe a responder pode ser sumarizado no questionamento sobre a relação entre bem-estar, bem como a qualidade de carne suína e as densidades de alojamento e tempos de espera em frigorífico a que os suínos são submetidos.

Nesse contexto, o objetivo geral desta pesquisa é avaliar os efeitos da densidade e do tempo de espera no frigorífico no comportamento animal e na qualidade da carne suína. Já os objetivos específicos são:

1. Identificar as características comportamentais predominantes nos suínos e verificar a relação da densidade de alojamento e período de descanso com as características comportamentais apresentadas;
2. Identificar as dosagens sanguíneas de indicadores de estresse dos suínos e verificar a relação da densidade de alojamento e período de descanso com os níveis encontrados;
3. Identificar os graus de acometimento de lesões de pele em carcaças e verificar a relação da densidade de alojamento e período de descanso com o aparecimento de lesões.
4. Identificar os parâmetros qualitativos da carne suína e verificar a relação da densidade de alojamento e período de descanso com a qualidade de carne.

#### 4 REFERÊNCIAS

- ACEVEDO-GIRALDO, J.D.; SÁNCHEZ, J.A.; ROMERO, M.H. [2020]. Effects of feed withdrawal times prior to slaughter on some animal welfare indicators and meat quality traits in commercial pigs. **Meat Science**. v. 167, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107993>> Acesso em: 10 jan 2024.
- ANDERSON, D.B. [2010]. Relationship of blood lactate and meat quality in market hogs. In: PROCEEDINGS OF THE RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, Lubbock, Texas. Disponível em: <<https://www.meatscience.org/publications-resources/rmc-proceedings/2010>> Acesso em: 21 jan. 2024.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA [2023a]. **Estatísticas Setoriais**. Disponível em: <<https://abpa-br.org/estatisticas-setoriais/>> Acesso em: 04 jul. 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA [2023b]. **Relatório Anual 2023**. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>> Acesso em: 01 out. 2023
- BARTON-GADE, P.A. [1993]. Effect of stunning on pork quality and welfare: Danish experience. **Allen D.Leman Swine Conference**, v. 20, p. 173–178, 1993.
- BARTON-GADE, P.A.; CHRISTENSEN, L. [1998]. 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. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(97\)00098-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(97)00098-3)> Acesso em: 15 out. 2023.
- BENCH, C.; SCHAEFER, A.L; FAUCITANO, L. [2008]. The welfare of pigs during transport. The welfare of pigs—From birth to slaughter (p. 161–195). **Wageningen**: Wageningen, Academic Publishing.
- BEATTIE, V.E.; BURROWS, M.S.; MOSS, B.W.; WEATHERUP, R.N. [2002]. The effect of food deprivation prior to slaughter on performance, behaviour and meat quality. **Meat Science**. v. 62, p. 413–418, 2002. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00031-1](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00031-1)> Acesso em: 15 out. 2023.
- BERTOL, T.M.; ELLIS, M.; RITTER, M.J.; MCKEITH, F.K. [2005]. 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/2005.8371536x>> Acesso em: 14 jul. 2023.
- BRAMBELL, F.W. [1965]. **Report of the Technical Committee to Enquire into the Welfare of Animals Kept Under Intensive Livestock Husbandry Systems**. London: Her Majesty's Stationery Office, 1965.
- BRADSHAW, R.H.; PARROTT, R.F.; GOODE, J.A.; LLOYD, D.M.; RODWAY, R.G.; BROOM, D.M. [1996]. 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1357729800015095>> Acesso em: 01 out. 2023.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. [2009]. **Avaliação da carne suína**. In: Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina: Editora Midiograf, 2009. 120 p.
- BROOM, D.M. [1986]. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**. v. 142, n. 6, p. 524-526, 1986. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0007-1935\(86\)90109-0](https://doi.org/10.1016/0007-1935(86)90109-0)>. Acesso em: 04 jul. 2023.
- BROWN, S.N.; KNOWLES, T.G.; EDWARDS, J.E.; WARRISS, P. D. [1999]. Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. **Veterinary Record**. v. 145, n. 22, p. 630–634, 1999. Disponível em: <<https://bvajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1136/vr.145.22.630>> Acesso em: 04 jul. 2023.
- BROWN, J.; SAMARAKONE, T.S.; CROWE, T.; BERGERON, R.; WIDOWSKI, T.; CORREA, J.A.; FAUCITANO, L.; TORREY, S.; GONYOU, H.W. [2011]. Temperature and humidity conditions in trucks transporting pigs in two seasons in eastern and western Canada. **Transactions of the ASABE**. v. 54, p. 1-8, 2011.
- BRUNDIGE, L.; OLEAS, T.; DOUMIT, M.; ZANELLA, A.J. [1998]. Loading techniques and their effect on behavioural and physiological responses of market weight pigs. **Journal of Animal Science**. v. 76, 1998.
- CHANNON, H.; PAYNE, A.; WARNER, R. [2002]. Comparison of CO2 stunning with manual electrical stunning (50 Hz) of pigs on carcass and meat quality. **Meat Science**. v. 60, n.1, p. 63–68. 2002. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174001001073?via%3Dihub>> Acesso em: 04 jul. 2023.
- CORREA, J.A.; TORREY, S.; DEVILLERS, N.; LAFOREST, J.P.; GONYOU, H.W.; FAUCITANO, L. [2010] 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas.2010-2833>> Acesso em: 17 dez. 2023.
- CORREA, J.A.; GONYOU, H.W.; TORREY, S.; WIDOWSKI, T.; BERGERON, R.; CROWE, T.G.; LAFOREST, J.P.; FAUCITANO, L. [2013]. 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. Disponível em: <<https://cdnsiencepub.com/doi/10.4141/cjas2012-088>> DOI: 10.4141/CJAS2012-088. Acesso em: 17 dez. 2023.
- CORREA, J.A.; GONYOU, H.W.; TORREY, S.; WIDOWSKI, T.; BERGERON, R.; CROWE, T.G.; LAFOREST, J.P.; FAUCITANO, L. [2014]. Welfare of pigs being transported for long distance using a pot-belly trailer during winter and summer. **Animals**. v. 4, p. 200–213. 2014. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/4/2/200>> Acesso em: 17 dez. 2023.
- CUNNINGHAM, J.G. [2008]. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.

- DALLA COSTA, F.A.; DALLA COSTA, O.A.; COLDEBELLA, A.; LIMA, G.J.M.M.; FERRAUDO, A.S. [2018]. How do season, on-farm fasting interval and lairage period affect swine welfare, carcass and meat quality traits?. **Int J Biometeorol.** v. 63, p. 1497–1505, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s00484-018-1527-1>> Acesso em: 19 jun. 2023.
- DALLA COSTA, F.A.; DALLA COSTA, O.A.; COLDEBELLA, A.; FERRAUDO A.S.; GUIDONI, A.; HOLDEFER, A. [2017]. How do seasons and different combinations between on-farm fasting intervals and lairage period affect pigs' welfare, carcass and pork quality traits?. In: **Congresso Brasileiro de Biometereologia, ambiência, comportamento e bem-estar animal.** v.7. Jaboticabal. Responsabilidade ambiental e inovação: anais. Jaboticabal: BBIOMET, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/179483/1/final8821.pdf>> Acesso em: 09 fev. 2024.
- DALLA COSTA, F.A.; DALLA COSTA, O.A.; DI CASTRO, I.C.; GREGORY, N.G.; DI CAMPOS, M.S.; LEAL, G.B.M.; TAVERNARI, F.C. [2019]. Ease of Handling and Physiological Parameters of Stress, Carcasses, and Pork Quality of Pigs Handled in Different Group Sizes. **Animals.** v. 9, n. 10, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ani9100798>>. Acesso em: 04 jul. 2023.
- DALLA COSTA, F.A.; DEVILLERS, N.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; FAUCITANO, L. [2016]. 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.033>> Acesso em: 14 jun. 2023.
- DALMAU, A.; LLONCH, P.; RODRÍGUEZ, P.; RUÍZ-DE-LA-TORRE, J.L.; MANTECA, X.; VELARDE, A. [2010]. Stunning pigs with different gas mixtures: Gas stability. **Anim. Welf.** 2010, 19, 315–323. Disponível em: <<https://portalrecerca.uab.cat/en/publications/stunning-pigs-with-different-gas-mixtures-gas-stability>> Acesso em: 06 fev. 2024.
- DOKMANOVIC, M.; VELARDE, A.; TOMOVIĆ, V.; GLAMOČLIJA, N.; MARKOVIĆ, R.; JANJIĆ, J.; BALTIC, M.Z. [2014]. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.003> DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.06.003. Acesso em: 14 jun. 2023.
- EDWARDS, L.N.; GRANDIN, T.; ENGLE, T.E.; RITTER, M.J.; SOSNICKI, A.A.; CARLSON, B.A.; ANDERSON, D.B. [2010]. The effects of pre-slaughter pig management from the farm to the processing plant on pork quality. **Meat Science.** v. 86, n. 4, p. 938-944, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.07.020>> DOI:10.1016/j.meatsci.2010.07.020. Acesso em: 04 jul. 2023.
- FAUCITANO, L. [2001]. Causes of skin damage to pig carcasses. **Canadian Journal of Animal Science.** v. 81, n. 1, p. 39-45, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.4141/A00-031>> DOI: 10.4141/A00-03. Acesso em: 14 jun. 2023.

- FAUCITANO, L. [2018]. Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality. **J Anim Sci.** v. 96, n. 2, p. 728-738, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jas/skx064>> DOI: 10.1093/jas/skx064. Acesso em: 14 jun. 2023.
- FAUCITANO, L.; CHEVILLON, P.; ELLIS, M. [2010] 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.10.002>> DOI: 10.1016/j.livsci.2009.10.002 Acesso em: 14 jun. 2023.
- FAUCITANO, L.; GOUMON, S. [2018] Transport of pigs to slaughter and associated handling. In: **Advances in Pig Welfare.** 1 ed. p. 261–293, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/b978-0-08-101012-9.00009-5>> DOI:10.1016/b978-0-08-101012-9.00009-5. Acesso em: 14 jun. 2023.
- FAUCITANO, L.; PEDERNERA, C. [2016]. Reception and unloading. In: VELARDE, A.; RAJ, M. (Eds.) **Animal Welfare at Slaughter.** Sheffield: UK, 2016. p. 33-50.
- FAUCITANO, L.; LAMBOOIJ, E. [2019]. Transport of pigs. In: GRANDIN, T. (ED.). **Livestock Handling and Transport.** 5. ed., cap. 17. p. 307-327. Boston, MA: CABI, 2019.
- FAUCITANO, L.; RAJ, M. [2022]. **Pigs.** In: **Preslaughter Handling and Slaughter of Meat Animals.** Wageningen (The Netherlands): Wageningen Academic Publishers, 2022, p. 179-230.
- FAUCITANO, L.; IELO, M. C.; STER, C.; LO FIEGO, D. P.; METHOT, S.; SAUCIER, L. [2010]. Shelf life of pork from five different quality classes. **Meat Science.** v. 84, n. 3, p. 466-469, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.09.017>> DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.09.017. Acesso em: 01 out. 2023.
- FERNANDEZ, X.; MEUNIER-SALAUN, M-C.; MORMEDE, P. [1994]. Agonistic behavior, plasma stress hormones and metabolites in response to dyadic encounters in domestic pigs: interrelationships and effect of dominance status. **Physiology & Behavior.** v. 56, n. 5, p. 841–847, 1994. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0031-9384\(94\)90313-1](https://doi.org/10.1016/0031-9384(94)90313-1)> DOI: 10.1016/0031-9384(94)90313-1. Acesso em: 04 jul. 2023.
- FOX, J.; WIDOWSKI, T.; TORREY, S.; NANNONI, E.; BERGERON, R.; GONYOU, H. W.; BROWN, J. A.; CROWE, T.; MAINAU, E.; FAUCITANO, L. [2014]. 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. Disponível em: <<http://doi.org/10.1016/j.livsci.2013.12.019>> DOI: 10.1016/j.livsci.2013.12.019. Acesso em: 04 jul. 2023.
- FRAQUEZA, M.J.; ROSEIRO, L.C.; ALMEIDA, J.; MATIAS, E.; SANTOS, C.; RANDALL, J.M. [1998]. Effects of lairage temperature and holding time on pig behavior and on carcass and meat quality. **Applied Animal Behavior Science.** v. 60, n. 4, p. 317–330, 1998. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(98\)00156-7](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(98)00156-7)> DOI: 10.1016/S0168-1591(98)00156-7. Acesso em: 14 jun. 2023.

- GEVERINK, N.A.; ENGEL, B.; LAMBOOIJ, E.; WIEGANT, V.M. [1996]. 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. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0168-1591\(96\)01069-6](https://doi.org/10.1016/0168-1591(96)01069-6)> DOI: 10.1016/0168-1591(96)01069-6. Acesso em: 14 jun. 2023.
- GEVERINK, N.A.; BUHNEMANN, A.; VANDEBURGWAL, J.A.; LAMBOOIJ, E.; BLOKHUIS, H.J.; WIEGANT, V.M. [1998]. Responses of slaughter pigs to transport and lairage sounds. **Physiol Behav**. v. 63, n. 4, p. 667-73, 1998. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0031-9384\(97\)00513-1](https://doi.org/10.1016/S0031-9384(97)00513-1)> DOI: 10.1016/S0031-9384(97)00513-1. Acesso em: 20 jun. 2023.
- GREGORY, N.G.; MOSS, B.W.; LEESON, R.H. [1987]. An assessment of carbon dioxide stunning in pigs. **Vet. Rec.**, v. 121, p. 517–518, 1987.
- GREGORY, N.G. [1985]. Stunning and slaughter of pigs. **Pig News and Information**. v. 6, n. 4, p. 407–413, 1985.
- GUÀRDIA, M.D.; GISPERT, M.; DIESTRE, A [1996]. 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.; DIESTRE, A.[2004]. 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.11.020>> DOI: 10.1016/j.meatsci.2003.11.020. Acesso em: 20 jun. 2023.
- GUÀRDIA, M. D.; ESTANY, J.; BALASCH, S.; OLIVER, M.A.; GISPERT, M.; DIESTRE, A. [2005]. Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. **Meat Science**, v. 70, n. 4, p.709–716. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.007>> DOI:10.1016/j.meatsci.2005.03.007. Acesso em: 20 jun. 2023.
- HALLER, J.; MAKARA G.B.; KRUK, M.R. [1998]. Catecholaminergic involvement in the control of aggression: Hormones, the peripheral sympathetic, and central noradrenergic systems. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**. v. 22, n. 1, p. 85–97, 1998. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(97\)00023-7](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(97)00023-7)> DOI: 10.1016/S0149-7634(97)00023-7. Acesso em: 14 jun. 2023.
- HAMBRECHT, E.; EISSEN, J.J.; NEWMAN, D.J.; SMITS, C.H.M.; DEN HARTOG, L.A.; VERSTEGEN, M.W.A. [2005]. Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. **Journal of Animal Science**. v. 83, n. 2, p. 440-448, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/2005.832440x>> DOI: 10.2527/2005.832440x. Acesso em: 04 jul. 2023.
- HARRISON, R.; DAWKINS M. S. [1964]. **Animal Machines: The New Factory Farming Industry**. New York: Ballantine Books, 1964.
- HEMSWORTH, P.H.; BARNETT, J.L.; HOFMEYR, C.; COLEMAN, G.J.; DOWLING, S.; BOYCE, J. [2002]. 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. Disponível em: <https://doi.org/10.1071/AR01098> DOI: 10.1071/AR01098. Acesso em: 04 jul. 2023.
- HERMAN, J. P.; McKLVEEN, J. M.; GHOSAL, S.; KOPP, B.; WULSIN, A.; MAKINSON, R.;... MYERS, B. [2016]. Regulation of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenocortical Stress Response. **Comprehensive Physiology**, p. 603–621, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/cphy.c150015> DOI: 10.1002/cphy.c150015. Acesso em: 04 jul. 2023.
- ITP – INSTITUT TECHNIQUE DU PORC. [1996]. **Notation des hématomes sur couenne - porcs vivant ou carcasses** Le Rheu: ITP, 1996. 45p.
- KAUFFMAN, R.G.; CASSENS, R.G.; SCHERER, A.; MEEKER, D.L. [1992]. Variation in pork quality. In: **National Pork Producers Council publication**. Des Moines: IA, 1992.
- KIM, D.H.; WOO, J.H.; LEE, C.Y. [2004]. Effects of stocking density and transportation time of market pigs on their behaviour, plasma concentrations of glucose and stress-associated enzymes and carcass quality. **Asian-Australian Journal of Animal Science**. v. 17, n.1, p. 116–121, 2004. Disponível em: <<https://europepmc.org/article/AGR/IND43661186>> Acesso em: 04 jul. 2023.
- KLINGHAMMER, E.; FOX, M.W. [1971]. Ethology and its Place in Animal Science. **Journal of Animal Science**. v. 32, n. 6, p. 1278–1283, 1971. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas1971.3261278x>> DOI:10.2527/jas1971.3261278x. Acesso em: 14 jun. 2023.
- LAMBOOIJ, E. [1988]. Road transport of pigs over a long distance: some aspects of behaviour, temperature and humidity during transport and some effects of the last two factors. **Animal Production**. v. 46, p. 257–263, 1988.
- LARSEN, H.K. [1982]. Comparison of 300 volts manual stunning, 700 volts automatic stunning and CO2 compact stunning with respect to quality parameters, blood splashing, fractures and meat quality. In: G. EIKELENBOOM (Ed.) **Stunning of animals for slaughter**. The Hague: **Martinus Nijhoff Publishers**. p. 73–81, 1982.
- LEWIS, C.R.G.; MCGLONE, J.J. [2007]. Moving finishing pigs in different group sizes: Cardiovascular responses, time and ease of handling. **Livestock Science**. v.107, p. 86-90, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2006.10.011>> DOI: 10.1016/j.livsci.2006.10.011. Acesso em: 06 fev. 2024.
- LUDTKE, C.; DALLA COSTA, O.A.; ROHR, S.A.; DALLA COSTA, F. [2016]. 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/suinoicultura-Bem-estar-animal-na-producao-de-suinos-transporte.pdf>> Acesso em: 04 jul. 2023.
- LUDTKE, B.C.; SILVEIRA, E.T.F.; BERTOLONI, W.; ANDRADE, C.J.; BUZELLI, M. L. BUZELLI; BRESSA, L.R.; SOARES, G.J.D. [2010]. Bem-estar e qualidade de carne de suínos submetidos a diferentes técnicas de manejo pré-abate. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 11, p. 231-241, 2010. Disponível em: <[https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/11-\(2010\)-](https://www.bvs-vet.org.br/vetindex/periodicos/revista-brasileira-de-saude-e-producao-animal/11-(2010)-)

[1/bem-estar-e-qualidade-de-carne-de-suinos-submetidos-a-diferentes-tecni/](#)> Acesso em: 04 jul. 2023.

MCGLONE, J.J.; MCPHERSON, R.L.; ANDERSON, D.L. [2004]. 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. Disponível em: <[https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31357-7](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31357-7)> DOI:10.15232/S1080-7446(15)31357-7. Acesso em: 06 fev. 2024.

MELLOR, D.J; REID, C.S.W.[1994]. Concepts of Animal Well-Being and Predicting the Impact of Procedures on Experimental Animals. **WellBeing International**, p. 3-18, 1994. Disponível em: <<http://org.uib.no/dyreavd/harm-benefit/concepts%20of%20animal%20well-being%20and%20predicting.pdf>> Acesso em: 04 jul. 2023.

MLC – Meat and Livestock Commission. [1985] **Rindside Damage Scale**. Reference 2031M 8/85. Bletchley (UK): Milton Keynes, Meat and Livestock Commission, 1985.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO/SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Instrução Normativa Nº 113**, de 16 de dezembro de 2018. Estabelecer as boas práticas de manejo e bem-estar animal nas granjas de suínos de criação comercial. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-n-113-de-16-de-dezembro-de-2020-294915279>> Acesso em: 21 jan. 2024.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO/SECRETARIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA. **Portaria Nº 365**, de 16 de julho de 2021. Aprova o Regulamento Técnico de Manejo Pré-abate e Abate Humanitário e os métodos de insensibilização autorizados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília, 2021. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-365-de-16-de-julho-de-2021-334038845>> Acesso em: 04 jul. 2023.

MOTA-ROJAS, D.; BECERRIL, M.; LEMUS, C.; SÁNCHEZ, P.; GONZÁLEZ, M.; OLMOS, S.A.; RAMÍREZ, R.; ALONSO-SPILSBURY, M. [2006] 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.11.012>> DOI: 10.1016/j.meatsci.2005.11.012. Acesso em: 06 fev. 2024.

NAWROTH C.; LANGBEIN J.; COULON M.; GABOR V.; OESTERWIND S.; BENZ-SCHWARZBURG J.; VON BORELL E.[2019]. Farm Animal Cognition—Linking Behavior, Welfare and Ethics. **Front. Vet. Sci.** v. 6, n. 24, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00024> DOI:10.3389/fvets.2019.00024> Acesso em: 14 jun. 2023.

NIELSEN, S.S.; ALVAREZ, J.; BICOUT, D.J.; CALISTRI, P.; CANALI, E.; DREWE, J.A.; GARIN-BASTUJI, B.; GONZALES ROJAS, J.L.; GORTAZAR SCHMIDT, C.; MICHEL, V.; MIRANDA CHUECA M.A.; PADALINO, B.; PASQUALI, P.; ROBERTS, H.C.; SPOOLDER, H.; STAHL, K.; VELARDE, A.; VILTROP, A.; WINCKLER, C.; EARLEY, B.; EDWARDS, S.; FAUCITANO, L.; MARTI, S.; MIRANDA DE LA LAMA, G.C.; NANNI COSTA, L.; THOMSEN, P.T.; ASHE, S.; MUR, L.; VAN DER STEDE, Y.; HERSKIN, M. [2022]. Scientific Opinion on the welfare of pigs during transport. **EFSA Journal**. v. 20, n. 9,

108 p., 2022. Disponível em: < [https://doi.org/ 10.2903/j.efsa.2022.7445](https://doi.org/10.2903/j.efsa.2022.7445)> Acesso em:10 out. 2023.

PELOSO, J.V. [2001] 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.

PÉREZ, M. P.; PALACIO, J.; SANTOLARIA, M.P.; DEL ACEÑA, M.C; CHACÓN, G.; VERDE, M.T.; CALVO, J.H.; ZARAGOZA, M.P.; GASCÓN, M.; GARCÍA-BELENGUER, S. [2002] Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. **Vet Res**. v. 33, n. 3, p. 239-50, 2002. Disponível em: <<https://doi.org/10.1051/vetres:2002012>> DOI: 10.1051/vetres:2002012. PMID: 12056475. Acesso em: 28 out 2023.

RABASTE, C.; FAUCITANO, L.; SAUCIER, L.; MORMÈDE, P.; CORREA J.A.; GIGUÈRE, A.; BERGERON, R. [2007]. The effects of handling and group size on the welfare of pigs in lairage and their influence on stomach weight, carcass microbial contamination and meat quality. **Can. J. Anim. Sci.** v. 87, n. 1, p. 3–12, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4141/A06-041>> DOI: 10.4141/A06-041. Acesso em: 14 jun. 2023.

RAJ, A.B.M. [1999]. Behaviour of pigs exposed to mixtures of gases and the time required to stun and kill them: Welfare implications. **Vet. Rec.** 1999, 144, 165–168

RITTER, M.J. [2007]. **Effects of animal handling and transportation factors on the welfare, stress responses, and incidences of transport losses in market weight pigs at the packing plant**. PhD Diss. University of Illinois, Urbana-Champaign. Disponível em: <[Effects of Animal Handling and Transportation Factors on the Welfare, Stress Responses, and Incidences of Transport Losses in Market Weight Pigs at the Packing Plant | Semantic Scholar](#)> Acesso em: 06 fev. 2024.

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. [2009]. 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas.2008-0874>> DOI: 10.2527/jas.2008-0874. Acesso em: 06 fev. 2024.

SAUCIER, L.; BERNIER, D.; BERGERON, R.; GIGUÈRE, A.; MÉTHOT, S.; FAUCITANO, L. [2007]. 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.4141/A06-041>> DOI:10.4141/A06-041. Acesso em: 06 fev. 2024.

SCHEEREN, M.B.; GONYOU, H.W.; BROWN, J.; WESCHENFELDER A.V.; FAUCITANO, L. [2014]. Effects of transport time and location within truck on skin bruises and meat quality of market weight pigs in two seasons. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 94, n. 1, p. 71-78, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.4141/cjas2013-136>> DOI: [10.4141/cjas2013-136](https://doi.org/10.4141/cjas2013-136). Acesso em: 04 jul. 2023.

- SHEN, Q.W.; MEANS, W.J.; THOMPSON, S.A.; UNDERWOOD, K.R.; ZHU, M.J.; MCCORMICK, R.J.; FORD, S.P.; DU, M. [2006]. Pre-slaughter transport, AMP-activated protein kinase, glycolysis, and quality of pork loin. **Meat Science**. v. 74, p. 388–395, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.007>> DOI:10.1016/j.meatsci.2006.04.007. Acesso em: 06 fev. 2024.
- SOMMAVILLA, R.; FAUCITANO, L.; GONYOU, H.; SEDDON, Y.; BERGERON, R. et al. [2017] Season, transport duration and trailer compartment effects on blood stress indicators in pigs: relationship to environmental, behavioural and other physiological factors, and pork quality traits. *Animals* 7, 8. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2076-2615/7/2/8>> Acesso em: 06 fev. 2024.
- TEIXEIRA, D.L.; BOYLE, L.A. [2014] A comparison of the impact of behaviours performed by entire male and female pigs prior to slaughter on skin lesion scores of the carcass. **Livestock Science**. v. 170, p. 142–149, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.09.026>> DOI: 10.1016/j.livsci.2014.09.026. Acesso em: 14 jun. 2023.
- TERLOUW, C.; BOURGUET, C. [2022]. **Chapter 1: Quantifying animal welfare prelaughter using behavioural, physiological and carcass and meat quality measures**. Disponível em: <[https://doi.org/10.3920/978-90-8686-924-4\\_1](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-924-4_1)> DOI: 10.3920/978-90-8686-924-4\_1. Acesso em: 06 fev. 2024.
- TERLOUW, C. [2005] Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience. A brief review of recent findings. **Livestock Production Science**. v. 94, n. 1-2, p. 125–135, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.032>> DOI: [10.1016/j.livprodsci.2004.11.032](https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.032). Acesso em: 04 jul. 2023.
- TERLOUW, E.M.C.; RYBARCZYK, P. [2008] Explaining and predicting differences in meat quality through stress reactions at slaughter: the case of Large White and Duroc pigs. **Meat Science**. v. 79, n. 4, p. 795–805, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.11.013>> DOI: 10.1016/j.meatsci.2007.11.013. Acesso em: 20 jun. 2023.
- TERLOUW, E.M.C.; ARNOULD, C.; AUPERIN, B.; BERRI, C.; LE BIHAN-DUVAL, E.; DEISS, V.; LEFÈVRE, F.; LENSINK, B.J.; MOUNIER, L. [2008]. Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. **Animal**. v. 2, n. 10, p. 1501-1517, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1751731108002723>>. DOI:10.1017/S1751731108002723. Acesso em: 14 jun. 2023.
- TORREY, S.; BERGERON, R.; WIDOWSKI, T.; LEWIS, N.; CROWE, T.; CORREA, J. A.; BROWN, J.; GONYOU, H.W.; FAUCITANO, L. [2013] 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas.2012-6005>> DOI: 10.2527/jas.2012-6005. Acesso em: 4 jul. 2023.
- TREVISAN, L.; BRUM, J.S. [2020]. Incidence of pale, soft and exudative (PSE) pork meat in reason of extrinsic stress factors. **An Acad Bras Cienc**. v. 92, n. 3, 2020. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/0001-3765202020190086>> DOI: 10.1590/0001-3765202020190086. Acesso em: 04 jul. 2023.

URREA, V. M.; BRIDI, A. M.; CEBALLOS M. C.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; FAUCITANO, L. [2021]. Behavior, blood stress indicators, skin lesions, and meat quality in pigs transported to slaughter at different loading densities. **Journal of Animal Science**. v. 99, n.6. Disponível em:< <https://doi.org/10.1093/jas/skab119>> DOI:10.1093/jas/skab119. Acesso em: 28 out 2023.

VAN LAACK, R.L.J.M.; KAUFFMAN, R.G. [1999]. Glycolytic potential of red, soft, exudative pork longissimus muscle. **Journal of Animal Science**. v. 77, p. 2971-2973, 1999. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/1999.77112971x>> DOI: [10.2527/1999.77112971x](https://doi.org/10.2527/1999.77112971x). Acesso em: 06 fev. 2024.

VELARDE, A.; CRUZ, J.; GISPERT, M.; CARRIÓN, D.; RUIZ DE LA TORRE, J.L.; DIESTRE, A.; MANTECA, X. [2007]. Aversion to carbon dioxide stunning in pigs: Effect of carbon dioxide concentration and halothane genotype. **Anim. Welf.** , v. 16, p. 513–522, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S0962728600027445>> Acesso em: 06 fev. 2024.

VERHOEVEN, M.; GERRITZEN, M.; VELARDE, A.; HELLEBREKERS, L.; KEMP, B. [2016]. Time to loss of consciousness and its relation to behavior in slaughter pigs during stunning with 80 or 95% carbon dioxide. **Front. Vet. Sci.** 2016, 3. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fvets.2016.00038>> DOI: 10.3389/fvets.2016.00038. Acesso em: 06 fev. 2024.

VITALI, M.; CONTE, S.; LESSARD, M.; DESCHÊNE, K.; BENOIT-BIANCAMANO M.O.; CELESTE C.; MARTELLI G.; SARDI L.; GUAY, F.; FAUCITANO, L. [2017]. Use of the spectrophotometric color method for the determination of the age of skin lesions on the pig carcass and its relationship with gene expression and histological and histochemical parameters. **J Anim Sci**. v. 95, n. 9, p. 3873-3884, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas2017.1813>> DOI: 10.2527/jas2017.1813. Acesso em:14 jun. 2023.

VOGEL, K. D.; BADTRAM, G.; CLAUS, J. R.; GRANDIN, T.; TURPIN, S.; WEYKER, R. E.; VOOGD, E. [2011]. Head-only followed by cardiac arrest electrical stunning is an effective alternative to head-only electrical stunning in pigs1. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 5, p. 1412–1418, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas.2010-2920>> DOI:10.2527/jas.2010-2920. Acesso em: 06 fev. 2024.

XIONG, Y.; GREEN GATES, R.S. [2015]. Characteristics of Trailer Thermal Environment during Commercial Swine Transport Managed under U.S. Industry Guidelines. **Animals** 2015.n. 5, p. 226-244. Disponível em:< <https://doi.org/10.3390/ani5020226>> DOI 10.3390/ani5020226. Acesso em: 09 fev. 2024.

WARNER, R.D. [2016]. Meat: Conversion of Muscle into Meat. **Encyclopedia of Food and Health**. p. 677–684, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00452-9>>DOI:10.1016/b978-0-12-384947-2.00452-9. Acesso em:14 jun. 2023.

- WARRISS, P.D. [1998]. Choosing appropriate space allowances for slaughter pigs transported by road: a review. **Veterinary Record**. v. 142, p. 449-454, 1998. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/vr.142.17.449>> DOI:10.1136/vr.142.17.449 Acesso em: 14 jun. 2023.
- WEEKS, C.A. [2008]. A review of welfare in cattle, sheep, and pig lairages, with emphasis on stocking rates, ventilation and noise. **Animal Welfare**. v. 17, n. 3, p. 275-284, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S096272860003219X>> DOI: 10.1017/S096272860003219X. Acesso em: 14 jun. 2023.
- WEITZMAN, E.D.; FUKUSHIMA, D.; NOGEIRE, C.; ROWARG, H.; GALLAGHER, T.F.; HELLMAN, L. [1971]. Twenty-four hour pattern of the episodic secretion of cortisol in normal subjects. **Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, v. 33, p. 14-22, 1971. Disponível em: <<https://doi.org/10.1210/jcem-33-1-14>> DOI:10.1210/jcem-33-1-14. Acesso em: 06 fev. 2024.
- WELFARE QUALITY, FAWC. [2009]. **Welfare Quality: Assessment protocol for pigs**. Lelystad, The Netherlands; 2009. Disponível em <[http://www.welfarequality.net/media/1018/pig\\_protocol.pdf](http://www.welfarequality.net/media/1018/pig_protocol.pdf)> Acesso em: 14 jun. 2023.
- WESCHENFELDER, A.V.; TORREY, S.; DEVILLERS, N.; CROWE, T.; BASSOLS, A.; SACO, Y.; PIÑEIRO, M.; SAUCIER, L. [2012]. 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. <<https://doi.org/10.2527/jas.2012-4676>>
- WESCHENFELDER, A.V.; SAUCIER, L.; MALDAGUE, X.; ROCHA, L.M.; SCHAEFER, A.L.; FAUCITANO, L. [2013]. Use of infrared ocular thermography to assess physiological conditions of pigs prior to slaughter and predict pork quality variation. **Meat Science**, v. 95, p. 616–620, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.003>> DOI: 10.1016/j.meatsci.2013.06.003. Acesso em: 06 fev. 2024.
- WOAH. [2023]. **Section 7 -Animal Welfare** In: Terrestrial Animal Health Code, 2023. Disponível em: <<https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access/>> Acesso em: 15 out. 2023.

## **5 EFEITOS DA DENSIDADE E TEMPO DE ESPERA EM FRIGORÍFICO SOBRE O BEM-ESTAR ANIMAL, LESÕES DA PELE E QUALIDADE DE CARNE SUÍNA**

### **5.1 INTRODUÇÃO**

Além da busca por alimentos seguros, atualmente, os consumidores buscam por produtos com qualidade sensorial como maciez, suculência, sabor e cor, e qualidade ética, ou seja, carne proveniente de animais produzidos e abatidos em sistemas que promovam o bem-estar adequado e sustentabilidade. Dessa forma, pode-se dizer que a produção de carne de qualidade, tal como o bem-estar animal são fundamentais para a manutenção de mercados, sejam eles nacionais ou internacionais. As exportações brasileiras de carne suína (produtos *in natura* e processados) cresceram 19,6% em 2023. No ano de 2022, foram produzidas 5 milhões de toneladas de carne suína, sendo 1,1 milhão de toneladas destinadas à exportação e um consumo per capita de 18 kg (ABPA, 2023).

Para que seja possível atender às exigências dos mercados consumidores, faz-se necessário maior atenção à produção de suínos, principalmente durante o manejo pré-abate, minimizando a exposição dos animais a possíveis condições estressantes as quais podem influenciar as condições fisiológicas e, conseqüentemente, a qualidade da carne (FAUCITANO; RAJ, 2022; TERLOUW et al., 2008).

Tendo em vista o tema do presente estudo, o período de descanso e o abate são pontos importantes para a economia da cadeia suinícola, uma vez que falhas nessas etapas podem influenciar negativamente a qualidade da carcaça e da carne. Dessa forma, é cada vez mais importante tomar ações para melhorar o manejo dos animais, garantir estruturas confortáveis e com boa ambiência, possibilitando a recuperação dos animais após o transporte, bem como reduzir os efeitos negativos no momento do abate (FAUCITANO, 2018). Suínos mantidos em baias durante o período de descanso por um curto período podem apresentar alterações fisiológicas (frequência cardíaca e temperatura corporal) combinadas com os indicativos de fadiga, menor glicogênio acumulado em músculo e, conseqüentemente, maior nível de lactato muscular, podendo resultar em carne PSE ou DFD (FAUCITANO, 2018; HAMBRECHT et al., 2005).

Com base em estudos os quais comprovam que a maioria das brigas ocorre na primeira hora após a espera (GEVERINK et al., 1996; MOSS, 1978), Weeks (2008) propõe a densidade

de 0,42 m<sup>2</sup>/suíno para tempo de espera curto (<3h) e 0,66 m<sup>2</sup>/suíno para períodos maiores que três horas, visando a redução de brigas e permitindo que os suínos se movimentem e se deitem com facilidade. Dessa forma, o objetivo deste experimento foi avaliar os efeitos da densidade e tempo de espera em frigorífico no bem-estar de suínos e qualidade de carne.

## 5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo de pesquisa foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais de Produção (Protocolo P027/2021 – CEAUP/Unioeste) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste, Marechal Rondon, PR). O experimento foi conduzido nas instalações do frigorífico da Frimesa Cooperativa Central (Medianeira, PR), no primeiro trimestre de 2022.

### 5.2.1 Local, animais, alojamento e delineamento experimental

Um total de 1.858 suínos machos imunocastrados (VIVAX®, Zoetis, São Paulo/SP), com peso corporal médio de 144 ± 11 kg, híbridos de linhagem comercial (Agrocere PIC, Rio Claro/SP), e provindos de cinco granjas de terminação estruturalmente semelhantes, foram transportados por aproximadamente 60 minutos (distância média de 50 km) ao frigorífico comercial Frimesa respeitando-se a densidade de transporte de 235 kg/m<sup>2</sup>, nas 24 viagens realizadas durante o verão. Os suínos foram submetidos a jejum alimentar de 10 horas antes do embarque, com jejum total ao abate variando entre 13 horas e máximo 19 horas, a depender do tempo de espera preconizado pelo tratamento.

Nas granjas os suínos foram embarcados nos veículos em grupos de cinco a seis animais por uma equipe de embarque, a qual realizou o manejo de todos os suínos utilizados no experimento, constituída por quatro manejadores através de embarcadouros fixos de concreto com angulação máxima de 20°, utilizando chocalho de garrafa pet para a realização do manejo. Para o transporte foram utilizados sete veículos de dois pisos fixos, sendo o segundo piso articulado para facilitar a entrada dos manejadores, nos quais havia oito compartimentos (quatro por piso) com cinco a seis suínos alojados em cada um deles. O transporte dos animais ocorreu no período da madrugada entre as 3 e 6h a fim de reduzir fatores estressantes relacionados a

condições climáticas, uma vez que os suínos permaneceram com restrição de água durante a viagem. Não foi possível padronizar os mesmos motoristas durante o experimento, dessa forma, foram utilizados oito motoristas diferentes.

As cargas de suínos foram pesadas ao chegarem no frigorífico para obtenção do peso médio. O tempo entre a chegada do veículo, realização da pesagem e retorno para o desembarque foi de aproximadamente 20 minutos. Após este período, as cargas foram direcionadas para o desembarque, onde os animais foram manejados pelos manipuladores do frigorífico apenas utilizando as mãos e tábuas de manejo. Os suínos foram distribuídos nas baias de espera seguindo um delineamento experimental em blocos casualizados, constituindo quatro tratamentos, ou seja, combinações de duas densidades ( $0,42 \text{ m}^2/100\text{kg}$  e  $0,66 \text{ m}^2/100\text{kg}$ ) e dois tempos de espera (2 horas e 6 horas) e suas interações ( $0,42 \text{ m}^2/2 \text{ horas}$ ,  $0,42 \text{ m}^2 \times 6 \text{ horas}$ ,  $0,66 \text{ m}^2 \times 2 \text{ horas}$  e  $0,66 \text{ m}^2 \times 6 \text{ horas}$ ), realizando seis repetições.

Os suínos foram alojados em três baias, em grupos de aproximadamente  $77 \pm 7$  suínos por baia, duas com uma superfície de  $47,2 \text{ m}^2$  e uma de  $74,2 \text{ m}^2$ , a qual foi utilizada para dois tratamentos em momentos distintos. No frigorífico não havia padronização dos tamanhos das baias, dessa forma, para atender as densidades preconizadas no estudo foi necessário alojar na baia de  $74,2 \text{ m}^2$  os animais da interação  $0,66 \text{ m}^2 \times 2 \text{ horas}$ , encaminhando-os para o abate após as duas horas de descanso, disponibilizando a baia para alojamento dos animais da interação  $0,66 \text{ m}^2 \times 6 \text{ horas}$ . Dessa forma, o embarque e o desembarque desta última carga ocorreram em horário diferente das demais. As instalações, baias e pisos, eram de alvenaria com dois corredores.

No interior do galpão, havia ventiladores dispostos nas laterais e nebulizadores por toda a instalação para controle da ambiência. A temperatura ambiente foi de  $24,8^\circ \text{C} \pm 6$  graus no período experimental. Os nebulizadores eram acionados automaticamente quando a temperatura ambiente atingia  $25^\circ \text{C}$ . As baias possuíam aspersores (chuveiros) para lavar os suínos quando estes eram alojados e permaneciam ligados nos primeiros 30 minutos após a entrada na baia. Os bebedouros, do tipo “chupeta” fixos na parede, eram em quantidade suficiente (8 e 12 bebedouros) para que 15% dos suínos de cada baia pudessem ingerir água simultaneamente, sendo esta água enriquecida com eletrólitos efervescentes, a base de sódio, cloro, potássio, vitamina C, glicose e dextrina (Alto Desafio®, Sanex, Curitiba, PR). Os suínos foram manejados somente por profissionais capacitados, os quais utilizaram ferramentas apropriadas para manejo (tábuas de manejo e chocalhos). Após o período de descanso, os animais foram conduzidos em grupos de cinco animais para as gôndolas do equipamento de

insensibilização por dióxido de carbono em alta concentração (90% CO<sub>2</sub>; Butina®, Marel, Dinamarca). A sangria foi realizada verticalmente em um tempo médio de 30 segundos após a insensibilização.

Durante o processo de abate todas as carcaças foram pesadas em balança (modelo 3107C, Alfa Instrumentos Eletrônicos LTDA, São Paulo, SP) para obtenção do peso da carcaça quente. Além disso, as carcaças foram tipificadas por meio de pistola de tipificação de carcaças suínas (modelo Ultrafom 300, marca SFK Technology A/S, Kolding, Dinamarca) para obtenção dos dados de percentual de carne magra, quantidade de massa muscular (kg/carcaça) e espessura de toucinho (mm) antes de serem direcionadas ao processo de choque térmico, onde as carcaças permanecem por 1.5 horas em temperaturas que variaram de -18° a -8°C, e processo de resfriamento em câmaras resfriadas entre 2° a 5°C por 22 horas.

A Tabela 1 apresenta os dados quantitativos obtidos por meio da tipificação de carcaças, demonstrando a padronização dos suínos utilizados nas variáveis analisadas a fim de reduzir os efeitos de condição corporal dos suínos que participaram do experimento.

Tabela 1. Médias obtidas durante tipificação das carcaças

Variável	Média
Peso de carcaça quente (kg)	105,25 ± 5
Espessura de toucinho (mm)	13,39 ± 3
Carne magra (kg)	63,68 ± 5
Carne magra (%)	60,25 ± 1

### 5.2.2 Avaliação comportamental dos suínos

A observação comportamental ocorreu durante a permanência dos suínos nas baias de espera do frigorífico uma hora anterior à retirada dos animais para o abate, devido a um equívoco no processo de avaliação. O objetivo da avaliação era monitorar após os primeiros 30 minutos de entrada na baia, momento em que os aspersores para lavagem dos suínos eram desligados, uma vez que esse procedimento poderia influenciar na avaliação comportamental. A observação foi realizada através de filmagens com aparelho eletrônico (modelo A02S, Samsung, Campinas, SP) com câmera de 17 megapixels. A filmagem foi realizada em 10 tempos de 1 minuto durante 1 hora em intervalos de 5 minutos abrangendo toda a área da baia.

A elaboração do etograma, foi baseada em estudos comportamentais realizados pelos autores Zhang et al. (2020) e Candiani et al. (2008), tendo sido adaptado para a realidade do

experimento. Os comportamentos podem ser classificados de acordo com a postura que estavam posicionados (em pé, sentado, deitado e deitado em sobreposição) e atividades (comportamento agressivo, aproximando-se do bebedouro e/ou bebendo água, explorando o objeto de enriquecimento ambiental e condutas exploratórias/positivas com outros suínos ou com o ambiente), conforme Tabela 2.

Tabela 2. Etograma de comportamentos registrados durante o período de descanso (adaptado de Zhang et al., 2020; Candiani et al., 2008)

Parâmetro comportamental	Descrição
Em pé	Suínos em estação sustentados pelos 4 membros, em locomoção ou parados
Deitados	Suínos deitados lateralmente (lateral do corpo encostado no piso) ou ventralmente (deitado sobre o esterno/barriga)
Sentados	Suínos com o corpo parcialmente ereto sobre as patas dianteiras e membros posteriores em contato com o chão.
Sobrepostos	Suínos deitados sobre outros animais, comportamento incluído ao etograma devido a observação recorrente durante o desenho experimental
Comportamento agressivo	Suínos envolvidos em lutas/brigas, colisões de cabeça, mordidas ou montas
Conduta positiva e comportamento exploratório	Suínos lambendo ou cheirando outros suínos ou explorando o ambiente (cheirando, lambendo ou fuçando o piso, paredes, portões)
Explorando objeto de enriquecimento ambiental	Suínos explorando o objeto pendular presente em correntes disponibilizado como enriquecimento ambiental
Bebendo água	Suínos com a boca posicionada no bebedouro

### 5.2.3 Parâmetros sanguíneos

Um total de 360 suínos (60 por grupo) foram selecionados aleatoriamente, durante a etapa de exsanguinação, para a colheita de sangue ( $\pm 100$  mL) em frascos de polipropileno para as análises bioquímicas sanguíneas de glicose (GLI), lactato desidrogenase (LDH), creatinoquinase (CK), a análise hematológica para quantificação de hematócrito (HT) e análise hormonal sanguínea de cortisol (CORT).

O sangue obtido de cada animal foi adicionado imediatamente a três tubos de vidro, devidamente identificados, sendo o primeiro deles contendo anticoagulante EDTA K3 para quantificação de HT, o segundo com fluoreto de sódio para análise de GLI e o terceiro contendo ativador de coágulo para análises bioquímicas de LDH, CK e de CORT. Os tubos foram

alocados em uma caixa de isopor com gelo gel para posterior envio para o laboratório SBS Análises Agronômicas e Veterinárias (Cascavel, PR).

As amostras sanguíneas para quantificação de HT, através do método micro hematócrito, foram dispostas em tubos capilares, sendo centrifugadas a 12000 rpm por um período de cinco minutos. Os resultados foram determinados através da leitura da régua de microhematócrito. Para quantificação de cortisol, as amostras de soro sanguíneo foram analisadas pelo método quimioluminescência.

Já as amostras sanguíneas para avaliação do perfil bioquímico foram centrifugadas a 3000 rpm por um período de 10 minutos. Em seguida, o sobrenadante ( $\pm 3$  mL) presente em cada tubo foi transferido para microtubos de polietileno tipo Eppendorf, em duplicatas, que passaram a ser armazenados em freezer a  $-20^{\circ}\text{C}$ . As análises de glicose, através do plasma (método enzimático-colorimétrico GOD-PAP (TRINDER, 1969) BIOCLIN, Quibasa, Belo Horizonte/MG), lactato desidrogenase (método cinético, Kit Desidrogenase Láctica LDH UV; BIOCLIN, Quibasa, Belo Horizonte/MG) e creatinoquinase (método cinético-UV; Kit CK MB UV; BIOCLIN, Quibasa, Belo Horizonte/MG) ambos através do soro, foram determinadas por analisador automático BS 120 Mindray ® Biotécnica, Varginha/MG.

#### 5.2.4 Lesões de pele em carcaças

Um total de 360 carcaças de cada tratamento foram utilizadas para a identificação e classificação das lesões de pele aplicando a escala padrão de lesões de carcaça da *Meat and Livestock Commission* (MLC, 1985), a qual classifica as lesões em graus de 1 a 5, conforme apresentado na Figura 3. As carcaças sem lesões aparentes foram classificadas com o grau 1, as que possuíam poucas ou muitas lesões leves aparentes foram classificadas como graus 2 e 3, respectivamente, e as carcaças com lesões moderadas e severas, por essa ordem, classificadas como graus 4 e 5.

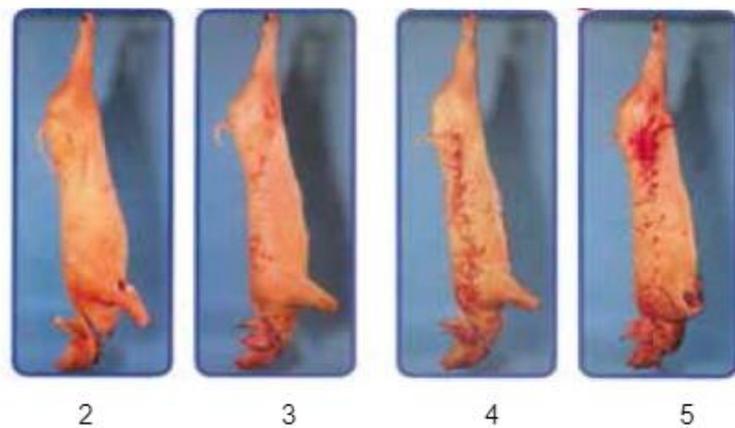


Figura 2. Escala de lesões de pele  
Fonte: MLC (1985).

As carcaças foram também avaliadas minuciosamente em câmara de resfriamento utilizando o padrão fotográfico de três pontos do Institut Technique du Porc (ITP, 1996), o qual classifica as lesões conforme sua origem (ferramentas de manejo, patas/cascos/unhas e mordidas), localização (cabeça/ombro, lombo/peito e pernil). A classificação é feita em graus de 1 a 3, sendo grau 1 as carcaças com até 10 lesões, grau 2 as carcaças com 11 a 20 lesões e grau 3 as carcaças com mais de 20 lesões. A coloração (vermelha ou marrom/vermelho escuro) foi também avaliada subjetivamente para identificar a idade das lesões (ROCHA et al., 2013).

Ambas as avaliações foram feitas em sua totalidade pela mesma avaliadora devidamente capacitada, sendo apresentadas na Figura 4.



Figura 3. Padrão fotográfico de três pontos  
Fonte: ITP (1996).

### 5.2.5 Avaliação qualitativa da carne suína

As 60 carcaças de cada tratamento, identificadas com letra e número sequencial na fase de colheita de sangue, foram segregadas na câmara de resfriamento para avaliação dos parâmetros de qualidade da carne suína: pH, cor, perda de água por gotejamento (PPG), perda de água por descongelamento (PPD), perda de água por cocção (PPC) e força de cisalhamento. Para realização das análises quantitativas foi necessário retirar amostras do músculo *Longissimus thoracis et lumborum* de aproximadamente 7,5 cm, seccionando entre a última vértebra torácica com a primeira lombar no sentido caudal cranial do lado esquerdo das carcaças resfriadas por 24 horas. Todas as amostras foram retiradas do mesmo ponto da carcaça e a parte cranial foi identificada com alfinete. Concomitantemente à retirada de cada amostra, foram realizadas as análises de pH e aferição de temperatura por meio do medidor de temperatura e pH portátil (modelo AK103, Akso, São Leopoldo, RS, Brasil) posicionados na parte cranial do músculo retirado.

Cada amostra foi subdividida em três amostras menores de 2,5 cm cada, sendo uma para a determinação da coloração da carne, outra para perda de água por gotejamento e a terceira amostra para a determinação da perda de água por descongelamento, por cocção e força de cisalhamento, seguindo a metodologia descrita por Bridi e Silva (2009).

Na avaliação de coloração da carne foram utilizados dois métodos de medição, sendo o primeiro realizado de forma subjetiva através de escala de cores (*Japanese Color Standards* de 1 = pálido a 6 = muito obscuro; NAKAI et al., 1975). No segundo método foi utilizado o aparelho colorímetro Minolta CR-400 (Konica Minolta Holdings Inc., Tóquio, Japão), Iluminante D65, com sistema de cores CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ; CIE, 1976), o qual foi posicionado em quatro pontos distintos para realização de leituras em cada amostra após 30 minutos de exposição ao ar das amostras. Antes das amostras seguirem para análise de perda de água por gotejamento, após retirada dos tecidos ósseo e adiposo, foram pesadas em balança semi-analítica (modelo AY220, Shimadzu Corporation, Quioto, Japão). Após o procedimento de pesagem, as amostras foram colocadas individualmente em uma embalagem primária (rede), sendo esta acondicionada em uma embalagem secundária de polietileno, sem contato com as paredes do recipiente. Logo após, as amostras foram acomodadas no refrigerador (B.O.D modelo EL 101/3, Eletrolab, São Paulo, SP) onde permaneceram refrigeradas por 48 horas a 4°C. Após o período estipulado, as amostras foram retiradas, secadas levemente com papel toalha e pesadas novamente, obtendo-se o índice de perda de água por gotejamento.

Para análise de perda de água por descongelamento as amostras congeladas foram pesadas em balança semi-analítica (modelo LBI WT3000-I-R-ABS, Libratek, Chapecó, SC, Brasil). Após o procedimento de pesagem foram embaladas em sacos de polietileno identificados e armazenados em refrigerador (B.O.D modelo 347 CD, Fanem, São Paulo, SP) a 4°C para serem descongeladas. Ao atingirem as 24 horas de armazenamento, as amostras foram retiradas, secadas levemente com papel toalha e pesadas novamente, obtendo-se o índice de perda de água por descongelamento. Essas mesmas amostras permaneceram em temperatura ambiente por aproximadamente 30 minutos antes de seguirem para a análise de perda de água por cocção. Inicialmente o forno elétrico (Modelo Plus, Marca Fischer, Brusque, SC, Brasil), foi pré-aquecido por 20 minutos a 170°C (BRIDI; SILVA, 2009). Posteriormente, as amostras foram separadas em grupos de quatro unidades, sendo uma de cada tratamento, colocadas em forma com grelha revestida de papel alumínio perfurado para serem assadas sem acúmulo de água. Foi utilizado termômetro em espeto (modelo testo 104, Gewerbestr, Kirchzarten, Alemanha) para aferição da temperatura interna das amostras de carne, as quais tiveram que atingir 40°C, sendo viradas na forma, atingindo, posteriormente, a temperatura interna final de 71°C para serem retiradas do forno. Após as amostras terem atingido temperatura ambiente, foram armazenadas novamente em refrigerador B.O.D a 4°C por mais 24 horas para serem pesadas novamente, obtendo-se o índice de perda de água por cocção (BRIDI; SILVA, 2009).

A última análise quantitativa executada foi a força de cisalhamento, retirando-se seis subamostras, paralelamente ao sentido da fibra muscular, das amostras assadas. Para a análise foi utilizado o equipamento TA.XTplus Texture Analyser (Stable Micro Systems (Vienna Court, Reino Unido) com probe de corte em “V” invertido acoplado em texturômetro, utilizando as velocidades recomendadas para carne suína para rompimento das subamostras no sentido perpendicular à fibra muscular (90°) e obtenção da força máxima para cisalhamento. Os parâmetros utilizados foram: velocidade de pré-teste de 5 mm/seg, no teste 2 mm/seg e no pós-teste de 5 mm/seg, 25 mm de distância percorrida no final das três fases do processo.

Ao final das análises supracitadas foi possível classificar a qualidade da carne conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Classes de qualidade de carne segundo Kauffman et al. (1992)

Classe	pH final	Perda por gotejamento (%)	Valor L*
PSE	< 6,0	$\geq 5$	$\geq 50$
RSE	< 6,0	$\geq 5$	42–50
RFN	< 6,0	< 5	42–50
PFN	< 6,0	< 5	$\geq 50$
DFD	$\geq 6,0$	< 5	< 42

PSE, *pale, soft and exudative*; RSE, *red, soft and exudative*; RFN, *red, firm and non-exudative*; PFN, *pale, firm and non-exudative*; DFD, *dark, firm and dry* pH final, pH mensurado 24 h post mortem; L\*luminosidade.

### 5.2.6 Métodos de análise dos dados coletados

Os dados foram analisados usando os PROC MIXED e GENMOD do SAS University Edition (SAS Inst. Inc., Cary, NC, EUA, 2022). O modelo estatístico incluiu os efeitos fixos de densidade, hora, temperatura e horário do abate e suas interações, e os efeitos aleatórios de animal e erro. As baias foram consideradas como unidades experimentais. Quando significativas na análise de variância ( $P \leq 0,05$ ), as médias entre tratamentos foram comparadas usando a diferença mínima significativa de Fisher da opção DIFF da declaração LSMEANS. A interação foi decomposta em comparações simples usando o teste Tukey-Kramer da opção SLICEDIFF da declaração LSMEANS. Foi declarada como tendência quando  $0,05 < P < 0,1$ .

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O presente capítulo refere-se à apresentação e análise dos resultados auferidos a partir da coleta dos dados. Assim, apresenta-se a análise do comportamento animal, na sequência a análise de lesões das carcaças, em seguida a análise dos parâmetros sanguíneos, e por fim, as análises qualitativas da carne.

### 6.1 COMPORTAMENTO ANIMAL

A interação entre densidade e tempo de espera não tiveram nenhum efeito sobre os comportamentos observados durante a última hora de espera no frigorífico ( $P > 0,10$ ), então os resultados são apresentados separadamente por fator simples (densidade e tempo de espera). Analisando-se apenas a densidade, verificou-se que quanto maior a densidade maior é o número de suínos sentados ( $P = 0,04$ ) e sobrepostos ( $P < 0,001$ ) e menor o número de suínos em pé ( $P = 0,01$ ) e explorando o objeto de enriquecimento ambiental ( $P = 0,02$ ).

Neste estudo não houve efeito nos demais comportamentos avaliados, uma vez que as observações iniciaram quando os suínos já estavam adaptados ao local. Os autores Brown et al. (1999a) identificaram que nos 20 primeiros minutos a maior parte dos animais exploraram a baia, beberam água e expressaram comportamentos de monta. Enquanto os resultados obtidos em outros estudos demonstram que a maioria das brigas iniciam 10 minutos após a entrada dos suínos nas baias finalizando entre 30 e 60 minutos (FRAQUEZA et al., 1998; GEVERINK et al., 1996; MOSS, 1978). Dessa forma, ao associar os resultados de estudos prévios com o efeito da densidade na ocorrência de lesões de pele observadas no presente estudo, acredita-se que houve maior incidência de brigas entre os suínos alojados em uma densidade maior (D: 0,42 m<sup>2</sup>/suíno).

Porém, o maior número de suínos em pé ( $P < 0,05$ ) ao se utilizar a densidade menor (D: 0,66m<sup>2</sup>/suíno) provavelmente foi estimulado pelo efeito do enriquecimento ambiental ampliado pelo maior espaço disponível, favorecendo as interações dos suínos com os objetos do enriquecimento ( $P < 0,05$ ), conforme observado pelos autores Faucitano et al. (2020) que, ao distribuírem maravalha no piso das baias, como forma de enriquecimento, fizeram com que suínos que viviam em ambientes pobres anteriormente passassem mais tempo explorando o novo ambiente, reduzindo as brigas.

A Tabela 4 apresenta os resultados do efeito da densidade e tempo de espera no frigorífico sobre o comportamento animal.

Tabela 4. Comportamento observados nos suínos submetidos a diferentes densidades (D) e tempos de espera (TE) no frigorífico

Comportamento	D		TE		Interação				EPM <sup>a</sup>	<i>P-value</i>		
	0,42 m <sup>2</sup>	0,66 m <sup>2</sup>	2 h	6 h	0,42 m <sup>2</sup>		0,66 m <sup>2</sup>			D	TE	Interação
					2 h	6 h	2 h	6 h				
Deitados, n	69,0	67,8	67,3	69,5	68,0	70,1	66,7	69,0	1,22	0,33	0,36	0,54
Em pé, n	2,7	7,4	5,7	4,4	3,2	2,1	8,2	6,7	0,93	0,01	0,48	0,71
Sentados, n	4,7	2,9	4,1	3,5	5,1	4,4	3,1	2,6	0,38	0,04	0,99	0,80
Sobrepostos, n	6,6	0,6	3,7	3,5	6,7	6,5	0,7	0,5	0,67	< 0,001	0,25	0,51
Conduta												
positiva/comportamento exploratório, n	0,3	0,4	0,4	0,3	0,4	0,2	0,4	0,3	0,06	0,73	0,44	0,74
Comportamento agressivo, n	0,4	0,3	0,5	0,2	0,5	0,2	0,4	0,2	0,08	0,71	0,84	0,68
Bebendo água, n	0,2	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,4	0,4	0,06	0,16	0,29	0,30
Explorando objeto de enriquecimento ambiental, n	0,9	2,2	1,7	1,4	0,9	0,8	2,4	2,0	0,27	0,02	0,79	0,95

<sup>a</sup>Erro padrão da média.

## 6.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS SANGUÍNEOS

A Tabela 5 apresentou o efeito da densidade (D; 0,42 e 0,66 m<sup>2</sup>/suíno) e tempo de espera (TE; 2 e 6 horas) no frigorífico sobre os parâmetros sanguíneos de suínos ao abate.

Em relação à interação, observa-se um efeito no percentual de hematócrito (P=0,005), demonstrando que os suínos alojados em condições de baixa densidade (D; 0,66 m<sup>2</sup>/suíno) e maior tempo de espera (TE; 6 horas) possuíam hematócrito mais elevado (HT= 48%) se comparado com os demais tratamentos. O efeito encontrado no tempo de espera condiz com o observado por Perez et al. (2002) os quais identificaram um maior volume globular em suínos que permaneceram por 3h e 6h em repouso. Entretanto, não houve indicativo de desidratação dos suínos em nenhum dos tratamentos, uma vez que os valores de HT registrados neste estudo encaixam dentro da referência para espécie suína (32-50%; WEISS; WARDROP, 2010), já nos demais parâmetros sanguíneos, a interação não apresentou impacto estatisticamente significativo sobre eles.

Observando apenas a densidade, verifica-se que os suínos que permaneceram alojados em condições de alta densidade tendiam a apresentar um menor nível de LDH no sangue em relação à menor densidade de alojamento (0,42 m<sup>2</sup> – 2.227,18/ 0,66 m<sup>2</sup> – 2.519,58; P = 0,06), podendo estar relacionado a possíveis danos musculares ocorridos devido ao aumento das atividades dos suínos alojados com maiores espaços.

Nas condições de alta densidade, observou-se que os suínos também tendiam a apresentar maior nível de cortisol no sangue em relação a menor densidade de alojamento (P = 0,08). Dalla Costa et al. (2019) verificaram que níveis aumentados de cortisol sérico na exsanguinação apontam uma recuperação incompleta do estresse mental em suínos tentando lidar com situações desconfortáveis como ser manejado em grupos grandes ou como neste estudo não tendo a possibilidade de se deitar e descansar. A falta de efeito do tempo de espera em relação ao cortisol sérico corrobora com os resultados encontrados por Dokmanović et al. (2014) que aplicaram períodos de descanso mais curtos (média de 1,4 horas) e mais longos (média de 17 horas). Os resultados obtidos neste estudo diferem dos resultados encontrados por outros autores, que ao submeterem os animais a diferentes tempos de espera observaram efeitos no cortisol sérico. Em 2002, Perez e colaboradores submeteram os suínos a dois tempos de espera distintos (3h e 9h) e um grupo com abate imediato após desembarque, constatando que a ausência de repouso está correlacionada com aumento nos níveis de cortisol, enquanto o

repouso de 3h apresentou menor concentração de cortisol. Warris et al. (1992) identificaram que a recuperação de cortisol é completa dentro de 2 a 3h de descanso.

Não houve alterações na concentração de glicose e na atividade enzimática de creatinoquinase neste estudo. Entretanto, conforme relatado por Perez et al. (2002), a concentração sérica de glicose tende a diminuir com o aumento do tempo de espera devido ao jejum mais prolongado (a partir de 16h), momento em que o organismo mobiliza gordura como combustível para o metabolismo celular, tendo sido significativo no estudo supracitado pelo fato dos animais estarem 22h em jejum, o que difere do presente estudo. Sobre a creatinoquinase, Warriss et al. (1998a) e Warriss (2003) identificaram que os suínos que repousaram durante a noite (maior período) possuíam níveis mais baixos de CK quando comparados com suínos com repouso de 1 a 3h, o que está em contraste com os resultados do estudo de Perez (2002), no qual o grupo de suínos em repouso por 9h apresentou atividades enzimáticas de CK e LDH e número de hemácias superior, provavelmente em decorrência do maior tempo sem alimentação, acarretando estresse. A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos quanto aos parâmetros descritos.

Tabela 5. Parâmetros sanguíneos obtidos de suínos submetidos a diferentes densidades (D) e tempos de espera durante o período de descanso em frigorífico

Variável	D		T		Interação				EPM <sup>e</sup>	<i>P-value</i>		
	0,42 m <sup>2</sup>	0,66 m <sup>2</sup>	2 h	6 h	0,42 m <sup>2</sup>		0,66 m <sup>2</sup>			D	TE	Interação
					2 h	6 h	2 h	6 h				
Gli <sup>a</sup> , mg/dL	150,72	156,50	172,41	133,36	165	133,6	179,83	133,16	7,65	0,69	0,24	0,43
CK <sup>b</sup> , U/L	16.434,09	15.239,92	15.648,50	15.988,36	15.156,8	17.966,8	16.140,2	14.339,7	654,19	0,73	0,79	0,34
LDH <sup>c</sup> , U/L	2.227,18	2.519,58	2.756,58	2.468,64	2.728,17	2.726	2.785	2.254,17	94,91	0,06	0,20	0,12
Cort <sup>d</sup> , µg/dL	4,73	4,00	4,20	4,51	4,37	5,16	4,03	3,98	0,16	0,08	0,77	0,52
HT <sup>e</sup> , %	47,3	48,1	47,4	48	47,4	47,2	47,4	48,8	0,76	0,30	0,001	0,005

<sup>a</sup> GLI: Glicose; <sup>b</sup> CK: Creatinoquinase; <sup>c</sup> LDH: Lactato desidrogenase; <sup>d</sup> CORT: Cortisol; <sup>e</sup> HT: Hematócrito; <sup>e</sup> EPM: Erro padrão da média.

### 6.3 ANÁLISE DE QUALIDADE DA CARCAÇA

Para avaliar quantitativamente as carcaças, foram utilizados os dados das pesagens dos suínos e de carcaças para mensurar o rendimento das carcaças quentes por tratamento. Não houve efeito das variáveis no rendimento de carcaças. A média obtida (73%) foi menor do que a praticada atualmente pelo frigorífico (74%).

Em relação aos danos de pele em carcaça, a interação entre densidade e tempo de espera não apresentaram efeito estatisticamente significativo ( $P > 0,10$ ) sobre os índices (escores) de lesão na carcaça segundo os padrões do MLC (1985) e ITP (1996), sobre a localização, origem e a cor das lesões na carcaça ( $P > 0,10$ ).

Quando se observa apenas a densidade, em ambos os padrões utilizados verifica-se que as carcaças dos suínos que permaneceram alojados em condições de alta densidade apresentaram escores mais altos (2,17 vs. 2,03; EPM = 0,026;  $P < 0,001$ ) na escala MLC, corroborando com os dados obtidos utilizando a escala ITP, os quais demonstram que suínos alojados em densidade maior possuem algum tipo de lesão pelo corpo se comparado com os animais alojados com maior espaçamento (44,52% vs. 37,10%; EPM = 0,13 ;  $P = 0,0008$ ), tendo sido verificado que os suínos apresentavam nessas condições maior incidência de lesões em região de cabeça-ombro (31% vs. 29%) e pernil (20% vs. 14%). Esse efeito pode ser explicado pelo comportamento de sobreposição e brigas entre animais na busca de espaço para se deitar como já observado em estudos prévios (DRIESSEN et al., 2020; GEVERINK et al., 1996; MOSS, 1978).

Já em relação ao tempo de espera no frigorífico, verifica-se que as carcaças dos suínos que permaneceram mais tempo no frigorífico apresentaram escores da escala MLC maiores (2,17 vs. 2,03; EPM= 0,027;  $P = 0,02$ ), tendo sido confirmado pela avaliação da escala ITP (43,11% vs. 38,51%; EPM = 0,12;  $P = 0,02$ ), com maior incidência de lesões na região de lombo-peito (37% vs. 32%). Os resultados encontrados corroboram com outros estudos que verificaram que os suínos os quais permanecem por mais tempo nas baias possuem mais tempo para explorá-las e brigarem com seus companheiros de baia (DALLA COSTA et al., 2016; DOKMANOVIC et al., 2014; 2016; DRIESSEN et al., 2020; VITALI et al., 2017). Ademais, tal efeito também pode ser explicado pelo maior tempo de jejum que os animais foram submetidos e, conseqüentemente, aumento da agressividade ao permanecerem por mais tempo no frigorífico, conforme sugerem alguns autores (DOKMANOVIC et al., 2014; 2016; NANNI

COSTA et al., 2002; WARRISS, 2003). Pode-se notar que a localização das lesões mais comum nas carcaças foi na região da cabeça-ombro, normalmente, causadas por mordidas decorrentes de brigas, e lombo-peito ocasionada pelas montas ou contato físico.

O efeito simples de densidade e tempo de espera foi evidente na avaliação de cor das lesões, sendo observada uma maior incidência de lesões de coloração vermelha, quando comparada com a incidência de lesões escuras, em ambas as variáveis (D: 49,88% vs. 22,26%; EPM = 0,07;  $P < 0,0001$  e TE: 49,88% vs. 22,26%; EPM = 0,06;  $P = 0,012$ ), indicando que a maioria das lesões analisadas eram provavelmente causadas durante o período de descanso no frigorífico, uma vez que a cor “vermelha” corresponde a uma lesão recente ocorrida dentro de 10 horas e a cor “escura” corresponde a lesões de mais de 24 horas (ROCHA et al., 2013).

#### 6.4 ANÁLISE DA AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA CARNE

Sobre as análises qualitativas, pode-se notar que a interação entre densidade e tempo de espera não teve nenhum efeito sobre os parâmetros de qualidade da carne ( $P > 0,10$ ; Tabela 6). Em relação à densidade, as perdas por gotejamento (PPG) foi a característica de qualidade da carne mais afetada pelos tratamentos neste estudo, sendo mais baixa no lombo de suínos alojados a uma densidade mais alta ( $P = 0,04$ ). Essa perda pode ser parcialmente explicada pela falta de descanso e recuperação necessária, devido à maior incidência de brigas (segundo os resultados das lesões na carcaça) e busca de espaço (mais sentados e mais sobrepostos) o que reduz o nível de glicogênio muscular.

Já em relação ao tempo de espera no frigorífico, a pHu foi a única variável impactada, na qual se verificou que quanto maior o tempo de espera, ligeiramente maior o pHu da carne ( $P = 0,005$ ), corroborando com o estudo de Warriss et al. (1998) que identificaram que o pHu foi maior em todos os músculos após um tempo de espera mais longo (até uma noite). Do ponto de vista de Perez et al. (2002), seria recomendado um tempo de espera superior a 3h para obtenção de melhores valores de pHu (5,6 – 6), uma vez que no estudo realizado os autores evidenciaram pHu mais baixos que poderiam implicar em carne PSE nos suínos abatidos sem repouso. Porém, a diferença nos valores de pHu de forma isolada são de pouca importância biológica e econômica.

Embora a perda de líquidos por gotejamento e o pH final tenham apresentado efeito em relação à densidade e tempo de espera, respectivamente, não foram observadas neste estudo a

ocorrência de classes PSE, RSE, PFN e DFD, sendo a carne RFN a classe de qualidade predominante das carnes amostradas.

Para as demais variáveis não houve efeito em relação à densidade e tempo de espera no frigorífico.

Tabela 6. Parâmetros qualitativos da carne suína proveniente de suínos submetidos a densidade (D) e tempo de espera (TE) no frigorífico

Variável	D		TE		Interação				EPM <sup>f</sup>	<i>P-value</i>		
	0,42 m <sup>2</sup>	0,66 m <sup>2</sup>	2 h	6 h	0,42 m <sup>2</sup>		0,66 m <sup>2</sup>			D	TE	Interação
					2 h	6 h	2 h	6h				
pHu	5,45	5,48	5,45	5,47	5,48	5,41	5,41	5,54	0,04	0,90	0,05	0,71
T°	3,76	3,63	3,47	3,91	3,41	4,09	3,52	3,72	0,18	0,55	0,84	0,25
Cor subjetiva <sup>a</sup>	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	2,66	0,10	0,41	0,49	0,78
L*	43,34	43,57	43,88	43,03	43,71	42,96	44,04	43,10	0,26	0,75	0,81	1,00
a*	3,76	3,81	3,86	3,71	3,88	3,64	3,84	3,78	0,07	0,10	0,80	0,75
b*	2,20	2,24	2,25	2,18	2,29	2,11	2,23	2,26	0,10	0,37	0,92	0,72
PPG <sup>b</sup> , %	3,73	4,37	4,35	3,74	3,93	3,52	4,78	3,96	0,18	0,04	0,94	0,42
PPD <sup>c</sup> , %	5,75	5,84	5,66	5,94	5,63	5,88	5,69	5,99	0,30	0,59	0,21	0,70
PPC <sup>d</sup> , %	24,08	24,49	23,68	24,88	23,77	24,38	23,60	25,38	0,42	0,79	0,94	0,77
FC <sup>e</sup> , kg	3,69	3,60	3,60	3,69	3,70	3,68	3,51	3,70	0,07	0,22	0,44	0,43

<sup>a</sup> Avaliação de cor subjetiva (de 1 = pálido a 6 = obscuro; Nakai et al., 1975); <sup>b</sup> PPG: Perda de líquidos por gotejamento; <sup>c</sup> PPD: Perda de líquidos por descongelamento; <sup>d</sup> PPC: Perda de líquidos por cocção; FC: <sup>e</sup> Força de cisalhamento; <sup>f</sup> Erro padrão da média.

## 7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste estudo, pode-se concluir que, nas condições comerciais avaliadas do ponto de vista do bem-estar animal e qualidade de carcaça, a densidade de 0,66m<sup>2</sup>/suíno pode ser considerada a mais adequada por não ter influenciado negativamente os níveis de cortisol, o comportamento animal, no que se refere às posturas de descanso apropriadas para os suínos e no índice de danos na pele decorrentes de briga ou montas, foi influenciado também pelo maior tempo de espera. Sob a perspectiva de qualidade de carne, embora não tenham sido identificados prejuízos na qualidade, os suínos apresentaram maior facilidade de acesso ao objeto de enriquecimento ambiental e maior atividade de exploração, o que pode ter contribuído para a maior perda por gotejamento e aumento da atividade enzimática de LDH.

## 8. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL – ABPA [2023]. **Relatório Anual 2023**. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>> Acesso em: 01 out. 2023.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A [2009]. **Avaliação da carne suína**. In: Universidade Estadual de Londrina – UEL, Londrina: Editora Midiograf, 2009.120 p.
- BROWN, S.N.; KNOWLES, T.G.; EDWARDS, J.E.; WARRISS, P. D [1999a]. Relationship between food deprivation before transport and aggression in pigs held in lairage before slaughter. **Veterinary Record**. v. 145, n.22, p. 630–634, 1999. Disponível em: <<https://bvajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1136/vr.145.22.630>> DOI: 10.1136/vr.145.22.630. Acesso em: 04 jul. 2023.
- BROWN, S.N.; KNOWLES, T.G.; EDWARDS, J.E.; WARRISS, P.D. [1999b] Behavioural and physiological responses of pigs to being transported for up to 24 hours followed by six recovery in lairage. **Veterinary Record**. v. 145, n. 15, p. 421-426, 1999. Disponível em: <<https://bvajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1136/vr.145.15.421>> DOI:10.1136/vr.145.15.421. Acesso em: 16 out. 2023.
- CANDIANI, D., SALAMANO, G., MELLIA, E., DOGLIONE, L., BRUNO, R., TOUSSAINT M., & GRUYS, E. [2008]. A Combination of Behavioral and Physiological Indicators for Assessing Pig Welfare on the Farm. **Journal of Applied Animal Welfare Science**, 11(1), 1–13. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10888700701729080>> DOI:10.1080/10888700701729080. Acesso em: 21 jan. 2024
- DALLA COSTA, F.A.; DEVILLERS, N.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R; FAUCITANO, L. [2016]. 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. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.03.033>> DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.03.033. Acesso em: 14 jun. 2023.
- DALLA COSTA, F.A.; DALLA COSTA, O.A.; DI CASTRO, I.C.; GREGORY, N.G.; DI CAMPOS, M.S.; LEAL, G.B.M.; TAVERNARI, F.C. [2019]. Ease of Handling and Physiological Parameters of Stress, Carcasses, and Pork Quality of Pigs Handled in Different Group Sizes. **Animals**. v. 9, n. 10, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/ani9100798>> DOI: 10.3390/ani9100798. Acesso em: 04 jul. 2023.
- DOKMANOVIC, M.; IVANOVIC, J.; JANJIC, J.; BOSKOVIC, M.; LAUDANOVIC, M.; PANTIC, S.; BALTIC, M. Z. [2016] Effect of lairage time, behaviour and gender on stress and meat quality parameters in pigs. **Animal Science Journal**. v. 88, n. 3, p. 500–506, 2016. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/asj.12649>> DOI:10.1111/asj.12649. Acesso em: 16 out. 2023.
- DOKMANOVIC, M.; VELARDE, A.; TOMOVIĆ, V.; GLAMOČLIJA, N.; MARKOVIĆ, R.; JANJIĆ, J.; BALTIC, M.Z. [2014] 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.

Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.003> DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.06.003. Acesso em: 14 jun. 2023.

DRIESSEN, B; FRESON L.; BUYSE J. [2020]. Fasting Finisher Pigs before Slaughter Influences Pork Safety, Pork Quality and Animal Welfare. **Animals** (Basel). v. 10, n. 12, p. 2206, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/10/12/2206>> DOI: 10.3390/ani10122206. PMID: 33255610; PMCID: PMC7761097. Acesso em: 31 jan. 2024.

FAUCITANO, L. [2018] Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality. **J Anim Sci.** v. 96, n. 2, p. 728-738, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/jas/skx064>> DOI: 10.1093/jas/skx064. Acesso em: 14 jun. 2023.

FAUCITANO, L.; CONTE, S.; POMAR, C.; PAIANO, D.; DUAN, Y.; ZHANG, P.; DROUIN, G.; RINA S.; GUAY, F.; DEVILLERS, N. [2020] Application of extended feed withdrawal time preslaughter and its effects on animal welfare and carcass and meat quality of enriched-housed pigs. **Meat Sci.** v. 167, p. 18-163, sep. 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174019311556>> DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108163. Epub 2020 Apr 25. PMID: 32387878. Acesso em: 14 jun. 2023.

FAUCITANO, L.; RAJ, M [2022]. **Pigs**. In: Preslaughter Handling and Slaughter of Meat Animals. Wageningen (The Netherlands): Wageningen Academic Publishers, 2022. p. 179-230.

FRAQUEZA, M.J.; ROSEIRO, L.C.; ALMEIDA, J.; MATIAS, E.; SANTOS, C.; RANDALL, J.M. [1998] Effects of lairage temperature and holding time on pig behavior and on carcass and meat quality. **Applied Animal Behavior Science.** v. 60, n. 4, p. 317-330, 1998. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0168159198001567?via%3Dihub>> Acesso em: 14 jun. 2023.

GEVERINK, N.A.; ENGEL, B.; LAMBOOIJ, E.; WIEGANT, V.M. [1996] 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. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0168-1591\(96\)01069-6](https://doi.org/10.1016/0168-1591(96)01069-6)> DOI: 10.1016/0168-1591(96)01069-6. Acesso em: 14 jun. 2023.

HAMBRECHT, E.; EISSEN, J.J.; NEWMAN, D.J.; SMITS, C.H.M.; DEN HARTOG, L.A.; VERSTEGEN, M.W.A. [2005]. Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. **Journal of Animal Science.** v.83, n. 2, p. 440-448, 2005. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/2005.832440x>> DOI: 10.2527/2005.832440x. Acesso em: 04 jul. 2023.

ITP - INSTITUT TECHNIQUE DU PORC. [1996]. **Notation des hématomes sur couenne - porcs vivant ou carcasses** Le Rheu: ITP, 1996. 45p.

KAUFFMAN, R.G.; CASSENS, R.G.; SCHERER, A.; MEEKER, D.L. [1992] Variation in pork quality. In: **National Pork Producers Council publication**. Des Moines: IA, 1992.

MLC – Meat and Livestock Commission. [1985] **Rindside Damage Scale**. Reference 2031M 8/85. Bletchley (UK): Milton Keynes, Meat and Livestock Commission, 1985.

- MOSS, B. W. [1978]. Some observations on the activity and aggressive behaviour of pigs when penned prior to slaughter. **Applied Animal Ethology**. v. 4, n. 4, p. 323–339, 1978. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/0304-3762\(78\)90004-4](https://doi.org/10.1016/0304-3762(78)90004-4)>. DOI:10.1016/0304-3762(78)90004-4. Acesso em: 04 jul. 2023.
- NAKAI, H.; SAITO, F.; IKEIDA, T.; ANDO, S.; KOMATSU, A. [1975]. Standard models of pork-colour. **Bull. Nat. Inst. Animal Indust.** Chiba, Japan, v. 29, p.69-74, 1975.
- NANNI COSTA, L.; LO FIEGO, D.P.; DALL'OLIO, S.; DAVOLI, R.; RUSSO, V. [2002]. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. **Meat Science**. v. 61, n. 1, p. 41–47, 2002. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(01\)00160-7](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(01)00160-7)> DOI: 10.1016/S0309-1740(01)00160-7. Acesso em:14 jun. 2023.
- PÉREZ, M.P.; PALACIO, J.; SANTOLARIA, M.P.; DEL ACEÑA, M.C.; CHACÓN, G., VERDE, M.T.; CALVO, J.H.; ZARAGOZA, M.P.; GASCÓN, M., GARCÍA-BELENQUER, S. [2002] Influence of lairage time on some welfare and meat quality parameters in pigs. **Vet Res**. v. 33, n. 3, p. 239-50, 2002. Disponível em: <<https://www.vetres.org/articles/vetres/abs/2002/03/02/02.html>> DOI: 10.1051/vetres:2002012. Acesso em: 14 jun.2023.
- ROCHA, L.M.; BRIDI, A.M.; FOURY, A.; MORMÈDE, P; WESCHENFELDER, A.V.; DEVILLERS, N.; BERTOLONI, W.; FAUCITANO, L. [2013]. Effects of ractopamine administration and castration method on the response to preslaughter stress and carcass and meat quality in pigs of two Piétrain genotypes. **J Anim Sci**. 2013, Aug, v. 91, n. 8, p. 3965-77, 2013. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jas/article/91/8/3965/4731470>> DOI: 10.2527/jas.2012-6058. Epub 2013 May 8. PMID: 23658339. Acesso em: 30 nov. 2023.
- SAS INSTITUTE INC. [2022]. **SAS University Edition**. Cary (NY): SAS Inst. Inc., 2022.
- TERLOUW, E.M.C.; ARNOULD, C.; AUPERIN, B.; BERRI, C.; LE BIHAN-DUVAL, E.; DEISS, V.; LEFÈVRE, F.; LENSINK, B.J.; MOUNIER, L. [2008]. Pre-slaughter conditions, animal stress and welfare: current status and possible future research. **Animal**. v. 2, n. 10, p. 1501-1517, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S1751731108002723>>. DOI:10.1017/S1751731108002723. Acesso em: 14 jun. 2023.
- TRINDER, P. [1969] Determination of blood glucose using an oxidase peroxidase system with a non-carcinogenic chromogen. **J. clin. Path**. v. 22, p. 158-161, 1969. Disponível em: <<https://jcp.bmj.com/content/jclinpath/22/2/158.full.pdf>> Acesso em: 16 out. 2023.
- VITALI, M.; CONTE, S.; LESSARD, M.; DESCHÊNE, K.; BENOIT-BIANCAMANO M.O.; CELESTE C.; MARTELLI G.; SARDI L.; GUAY, F.; FAUCITANO, L. [2017]. Use of the spectrophotometric color method for the determination of the age of skin lesions on the pig carcass and its relationship with gene expression and histological and histochemical parameters. **J Anim Sci**. v. 95, n. 9, p. 3873-3884, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.2527/jas2017.1813>> DOI: 10.2527/jas2017.1813. Acesso em:14 jun. 2023.

- WARRISS, P.D. [2003] Optimal lairage times and conditions for slaughter pigs: a review. **Vet Record**. v. 153, n. 6, p. 170–176, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1136/vr.153.6.170>> DOI: 10.1136/vr.153.6.170. Acesso em: 04 jul. 2023.
- WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E; KNOWLES, T.G. [1998a]. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Animal Science**, v. 66, Issue 1, p. 255-261, fev. 1998. Disponível em: < <https://doi.org/10.1017/S1357729800009036> > Acesso em: 04 jul. 2023.
- WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E.; ANIL, M.H.; FORDHAM, D.P. [1992]. Time in lairage needed by pigs to recover from the stress of transport, **Vet. Rec.** v. 131, p. 194-196, 1992. Disponível em: < <https://veterinaryrecord.bmj.com/lookup/doi/10.1136/vr.131.9.194>> DOI: 10.1136/VR.131.9.194. Acesso em: 19 jun. 2023.
- WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; KNOWLES, T.G.; EDWARDS, J.E.; KETTLEWELL, P.J.; GUISE, H.J. [1998b]. The effect of stocking density in transit on the carcass quality and welfare of slaughter pigs: 2. Results from the analysis of blood and meat samples. **Meat Science**. v. 50, n. 4, p. 447–456, 1998. Disponível em: <[https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(98\)00057-6](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(98)00057-6)> DOI:10.1016/S0309-1740(98)00057-6. Acesso em: 19 jun. 2023.
- WARRISS, P.D; BROWN, S.N.; KNOWLES, T.G. [2003]. Measurements of the degree of development of rigor mortis as an indicator of stress in slaughtered pigs. **Vet. Rec.** v.153, p.739-742, 2003. Disponível em: < <https://bvajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1136/vr.153.24.739>> Acesso em: 04 jul. 2023.
- WEEKS, C.A. [2008]. A review of welfare in cattle, sheep, and pig lairages, with emphasis on stocking rates, ventilation and noise. **Animal Welfare**. v. 17, n. 3, p. 275-284, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1017/S096272860003219X>> DOI: 10.1017/S096272860003219X. Access: 14 jun. 2023.
- WEISS, D.J.; WARDROP, J. [2010] **Schalm's veterinary hematology**. 6 ed. Wiley: Wiley–Blackwell, 2010.
- ZHANG, X.; LI, C.; HAO, Y.; GU, X. [2020]. Effects of Different Farrowing Environments on the Behavior of Sows and Piglets. **Animals**, v. 10, n. 2, p. 320, 2020. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2076-2615/10/2/320>> DOI:10.3390/ani1002032. Acesso em: 21 jan 2024.