

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CAMPUS
DE JABOTICABAL**

**RELAÇÃO ENTRE PONTUAÇÕES DE BEM-ESTAR ANIMAL
E A RESPOSTA DOS SUÍNOS AO MANEJO PRÉ-ABATE EM
DUAS PIRÂMIDES DE PRODUÇÃO**

Jade Pellenz

Médica Veterinária

2024

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CAMPUS
DE JABOTICABAL**

**RELAÇÃO ENTRE PONTUAÇÕES DE BEM-ESTAR ANIMAL
E A RESPOSTA DOS SUÍNOS AO MANEJO PRÉ-ABATE EM
DUAS PIRÂMIDES DE PRODUÇÃO**

Jade Pellenz

Orientador: Prof. Dr. Luigi Faucitano

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

Dissertação de mestrado apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

2024

FICHA CATALOGRÁFICA

P386r Pellenz, Jade
Relação entre pontuações de bem-estar animal e a resposta dos suínos ao manejo pré-abate em duas pirâmides de produção / Jade Pellenz. -- Jaboticabal, 2024
75 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Luigi Faucitano
Coorientador: Mateus Jose Rodrigues Paranhos Da Costa

1. Bem-estar animal. 2. Qualidade da carne. 3. Nível cortisol capilar. 4. Comportamento pré-abate. 5. Avaliação do bem-estar de suínos. I. Título.

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

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: RELAÇÃO ENTRE PONTUAÇÕES DE BEM-ESTAR ANIMAL E A RESPOSTA DOS SUÍNOS AO MANEJO PRÉ-ABATE EM DUAS PIRÂMIDES DE PRODUÇÃO

AUTORA: JADE PELLEZ

ORIENTADOR: LUIGI FAUCITANO

COORIENTADOR: MATEUS JOSÉ RODRIGUES PARANHOS DA COSTA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Ciência Animal, área: Fisiologia e Bem Estar Animal pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUIGI FAUCITANO (Participação Virtual)
Departament Dairy and Swine / Agriculture and AgriFood Canada

Profa. Dra. MARIA LUISA APPENDINO NUNES ZOTTI (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / Universidade do Estado de Santa Catarina (UFSC) - Chapecó/SC

Profa. Dra. ANA MARIA BRIDI (Participação Virtual)
Departamento de Zootecnia / Universidade Estadual de Londrina (UEL) - Londrina/PR

Jaboticabal, 22 de janeiro de 2024

LUIGI FAUCITANO

Documento assinado digitalmente

ANA MARIA BRIDI
Data: 24/01/2024 09:44:40-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Documento assinado digitalmente

MARIA LUISA APPENDINO NUNES ZOTTI
Data: 24/01/2024 16:09:47-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Jade Pellenz, filha de Sandro Jose Fogliato Pellenz e Solange Boeira Lacerda, nasceu no dia 21 de agosto de 1996, na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Em março de 2016, ingressou no curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, graduando-se em novembro de 2021. Em novembro de 2021, iniciou o Mestrado em Ciência Animal na Universidade Estadual Paulista - UNESP, campus de Jaboticabal, sob a orientação do Prof. Dr. Luigi Faucitano e coorientação do Prof. Dr. Mateus Jose Rodrigues Paranhos da Costa, dedicando-se à área de Fisiologia e Bem-estar animal de suínos. No dia 8 de dezembro de 2022, submeteu-se à banca para qualificação da Dissertação e no dia 22 de janeiro de 2024 realizou sua defesa.

DEDICATÓRIA

Dedico a todos os animais que foram tratados sem compaixão. É possível ser gentil com todos os nossos companheiros de jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por todas as oportunidades concedidas para adquirir conhecimento. Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, Sandro e Solange, que se empenharam ao máximo para viabilizar a realização dos meus sonhos.

Quero estender meus agradecimentos aos meus familiares que sempre me apoiaram e compreenderam minha ausência em eventos familiares devido ao compromisso com meus estudos. Agradeço também aos meus amigos de Porto Alegre, Uruguaiana e Jaboticabal, pois quem tem um amigo tem tudo.

Além disso, sou grata aos professores que me mostraram o valor do pensamento crítico, visto que desempenharam um papel fundamental em meu crescimento acadêmico e pessoal.

Não posso deixar de mencionar a gratidão que sinto pelos animais com os quais tive a oportunidade de compartilhar momentos, e que me foram fonte de inspiração para meu desenvolvimento profissional.

Meus colegas de laboratório ETCO merecem um agradecimento especial por toda ajuda, em especial no que diz respeito a estatística, e por terem me apoiado nos momentos de nervosismo que antecederam minha defesa.

Ao meu coorientador, Mateus Jose Rodrigues Paranhos da Costa, expresso minha gratidão pela orientação e pelos valiosos insights relacionados ao projeto e à dissertação.

A colaboradora Luiene Moura Rocha merece meu reconhecimento por ter me ensinado muito sobre bem-estar, auditorias e empatia.

Meu orientador, Luigi Faucitano, acreditou no meu potencial e esteve sempre presente quando precisei. Além de sua orientação, transmitiu conhecimentos sobre qualidade da carne, bem-estar e boas práticas na suinocultura. Além disso, ele desempenhou um papel importante ao me ajudar com o estágio no exterior em uma renomada instituição de pesquisa internacional.

Aos membros da banca Dra. Ana Maria Bridi e Dra. Maria Luisa Appendino Nunes agradeço por aceitarem participar desta etapa crucial da minha jornada como pesquisadora, colaborando ainda mais com este trabalho.

Agradeço à UNESP, uma instituição de ensino público que oferece qualidade educacional e um corpo docente de excelência.

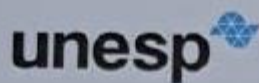
O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Definição de bem-estar animal	3
2.2 Fisiologia do estresse	4
2.2.1 Indicadores fisiológicos de estresse.....	6
2.2.1.1 Temperatura corporal	6
2.2.1.2 Ritmo cardíaco	7
2.2.1.3 Indicadores de estresse no sangue, saliva e pelo	7
2.3 Resposta Comportamental	11
2.4 Indicadores de saúde	12
2.5 Indicadores de qualidade da carcaça e da carne.....	13
2.6 Protocolos de auditoria de bem-estar animal	14
2.7 Fatores que influenciam a resposta dos suínos ao manejo pré-abate	16
2.7.1 Efeito da granja	16
2.7.2 Efeito do transporte	17
2.7.3 Efeito do manejo no frigorífico e no abate.....	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS	20
3.1 Animais e pirâmides de produção.....	20
3.2 Protocolo adaptado de bem-estar animal.....	21
3.3 Avaliações das granjas	22
3.3.1 Avaliação dos dados gerais	23
3.3.2 Avaliação dos fatores ambientais.....	23
3.3.3 Avaliação do fornecimento de alimentação e água	24
3.3.4 Avaliação das instalações.....	24
3.3.5 Avaliação de saúde	25
3.3.6 Avaliação do comportamento animal.....	27
3.4 Pontuação de bem-estar	28
3.5 Manejo pré-abate e abate	29
3.6 Medidas pós-abate.....	30

3.7 Análise estatística.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Avaliação global do protocolo adaptado de bem-estar animal	33
4.2 Avaliações nas granjas de terminação	33
4.3 Avaliação do comportamento durante o embarque	36
4.4 Condições de transporte.....	38
4.5 Condições dos animais e avaliação do comportamento ao desembarque	38
4.6 Avaliação do comportamento durante o manejo para o abate.....	39
4.7 Cortisol capilar, condições dos órgãos internos na carcaça	40
4.8 Avaliação da qualidade da carne.....	40
4.9 Correlações	41
5 CONCLUSÕES	44
6 REFERÊNCIAS.....	45

CEUA



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



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto de pesquisa intitulado "**Relação entre os escores de bem-estar animal das pirâmides de produção e a resposta dos suínos ao estresse pré-abate**" ", protocolo n.º 7667/23, sob a responsabilidade do Prof. Dr. MATEUS JOSÉ RODRIGUES PARANHOS DA COSTA, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei n.º 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 20 de setembro 2023.

Vigência do Projeto	25/09/2023 a 25/11/2023
Espécie / Linhagem	Suínos / Linhagem Comercial
Nº de animais	Amostra de pelo de 187 suínos
Peso / Idade	120 kg / 170 dias
Sexo	Machos e Fêmeas
Origem	Canadá

Jaboticabal, 20 de setembro de 2023.

Profa. Dra. Paola Castro Moraes
Vice-coordenadora em exercício – CEUA FCAV

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

RELAÇÃO ENTRE PONTUAÇÕES DE BEM-ESTAR ANIMAL E A RESPOSTA DOS SUÍNOS AO MANEJO PRÉ-ABATE EM DUAS PIRÂMIDES DE PRODUÇÃO

RESUMO – O bem-estar animal concentra-se na experiência subjetiva de cada animal, exigindo uma avaliação baseada em suas capacidades cognitivas e emocionais. O objetivo deste estudo foi avaliar a relação entre as pontuações de bem-estar durante as fases de produção, utilizando critérios de um protocolo adaptado, com o comportamento pré-abate, o estado fisiológico e, finalmente, a qualidade da carne. Foram avaliados 5.457 suínos de linhagem comercial e gênero misto. Entre 2018 e 2019, duas pirâmides de produção (113 e 146) foram analisadas com base em um protocolo adaptado a partir do Welfare Quality (2009), do Animal Care Assessment Program (2011) e do North American Meat Institute (2012). Esse protocolo foi aplicado nas granjas, no manejo pré-abate e incluiu análises fisiológicas do nível de cortisol capilar, além de análises da qualidade da carne. A pirâmide 146 apresentou piores condições ambientais na granja, um pior comportamento no manejo pré-abate e maior incidência de pneumonia na inspeção post-mortem. Em contrapartida, a pirâmide 113 apresentou condições superiores de bem-estar de acordo com as pontuações atribuídas, mas também exibiu níveis mais elevados de cortisol capilar e pior qualidade da carne. Os resultados das avaliações de bem-estar nas fazendas não explicaram a resposta fisiológica dos animais às condições de criação, já que a pirâmide com melhores condições de bem-estar também resultou em animais com maiores concentrações de cortisol capilar no abate. Esses achados destacam a complexidade da avaliação do bem-estar, que só pode ser aprimorada por meio de monitoramento contínuo e desenvolvimento de protocolos de auditoria mais eficazes e objetivos.

Palavras-chave: bem-estar animal, qualidade da carne, nível cortisol capilar, comportamento pré-abate, avaliação do bem-estar de suínos.

RELATIONSHIP BETWEEN ANIMAL WELFARE SCORES AND THE RESPONSE OF PIGS TO PRE-SLAUGHTER MANAGEMENT IN TWO PRODUCTION PYRAMIDS

ABSTRACT – Animal welfare focuses on the subjective experience of each animal, requiring an assessment based on their cognitive and emotional capacities. The objective of this study was to evaluate the relationship between welfare scores during production phases, using criteria from an adapted protocol, and pre-slaughter behavior, physiological state, and ultimately, meat quality. A total of 5,457 commercial-line, mixed-gender pigs were evaluated. Between 2018 and 2019, two production pyramids (113 and 146) were analyzed based on a protocol adapted from Welfare Quality (2009), the Animal Care Assessment Program (2011), and the North American Meat Institute (2012). This protocol was applied on farms, during pre-slaughter handling, and included physiological analyses of hair cortisol levels as well as meat quality assessments. Pyramid 146 demonstrated poorer environmental conditions on the farm, worse behavior during pre-slaughter handling, and a higher incidence of pneumonia during post-mortem inspection. In contrast, Pyramid 113 showed superior welfare conditions according to the assigned scores, but also had higher hair cortisol levels and poorer meat quality. The results of welfare assessments on the farms did not explain the physiological response of the animals to rearing conditions, as the pyramid with better welfare conditions also resulted in animals with higher hair cortisol concentrations at slaughter. These findings underscore the complexity of welfare assessment, which can only be improved through continuous monitoring and the development of more effective and objective auditing protocols.

Keywords: animal welfare, meat quality, hair cortisol levels, pre-slaughter behavior, swine welfare assessment.

LISTA DE ABREVIATURAS

- 11 β -HSD - 11 β -hidroxiesteróide desidrogenase
ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal
ACTH - hormônio adrenocorticotropina
ATP - trifosfato de adenosina
CCAC - *Canadian Council on Animal Care*
CFHS - *Canadian Federation of Humane Societies*
CFIA - *Canadian Food Inspection Agency*
CK - creatina quinase
CPE - *Canadian Pork Excellence*
CQA - *Canadian Quality Assurance*
CRH - hormônio corticotropina
DFD - *Dry, firm and dark*
ECC - escore de condição corporal
HCC - cortisol capilar
HPA - hipotálamo-hipófise-adrenal
LL - *Longissimus Lumborum*
NAMI - *North American Meat Institute*
NFACC - *National Farm Animal Care Council*
PBS - tampão fosfato salino
PSE - *Pale, soft, and exudative*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Divisão do corpo do animal para avaliação de lesões na pele	25
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Plantel de animais de cada granja (M: maternidade; C: Creche; T: Terminação) e o número total de animais avaliados por granja no estudo	21
Tabela 2. Principais variáveis mensuradas pelo protocolo adaptado nas granjas por categoria animal	23
Tabela 4. Classificação da qualidade da carne em relação ao pH, Cor L* e perda de água	31
Tabela 5. Notas de bem-estar animal das principais categorias avaliadas pelo protocolo adaptado por pirâmide de produção	33
Tabela 6. Notas de bem-estar animal atribuídas pelo protocolo adaptado para cada granja de terminação.....	34
Tabela 7. Parâmetros de dados zootécnicos, estruturais e de ambiência das granjas de terminação.....	35
Tabela 8. Parâmetros de saúde avaliados em cada granja de terminação.....	35
Tabela 9. Parâmetros comportamentais mensurados na baia em cada granja de terminação.....	36
Tabela 10. Descrição das características estruturais das baias e do carregador das granjas de terminação	36
Tabela 11. Principais respostas comportamentais no manejo pré-abate por pirâmide de produção	37
Tabela 12. Principais respostas comportamentais no momento do carregamento nas granjas de terminação	37
Tabela 13. Descrição das condições de transporte por granja de terminação.....	38
Tabela 14. Tempo de desembarque e condições dos suínos na chegada do frigorífico e principais respostas comportamentais no desembarque por granja de terminação.....	39
Tabela 15. Comportamentos durante o manejo no corredor e na entrada da câmara de CO ² por pirâmide de produção	39
Tabela 16. Tempo de espera e comportamentos dos suínos durante o manejo no corredor do abate por granja de terminação	40

Tabela 17. Avaliação do cortisol capilar, lesões na carcaça e pneumonia	40
Tabela 18. Qualidade da carne e classificação por granjas de terminação	41
Tabela 19. Classificação da qualidade da carne por pirâmide de produção	41
Tabela 20. Correlações de Spearman entre parâmetros ambientais, fisiológicos, comportamentais e de qualidade da carne.....	43

1 INTRODUÇÃO

A carne suína é a proteína mais consumida globalmente, com uma produção total de 115.215 milhões de toneladas em 2023, conforme dados da ABPA (2024). Dentre os aspectos de produção, o bem-estar animal possui uma posição de destaque, uma vez que a conscientização e preocupação em relação ao tratamento dos animais ao longo da cadeia produtiva têm aumentado significativamente (Faucitano et al., 2022). No Brasil, além dos consumidores estarem mais preocupados com preços e segurança alimentar, há o fato do país ser um grande exportador, o que leva as exigências internacionais de bem-estar animal a impulsionarem empresas a investir nessas políticas, para que a carne produzida seja comercializada em seu território (Faucitano et al., 2022).

O bem-estar animal concentra-se na experiência subjetiva de cada animal, demandando uma avaliação da situação com base em suas capacidades cognitivas e emocionais (Terlouw e Bourguet, 2022). Adicionalmente, essa perspectiva é multidisciplinar, considerando o funcionamento biológico, os estados afetivos e a vida natural do animal como parâmetros essenciais para a avaliação do seu bem-estar (Fraser, 2008).

Diversos protocolos de auditoria de bem-estar animal cientificamente validados, como o Welfare Quality (2009), o do North American Meat Institute (2021) e o PigCare (2014), são empregados para a avaliação do bem-estar animal em contexto comercial. No entanto, as comparações abrangentes entre diferentes sistemas de produção tornam-se desafiadoras devido à considerável variação entre instalações e práticas de gestão (Faucitano et al., 2022).

Dada a relevância socioeconômica significativa da produção suína em escala global, estudos direcionados para analisar o impacto das auditorias de bem-estar animal na relação com a qualidade do produto tornam-se cruciais. Essas análises têm como objetivo principal fornecer instrumentos fundamentais, visando a criação de estratégias voltadas para minimizar questões relacionadas à saúde animal, ao bem-estar e ao comportamento, sendo expressas na qualidade da carne e fornecendo informações relevantes aos consumidores.

Assim, com base nos requisitos voltados para o contexto comercial, há necessidade de desenvolver métodos e instrumentos não invasivos, rápidos e, principalmente, de fácil utilização para que possam avaliar esses indicadores fisiológicos de estresse nos momentos da criação e na instalação do abate, como alternativas aos procedimentos analíticos mais tradicionais (Rocha et al., 2016).

No estudo de Rocha et al. (2016) foram comparados escores de auditorias nas granjas com escores de auditoria no manejo pré-abate e abate para avaliar a eficácia desses protocolos como ferramentas de avaliação de bem-estar animal. Porém, nunca foi feito um estudo com protocolo aplicado em toda a cadeia de produção, desde a maternidade até a qualidade de carne.

O objetivo deste estudo, portanto, consistiu em avaliar se há relação entre pontuações de bem-estar (avaliados por meio de critérios de auditoria nas diferentes etapas da produção), o comportamento pré-abate, o estado fisiológico ao abate e, por fim, a qualidade da carne.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Definição de bem-estar animal

Os animais são seres sencientes, ou seja, possuem a capacidade de sentir diferentes emoções, como raiva, medo, compaixão e afins, sendo que, em situações estressantes, podem desenvolver mecanismos neurobiológicos complexos, que tendem a resultar em consequências físicas e emocionais negativas, principalmente quando estão confinados (Durham, 2003; Broom e Molento, 2004).

O bem-estar animal trata-se do estudo do animal em relação à sua capacidade de adaptação ao espaço em que se encontra e da realização de padrões comportamentais para estar em harmonia com o seu ambiente (Hughes e Duncan, 1988). A existência de lesões e doenças que geram dor e sofrimento são contrárias ao bem-estar animal, visto que demonstram sua dificuldade de adaptação (Broom, 1986; Broom e Johnson, 1993; Borges, 2016).

No que se refere à análise de estados mentais, o bem-estar relaciona-se com a capacidade dos animais de terem emoções positivas e negativas, como sofrimento e prazer. Mudanças comportamentais e fisiológicas podem indicar a motivação e a emoção dos animais (Broom, 1998; Appleby, 1999; Dawkins, 2000; Mendl e Paul, 2004).

A temática do bem-estar animal relaciona-se com as chamadas Cinco Liberdades - ou sua evolução, os Cinco Domínios - que estão relacionados ao bem-estar animal durante o manejo dos animais sobre o bem-estar (Arndt et al., 2022). Essas Cinco Liberdades, na realidade, são padrões mínimos de bem-estar e qualidade de vida para os animais, e consistem em serem I) livres de fome, sede e má nutrição; II) livres de dor, lesão e doença; III) livres de medo e angústia; IV) livres de desconforto; e V) livres para manifestar o padrão comportamental da espécie (Alves, 2015). Ou seja, elas envolvem a liberdade psicológica, comportamental, fisiológica/nutricional, sanitária e a liberdade ambiental (Souza, 2007; Mellor et al., 2020). Porém, as cinco liberdades são estados ideais e não padrões aceitáveis para o bem-estar. Essas não levam em consideração o fato dos aspectos negativos como

fome, sede, medo... são importantes para a sobrevivência do animal, pois despertam mecanismos comportamentais de urgência para atingir o resultado funcional para sua necessidade (Mellor, 2016).

As cinco liberdades não orientavam apenas para estados desejados, deixando de lado estados a importância dos aspectos negativos no bem-estar animal. Dessa forma, não sendo eficiente para interpretar de forma coerente os diferentes tipos de impacto no bem-estar animal, diferente do princípio dos cinco domínios. Esse princípio avalia tanto os desequilíbrios físicos e funcionais bem como a restrição comportamental e depois identifica os impactos negativos que cada desequilíbrio pode gerar (Mellor, 2016).

Os domínios compreendem outras características que são importantes para o bem-estar animal, sendo divididos em cinco grupos: I) Nutricional: privação de água e alimento, desnutrição; II) Ambiental: questões relacionadas ao frio, calor, acomodação suja ou com espaço insuficiente, manejo inadequado ou até violento; III) Saúde: doenças, ferimentos; IV) Comportamento: restrições no comportamento da interação com a própria espécie ou outras; e V) Estados mentais: questões relacionadas a estados mentais negativos, como fome, sede, solidão, ansiedade ou depressão (Mellor et al., 2020).

2.2 Fisiologia do estresse

Pode-se afirmar que o estresse faz parte da vida dos animais e pode gerar efeitos biológicos estimulantes ou, até mesmo, gratificantes. Porém, ele pode ter um efeito negativo no bem-estar do indivíduo (Moberg e Mench, 2000). O estresse é um processo fisiológico que ajuda o animal a se preparar e reagir a um estímulo perturbador (Sharpley, 2009), que pode representar uma ameaça ao estado homeostático do animal e alterar sua fisiologia e saúde (Johnson et al., 1992). Esses estímulos ameaçadores, também chamados de estressores, são reconhecidos como físicos ou psicológicos (Godoy et al., 2018).

Os estressores físicos incluem alterações na fisiologia do animal, condições externas extremas e estressores multifacetados. Por exemplo, mudanças na

temperatura e umidade relativa são condições externas extremas que podem afetar os animais. Estressores multifacetados como agressão física, confinamento, barulhos intensos e má alimentação também podem impactar negativamente. Esses estressores podem causar uma série de efeitos na fisiologia do animal, como a diminuição dos níveis de glicose no sangue e a tensão física de uma lesão (Johnson et al., 1992). Quando um animal experimenta um estressor físico, o corpo responde rapidamente, produzindo sinais nos órgãos que foram afetados por essa situação, como o aumento de batimentos cardíacos e da sudorese, causando, como consequência, respostas imediatas que auxiliam o órgão na adaptação ao estressor (Sharpley, 2009).

Em contraste, os estressores psicológicos envolvem mais transmissões indiretas dos órgãos que detectam os estímulos ameaçadores para o cérebro, uma vez que essas respostas são altamente baseadas na experiência prévia ou na memória do estressor que resultam em um estímulo de emoções como medo ou frustração (Sharpley, 2009).

A intensidade do estresse classifica-se em aguda e crônica (Sharpley, 2009). O estresse agudo é de curta duração e ocorre quando um estressor desencadeia uma resposta rápida pelo sistema nervoso central, seguida por um rápido retorno à homeostase (Sharpley, 2009; Godoy et al., 2018). Simultaneamente, ocorre a ativação do sistema simpático, com a liberação de catecolaminas, como adrenalina e noradrenalina. Essas substâncias induzem um aumento na frequência cardíaca e a vasoconstrição visceral, elevando a pressão sanguínea e redirecionando o fluxo para a musculatura esquelética. Concomitantemente, há contração esplênica, redução da motilidade gastrointestinal e aumento na secreção de glucagon no pâncreas, com diminuição da insulina (Moberg e Mench, 2000).

O estresse crônico ocorre a longo prazo, quando um animal é repetidamente exposto ao mesmo estressor ao longo do tempo (Dantzer e Mormède, 1983), e envolve a ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA). Nesse processo, o hipotálamo libera o hormônio corticotropina (CRH), estimulando a hipófise a secretar o hormônio adrenocorticotropina (ACTH), que, por sua vez, desencadeia a liberação de glicocorticoides pela glândula adrenal. Os glicocorticoides promovem a lipólise do tecido adiposo por meio da gliconeogênese, geram catabolismo proteico no

músculo, estimulam a gliconeogênese no fígado e suprimem os mecanismos do sistema imunológico (Moberg e Mench, 2000).

Compreender esses dois mecanismos é crucial para interpretar com precisão os resultados das análises fisiológicas. Ademais, uma vez que os animais enfrentam diversos tipos de estresse ao longo de suas vidas, é imperativo reconhecer os parâmetros específicos utilizados para avaliar cada situação. A avaliação de estresse pode ser realizada quantitativamente, por meio de indicadores como comportamento, saúde, fisiologia e produtividade (Candiani et al., 2008; Terlouw e Bourguet, 2022). Entre os diferentes métodos utilizados para quantificar o estresse, os dois mais comuns são a observação do comportamento e avaliação da variação dos níveis de biomarcadores fisiológicos em combinação com o ambiente circundante (Martínez-Miró et al., 2016; Bushby et al., 2021; Terlouw e Bourguet, 2022). Para uma quantificação mais confiável do estresse é recomendável avaliar os indicadores fisiológicos em paralelo com aqueles comportamentais (Scollo et al., 2014), uma vez que a variação comportamental nem sempre está relacionada a situações estressantes (Le Neindre et al., 2001).

2.2.1 Indicadores fisiológicos de estresse

2.2.1.1 Temperatura corporal

Estressores como o aumento da temperatura ambiente ou a atividade física estimulam o sistema nervoso autônomo (SNA) e alteram o fluxo sanguíneo e o tônus vascular periférico, o que eleva a temperatura corporal para valores que variam de 39 a 41°C (Faucitano e Lambooj, 2019). O aumento da temperatura corporal também pode levar à respiração acelerada e ao aumento nos batimentos cardíacos, podendo afetar a qualidade da carne (Faucitano e Lambooj, 2019; Terlouw e Bourguet, 2022). A zona termoneutra do suíno depende da fase de crescimento, podendo variar de 10 a 25°C (Bracke et al., 2020; EFSA, 2022), e de fatores externos, como a umidade do ar, presença de ventilação e a saúde dos animais.

2.2.1.2 Ritmo cardíaco

A alteração na frequência cardíaca resulta do estímulo dos ramos simpático e parassimpático do SNA através da liberação de adrenalina da medula adrenal (Stermer et al., 1982; Byrd et al., 2020). A variação na frequência cardíaca é descrita como taquicardia (aumento dos batimentos) causada pela epinefrina em resposta a um estressor agudo ou atividade física (Faucitano e Lambooi, 2019). O aumento da taquicardia pode ser fatal para um suíno devido ao pequeno tamanho do coração em relação ao volume de seu corpo e com bradicardia, situação que aumenta o esforço no trabalho do órgão devido ao rápido crescimento do animal (Faucitano e Lambooi, 2019).

A medida da frequência cardíaca pode ser uma medida útil da resposta a um estressor de curto prazo. Porém, deve-se tomar cuidado ao usar frequência cardíaca como indicador de estresse porque é difícil distinguir atividade metabólica de uma resposta emocional, como excitação sexual e acasalamento (Broom e Jonhson, 1993).

O monitoramento do ritmo cardíaco se dá por meio de aparelhos, como os eletrocardiográficos instalados ao redor do animal (Faucitano e Lambooi, 2019).

2.2.1.3 Indicadores de estresse no sangue, saliva e pelo

Parâmetros indicadores de estresse podem ser avaliados numa variedade de amostras biológicas, como sangue, saliva, urina, fezes, leite e pelo. Uma variável comumente usada para medir o estresse em suínos é a avaliação do seu nível de cortisol, que é o principal glicocorticoide na maioria dos mamíferos, sendo liberado pelo eixo HPA após o animal ter contato com algum estressor. Ele também desempenha importantes funções fisiológicas como regulação do ciclo circadiano e regulação da pressão arterial (Wiechers et al., 2021).

Os níveis de cortisol no sangue ou saliva são bons indicadores de estresse agudo devido ao seu rápido aumento na presença de um estressor, tendo uma meia vida no plasma de 66 minutos em condições normais (Weitzman et al., 1971), e

rápida diminuição - questão de minutos - uma vez que o estressor é removido (Vining et al., 1983; Verkerk et al., 1998). Devido às suas limitações fisiológicas resultantes de seu estado bioquímico no sangue, a análise do cortisol salivar parece ser mais precisa do que medir o cortisol plasmático, pois não é invasiva e proporciona maior conforto no manejo do animal, embora o nível de cortisol na saliva seja aproximadamente 5 a 10% menor em relação ao do plasma, além de ter um tempo de resposta mais lento devido à conversão de cortisol em cortisona nas glândulas salivares (Broom, 2003).

O lactato é um subproduto da glicólise que ocorre em condições de baixo oxigênio celular, sendo produzido nos seres humanos a uma taxa de 15-30 mol/Kg/dia (Terlouw e Bourguet, 2022). Durante a atividade muscular, que requer energia fornecida pela quebra de glicogênio nos músculos esqueléticos, o suprimento de oxigênio pode ser insuficiente, especialmente em exercícios intensos. Nessa situação, a energia é liberada por meio de um processo anaeróbico que converte piruvato em lactato (Nelson e Cox, 2008). Esse lactato é produzido quando o músculo em atividade excede seu limiar anaeróbico (Knowles e Warriss, 2000), sendo liberado na corrente sanguínea em situações de grande perturbação, medo, ou dano muscular causado por exercício físico vigoroso (Broom, 1995).

Durante o exercício, os níveis plasmáticos de lactato podem ultrapassar 20 mmol/L devido à falta de oxigênio no músculo em atividade, mas essa é uma situação transitória, pois o corpo pode eliminar rapidamente o lactato - até 500 mmol/h (Terlouw e Bourguet, 2022). Em situações de repouso, o fígado e os rins removem cerca de 60% e 25-30% do lactato circulante, respectivamente, convertendo-o em glicose (Terlouw e Bourguet, 2022). Em animais, como os suínos, o lactato sanguíneo é um indicador de estresse de curto prazo, atingindo o pico em quatro minutos e retornando aos níveis basais duas horas após o exercício físico (Anderson, 2010). Como o lactato sanguíneo não é influenciado pelo manuseio pós-atordoamento (Aalhus et al., 1991), o nível de lactato no sangue de um porco no abate reflete o estado fisiológico do animal antes do abate.

A enzima CK, presente nos músculos esqueléticos, desempenha um papel crucial na manutenção da homeostase energética em áreas com alta demanda de trifosfato de adenosina (ATP) (Dieni e Storey, 2009). Quando o consumo de ATP

aumenta, a atividade da CK também se eleva para ressintetizar o ATP. Em estudos pré-abate, a CK é medida no soro sanguíneo ou plasma como um indicador de dano muscular de longo prazo causado por intenso exercício físico (Knowles e Warriss, 2000), já que sua concentração atinge o pico máximo seis horas após o estresse e só retorna aos níveis basais 48 horas depois (Correa et al., 2013).

O cortisol no pelo pode ser um bom indicador de estresse a longo prazo, pois os resíduos contêm catecolaminas e glicocorticoides que se acumulam por vários dias, permitindo uma análise retrospectiva do estado de estresse (Gow et al., 2010). Além disso, essa análise possui vantagens como manejos simples, dispensa de logística específica de transporte e armazenamento, além de oferecer a possibilidade de ser usada para avaliar um estado crônico de estresse fisiológico (Gow et al., 2010). Destaca-se que na análise de pelos podem ocorrer situações em que o cortisol é inativado pela ação da enzima 11 β -hidroxiesteróide desidrogenase (11 β -HSD) tipo 2, convertendo-o em cortisona, enquanto a enzima 11 β -HSD tipo 1 está envolvida na redução do grupo 11-ceto em álcool, convertendo cortisona em cortisol. Ambas as isoformas são expressas na pele e no cabelo, resultando em valores mais precisos na mensuração dos níveis de estresse do animal (Gow et al., 2010; Slominski et al., 2013; Jewgenow et al., 2020; Escribano et al., 2023).

Entretanto, é importante pontuar que o valor de cortisol no pelo do animal pode variar segundo a sua idade (sendo maior em animais mais velhos), a cor do pelo (maior em pelo preto em relação ao branco), a região anatômica (valores maiores na ponta do rabo em relação às costas e ao colo), a posição no pelo (maior perto do bulbo), a estação e o nível de contaminação (Heimburge et al., 2019).

No entanto, os resultados sobre os efeitos do estresse sobre os níveis do cortisol capilar são contraditórios. Em um estudo realizado por Wiechers et al. (2021), objetivou-se analisar o cortisol capilar como um indicador de estresse crônico em suínos, utilizando, como base, dois sistemas de parto diferentes. Foram analisados seis lotes, sendo três em sistema de gaiolas de maternidade e três em sistema de alojamento solto. Ambos os sistemas foram instalados em salas adjacentes, e em ambos as porcas foram alojadas individualmente. Foram coletadas amostras de pelo no pescoço dos animais e o cortisol foi analisado por meio de quimioluminescência. Como resultado, observou-se que as concentrações médias

de cortisol capilar (HCC) não diferiram significativamente entre os sistemas. Assim, concluíram neste estudo que os sistemas de parto não interferiram no nível de cortisol.

Em contrapartida, um estudo realizado por Escribano et al. (2023) objetivou avaliar o cortisol e a cortisona no pelo como indicadores de estresse térmico em suínos em crescimento criados sob altas temperaturas ambientais. A amostra foi composta por dois lotes de animais divididos em quatro ambientes durante dois anos (2020 e 2021). Em 2020, o ambiente 1 tinha climatização e 11 suínos por baia; o 2 não tinha climatização e possuía 13 suínos por baia; o 3 não tinha climatização e havia 11 suínos por baia; o ambiente 4 tinha climatização e 13 suínos por baia. Já em 2021, todos os ambientes possuíam 13 suínos por baia, mas o 1 e o 4 não eram climatizados e o 2 e o 3, sim. Em todos os testes, os resultados evidenciaram que as concentrações de cortisol no pelo não indicaram qualquer alteração significativa em relação à climatização. Porém, em ambos os anos, a concentração de cortisona no pelo foi de 172,3 pg/mg e 105,8 pg/mg a menos em suínos alojados em sistemas com climatização em comparação àqueles sem ela. Além disso, a relação cortisona/cortisol, que é um indicador da atividade da 11 β -hidroxiesteróide desidrogenase (11 β -HSD) tipo 2, também foi maior em salas sem climatização do que nas salas com climatização em ambos os ensaios. Assim, os autores concluíram que os suínos criados em altas temperaturas ambientais apresentam níveis elevados de cortisona capilar, mas sem alterações significativas na concentração de cortisol capilar, o que é plausível devido ao aumento da atividade enzimática da 11 β -hidroxiesteróide desidrogenase tipo 2 sob estresse térmico.

Dessa forma, tanto o cortisol como a cortisona podem ser considerados indicadores de estresse dos animais, sendo extraídos do pelo dos suínos; a principal evidênciação é a relação com o estresse térmico, sendo que, quanto maiores os níveis de cortisol, maior é o estresse do animal, necessitando da adoção de protocolos para melhoramento do bem-estar animal.

2.3 Resposta Comportamental

A avaliação do bem-estar animal por meio de reações comportamentais é vantajosa por não ser invasiva, ser prática, ter baixo custo e ser sensível às condições ambientais. No entanto, é uma interpretação subjetiva e pode variar entre observadores. A expressão do comportamento é um processo complexo que envolve elementos neurológicos, impulsos motivados por emoções e situações provenientes dos ambientes externo ou interno do animal, além de estar interligada às suas características genéticas e à experiência prévia em seu manejo (Denton et al., 2009; Terlow et al., 2021).

Os estados emocionais podem ser categorizados como negativos ou positivos. Exemplos de estados mentais negativos incluem medo, ansiedade, tédio, frustração, irritação e isolamento; já os estados mentais positivos englobam saciedade, vitalidade, recompensa, contentamento e excitação (Green e Mellor, 2011). Quanto aos impulsos motivacionais fundamentais, como fome e sede, são estímulos sensoriais originados das condições internas do organismo, sendo sua expressão comportamental crucial para a sobrevivência (Denton et al., 2009).

Em resposta ao medo, que é uma resposta psicológica a eventos ameaçadores, é um comportamento natural e adaptativo para evitar perigos. Os suínos tendem a adotar comportamentos naturais e adaptativos, como posturas de imobilidade e observação quando a ameaça é percebida como baixa ou reações de fuga em situações de alta ameaça. É importante ressaltar, porém, que as reações de medo variam entre indivíduos (Tallet, 2020).

O estresse social também pode influenciar o comportamento dos suínos, ocorrendo em diferentes fases de suas vidas, uma vez que são animais sociais que preferem viver em grupos com hierarquia bem estabelecida. Assim, mudanças sociais podem induzir comportamentos agressivos ou agonísticos (lutar, morder, perseguir, intimidar) que podem ser avaliados através de observação direta ou indireta (por vídeos ou softwares com tecnologias precisas para identificar tais comportamentos (Guevara et al., 2022).

Outra possível consequência do estresse sobre o comportamento são as estereotípias, definidas como comportamentos anormais que não possuem uma

função óbvia e se repetem frequentemente. Nos suínos, as estereotípias mais comuns incluem morder barras, mastigar correntes e mastigar simuladamente (Lawrence, 2020). Possíveis explicações sobre a função desse comportamento seriam animais entediados em busca de estímulos, ser uma forma de lidar com o estresse ou, ainda, ser um comportamento oral semelhante à exploração, uma vez que, embora essa função não esteja completamente estabelecida, a frequência de estereotípias aumenta em dietas restritivas, mas também pode ser influenciada por outros estressores (Lawrence, 2020).

Outro indicador de bem-estar que pode ser utilizado é a frequência de comportamentos anormais, por exemplo, caudofagia. A caudofagia é um comportamento anormal em suínos com origem multifatorial. Diferentes fatores podem desencadear esse comportamento como problemas de saúde, dieta desbalanceada, condições ambientais desfavoráveis e falta de enriquecimento ambiental. Além das preocupações com bem-estar, esse comportamento anormal também gera muita dor para o animal, favorece infecções e aumenta as perdas relacionadas à carcaça (Ollagnier, 2023).

2.4 Indicadores de saúde

Dentre o conceito multidimensional do bem-estar, estão a saúde física e mental. Quando algum elemento do bem-estar está em desacordo com o meio, os animais ficam suscetíveis ao estresse e o organismo busca restaurar sua homeostase, desviando sua energia de manutenção fisiológica e reduzindo funções de defesa imunológica para compensação do estresse, intensificando o risco de adquirir doenças (Rocha et al., 2016; Ranucci et al., 2021; Rocha et al., 2022).

Indicadores de saúde na granja podem ajudar a monitorar o bem-estar dos animais. Os indicadores de saúde mais utilizados na granja são a frequência de anomalias como claudicação, caudofagia, prolapso de reto, lesões de pele e escore de condição corporal, mas também pode-se avaliar a presença de tosse e espirros. Alguns autores já encontraram correlação entre lesões ante-mortem e post-mortem,

sendo lesões de pele e caudofagia os indicadores chave para bem-estar animal nas granjas (Van Staaveren et al., 2017; Carroll et al., 2018).

Além de afetarem negativamente o desempenho dos animais ao longo de sua vida produtiva, as doenças também acarretam prejuízos consideráveis no contexto do frigorífico. Diversas lesões presentes nos órgãos e na carcaça podem resultar em condenações totais ou parciais, conforme observado por Silva et al. (2023). Entre as principais causas de condenações, destacam-se a pneumonia enzoótica suína, a hidatidose, a congestão hepática, os abscessos, a pleurite, a pleurisia e a nefrite. Nesse sentido, ressalta-se a importância de realizar a inspeção *ante* e *post-mortem* para aprimorar a identificação de doenças que estão circulando nas granjas. Essa abordagem proativa é essencial para o desenvolvimento de estratégias eficazes na minimização dos impactos adversos ao longo da cadeia produtiva (Verecek et al., 2020; Andoni et al., 2023; Silva et al., 2023).

2.5 Indicadores de qualidade da carcaça e da carne

A qualidade da carcaça de um suíno pode indicar seu bem-estar e alguns fatores como danos à pele, rendimento da carcaça e fraturas nas pernas são considerados nessa avaliação (Faucitano e Lambooj, 2019).

Esses possíveis danos ao animal geralmente ocorrem devido ao manuseio inadequado e violento durante o carregamento e à falta de bem-estar no momento do transporte e no posterior descarregamento, onde há mistura de suínos desconhecidos, o que aumenta os comportamentos de luta (Pasquale, 2022).

As condições climáticas também têm papel na formação de lesões na pele dos suínos. Correa et al. (2013) e Scheeren et al. (2014) demonstraram que os danos à pele são mais graves no inverno, pois as baixas temperaturas promovem queimaduras de frio, além dos machucados que ocorrem quando os animais se amontoam para se aquecer (Pasquale, 2022).

Os danos à pele do indivíduo são avaliados de forma subjetiva, utilizando uma escala fotográfica. Os arranhões e hematomas, se localizados no lombo, indicam, por exemplo, comportamento de monta, enquanto marcas de mordida indicam

brigas. Danos graves causam grandes perdas econômicas, pois podem levar à desvalorização ou rejeição dessa carcaça nos mercados internacionais de alta qualidade (Faucitano e Lambooi, 2019). Além disso, podem afetar a resposta ao estresse fisiológico e, conseqüentemente, a qualidade da carne, pois estão relacionados a um aumento significativo no lactato sanguíneo, na concentração de CK e nos valores de pH final no abate (Pasquale, 2022).

O termo “qualidade da carne” é empregado para descrever propriedades e percepções relacionadas à carne, abrangendo uma combinação de medidas objetivas e subjetivas de suas características. Essas medidas incluem aspectos como qualidade tecnológica, nutricional, sensorial e ética (Warriss, 2010).

2.6 Protocolos de auditoria de bem-estar animal

Diante da importância do bem-estar animal e visando garanti-lo, foram desenvolvidos, nas últimas décadas, alguns protocolos a nível nacional e mundial. Eles objetivam fazer uma avaliação prática dos manejos, instalações e condição dos animais, resultando em uma melhoria significativa na qualidade do trabalho, práticas de manejo e desenho de instalações, além de aumentar as oportunidades de mercado através dos produtos certificados (Grandin, 2007).

No caso de animais de criação para o consumo da carne e de seus derivados, o protocolo atualmente adotado na União Europeia é o Welfare Quality® (Welfare Quality, 2009). Ele foi desenvolvido no ano de 2009 e tem como função evidenciar avaliações práticas padronizadas para análise da qualidade do bem-estar dos animais. Ele é baseado, portanto, em quatro princípios: boa alimentação (ausência de fome e sede prolongadas), bom alojamento (conforto em relação ao descanso, conforto térmico e facilidade de movimento), bom estado sanitário (ausência de lesões, doenças e dores causadas pelo manejo) e comportamento adequado (expressão adequada de comportamento social e de outras condutas, relação humano-animal e estado emocional positivos) (Welfare Quality, 2009).

Em relação ao Protocolo Welfare Quality® para suínos, três abordagens distintas de avaliação foram desenvolvidas, sendo duas voltadas para granjas e uma para suínos de engorda em ambiente de abatedouro.

No caso das granjas, foram desenvolvidas medidas de avaliação de porcas e leitões, observando os seguintes parâmetros: ausência de fome e sede prolongadas, conforto em relação ao descanso, conforto térmico, facilidade de movimento, ausência de lesões, ausência de enfermidades, ausência de dor causada por práticas de manejo, expressão adequada de comportamento social e de outras condutas, interação humano-animal estado emocional positivos (Welfare Quality, 2009). Ainda em relação às granjas, também foram formuladas medidas de avaliação de suínos em crescimento, sendo utilizados os mesmos indicadores no caso de porcas e leitões, porém, com tipos de medidas e avaliações distintas. Além das aplicadas em granjas, o protocolo Welfare Quality® trouxe medidas voltadas para o abatedouro (Dalmau et al., 2009). Tratam-se, portanto, de formas de avaliação do bem-estar animal, levando em consideração diferentes perspectivas e elementos, desde aspectos fisiológicos (como, por exemplo, ausência prolongada de fome ou sede) e ambientais, até comportamentais e emocionais.

Já no Canadá, a responsabilidade pelo bem-estar animal recai sobre a Agência Federal (*Canadian Food Inspection Agency* - CFIA) e agências provinciais. Além disso, diversas organizações canadenses, como a *National Farm Animal Care Council* (NFACC), a *Canadian Federation of Humane Societies* (CFHS) e a *Canadian Council on Animal Care* (CCAC), desempenham funções específicas relacionadas ao bem-estar animal, cuidando das revisões periódicas de códigos de prática (Faucitano et al., 2022).

O programa *Canadian Quality Assurance* (CQA), lançado em 1998 e agora denominado *Canadian Pork Excellence* (CPE), é uma plataforma nacional que permite que os produtores demonstrem conformidade com segurança alimentar, cuidados com os animais e requisitos de rastreabilidade. A plataforma CPE inclui três componentes: o PigSAFE, focado em segurança alimentar e biossegurança; o PigCARE, centrado no cuidado animal; e o PigTRACE, voltado para rastreabilidade. O programa PigCARE tem impacto positivo no bem-estar animal e abrange boas práticas de produção, incluindo treinamento de pessoal, manutenção e saneamento,

alimentação e água, produtos farmacêuticos, controle de pragas, biossegurança e transporte (PigCARE; disponível em: <https://www.cpc-ccp.com/pigcare>).

Além disso, o *North American Meat Institute* (NAMI) desenvolveu diretrizes de manejo animal e um guia de auditoria, uma abordagem sistemática para o bem-estar animal escrito por Temple Grandin (Grandin, 2021). Essas diretrizes abordam, especificamente, aspectos de bem-estar animal no manejo geral, durante o transporte e no frigorífico de suínos, bovinos e caprinos, além de serem utilizadas para a certificação do programa *Certified Humane* (Humane Farm Animal Care, 2018; Faucitano e Raj, 2022).

2.7 Fatores que influenciam a resposta dos suínos ao manejo pré-abate

2.7.1 Efeito da granja

Os suínos criados em sistemas intensivos tendem a apresentar maior resistência a aceitar novos estímulos, além de demonstrarem níveis elevados de medo e comportamento social menos desenvolvido, como indicado por Faucitano e Goumon (2018).

Goumon et al. (2013), observaram que práticas de manejo prévio desempenham um papel crucial na facilitação do manejo posterior. Suínos submetidos a exercícios antes do abate demonstraram uma maior disposição para o deslocamento, exigindo intervenções reduzidas por parte do manipulador e apresentando menor frequência cardíaca durante simulações de carregamento.

Além das experiências anteriores na granja, a genética exerce uma influência significativa no estado fisiológico e psicológico dos suínos. A seleção intensiva para carne magra resultou em efeitos indesejados no comportamento desses animais, tornando-os mais agressivos, temerosos e relutantes ao se movimentarem (Faucitano e Nannoni, 2023).

De acordo com Faucitano e Nannoni (2023), a nutrição, em particular o tipo de ração, está intrinsecamente relacionada à digestibilidade. A taxa de

digestibilidade impacta a eficiência do jejum dos animais antes do transporte e abate, e diretamente no esvaziamento do trato gastrointestinal, influenciando a sensação de fome. Além disso, o produtor interfere diretamente na aplicação do jejum e no manejo do formato das instalações no momento do embarque dos animais (Saucier et al., 2007; Faucitano e Goumon, 2018; Faucitano et al., 2024). A fome está relacionada com maior taxa de brigas e menor facilidade de manejo durante o embarque dos animais (Dalla Costa et al., 2019; Acevedo-Giraldo et al., 2020).

Fatores como divisão dos animais na baia das granjas, tamanho do grupo, projeto de instalações contribuem para estresse dos animais no momento do carregamento (Faucitano e Raj, 2022). Assim como carregamentos mais longos, queda dos animais e posição da baia também influenciam no risco de condenações por fraturas de membros posteriores (Dalla Costa et al., 2019).

2.7.2 Efeito do transporte

O transporte é um dos momentos mais estressantes para os suínos, embora seja inevitável na maioria das situações (Faucitano et al., 2024). A fase de embarque dos animais é marcada pelo aumento da frequência cardíaca e indicadores de estresse. O percurso que os suínos fazem da baia até o caminhão, bem como o tipo de instalação, influenciam diretamente no nível de estresse dos animais. Pesquisas indicam que distâncias superiores a 90 metros podem resultar em fadiga (Rocha et al., 2019). Além disso, a presença de rampas com inclinação superior a 20 graus aumenta quatro vezes a probabilidade de suínos chegarem mortos ao frigorífico (Dalla Costa, 2019). Visto que os picos de frequência cardíaca são registrados justamente ao subir e descer rampas (Faucitano et al., 2024).

No contexto do transporte suíno, é crucial destacar fatores como as condições meteorológicas, o design do veículo, a duração da viagem e a densidade da carga. Além disso, é importante o preparo do motorista para esse tipo específico de transporte, que deve estar atento às variações de temperaturas, para que não ultrapassem a zona de conforto térmico dos suínos e alcancem níveis críticos –

temperaturas superiores a 20° C podem aumentar significativamente as taxas de mortalidade (EFSA, 2022; Faucitano e Raj, 2022); ao mesmo tempo, temperaturas mais frias, como 5° C, podem tornar as rampas mais escorregadias, apresentando riscos adicionais (Faucitano e Raj, 2022). O controle eficaz do microclima é fundamental para o bem-estar, sendo sistemas de ventilação controlada mais eficientes do que a ventilação natural do ambiente (Moak et al., 2022).

O tipo de veículo utilizado também impacta diretamente o bem-estar animal. Ao se utilizar um veículo próprio para carga viva, é possível reduzir o nível de estresse dos animais, além de promover maior conforto e segurança na viagem. No entanto, existe uma considerável variação no design de caminhões, incluindo a presença de rampas, métodos de climatização e o tipo de piso.

Além disso, a duração da viagem, seja ela curta ou longa, exerce influência tanto na qualidade do produto final, quanto no bem-estar dos animais (Rioja-Lang et al., 2019). No entanto, o tempo de viagem isoladamente não é suficiente para prever o nível de estresse dos suínos, uma vez que deve ser considerado em conjunto com outros fatores, como temperatura e design do veículo, para abordar de maneira mais abrangente as condições de bem-estar animal durante o transporte.

O desembarque de suínos é tão estressante quanto o embarque. Manejo inadequado com uso de bastão elétrico e rampas escorregadias podem aumentar a incidência de quedas e escorregões. Essas condições já foram correlacionadas com aumento de carne exsudativa ou PSE (Cobanovic et al., 2021).

2.7.3 Efeito do manejo no frigorífico e no abate

No frigorífico, o desembarque dos suínos deve ser realizado em um intervalo de 30 minutos a, no máximo, uma hora, a fim de evitar o aumento no nível de estresse dos animais e não alterar a qualidade da carne (Faucitano e Pedernera, 2017). Após o descarregamento, os animais são encaminhados para uma área de espera, que objetiva permitir que os suínos se recuperem do estresse do transporte.

O tempo ideal de espera antes do abate é de três horas, mas ela pode variar de uma até 24 horas. Um tempo de espera inferior a duas horas pode aumentar a

probabilidade de carne PSE, enquanto um período estendido além de uma hora pode resultar em maior incidência de brigas e estresse no animal (Guàrdia et al., 2004; Hambrecht et al., 2005).

A prática comum de misturar animais na área de espera pode resultar em brigas e prejudicar a qualidade da carcaça através de um aumento de lesões, além de promover o risco de produzir carne DFD (Faucitano e Raj, 2022). A alta densidade também é um problema, pois pode impedir que os animais descansem adequadamente ou acessem o bebedouro com facilidade (Weeks, 2008).

O controle eficiente do ambiente térmico na área de espera é fundamental, uma vez que temperaturas elevadas aumentam o risco de carne PSE, enquanto temperaturas muito baixas aumentam o risco de carne DFD, além do aumento do risco de contaminação (Goumon e Faucitano, 2017).

O manejo até o insensibilizador deve ser realizado de maneira calma e tranquila. Manejos agressivos e instalações mal projetadas aumentam o risco de quedas, escorregões, sobreposição, recuo e vocalização, contribuindo para o aumento do risco de carne PSE (Faucitano e Raj, 2022).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Todos os procedimentos experimentais realizados neste estudo foram aprovados pelo comitê de ética da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP FCAV (certificado número 7667/23).

3.1 Animais e pirâmides de produção

O estudo foi conduzido dentro de um sistema de produção integrada entre 2018 e 2019 na província de Quebec (Canadá). Nesse estudo foram avaliados um total de 5.457 suínos de linhagem comercial e de gênero misto. Os animais estavam distribuídos em dois fluxos de produção ou pirâmides (113 e 146). A pirâmide 113 (n= 2.820 suínos) era formada por uma maternidade, duas creches e quatro terminações. A pirâmide 146 (n= 2.637 suínos) era formada por uma maternidade, quatro creches e três terminações. Cada instalação tinha uma estrutura diferente e estavam localizadas em diferentes granjas. Os animais de ambas as pirâmides recebiam a mesma formulação de dieta. Foi observado uma amostragem representativa de animais e baias de cada granja, respeitando um intervalo de confiança de 95% seguindo a metodologia proposta pelo *Common Swine Industry Audit* (NPB, 2022). Não foram avaliados os mesmos animais nos diferentes estágios de produção. Porém as avaliações no carregamento, transporte, desembarque e avaliações no momento do abate são os mesmos animais avaliados nas granjas de terminação.

Tabela 1. Plantel de animais de cada granja e o número total de animais avaliados por granja no estudo

Pirâmide	Granja	Modalidade	Total de animais	Total animais avaliados
113	M1	Maternidade	1280	278
	C1	Creche	1074	278
	C2	Creche	1221	278
	T1	Terminação	540	235
	T2	Terminação	515	235
	T3	Terminação	1094	278
	T4	Terminação	1054	278
146	M2	Maternidade	2932	284
	C3	Creche	1556	278
	C4	Creche	1594	278
	C5	Creche	1492	278
	C6	Creche	1625	278
	T5	Terminação	2000	278
	T6	Terminação	1992	278
	T7	Terminação	1310	278

C: creche; M: maternidade; T: terminação.

3.2 Protocolo adaptado de bem-estar animal

O objetivo era de fornecer à cadeia de valor da carne suína canadense uma ferramenta padronizada e cientificamente validada que permita melhorias contínuas nas práticas de produção de suínos e que complemente o programa PigCARE. Este protocolo é um documento em evolução dividido em 21 metas de bem-estar animal focadas em sete pontos críticos diferentes de bem-estar animal em toda a cadeia suína canadense, a saber:

- 1) Fatores Ambientais;
- 2) Fornecimento de alimentos e água;
- 3) Instalações;
- 4) Gestão de saúde;
- 5) Manejo da dor;
- 6) Habilidades de manuseio/cuidado;
- 7) Comportamento

Todos os sete pontos críticos definidos para o bem-estar animal serão avaliados seguindo o material de referência, conforme mostrado abaixo:

- 1) Código de Práticas para o Cuidado e Manejo de Suínos (NFACC, 2014);
- 2) Capítulo 12: Manejo e abate humanitário de animais para alimentação – Requisitos de bem-estar animal (ACIA);
- 3) Excelência Canadense de Carne Suína (CPC, 2017);
- 4) Código de práticas de transporte (CARC, 2001);
- 5) Diretrizes e Guia de Auditoria sobre Manejo de Animais (NAMI, 2017); e
- 6) Resultados da literatura científica.

3.3 Avaliações das granjas

As granjas foram avaliadas em uma única visita em cada fase de criação, conforme o protocolo modificado para as avaliações do estudo. Este novo protocolo criado mescla critérios do *Welfare Quality, Common Swine Industry Audit, Canadian Pig Care* e *North American Meat Institute*.

Em relação às maternidades, a pirâmide 113 usava gaiolas individuais na gestação, realizava corte de cauda, desbaste de dentes e aplicava tatuagem nos leitões. Também não possuía enriquecimento ambiental. Enquanto a pirâmide 146 usava gestação coletiva, não realizava o corte de cauda, não desgastava os dentes e usava brinco nos leitões.

Os leitões foram desmamados em torno de 21 a 28 dias com média de 5,0 a 6,0 kg de peso vivo. Após esse período, os mesmos eram transferidos para a fase de creche, em granjas diferentes da maternidade. No período de creche, os animais ficavam em torno de 40 dias e ganhavam cerca de 20,0 kg até serem transferidos para a fase de terminação.

Na terminação, os animais iniciavam com 20,0 kg em média e saíam para o abate com 120,0 kg de média. A fase de terminação durava cerca de 112 dias.

Tabela 2. Principais variáveis mensuradas pelo protocolo adaptado nas granjas por categoria animal

Classificação	Categoria animal	Variáveis observadas
Geral	Todos	Taxa de mortalidade;
Fatores Ambientais	Todos	Temperatura, umidade, nível de amônia, nível de sujeira
Fornecimento de alimentação e água	Todos	Quantidade, tipo, funcionalidade e limpeza de bebedouros
Instalações	Todos	Dimensões, densidade, % de piso compacto, % ripado, presença e qualidade de cama, presença e funcionalidade de enriquecimento ambiental
Saúde	Machos	Escore de condição corporal, lesões de pele e claudicação
	Fêmeas reprodutoras	Escore de condição corporal, lesões de pele, claudicação, lesões de ombro, prolapso retal, constipação, mastite, tosse, espirro
	Leitões e animais adultos	Lesões de pele, caudofagia, Infecções de orelha, claudicação, prolapso retal, diarreia, lesões de joelho, hérnia, tosse e espirro
Manejo da dor	Todos	Controle e registros do uso de antibióticos
	Fêmeas reprodutoras	Estereotipias e teste medo de humanos
Comportamento	Leitões e animais adultos	Teste medo de humanos
	Leitões	Método de castração, uso de analgésicos e anestésicos, moxa

3.3.1 Avaliação dos dados gerais

A mortalidade foi calculada a partir do número de animais mortos dividido pelo número de animais alojados vezes 100.

3.3.2 Avaliação dos fatores ambientais

O nível de amônia foi mensurado, com um medidor específico para o gás amônia, em três pontos diferentes de cada galpão das granjas (nas duas extremidades e no meio). Um nível médio foi calculado para cada galpão. A altura

da medição foi 30 cm do solo para salas de gestação e terminação e aproximadamente 5 cm para para creche. O ideal são níveis abaixo de 20 ppm.

A temperatura foi registrada por meio de termômetro digital em cada galpão das granjas. As temperaturas ambientes usadas como referência são de acordo com o PigCare.

A umidade foi medida por um higrômetro digital. Sendo como referência manter entre 50% e 70%.

3.3.3 Avaliação do fornecimento de alimentação e água

A funcionalidade dos bebedouros foi mensurada de acordo com a limpeza, ajuste correto de altura e o correto funcionamento.

3.3.4 Avaliação das instalações

O espaço disponível foi calculado a partir da área da baia dividida pelo número de animais alojados na mesma.

O conforto térmico também foi mensurado pelo comportamento de amontoamento dos animais. Definido como mais da metade do corpo em contato com outro suíno.

O enriquecimento ambiental foi classificado em:

- 1) Social: contato físico e/ou visual com outros suínos
- 2) Ocupacionais/físico: corrente, madeira, tapetes de borracha
- 3) Sensorial: rádio, escovação
- 4) Nutricional: silagem, palha picada, feno
- 5) Outros enriquecimentos que consideravam a segurança animal, biossegurança ao selecionar outros materiais

3.3.5 Avaliação de saúde

O escore de condição corporal (ECC) foi feito pelos observadores visualmente, os animais eram observados por trás e de lado em busca de ossos visíveis como coluna vertebral e quadril. Com uma classificação de 1 a 5. Sendo 1 muito magro, 3 ideal e 5 muito gordo.

As lesões de pele podem assumir forma de arranhões ou feridas superficiais. Onde teve formação de crostas, contou como uma lesão única caso fosse em linha única. O observador manteve uma distância de aproximadamente 0,5 m dos animais em todos os momentos da avaliação. O corpo do animal foi dividido em cinco partes distintas para facilitar a avaliação:

- 1) Orelhas
- 2) Frente (da cabeça até a nuca)
- 3) Meio (parte posterior dos ombros até os membros posteriores)
- 4) Posteriores
- 5) Pernas (dígito acessório para cima)

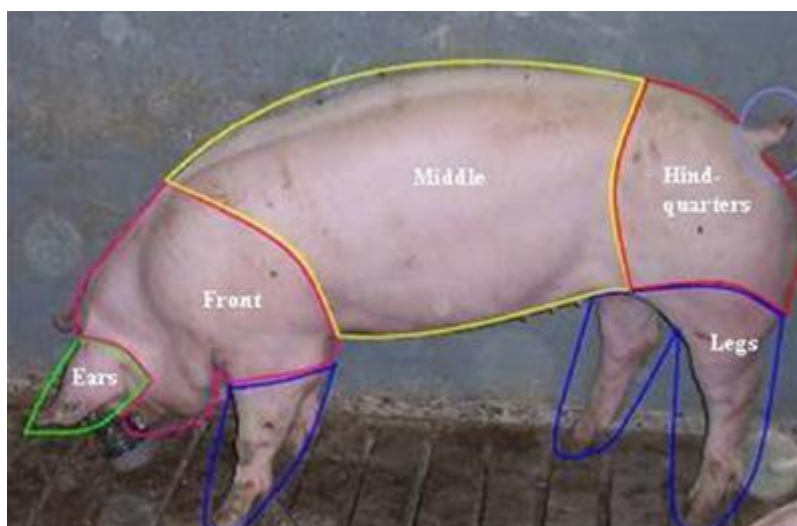


Figura 1. Divisão do corpo do animal para avaliação de lesões na pele

Cada zona corporal era avaliada usando uma escala de três pontos:

0 - Até quatro lesões em todas as zonas.

1 - Cinco a dez lesões observadas em uma única zona ou onze a quinze lesões observadas em uma zona.

2 - Mais de dez lesões observadas em duas zonas ou mais de quinze lesões em qualquer zona.

O grau de claudicação foi observado a uma distância de no máximo quatro metros e com uma visão clara de todos os membros. Também foi utilizada uma escala de três pontos:

0 - Tem marcha normal ou tem dificuldade para andar, mas utiliza todos os membros; oscilação do corpo caudal; passada encurtada.

1 - Os suínos desviam o membro afetado quando estão em pé e apresentam comportamento de claudicação ou adaptativo ao caminhar (balanço de cabeça, costas arqueadas, passo acelerado no membro afetado ou passada encurtada).

2 - Gravemente claudicante, sem suporte de peso no membro afetado quando em pé ou andando.

Presença de lesões nos ombros, avaliado na gestação e maternidade, o observador se posicionava a menos de um metro dos animais. Avaliada em uma escala de três pontos:

0 - Nenhum dano a pele era observado

1 - Pele arranhada ou inchada

2 - Uma lesão aberta no ombro.

Da tosse, os animais eram observados por um período de cinco minutos, em dois pontos diferentes da sala. Foi registrado o número de animais com tosse prolongada.

Do espirro, os animais eram observados por um período de cinco minutos, em dois pontos diferentes da sala. Foi registrado o número de animais com espirros frequentes.

O prolapso retal era definido quando os tecidos internos são expostos pelo reto. Os animais eram observados por trás e era verificada a presença de inchaço ou extrusão dos tecidos.

3.3.6 Avaliação do comportamento animal

Teste de medo dos humanos, a relação humano-animal era observada no início da visita e era evitado o período de alimentação.

Gestação: Antes da avaliação, os observadores andaram entre as fêmeas para alertar sua presença.

Passo 1: A avaliação deve começar a pelo menos 0,5 m de distância e no lado direito da porca. Permaneça ali, imóvel e com postura relaxada, com as mãos ao lado do corpo, por 10 segundos. Se a porca não reagir, prossiga para a Etapa 2

Passo 2. Mova-se lentamente da posição inicial em direção à porca em direção diagonal, olhando para a porca sem olhar fixamente. Uma vez na cabeceira da porca, agache-se na frente dela e permaneça imóvel por alguns segundos. Se a porca não reagir, prossiga para o Passo 3.

Passo 3. Estenda a mão e tente tocar a porca entre as orelhas.

O medo dos humanos é avaliado usando uma - escala de três pontos:

0. A porca permite que o avaliador a toque entre as orelhas sem qualquer resposta comportamental de fuga ou vocalização antes ou depois de ser tocada.

1. A porca retira-se inicialmente, mas depois aproxima-se quando o avaliador está na posição inicial (Passos 1 e 2), ou a porca apresenta um comportamento de fuga e permanece retirada quando o avaliador tenta tocá-la entre as orelhas (Passo 3).

2. A porca apresenta comportamentos de fuga quando o avaliador está na posição inicial, ou a porca se retira e permanece retirada quando o avaliador se agacha diante dela ou a porca apresenta vocalização antes ou depois de ser tocada.

A ausência de estereotípias também foi observada como medida de comportamento.

O avaliador deve observar as porcas em busca de sinais de comportamentos repetitivos e invariáveis causados por fatores conhecidos como fome, frustração, tentativas de lidar com a situação ou disfunção do sistema nervoso central. O comportamento estereotipado inclui mastigação simulada, enrolar a língua e morder barras/cochos/bebedouros.

A avaliação deve ser realizada no período da manhã, horário do dia em que os animais estão mais ativos; entretanto, o avaliador deve evitar cerca de uma hora antes e uma hora depois do período de alimentação.

Cada porca deve ser avaliada durante um período de 15 segundos. Se o avaliador não tiver certeza da presença de comportamento estereotipado, o tempo de observação deve ser aumentado para 60 segundos.

Ao observar grupos maiores que dez porcas, o avaliador deve entrar no curral e marcar (usando spray ou marcador) duas subamostras de porcas que serão avaliadas. Após a marcação de todos os lotes, o avaliador deverá aguardar oito minutos para que os suínos se acalmem e então iniciar a observação. A avaliação pode ser realizada no primeiro lote e depois no segundo lote. Um terceiro lote pode ser avaliado, se necessário.

3.4 Pontuação de bem-estar

As pontuações parciais foram obtidas levando em consideração todas as variáveis, totalizando 107 perguntas, e pontuando de 0 a 1 conforme a classificação estabelecida no protocolo. Já as avaliações gerais foram a soma do total de pontos (fatores ambientais + alimentação + instalações + saúde + gestão da dor) dividida por cinco.

3.5 Manejo pré-abate e abate

O jejum antes do transporte, foi perguntado para o gestor da granja quando foi a última refeição dos suínos, além disso, o avaliador verificava se os respectivos comedouros estavam de fato vazios.

A inclinação da rampa foi medida pela fórmula: altura da rampa dividida pelo comprimento da rampa. A mesma não deveria exceder os 20 graus

A largura do corredor foi medida pelo avaliador e o mesmo deveria ser largo o suficiente para permitir que dois suínos caminhassem lado a lado.

A proteção da rampa deveria ser capaz de proteger os suínos da neve, chuva, correntes de ar e vento. O avaliador registrava a presença de estruturas para proteger os animais.

Além da cobertura sobre o carregador, também foi contabilizado o número de quedas, escorregões, relutância ao movimento e retornos durante o manejo de carregamento. O tempo de manejo durante o carregamento foi cronometrado em todas as granjas.

Escorregão: Definido como a perda de equilíbrio, em que nenhuma parte do corpo, exceto os pés, entra em contato com o chão. O mesmo animal pode escorregar e cair ao mesmo tempo, porém somente a queda era contabilizada.

A queda é definida como a perda de equilíbrio, em que outras partes do corpo, além dos pés, entram em contato com o chão.

A relutância em se mover era definida quando um suíno parava de andar, sem mover a cabeça e o corpo, sem explorar por pelo menos dois segundos. O mesmo animal poderia ser classificado como relutância em se mover e retorno ao mesmo tempo.

O retorno era definido quando um suíno fazia um giro de 180°, terminando o movimento com a parte traseira de seu corpo estendida na direção do movimento pretendido.

Os escorregões, quedas, relutância e retornos foram avaliados no carregamento da seguinte forma:

- 1) Observar os suínos (cerca de 1/3 da carga total do caminhão) durante 10 minutos enquanto eles são conduzidos da baía de terminação para o corredor;
- 2) Observar os suínos por dez minutos enquanto eles são conduzidos do corredor até a rampa de carregamento (cerca de 1/3 da carga total do caminhão);
- 3) Observar os suínos (cerca de 1/3 da carga total do caminhão) durante 10 minutos enquanto os suínos são movidos do início da área de carga até o final da rampa do caminhão;
- 4) Repetir os passos 1, 2 e 3 até terminar o carregamento.

No transporte foi avaliado o tempo e a distância entre a granja e o frigorífico. Sobre os caminhões, foi verificada a presença de arestas ou objetos pontiagudos no interior dos veículos.

O espaço disponível no caminhão foi calculado a partir das medidas de altura, comprimento e largura de cada nível do caminhão e o peso total dos suínos.

No desembarque, o tempo de descarregamento foi cronometrado e foi novamente avaliada a quantidade de quedas, escorregões, retornos e relutância ao movimento. O tempo de espera nas baias do frigorífico também foi contabilizado.

Ofegante é definido como respirar rapidamente em suspiros curtos pela boca. O avaliador observava a quantidade de animais ofegantes durante o desembarque dos animais.

Após o tempo de espera, os animais foram conduzidos até a entrada da câmara de CO². Durante este percurso foi novamente contabilizado o número de quedas e escorregões. Nesse trajeto também foi mensurada a vocalização dos animais. Depois do atordoamento, os suínos foram sangrados na posição vertical.

3.6 Medidas pós-abate

No momento da sangria foi colhida uma amostra de pelo (cerca de 100 - 150mg) do ombro de 148 carcaças com uma máquina de cortar pelos elétrica para

avaliação de cortisol capilar. Não foram coletadas amostras dos animais das granjas T4 e as amostras da granja T6 foram descartadas porque foi feita uma coleta em local diferente do corpo em comparação com as demais granjas.

As amostras de pelo foram armazenadas ao abrigo da luz e da umidade a temperatura ambiente até o momento da análise. Os pelos foram lavados de acordo com o método descrito por Bacci et al. (2014). Após esse processo, o cortisol foi extraído utilizando o método de Trevisan et al. (2017). Em suma, foi pesado 60 mg de pelo e transferido para um frasco de vidro junto com 3,0 mL de metanol. Esses frascos foram incubados em 37 graus durante 16 horas. Em seguida, o líquido foi evaporado até secar em uma SL. O resíduo foi dissolvido em 0,8 mL de 0,05 de tampão fosfato salino (PBS) a um pH de 7,5. Posteriormente, as concentrações de cortisol foram medidas por meio do Kit ensaio imunoenzimático (ELISA) comercial projetado para saliva.

Depois que os animais foram abatidos, os órgãos foram avaliados, em 140 carcaças, quanto às anomalias sanitárias. Dentre elas, a presença de pneumonia e pleurisia nos pulmões, pericardite no coração e manchas brancas no fígado.

As medidas de qualidade da carne foram obtidas no músculo Longissimus Lumborum (LL), em 431 carcaças, 24 horas após o abate. O pH foi mensurado pelo medidor portátil (modelo série pH 100; Oakton Instruments, Vermon Hills, IL). A cor visual foi avaliada usando o padrão de cor Japonês (Nakai et al., 1975), enquanto a cor instrumental (valores L*, a*, b*) foi medida com o colorímetro Minolta (CR-300; Minolta Canada Inc, Mississauga, Canadá). A perda de água por gotejamento foi avaliada utilizando o teste do papel filtro molhado, conforme descrito por Kauffman et al. (1986). A porcentagem de perda por gotejamento foi calculada segundo o peso do papel filtro pela equação = $-0,1 + (0,06 \times \text{mg de líquido})$ como descrito por Rocha et al. (2016). A partir dessas análises, os lombos foram classificados em seis categorias:

Tabela 3. Classificação da qualidade da carne em relação ao pH, Cor L* e perda de água

	pH	Cor L*	Perda de água (mg)
PSE	<6	≥50	≥80
PFN	<6	≥50	<80

RSE	<6	42-50	≥80
RFN	<6	42-50	<80
DFD	≥6	<42	<40

3.7 Análise estatística

Todas as análises estatísticas foram realizadas no software R com o ambiente de desenvolvimento integrado RStudio (R version 4.2.2, RStudio, Inc. 2022), e o software SAS.

O cortisol, assim como as variáveis relacionadas à qualidade da carne (pH24, L* e perda por gotejamento) foram analisadas utilizando modelos lineares generalizados. Foi considerado a fazenda como efeito fixo no modelo. A normalidade dos erros residuais nos modelos adotados, foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk. Comparações múltiplas foram performadas no pós-teste dos modelos com o teste de Tukey ('lsmeans{lme4}' e 'cld{multcomp}').

A avaliação da ocorrência de problemas de saúde foi realizada por meio de modelos lineares generalizados, ajustados para uma distribuição binomial. Os resultados são apresentados por meio de odds ratio.

Foi conduzida uma análise das correlações entre o cortisol e as variáveis relacionadas à qualidade da carne utilizando o coeficiente de correlação de Spearman. Além disso, foi realizado um análises de regressão linear para investigar as relações entre problemas durante o embarque e defeitos na qualidade da carne, bem como entre as concentrações de amônia na fase de terminação e a presença de pneumonia, pleurites, pericardites no momento do abate. Foi considerando diferenças significativas quando $p < 0.05$ e tendência quando $0.05 < p < 0.10$ em todos os testes estatísticos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação global do protocolo adaptado de bem-estar animal

Cada pirâmide de produção obteve um escore de bem-estar ao final do protocolo. Na fase de terminação houve uma tendência para uma diferença entre as pirâmides nas condições ambientais ($p = 0.06$) e de saúde ($p = 0.08$), em que a pirâmide 113 obteve um escore superior tanto nos parâmetros de ambiente quanto de saúde (Tabela 5).

Tabela 4. Notas de bem-estar animal das principais categorias avaliadas pelo protocolo adaptado por pirâmide de produção

Parâmetros	113	146	SEM Max	P
Ambiente	100.0	77.8	7.03	0.06
Instalações	37.5	25.0	6.45	0.20
Saúde	82.9	62.5	7.18	0.08
Manejo da dor	75.0	93.3	9.54	0.21
Total	65.4	61.2	3.09	0.35

SEM Max: média sem valor máximo.

Não houve diferença significativa entre as pirâmides na nota final de bem-estar animal, provavelmente influenciado pela similaridade de instalações e o cuidado com os manejos relacionados à dor.

4.2 Avaliações nas granjas de terminação

Cada granja obteve um escore final de bem-estar animal baseado em cada categoria mensurada no protocolo adaptado. A única categoria que não se diferenciou entre as granjas foi a alimentação. A nota global de bem-estar entre as granjas foi parecida, destacando-se positivamente apenas a granja T1 (75).

Tabela 5. Notas de bem-estar animal atribuídas pelo protocolo adaptado para cada granja de terminação

Parâmetros	113				146		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Fatores ambientais	100	100	100	100	66,67	66,67	100
Alimentação	100	100	100	100	100	100	100
Instalações	50	25	25	50	25	25	25
Saúde	100	90	66,67	75	66,67	54,17	66,67
Manejo da dor	100	60	80	60	100	100	80
Total	75	62,5	61,94	62,14	63,9	57,64	61,94

Entre os critérios de instalações, ambiente, saúde e comportamento das granjas de terminação, a variável que mais se destacou ambientalmente, foi o nível de amônia entre as pirâmides, sendo valores mais elevados nas granjas da pirâmide 146 em comparação com as granjas da pirâmide 113 (24.4 vs. 10.6 ppm; SEM 1.96; $P = 0.01$; Tabela 10). Não houve diferença entre granjas dentro de cada pirâmide ($P > 0.10$). Porém, algumas granjas superaram o nível de 25 ppm, que corresponde ao valor máximo permitido para certificação de bem-estar animal das unidades de produção do Canadá (NFACC, 2014). Altas concentrações de amônia (> 20 ppm) podem afetar adversamente os olhos e o trato respiratório dos suínos, afetando as taxas de colonização de bactérias nocivas e benéficas no pulmão (Wang, 2019; Wathes et al., 2002). Em relação aos outros parâmetros avaliados, não houve diferença estatística entre as pirâmides de produção ($P > 0.10$).

Não houve diferença entre os parâmetros de saúde entre as pirâmides, nem entre granjas dentro de cada pirâmides ($P > 0.10$; Tabela 7). A presença de tosse e espirros foi mais observada em granjas da pirâmide 133. Entretanto, a pirâmide 146 possuía maiores níveis de amônia. Esses resultados sugerem que muitas vezes os animais que vivem em ambientes piores (mais amônia) podem não apresentar sinal clínico (tosse e espirro). Esses resultados demonstram a complexidade de correlacionar saúde, bem-estar e as condições dentro dos sistemas de produção.

Tabela 6. Parâmetros de dados zootécnicos, estruturais e de ambiência das granjas de terminação

		113				146		
Parâmetros		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Taxa de mortalidade	de	2,63	2,7	4,58	3,88	2,95	3,07	4,25
Taxa de eutanásia	de	18,47	1,47	14,1	20,35	31,28	20,12	4,85
Porcentagem ripada do piso		66	68	100	66	100	100	66
Espaço disponível por animal	por	0,75	0,67	0,66	0,7	0,7	0,73	0,75
Temperatura galpão		17,9	18,43	18,26	28,57	15,4	15,57	16,64
Umidade no galpão	no	37	22	75	62,7	71,75	57,25	69,66
Nível de amônia no galpão		11,75	11,7	12	6,8	25,63	28	19,5
Nível de sujeira		2	2	1	1	1	1	2

Tabela 7. Parâmetros de saúde avaliados em cada granja de terminação

		113				146		
Parâmetros		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Suínos com tosse (%)		0,00	1,54	0,37	0,39	0,00	1,03	0,00
Suínos espirrando (%)		2,38	5,38	0,00	3,88	0,66	1,38	0,78
Suínos com lesão de pele severa (%)		4,05	6,86	7,00	0,58	11,15	6,64	5,54
Suínos com caudofagia (%)		0,00	0,72	0,67	0,29	1,01	1,75	0,00
Suínos com claudicação severa (%)	com	0,00	0,36	1,00	0,29	0,34	1,4	0,69
Suínos com prolapso (%)		0,00	0,72	0,33	0,29	0,68	0,7	0,00
Suínos com hérnia (%)		0,00	0,00	0,33	0,29	0,34	0,00	1,04

Na observação do comportamento dos animais houve uma tendência no efeito da pirâmide de produção tanto sobre a porcentagem de animais amontoados na baia, sendo a porcentagem mais elevada na pirâmide 146 (6,1 vs. 3,5%; SEM: 0.90; P = 0.08). Os animais da pirâmide 113 demonstraram menos reações de pânico e medo nos testes quando comparado com a pirâmide 146 (Tabela 9).

Tabela 8. Parâmetros comportamentais mensurados na baia em cada granja de terminação

Parâmetros	113					146		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	
Reação de pânico	11,0	14,0	12,0	4,00	1,00	1,00	14,0	
Sem reação de pânico	0,00	0,00	1,00	12,0	11,0	11,0	0,00	
Reação de pânico (%)	0,00	0,00	7,69	75,0	91,67	91,67	0,00	
Descansando	175	149	212	258	210	185	223	
Amontoados	12,0	3,00	11,0	15,0	15,0	16,0	22,0	
Amontoados (%)	5,57	1,41	5,83	5,45	5,80	8,36	9,40	

4.3 Avaliação do comportamento durante o embarque

Os animais auditados no período da terminação foram também avaliados no manejo pré-abate. No procedimento de embarque dos animais, foi observada a qualidade das instalações (Tabela 10).

Tabela 9. Descrição das características estruturais das baias e do carregador das granjas de terminação

Parâmetros	113				146		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Distância baia corredor (m)	44.50	36.72	73.40	69.85	67.46	33.75	91.79
Largura corredor (m)	0.92	0.84	0.99	0.58	1.02	1.03	0.82
Inclinação rampa °	20	20	11	11	11	20	11

A inclinação da rampa é uma variável que tem impacto no nível de esforço físico que os animais devem fazer para subir a estrutura. Segundo Goumon (2013) os picos mais altos de frequência cardíaca dos suínos são no momento de subida ou descida de rampas, a frequência de retornos também tende a aumentar conforme a inclinação da rampa. O número de animais mortos na chegada pode aumentar em até quatro vezes em rampas com inclinação maior de 20 graus. Nesse estudo não houve relação entre a inclinação da rampa e a incidência de animais mortos na chegada ao frigorífico.

O comportamento animal no momento do embarque diferiu entre as pirâmides de produção, houve uma tendência a uma maior porcentagem de retornos no

embarque nos animais da pirâmide 146 ($P = 0.08$; Tabela 11). Entre as granjas de terminação, foi possível observar que a granja T6 teve maior incidência numérica de relutância ao movimento, retornos, escorregões e quedas na saída da baia para o corredor até o carregador, sendo esta uma das granjas com maior reação de pânico no teste de medo dos humanos feito no período de alojamento dos animais na terminação. Enquanto na rampa do carregador, a granja T3 apresentou maior incidência de escorregões e quedas, na mesma granja foi relatado pelos observadores que a rampa estava escorregadia devido às condições do clima. De acordo com Correa et al. (2010) e Torrey et al. (2013) o manejo inadequado de suínos por meio de bastões elétricos ou rampas escorregadias aumenta a incidência de comportamentos inadequados (escorregões, quedas, retornos, relutância etc.).

Tabela 10. Principais respostas comportamentais no manejo pré-abate por pirâmide de produção

Variável	113	146	SEM Max	P
Baia - corredor				
Relutância ao movimento (%)	10.87	7.86	3.83	0.58
Retornos (%)	6.49	14.22	2.72	0.08
Escorregões (%)	1.72	2.92	1.62	0.6
Quedas (%)	0.17	1.64	0.8	0.22
Rampa				
Relutância ao movimento (%)	5.29	5.36	3.25	0.97
Retornos (%)	16.46	4.46	8.76	0.34
Escorregões (%)	9.24	5.32	6.21	0.65
Quedas (%)	3.94	2.95	3.25	0.22

SEM Max: média sem valor máximo.

Tabela 11. Principais respostas comportamentais no momento do carregamento nas granjas de terminação

Fazenda	113				146		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Baia-corredor relutância ao movimento (%)	14,48	18,0	4,11	6,90	5,44	15,65	2,50
Retornos (%)	10,34	5,33	8,22	2,07	11,56	21,09	10,0
Escorregão (%)	6,90	0,00	0,00	0,00	1,36	4,08	3,33
Queda (%)	0,69	0,00	0,00	0,00	0,00	2,04	0,83
Rampa	6,21	5,33	1,37	8,28	8,16	5,44	2,50
relutância ao movimento (%)							
Retornos (%)	6,21	8,67	5,48	45,52	8,16	2,72	2,50
Escorregão (%)	6,90	1,33	28,77	0,00	0,00	6,8	9,17
Queda (%)	1,38	0,00	13,7	0,69	0,68	0,68	7,50

Tempo de embarque (horas) 1:14 0:37 0:40 0:50 1:02 1:07 0:32

4.4 Condições de transporte

Enquanto no transporte, todas as distâncias entre as granjas e o frigorífico foram consideradas viagens curtas (Tabela 13). O curto tempo de transporte de suínos pode afetar o bem-estar dos animais (Rioja-lang et al., 2019). Suínos transportados por um curto período de tempo podem ser mais propensos a uma maior porcentagem de animais mortos ou incapacitados na chegada, e apresentar um aumento de níveis de cortisol e lactato no abate. Além de uma maior incidência de lombos PSE (Faucitano e Lambooi, 2019). Em transportes curtos, os animais não têm tempo suficiente para se adaptarem ao estresse da viagem e ao ambiente do caminhão, também dificilmente irão conseguir deitar, pois os suínos levam de 2 e 3h para deitarem depois que sai da fazenda (Faucitano e Lambooji, 2019). Levando em consideração que a maioria das viagens não ultrapassaram 30 minutos, provavelmente o transporte contribuiu para o estresse dos animais e, posteriormente, da qualidade de carne.

Tabela 12. Descrição das condições de transporte por granja de terminação

Fazenda	113				146		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Temperatura ambiente (C°)	16.2	10.9	16.2	13	7.8	3.4	7.9
Umidade relativa (%)	57	37	57	55	31	54	58
Tempo transporte (horas)	00:11	00:40	00:20	00:20	00:05	00:04	00:37
Densidade no caminhão (m ² por suíno)	0.52	0.42	0.52	0.44	0.52	0.52	0.53

4.5 Condições dos animais e avaliação do comportamento ao desembarque

Após o transporte, os eventos relacionados ao desembarque dos animais também foram registrados (Tabela 14). A recepção dos animais também pode influenciar no bem-estar. Tanto os animais quanto os manipuladores sofrem com o estresse físico durante o manejo (Goumon et al., 2013).

Tabela 13. Tempo de desembarque e condições dos suínos na chegada do frigorífico e principais respostas comportamentais no desembarque por granja de terminação

Parâmetros	113					146	
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Suínos ofegantes (%)	0,69	0,67	0,68	0,00	0,00	0,00	0,00
Suínos tremendo (%)	0,69	0,67	0,68	0,68	0,68	0,68	3,33
Suínos com claudicação severa (%)	0,00	0,67	0,00	0,00	0,68	0,00	0,00
Mortos (%)	0,00	0,00	0,00	0,68	0,68	0,00	0,00
Incapacitados (%)	0,69	0,67	0,68	0,68	0,68	0,00	0,00
Tempo de desembarque (horas)	00:21	00:09	00:14	00:11	00:15	00:29	00:12
Retornos (%)	0,00	6,00	2,05	2,05	0,68	0,68	2,50
Relutância (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67
Escorregão (%)	0,00	0,67	0,00	0,68	0,00	0,00	0,00
Queda (%)	0,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67

4.6 Avaliação do comportamento durante o manejo para o abate

O comportamento durante o manejo no corredor e na entrada da câmara de CO₂ foram avaliados por pirâmide de produção (Tabela 15). No manejo dos suínos da pirâmide 146 foi registrada uma maior porcentagem de escorregões no corredor em direção a camera de co² (P = 0.02). O que contribuiu para um pior escore de comportamentos (escorregões, quedas e vocalizações) no corredor da sala de espera (P <0.01). Nenhuma diferença foi registrada durante a entrada da câmara de CO₂ (P > 0.10).

Tabela 14. Comportamentos durante o manejo no corredor e na entrada da câmara de CO₂ por pirâmide de produção

Variável	113	146	SEM Max	P
Corredor				
Quedas (%)	0.00	0.24	0.15	0.28
Escorregões (%)	1.4	4.29	0.63	0.02
Comportamento escore total	84.37	41.67	7.51	< 0.01
Entrada CO ₂				
Quedas (%)	1.41	1.43	1.07	0.99
Escorregões (%)	0.87	0.00	0.46	0.21
Comportamento escore total	56.25	77.78	19.89	0.45

SEM Max: média sem valor máximo.

Tabela 15. Tempo de espera e comportamentos dos suínos durante o manejo no corredor do abate por granja de terminação

Fazenda	113				146		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Tempo espera (h)	04:20	03:45	07:22	01:52	03:42	06:45	03:45
Corredor escorregões (%)	2,04	2,84	0,74	0,00	3,57	4,26	5,04
Quedas (%)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	0,00
Entrada câmara de CO ²	0,00	1,42	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00
Escorregões (%)							
Quedas (%)	2,11	2,84	0,68	0,00	4,29	0,00	0,00

4.7 Cortisol capilar, condições dos órgãos internos na carcaça

As notas gerais de bem-estar obtidas por meio da aplicação do protocolo adaptado foram comparadas por fazendas, destacando que as granjas da pirâmide 113 receberam notas mais altas que a pirâmide 146, o que reforça que a pirâmide 113 era superior nas pontuações de bem-estar. Porém, em relação ao cortisol capilar, a pirâmide 113 apresentou maiores níveis. Entretanto, quando se compara o nível de cortisol entre as granjas, se destaca a granja T7 da pirâmide 146 com o maior nível de cortisol.

Tabela 16. Avaliação do cortisol capilar, lesões na carcaça e pneumonia

Parâmetro	113				146		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Cortisol pg/mg	14,91	11,54	15,17	0,00	4,11	0,00	17,07
Pneumonia (%)	12,9	16,36	16,92	8,62	47,62	41,54	50
Lesões de carcaça severa (%)	20,97	27,87	36,92	15,52	33,33	20,00	33,87

4.8 Avaliação da qualidade da carne

Os lombos dos suínos da pirâmide 113, especialmente aqueles das fazendas T1 e T3, apresentaram valores mais baixos de pH, o que resultou numa carne mais pálida e exsudativa. Estes defeitos de qualidade podem ser explicados pelos problemas de manejo (escorregões) na rampa de embarque. No estudo de Sardi et al. (2020), animais que apresentavam comportamentos irregulares como quedas,

escorregões, retornos e relutância ao se mover tinham mais probabilidade de pertencer ao cluster com menor qualidade de carne. Também Rocha et al. (2016) encontraram uma correlação positiva entre escorregões e a porcentagem de perdas por gotejamento.

Tabela 17. Qualidade da carne e classificação por granjas de terminação

Variável	113				146		
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
pHu	5,57	5,61	5,56	5,71	5,63	5,64	5,63
Cor L*	52,87	50,57	53,45	50,46	49,75	50,61	49,56
Perda de água	2,30	1,53	2,62	1,48	1,52	1,75	1,70
% RFN	27,45	34,43	17,19	25,45	50,0	32,31	54,1
% PFN	56,86	59,02	64,06	69,09	48,39	61,54	39,34
% PSE	15,69	3,28	14,06	0,00	0,00	1,54	3,28
% anormal	0,00	3,28	4,69	5,45	1,61	4,62	3,28

Tabela 18. Classificação da qualidade da carne por pirâmide de produção

Variável	113	146	Sem Max	P
PSE	7.6	1.6	3.3	0.22
RSE	0.0	0.0	-	-
PFN	64.2	50.1	4.72	0.07
RFN	25.2	45.6	5.3	0.03
DFD	0.0	0.0	-	-
Não classificado	2.9	2.7	1.06	0.84

SEM Max: média sem valor máximo.

4.9 Correlações

O nível de cortisol capilar é utilizado como um indicador fisiológico de estresse a longo prazo, devido ao tempo necessário para que o hormônio se acumule no folículo piloso. Este parâmetro mostrou uma correlação positiva com lesões na carcaça ($r = 0,81$), escorregões na rampa de embarque ($r = 0,79$) e carne PSE ($r = 0,72$).

Entretanto, o uso do cortisol capilar pode ter limitações devido à adaptação do eixo HPA a condições de estresse prolongado (Wiechers, 2021). Isso pode explicar o nível mais baixo de cortisol observado na granja T5, que, segundo as avaliações

de comportamento, apresentou uma das maiores porcentagens de animais com reações de medo.

Esses resultados corroboram outros estudos que destacam a complexidade de avaliar o bem-estar animal, uma vez que o bem-estar é inerente ao indivíduo. Certas avaliações podem ser subjetivas ou apresentar grande variabilidade entre observadores (Moberg e Mench, 2000).

Retornos na baía foram positivamente correlacionados com o tempo de desembarque ($r = 0,89$; $P < 0,01$). O tempo de carregamento também teve uma correlação positiva com a presença de animais cansados ($r = 0,80$; $P < 0,01$). Uma correlação negativa foi registrada entre o tempo de desembarque e o tempo de transporte ($r = -0,90$; $P < 0,01$), sugerindo que animais difíceis de manejar na granja também são mais difíceis de manejar durante o desembarque.

A perda de água foi fortemente correlacionada com o tempo de espera na pocilga ($r = 0,95$, $p = 0,001$) e com escorregões na rampa de carregamento da granja ($r = 0,88$, $p = 0,001$). A perda de água, assim como o pH e a cor L*, influenciam posteriormente na classificação da qualidade da carne. Além disso, foi encontrada uma correlação positiva entre a perda de água e a classificação de carne PSE ($r = 0,84$, $p = 0,001$).

O pH apresentou correlação negativa com animais cansados ($r = -0,87$), carne PSE ($r = -0,84$) e nível de cortisol capilar ($r = -0,71$). Todas as correlações foram significativas ($p = 0,001$).

A cor L* mostrou correlações positivas e significativas com animais cansados ($r = 0,77$, $p = 0,001$) e com o tempo de espera na pocilga ($r = 0,77$, $p = 0,001$).

De acordo com Ogawa (2024), animais cansados apresentam níveis mais elevados de estresse, com aumento da temperatura corporal e alterações no hemograma. Além disso, o estudo destaca que animais cansados também mostram anomalias na qualidade da carne.

A carne classificada como PSE foi negativamente correlacionada com o nível de cortisol capilar ($r = -0,72$, $p = 0,001$) e positivamente correlacionada com escorregões na rampa de embarque ($r = 0,81$), suínos cansados ($r = 0,87$) e perda de água ($r = 0,84$).

Tabela 19. Correlações de Spearman entre parâmetros ambientais, fisiológicos, comportamentais e de qualidade da carne

Variable	CORTISOL	AMÔNIA	RT. B. %	E. B. %	RL. R. %	E. R. %	T.C	T. TRANSP.	T. DES.	Q. D. %	OFE. %	T. POCILGA	PNEUM	L. CARCA	pH	COR L	P. AGUA	PSE %
CORTISOL		0,00	-0,11	0,07	-0,74*	0,79*	0,42	0,52	-0,16	0,40	0,46	0,36	0,36	0,81*	-0,71*	0,04	0,54	0,72*
AMÔNIA	0,00		0,89*	0,52	-0,21	0,20	-0,70	-0,63	0,71*	-0,22	-0,37	0,38	0,82*	0,29	0,09	-0,11	0,29	-0,15
RT. B. %	-0,11	0,89*		0,78*	0,04	0,09	-0,58	-0,79*	0,89*	-0,36	-0,16	0,36	0,57	0,04	0,04	0,04	0,32	-0,02
E. B. %	0,07	0,52	0,78*		0,11	0,22	-0,24	-0,56	0,78*	-0,23	0,06	0,28	0,26	-0,19	0,02	0,04	0,37	0,28
RL. R. %	-0,74*	-0,21	0,04	0,11		-0,85*	-0,14	-0,43	0,11	-0,45	-0,33	-0,70*	-0,43	-0,75*	0,61	-0,29	-0,68	-0,62
E. R. %	0,79*	0,20	0,09	0,22	-0,85*		0,38	0,19	0,20	0,09	0,50	0,80*	0,27	0,61	-0,65	0,45	0,88*	0,81*
T. CAR.	-0,50	0,21	0,57	0,59	0,57	-0,23		-0,85*	0,79*	-0,76*	0,20	0,16	-0,32	-0,54	0,07	0,43	0,18	0,00
T. TRANSP.	0,52	-0,63	-0,79*	-0,56	-0,43	0,19	0,37		-0,90*	0,81*	0,19	-0,20	-0,13	0,32	-0,25	-0,22	-0,14	0,27
T. DES.	-0,16	0,71*	0,89*	0,78*	0,11	0,20	-0,25	-0,90*		-0,67*	0,06	0,50	0,25	-0,11	-0,04	0,36	0,50	0,13
Q. D. %	0,40	-0,22	-0,36	-0,23	-0,45	0,09	-0,13	0,81*	-0,67*		-0,02	-0,16	0,22	0,27	-0,11	-0,40	-0,18	0,16
OFE. %	0,46	-0,37	-0,16	0,06	-0,33	0,50	0,80*	0,19	0,06	-0,02		0,55	-0,45	0,24	-0,87*	0,77*	0,67	0,87*
T. POCILGA	0,36	0,38	0,36	0,28	-0,70*	0,80*	0,20	-0,20	0,50	-0,16	0,55		0,14	0,36	-0,61	0,77*	0,95*	0,70
PNEUM.	0,36	0,82*	0,57	0,26	-0,43	0,27	-0,65	-0,13	0,25	0,22	-0,45	0,14		0,61	0,02	-0,46	0,11	-0,13
L. CARCA	0,81*	0,29	0,04	-0,19	-0,75*	0,61	0,14	0,32	-0,11	0,27	0,24	0,36	0,61		-0,67	0,00	0,43	0,40
pH	-0,71*	0,09	0,04	0,02	0,61	-0,65	-0,62	-0,25	-0,04	-0,11	-0,87*	-0,61	0,02	-0,67		-0,59	-0,72*	-0,84*
COR L	0,04	-0,11	0,04	0,04	-0,29	0,45	0,56	-0,22	0,36	-0,40	0,77*	0,77*	-0,46	0,00	-0,59		0,75*	0,62
P. ÁGUA	0,54	0,29	0,32	0,37	-0,68	0,88*	0,38	-0,14	0,50	-0,18	0,67	0,95*	0,11	0,43	-0,72*	0,75		0,84*
PSE %	0,72*	-0,15	-0,02	0,28	-0,62	0,81*	0,64	0,27	0,13	0,16	0,87*	0,70	-0,13	0,40	-0,84*	0,62	0,84*	

RT. B: Retorno baía; E.B: Escorregão baía; RL.B: Relutância baía; E.R: Escorregão na rampa de embarque; T.CAR: Tempo de carregamento; T. TRANSP: Tempo de transporte; T. DES: Tempo de desembarque; Q.D: Queda desembarque; OFE: Ofegante; T. Pocilga: Tempo de espera na pocilga; L. CARCA: Lesão de carcaça severa; P.AGUA: Perda de água; (* = $P < 0.001$).

5 CONCLUSÕES

Os resultados indicaram uma relação entre as avaliações de bem-estar nas granjas e o comportamento dos animais, uma vez que notas mais altas de bem-estar ao longo da criação foram associadas a um comportamento melhor no pré-abate. No entanto, não foi observada uma relação clara entre as avaliações de bem-estar e os parâmetros fisiológicos. Surpreendentemente, resultados piores em parâmetros como cortisol no pelo e qualidade da carne foram encontrados na pirâmide que apresentou as melhores notas de bem-estar, segundo a avaliação do protocolo adaptado.

A avaliação do bem-estar animal é complexa devido à influência de muitas variáveis nos diferentes aspectos que compõem o bem-estar. Diante disso, é necessário realizar mais estudos que abordem de forma integrada os parâmetros zootécnicos, fisiológicos e comportamentais, a fim de compreender melhor a relação entre o bem-estar animal e seu ambiente.

6 REFERÊNCIAS

Aalhus JL (1992) **Environmental conditions for swine during marketing for slaughter: A national review**. Agriculture Canada, Research Branch.

ABPA - Associação brasileira de proteína animal (2023) **Relatório anual**. E-book. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2023/04/Relatorio-Anual-2023.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2023.

Acevedo-Giraldo JD, Sánchez JA, Romero MH (2020) Effects of feed withdrawal times prior to slaughter on some animal welfare indicators and meat quality traits in commercial pigs. **Meat Science** 167:107993.

Alves FA (2015) **Bem-estar animal e agregação de valor**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3561517/artigo-bem-estar-animal-e-agregacao-de-valor.>>. Acesso em: 15 set. 2023.

Alves FV, Porfirio-da-Silva V, Karvatte-Junior N (2019) Bem-estar animal e ambiência na ILPF. In: Bungenstab DJ, Almeida RG, Laura VA, Balbino LC, Ferreira AD (Eds.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Embrapa. p. 209-223.

Anderson DB, Loveland C (2010) Relationship of blood lactate and meat quality in market hogs. **Cell** 970:631-2659.

Andoni E, Cocoli S, Miraglia D, Balzaretto CM, Brecchia G, Bijo B, Menchetti L, Musa L, Curone G, Agradi S, Kumbe I, Zalla P, Gjoni E, Bixheku X, Castrica M (2023) Ante-mortem and Post-mortem Inspection and Relationship between Findings in a North Albanian Pig Slaughterhouse. **Animals** 13:1032.

Appleby M (1999) **What should we do about animal welfare?** Oxford: Blackwell Science. 208p.

Arndt S, Goerlich VC, van der Staay FJ (2022) A dynamic concept of animal welfare: The role of appetitive and adverse internal and external factors and the animal's ability to adapt to them. **Frontiers in Animal Science** 3:908513.

Bacci ML, Nannoni E, Govoni N, Scorrano F, Zannoni A, Forni M, Martelli G, Sardi L (2014) Hair cortisol determination in sows in two consecutive reproductive cycles. **Reproductive Biology** 14:218-223.

Baptista RIAA, Bertani GT, Barbosa CN (2011) Indicadores do bem-estar em suínos. **Ciência Rural** 41:1823-1830.

Beattie VE, O'connell NE, Moss BW (2000) Influence of environmental enrichment on the behavior, performance, and meat quality of domestic pigs. **Livestock Production Science** 65:71-79.

Bergamin C, Comin A, Corazzin M, Faustini M, Peric T, Scollo A, Gottardo F, Montillo M, Prandi A (2019) Cortisol, DHEA, and sexual steroid concentrations in fattening pigs' hair. **Animals** 9:345.

Bispo LCD, Almeida EC, Dias FJS, Lopes KLAM, Valente ALS (2016) Bem-estar e manejo pré-abate de suínos: Revisão. **PUBVET** 10:795-872.

Borges TD (2016) **Impacto do estresse no bem-estar dos animais e na qualidade da carcaça e da carne**. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Unesp, Jaboticabal.

Bracke MB, Herskin MS, Marahrens MA, Gerritzen MA, Spoolder HAM (2020) **Review of climate control and space allowance during transport of pigs (version 1.0)**. EURCAW-Pigs. Disponível em: <<https://edepot.wur.nl/515292>>. Acesso em: 21 jan. 2024.

Bridi AM, Silva CA (2013) Qualidade da carne suína e fatores que a influenciam. **Anais do VI Simpósio Brasil Sul de Suinocultura**, 46-62.

Broom DM (1986) Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal** 142:524-526.

Broom DM (1995). **Quantifying pig welfare during transport using physiological measures**. AGRIS. Disponível em: <<https://agris.fao.org/search/en/providers/122438/records/64775c6d5eb437dfff76d194>>. Acesso em: 18 dez. 2023.

Broom DM (2003) Causes of poor welfare in large animals during transport. **Veterinary Research Communications** 27:515-518.

Broom DM, Johnson KG (1993) **Stress and Animal Welfare**. London: Chapman and Hall. 228p.

Broom DM, Johnson KG (1998) **Stress and Animal Welfare. Key issues in the biology of humans and other animals**.

Broom DM, Molento CFM (2004) Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas: revisão. **Archives of Veterinary Science** 9:1-11.

Bushby EV, Dye L, Collins LM (2021) Is magnesium supplementation an effective nutritional method to reduce stress in domestic pigs? A systematic review. **Frontiers in Veterinary Science** 7:596205.

Byrd CJ, Radcliffe JS, Craig BA, Eicher SD, Lay DC (2020) Measuring piglet castration pain using linear and non-linear measures of heart rate variability. **Animal Welfare** 29:257-269.

Cagliari TP, Fraga BN, Oelke CA, Garcia GG, Oliveira V, Ceron MS (2021) Avaliação do ambiente em pesquisas sobre o comportamento dos suínos em crescimento e terminação: uma revisão sistemática. In: Oelke CA, Moraes GF, Galati RL (Eds) **Zootecnia: pesquisas e práticas contemporâneas**. Guarujá: Editora Científica p. 208-227.

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** 11:1-13.

CARC - Canadian Council on Animal Care (2009) **Guide to the care and use of experimental animals**. Canadian Council on Animal Care, Ottawa, ON, Canada

Carmo IB, Oliveira PL, Oliveira YS, Montalván ZCR (2017) Bem-estar em suínos: manejo no pré-abate: Revisão. **PUBVET** 11:966-969.

Carroll GA, Boyle LA, Hanlon A, Collins L, Griffin K, Friel M, Armstrong D, O'Connell NE (2018) What can carcass-based assessments tell us about the lifetime welfare status of pigs?. **Livestock Science** 214:98-105.

Carvalho CL, Cavalcante MM, Camargo NOT, Andretta I (2021) Bem-estar animal em suínos. In: Oelke CA (Ed.) **Suínocultura e avicultura: do básico a zootecnia de precisão**. Guarujá: Editora Científica p. 89-115.

Casal N, Manteca X, Peña R, Bassols A, Fàbrega E (2017). Analysis of cortisol in hair samples as an indicator of stress in pigs. **Journal of Veterinary Behavior**, 19:1-6.

Čobanović N, Janković L, Vasilev D, Dimitrijević M, Teodorović V, Kureljušić B, Karabasil N (2019) Slaughterline records of various postmortem pathological lesions and their influence on carcass and meat quality in slaughtered pigs. **Animal Science Journal** 90:1475-1483.

Čobanović N, Novaković S, Tomašević I, Karabasil N (2021) Combined effects of weather conditions, transportation time and loading density on carcass damages and meat quality of market-weight pigs. **Archives Animal Breeding** 64:425-435.

Cobanovic N, Radojicic M, Suvajdzic B, Vasilev D, Karabasil N (2021) Effects of handling procedure during unloading on welfare and meat quality of market-weight pigs. In: **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science** (Vol. 854, No. 1, p. 012017). IOP Publishing.

Correa JA, Gonyou HW, Torrey S, Widowski T, Bergeron R, Crowe TG, Laforest JP, 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** 93:43-55.

Correa JA, Torrey S, Devillers N, Laforest JP, Gonyou HW, Faucitano L (2010) Effects of different moving devices at loading on stress response and meat quality in pigs. **Journal of Animal Science** 88:4086-4093.

Courboulay V, C Foubert (2007) Testing different methods to evaluate pig welfare on farm. **Animal Welfare** 16:193-196.

CPC - Canadian Pork Council (2011) **Animal Care Assessment for Canadian hog producers**. CPC, Ottawa, ON, Canada.

D'eath RB, Arnott G, Turner SP, Jensen T, Lahrmann HP, Busch ME, Niemi JK, Lawrence AB, Sandøe P (2014) Injurious tail biting in pigs: how can it be controlled in existing systems without tail docking? **Animal** 8:1479-1497.

Dalla Costa FA, Dalla Costa OA, Di Castro IC, Gregory NG, Di Campos MS, Leal GBDM, Tavernari FDC (2019) Ease of handling and physiological parameters of stress, carcasses, and pork quality of pigs handled in different group sizes. **Animals** 9:798.

Dalmau A, Temple D, Rodríguez P, Llonch P, Valerde A (2009) Application of the Welfare Quality® protocol at pig slaughterhouses. **Animal welfare** 18:497-505.

Dantzer R, Mormède P (1983). Stress in farm animals: a need for reevaluation. **Journal of animal science** 57:6-18.

Dawkins MS (2000) Animal minds and animal emotions. **American Zoologist** 40:883-888.

Dawkins MS (2004) Using behavior to assess animal welfare. **Animal Welfare** 13:3-7.

Denton DA, McKinley MJ, Farrell M, Egan GF (2009) The role of primordial emotions in the evolutionary origin of consciousness. **Consciousness and cognition**, 18:500-514.

Dias CP, Silva CA, Manteca X (2014). **Bem-estar dos suínos**. Londrina: Midiograf. 403p.

Dieni CA, Storey KB (2009) Creatine kinase regulation by reversible phosphorylation in frog muscle. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology** 152:405-412.

Dong P (2001) A structural stress definition and numerical implementation for fatigue analysis of welded joints. **International Journal of Fatigue** 23:865-876.

Driessen B, Van Beirendonck S, Buyse J (2020). Effects of Housing, Short Distance Transport, and Lairage on Meat Quality of Finisher Pigs. **Animals** 10:788.

Durham ER (2003) Chimpanzés também amam: a linguagem das emoções na ordem dos primatas. **Revista de Antropologia** 46:85-154.

EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) (2020) Welfare of pigs at slaughter. **Efsa Journal**, 18:e06148.

EFSA. **Welfare of pigs during transport**. Disponível em: <<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2903/j.efsa.2022.7445>> Acesso em 27 jan. 2024.

Embrapa (2022) **Suínos e Aves. Estatísticas**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas>> Acesso em 27 jan. 2024.

Escribano D, Contreras-Jodar A, López-Arjona M, Cerón JJ, Fàbrega E, Aymerich P, Dalmau A (2023) Changes in cortisol and cortisone in hair of pigs reared under heat stress condition. **Frontiers in Veterinary Science** 10: 1156480.

Faucitano L (2001) Causes of skin damage to pig carcasses. **Canadian Journal of Animal Science** 81:39-45. 59

Faucitano L (2010) Invited Review: effects of lairage and slaughter conditions on animal welfare and pork quality. **Canadian Journal of Animal Science** 90:461-469.

Faucitano L (Ed.) (2022) **Preslaughter handling and slaughter of meat animals**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. 436p.

Faucitano L, Goumon S (2018) Transport of pigs to slaughter and associated handling. In: Spinka M. **Advances in pig welfare**. Cambridge: Woodhead Publishing. p. 261-293

Faucitano L, Goumon S, Costa LN (2024) Transport of Pigs to slaughter and associated handling. In: Carmelink I, Baxter EM. **Advances in pig welfare**. Cambridge: Woodhead Publishing. p. 332-350.

Faucitano L, Lambooij E (2019) Transport of pigs. In: GRANDIN T. **Livestock handling and transport**. Wallingford UK: CABI. p. 307-327

Faucitano L, Nannoni E (2023). Pig production systems and related effects on pre-slaughter animal welfare and meat quality. **Italian Journal of Animal Science** 22:513-523.

Faucitano L, Raj M (2022) Pigs. In: Faucitano L. **Preslaughter handling and slaughter of meat animals**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. p. 198-202

Galvão AT, Silva ASL, Pires AP, Moraes AFF, Mendonça-Neto JSN, Azevedo HHF (2019) Bem-estar animal na suinocultura. **PUBVET** 13:1-6.

Geverink NA, Buhnemann A, Van de Burgwal JA, Lambooij E, Blokhuis HJ, Wiegant VM (1998) Responses of slaughter pigs to transport and lairage sounds. **Physiology & Behaviour** 63: 667-673.

Ghassemi-Nejad J, Ghaffari MH, Ataallahi M, Jo JH, Lee HG (2022) Stress concepts and applications in various matrices with a focus on hair cortisol and analytical methods. **Animals** 12:3096.

Godoy LD, Rossignoli MT, Delfino-Pereira P, Garcia-Cairasco N, Umeoka EHL (2018) A comprehensive overview on stress neurobiology: basic concepts and clinical implications. **Frontiers in behavioral neuroscience** 12:127.

Goumon S, Brown JA, Faucitano L, Bergeron R, Widowski TM, Crowe T, Connor ML, Gonyou HW (2013) Effects of transport duration on maintenance behavior, heart rate and gastrointestinal tract temperature of market-weight pigs in 2 seasons. **Journal of animal science** 91:4925-4935.

Goumon S, Faucitano L (2017) Influence of loading handling and facilities on the subsequent response to pre-slaughter stress in pigs. **Livestock Science** 200:6-13.

Gow R, Thomson S, Rieder M, Van-Uum S, Koren G (2010). An assessment of cortisol analysis in hair and its clinical applications. **Forensic Science International** 196:32-37.

Grandin T (2012) **Recommended animal handling guidelines and audit guide: A systematic approach to animal welfare**. Washington: American Meat Institute Foundation.

Grandin T (2016) Preslaughter handling, welfare of animals, and meat quality. In: Przybylski W, Hopkins D. **Meat quality: genetic and environmental factors**. Boca Raton: CRC Press.

Grandin T (2021) Cattle and pigs are easy to move and handle will have less preslaughter stress. **Foods** 10:2583.

Grandin TA (2017) **Recommended animal handling guidelines and audit guide: a systematic approach to animal welfare**. Washington: North American Meat Institute. 134p.

Grandin TA (2021) **Recommended animal handling guidelines and audit guide: a systematic approach to animal welfare**. Washington: North American Meat Institute. 129 p.

Green TC, Mellor DJ (2011) Extending ideas about animal welfare assessment to include 'quality of life' and related concepts. **New Zealand veterinary journal**, 59:263-271.

Guàrdia MD, Estany J, Balasch S, Oliver MA, Gispert M, Diestre A (2004) Risk assessment of PSE condition due to pre-slaughter conditions and RYR1 gene in pigs. **Meat Science** 67:471-478.

Guevara RD, Pastor JJ, Manteca X, Tedo G, Llonch P (2022) Systematic review of animal-based indicators to measure thermal, social, and immune-related stress in pigs. **PloS one** 17:e0266524.

Hambrecht E, Eissen JJ, Newman DJ, Smits CHM, Den Hartog LA, Verstegen MWA (2005) Negative effects of stress immediately before slaughter on pork quality are aggravated by suboptimal transport and lairage conditions. **Journal of animal science** 83:440-448.

Heimbürge S, Kanitz E, Otten W (2019) The use of hair cortisol for the assessment of stress in animals. **General and Comparative Endocrinology** 270:10- 17.

Hemsworth PH, Barnett JL (1991) The effects of aversively handling pigs, either individually or in groups, on their behaviour, growth and corticosteroids. **Applied Animal Behaviour Science** 30:61-72.

Hoag T, Lemme C (2018) Indústria de alimentos de origem animal: Riscos e oportunidades para o setor decorrentes das políticas de bem-estar animal. **RAE-Revista de Administração de Empresas** 58:244-253.

Hogan J (2005) Causation: the study of behavioural mechanisms. **Animal biology** 55:323-341.

Holmes R, Gerritzen MA, Herskin MS, Schwarzlose I, Ruis MA (2020) **Review of arrival and lairage management at pig slaughterhouses (version 1.0)**. Disponível em: <<https://edepot.wur.nl/526511>>. Acesso em: 15 jan. 2024.

Hughes BO, Duncan IJH (1988) The notion of ethological 'need', models of motivation, and animal welfare. **Animal Behaviour** 36:1696-1707.

Humane Farm Animal Care (2018) **Annual Report**. Certified Humane: Raised & Handled. Disponível em: <<https://certifiedhumane.org/wp-content/uploads/Annual-Report-2018-ENGLISH.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

Jewgenow K, Azevedo A, Albrecht M, Kirschbaum C, Dehnhard M (2020) Hair cortisol analyses in different mammal species: choosing the wrong assay may lead to erroneous results. **Conservation Physiology** 8:coaa009.

Johnson EO, Kamilaris TC, Chrousos GP, Gold PW (1992) Mechanisms of stress: a dynamic overview of hormonal and behavioral homeostasis. **Neuroscience & Biobehavioral Reviews** 16:115-130.

Kauffman, RG, Van der Wal PG, Eikelenboom G, Merkus G, Zaar M (1986) The use of filter paper to estimate drip loss of porcine musculature. **Meat Sci.** 18:191– 200.
KilBride A, Gillman C, Ossent P, Green L (2009). Impact of flooring on the health and welfare of pigs. **In Practice** 31:390-395.

Knowles TG, Brown SN, Edwards JE, Warriss PD (1998) Ambient temperature below which pigs should not be continuously showered in lairage. **Veterinary Record** 143:575-578.

Knowles TG, Warriss PD (2000). Stress Physiology of Animals During Transport. In: Grandin T. **Livestock Handling and Transport**. Wallingford: Cab International. p. 385-407.

Kovács L, Jurkovich V, Bakony M, Szenci O, Póti P, Tózsér J (2014) Welfare implication of measuring heart rate and heart rate variability in dairy cattle: literature review and conclusions for future research. **Animal** 8:316-330.

Le Neindre P, Terlouw C, Boivin X, Boissy A, Lensink J (2001) Behavioral research and its application to livestock transport and policy: A European perspective. **Journal of Animal Science** 79:E159-E165.

Lebret B, Candek-Potokar M (2022) Pork quality attributes from farm to fork. Part I. Carcass and fresh meat. **Animal** 16:100402.

Lee DHR (1965) Climatic stress indices for domestic animals. **International Journal of Biometeorology**, 9:29-35.

Lopez AC, Sobestiansky J, Coimbra JBS (1997) Lesões nos cascos e claudicações em suínos. **Boletim Informativo EMBRAPA – CNPSA e EMATER**, 19:1295-1300.

Ludtke CB, Costa OAS, Roça RO, Silveira ETF, Athayde NB, Araújo AP, Mello-Júnior A, Azambuja NC (2012) Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. **Ciência Rural** 42:532-537.

Machado Filho LCP (2000) Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão brasileira. In: **1º Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Embrapa. p. 34-40.

Manteca X, Silva CA, Bridi AM, Dias CP (2013) Bem-estar animal: conceitos e formas práticas de avaliação dos sistemas de produção de suínos. **Semina: Ciências Agrárias** 34:4213-4229.

Martínez-Miró S, Tecles F, Ramón M, Escribano D, Hernández F, Madrid J, Orengo J, Martínez-Subiela S, Manteca X, Cerón JJ (2016) Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update. **BMC veterinary research** 12:1-9.

Mellor DJ (2016) Updating animal welfare thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “a Life Worth Living”. **Animals** 6:21.

Mellor DJ, Beausoleil NJ, Littlewood KE, McLean AN, McGreevy PD, Jones B, Wilkins C (2020) The 2020 five domains model: Including human–animal interactions in assessments of animal welfare. **Animals** 10:1870.

Mendl M, Paul ES (2004) Consciousness, emotion, and animal welfare: insights from cognitive science. **Animal Welfare** 13:7-26.

Michiels A, Piepers S, Ulens T, Van Ransbeeck N, Sacristán RDP, Sierens A, Haesebrouck F, Demeyer P, Maes D (2015) Impact of particulate matter and ammonia on average daily weight gain, mortality and lung lesions in pigs. **Preventive veterinary medicine** 121:99-107.

Moak KA, Bergeron R, Conte S, Bohrer BM, Arrazola A, Devillers N, Faucitano L (2022) Use of two novel trailer types for transportation of pigs to slaughter. I. Effects on trailer microclimate, pig behaviour, physiological response, and meat quality under Canadian summer conditions. **Canadian Journal of Animal Science** 102:529-542.

Moberg GP, Mench JA (2000) **The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare**. Wallingford: CABI publishing. 384p.

Nakai H, Saito F, Ikeda T, Ando S, Komatsu A (1975) **Standards models of pork color**. Bulletin of the National Institute of Animal Industry, 29:69-74.

Nelson DL, Cox MM (2008) **Lehninger Principles of Biochemistry**. New York: W. H. Freeman and Company.

NFACC (2014) **Code of Practice: for the care and handling of pigs**. Ottawa: Canadian Pork Council. 78p.

NPB (2022) **Common Swine Industry Audit**. Instructions, Standards and Audit Tool. National Pork Board.

Ogawa NN, Silva GL, Barbon APADC, Flaiban KKMD, Silva CAD, Rocha LM, Bridi AM (2024) Animal Welfare Assessment and Meat Quality through Assessment of Stress Biomarkers in Fattening Pigs with and without Visible Damage during Slaughter. **Animals** 14:700.

Olczak K, Penar W, Nowicki J, Magiera A, Klocek C (2023) The Role of sound in livestock farming—selected aspects. **Animals** 13:2307.

Ollagnier C, Kasper C, Wallenbeck A, Keeling L, Bee G, Bigdeli SA (2023) Machine learning algorithms can predict tail biting outbreaks in pigs using feeding behaviour records. **PloS one** 18:e0252002.

Parlasca M, Knöβlsdorfer I, Alemayehu G, Doyle R (2023) How and why animal welfare concerns evolve in developing countries. **Animal Frontiers** 13:26-33.

Pasquale V (2022) **Effects of space allowance on behaviour, physiology, skin lesions and meat quality of pigs transported in an actively ventilated vehicle in the summer and winter**. 178 f. Tese (Doutorado em Ciências), University of Guelph, Guelph.

Pereira S (2004) Global conference on animal welfare: An OIE initiative. **ALTEX-Alternatives to animal experimentation** 21:95-97.

Pinheiro RW (2020) **Suinocultura: Uma saúde e um bem-estar**. IICA, p. 343-350.

Ranucci D, Di Giacomo L, Martina R, Branciarri R, Miraglia D, Rea S, Stocchi R, Di Cerbo A, Roila R, Budelli L, Fortugo L, D'Innocenzo A, Cambiotti F, Zoppo MD, Capecci E, Angellotti A, Ferretti E, Loschi AR (2021) Food chain information systems in medium-and small-sized slaughterhouses of central Italy and organ and carcass condemnations: A five-year survey. **Italian Journal of Food Safety**, 10:9833.

Rioja-Lang FC, Brown JA, Brockhoff EJ, Faucitano L (2019) A review of swine transportation research on priority welfare issues: a Canadian perspective. **Frontiers in Veterinary science** 6:36.

Rocha LM, Devillers N, Maldague X, Kabemba FZ, Fleuret J, Guay F, Faucitano L (2019) Validation of anatomical sites for the measurement of infrared body surface temperature variation in response to handling and transport. **Animals**, 9:425.

Rocha LM, Dias CP, Ribas JR, Ludkte C (2022) The importance of animal welfare for animal health, disease prevention and judicious use of antimicrobials. In: Magnusson U, Lewerin SS, Eklund G, Rozstalnyy A. **The prudent and effective use of antimicrobials in pig production – an integrated approach**. Rome: FAO.

Rocha LM, Velarde A, Dalmau A, Saucier L, Faucitano L (2016) Can the monitoring of animal welfare parameters predict pork meat quality variation through the supply chain (from farm to slaughter)? **Journal of Animal Science**, 94:359-376.

Rocha LT, Carvalho PLO, Genova JL, Faucitano L (2023) **Influence of stocking density and lairage time on behaviour and skin lesion scores in pigs**. Proc. 61 69th International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), Padova, Italy, pp. 390-391.

Rohr S, Dalla Costa OA, Dalla Costa FA (2016) Bem-estar animal na produção de suínos: práticas de manejo e características das instalações nas granjas. Brasília: Embrapa. 40p.

Ryan S, Bacon H, Endenburg N, Hazel S, Jouppi R, Lee N, Seksel K, Takashima G (2020). Diretrizes para o bem-estar animal da WSAVA. **Revista Global Veterinary Community**.

Sandner M, Lois G, Streit F, Zeier P, Kirsch P, Wüst S, Wessa M (2020) Investigating individual stress reactivity: high hair cortisol predicts lower acute stress responses. **Psychoneuroendocrinology** 118:104660.

Santana AP, Murata LS, McManus CP, Bernal FEM (2009) Dosagem de cortisol sanguíneo em suínos submetidos ao manejo pré-abate e insensibilização elétrica. **Archivos de zootecnia** 58:149-152.

Santiago JC, Caldara FR, Santos VMO, Seno LO, Garcia RG, Paz ICAL (2012) Incidência da carne PSE (pale, soft, exsudative) em suínos em razão do tempo de descanso pré-abate e sexo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 64:1739-1746.

Sardi L, Gastaldo A, Borciani M, Bertolini A, Musi V, Martelli G, Cavallini D, Rubini G, Nannoni E (2020) Identification of possible pre-slaughter indicators to predict stress and meat quality: A study on heavy pigs. **Animals** 10:945.

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** 87:479-487.

Scheeren MB, Gonyou HW, Brown J, Weschenfelder AV, 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** 94:71-78.

Schwartzkopf-Genswein KS, Faucitano L, Dadgar S, Shand P, González LA, Crowe TG (2012) Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review. **Meat science** 92:227-243.

Scollo A, Gottardo F, Contiero B, Edwards SA (2014) Does stocking density modify affective state in pigs as assessed by cognitive bias, behavioural and physiological parameters?. **Applied Animal Behaviour Science** 153:26-35.

Selye H (1955-1956) **The stress concepts**. Fifth Annual Report on Stress, Inc. New York.

Sharpley CF (2009) Neurobiological pathways between chronic stress and depression: dysregulated adaptive mechanisms?. **Clinical Medicine Insights: Psychiatry** 2:CMPSy-S3658.

Silva TA, Spada CA, Candeias APM, Barros BA, Motta LDSAM, Otutumi LK, Bonato D (2023) Principais causas de condenação de carcaças suínas durante a inspeção ante e post mortem. **Peer Review** 5:475-486.

Slominski A, Zbytek B, Nikolakis G, Manna PR, Skobowiat C, Zmijewski M, Li W, Janjetovic Z, Postlethwaite A, Zouboulis CC, Tuckey RC (2013) Steroidogenesis in the skin: implications for local immune functions. **The Journal of steroid biochemistry and molecular biology** 137:107-123.

Smythe GA, Bradshaw JE, Vining RF (1983) Hypothalamic monoamine control of stress-induced adrenocorticotropin release in the rat. **Endocrinology** 113:1062-1071.

Sousa IK, Sousa RS, Mori CS, Morini AC, Neves KA, Minervino AH, Ortolani EL (2020) Influência da suplementação com cromo orgânico no desempenho de bezerros de corte submetidos ao estresse da desmama. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 40:97-101.

Souza BB (2007). **Adaptabilidade e bem-estar em animais de produção**. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_4/Adaptabilidade/Index.htm>. Acesso em: 15 dez. 2023.

Spoolder HA, Aarnink AA, Vermeer HM, van Riel J, Edwards SA (2012) Effect of increasing temperature on space requirements of group housed finishing pigs. **Applied Animal Behaviour Science** 138:229-239.

Tallet C, Brajon S (2024) Pig-human interactions: Creating a positive perception of humans to ensure pig welfare. In: Camerlink I, Baxter EM. **Advances in pig welfare**. Oxford: Woodhead Publishing. p. 409-428.

Temple D, Courboulay V, Velarde A, Dalmau A, Manteca X (2012) The welfare of growing pigs in five different production systems in France and Spain: assessment of health. **Animal Welfare** 21:257-271.

Terlouw EC, Picard B, Deiss V, Berri C, Hocquette JF, Lebret B, Lefevre F, Hamill R, Gagaoua M (2021) Understanding the determination of meat quality using biochemical characteristics of the muscle: stress at slaughter and other missing keys. **Foods** 10:84.

Terlow C, Bourguet C. (2022). Quantifying animal welfare preslaughter using behavioural, physiological and carcass and meat quality measures. In: Faucitano L. **Preslaughter handling and slaughter of meat animals**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers. p. 13-61.

Torrey S, Bergeron R, Gonyou HW, Widowski T, Lewis N, Crowe T, Correa JA, Brown J, Faucitano L (2013) Transportation of market-weight pigs 1. Effect of season and truck type on behavior with a 2 hour transport. **Journal of Animal Science** 91:2863-2871.

Trevisan C, Montillo M, Prandi A, Mkupasi EM, Ngowi H, Johansen MV (2017) Hair cortisol and dehydroepiandrosterone concentrations in naturally *Taenia solium* infected pigs in Tanzania. **General and Comparative Endocrinology** 246:23-28.

Urrea VM, Bridi AM, Ceballos MC, Costa MJP, 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** 99:skab119.

Van Staaveren N, Doyle B, Manzanilla EG, Calderón Díaz JA, Hanlon A, Boyle LA (2017) Validation of carcass lesions as indicators for on-farm health and welfare of pigs. **Journal of Animal Science** 95:1528-1536.

Večerek V, Voslářová E, Semerád Z (2021) Patho-anatomic findings in finisher pigs, sows, and piglets detected during veterinary slaughterhouse inspection. **Acta Veterinaria Brno** 89:341-347.

Vecerek V, Voslarova E, Semerad Z, Passantino A (2020) The health and welfare of pigs from the perspective of post mortem findings in slaughterhouses. **Animals** 10:825.

Velarde AN, Dalmau A (2011) Avaliação do bem-estar: **Protocolo Welfare Quality®**. Disponível em: <https://www.3tres3.com.pt/artigos/avaliac%C3%A3o-do-bem-estar-protocolo-welfare-quality®_1292/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

Verkerk GA, Phipps AM, Carragher JF, Matthews LR, Stelwagen K (1998) Characterization of milk cortisol concentrations as a measure of short-term stress responses in lactating dairy cows. **Animal Welfare** 7:77-86.

Wang C, Chen Y, Bi Y, Zhao P, Sun H, Li J, Liu H, Zhang R, Li X, Bao J (2020) Effects of long-term gentle handling on behavioral responses, production performance, and meat quality of pigs. **Animals** 10:330.

Warriss PD (2010) **Meat science: an introductory text**. Wallingford UK: CABI.

Wathes CM, Jones JB, Kristensen HH, Jones EKM, Webster AJF (2002) Aversion of pigs and domestic fowl to atmospheric ammonia. **Transactions of the ASAE** 45: 1605- 1610. Webster AJF, Main DCJ, Whay HR (2004) Welfare assessment: indices from clinical observation. **Animal welfare** 13:S93-S98.

Weeks CA (2008) A review of welfare in cattle, sheep and pig lairages, with emphasis on stocking rates, ventilation and noise. **Animal welfare** 17:275-284.

Weitzman ED, Fukushima D, Nogeire C, Roffwarg H, Gallagher TF, Hellman L (1971) Twenty-four hour pattern of the episodic secretion of cortisol in normal subjects. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism** 33:14-22.

Welfare Quality (2009a) **Welfare Quality® assessment protocol for pigs: sows and piglets, growing and finishing pigs**. Welfare Quality® Consortium.

Welfare Quality (2009b) **Welfare Quality scoring system**. Welfare Quality® Consortium.

Weschenfelder AV, Torrey S, Devillers N, Crowe T, Bassols A, Saco Y, Piñeiro M, Saucier L, Faucitano L (2013). Effects of trailer design on animal welfare parameters and carcass and meat quality of three Pietrain crosses being transported over a short distance. **Livestock Science** 157:234-244.

Wiechers DH, Brunner S, Herbrandt S, Kemper N, Fels M (2021) Analysis of hair cortisol as an indicator of chronic stress in pigs in two different farrowing systems. **Frontiers in veterinary science** 8:605078.

Wilhelmsson S, Andersson M, Hemsworth PH, Yngvesson J, Hultgren J (2023) Human-animal interactions during on-farm truck loading of finishing pigs for slaughter transport. **Livestock Science** 267:105150