



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

KILVIA KAROLINE DE SOUZA VIVEIROS

**AMBIÊNCIA E MANEJO DE ESPERA PRÉ-ABATE DE SUÍNOS EM CONDIÇÕES
DE CLIMA TROPICAL: INFLUÊNCIA NOS INDICADORES
TERMOFISIOLÓGICOS E DE QUALIDADE DA CARNE**

FORTALEZA

2022

KILVIA KAROLINE DE SOUZA VIVEIROS

AMBIÊNCIA E MANEJO DE ESPERA PRÉ-ABATE DE SUÍNOS EM CONDIÇÕES DE
CLIMA TROPICAL: INFLUÊNCIA NOS INDICADORES TERMOFISIOLÓGICOS E DE
QUALIDADE DA CARNE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Orientador: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho.

FORTALEZA

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V842a Viveiros, Kilvia Karoline de Souza.

Ambiência e manejo de espera pré-abate de suínos em condições de clima tropical: : influência nos indicadores termofisiológicos e de qualidade da carne / Kilvia Karoline de Souza Viveiros. – 2022.
56 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2022.

Orientação: Prof. Dr. José Antonio Delfino Barbosa Filho .

1. Transporte de suínos . 2. Manejo de desembarque . 3. Análise multivariada. I. Título.

CDD 630

KILVIA KAROLINE DE SOUZA VIVEIROS

AMBIÊNCIA E MANEJO DE ESPERA PRÉ-ABATE DE SUÍNOS EM CONDIÇÕES DE
CLIMA TROPICAL: INFLUÊNCIA NOS INDICADORES TERMOFISIOLÓGICOS E DE
QUALIDADE DA CARNE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola. Área de Concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas.

Aprovada em: 28/04/2022.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jos Antonio Delfino Barbosa Filho (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dra. Ana Paula Colares de Andrade
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. José Nailton Bezerra Evangelista
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

A Deus.

Aos meus pais pelo constante exemplo de vida.
Por me ensinarem o valor do estudo, do trabalho, da persistência e da honestidade. Ao meu esposo e amigo Filipe Melo, que sempre me deu forças, estímulos e amor para que eu continuasse em busca dos meus sonhos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que me concedeu força, sabedoria e saúde para trilhar esse caminho. Vivenciamos momentos difíceis, a nível mundial, durante a pandemia. Momentos estes que nos levaram muitas vezes à aflição. Entretanto, sempre busquei forças naquele que me criou, sendo possível assim, concluir mais esta etapa.

Deus em sua misericórdia me agraciou com pais, que são exemplos de força e perseverança, e mesmo nos momentos difíceis eles não soltaram minha mão, sempre me apoiando e me mostrando que eu era capaz. Essa vitória é tão deles quanto minha, sou o que sou hoje, graças a eles.

Agradeço ao meu esposo, não somente pelo apoio incondicional, carinho e amor, mas por ser meus braços e força durante a realização do experimento, sem ele eu não teria conseguido avaliar tão bem a fisiologia dos animais. Obrigada meu amor, seu entusiasmo, sua dedicação em me fazer evoluir sempre, me inspira. Amo muito você Filipe, Deus me abençoou imensamente, quando me fez sua esposa.

Aos meus irmãos, Kelly, Cleber e Kátia, que nos momentos difíceis tinham as palavras de conforto e sempre me dedicaram amor, cada um demonstrando do seu jeito particular, mas todos no final sempre quiseram meu bem e meu sucesso.

As minhas tias Maria Das Neves e Neuzelide, por sempre esperarem o melhor de mim, sempre orando e acreditando que eu sou capaz. Nas horas mais difíceis eu sei que posso contar com o amor e consolo delas.

Ao meu orientador, Professor Dr. Jose Antonio Delfino Barbosa Filho, que me acompanha desde a graduação quando eu era aluna de iniciação científica. Obrigada por me incentivar a trilhar esse caminho na área de pré-abate de suínos, acreditando que eu era capaz de desenvolver um bom trabalho. Sou grata por toda a compreensão e conhecimento repassado.

A Professora Dra. Ana Paula Colares, que auxiliou-me na parte da qualidade de carnes, fornecendo material, tempo e conhecimento. Como sou grata por tudo, uma inspiração, de fato, para mim. Deus à abençoe.

Aos meus colegas de mestrado, Jennifer, Simone, Beatriz, Nítalo, que muito contribuíram para a realização deste trabalho, sou grata por cada conhecimento repassado. Na pós-graduação essa comunicação e auxílios são extremamente necessários. Obrigada pelas palavras de motivação e confiança.

Aos membros da banca Prof. Dra. Carla Renata e Prof. Dr. Nailton Bezerra, pela atenção e motivação em contribuir, com conhecimentos e experiências.

RESUMO

O manejo pré-abate inadequado e o estresse térmico podem comprometer o bem-estar e a fisiologia de suínos, especialmente em regiões de clima tropical. Assim, objetivou-se avaliar as condições das operações de desembarque, espera e abate em escala comercial, e um abatedouro no município de Aquiraz, Ceará, Brasil. Um banco de dados com informações sobre a origem, tempo de viagem e manejo pré-transporte nas fazendas foram obtidas por questionários aplicados aos motoristas responsável pelas cargas. Doze lotes variando de 30 a 100, animais foram avaliados, sendo amostrados 60 suínos com $107 \pm 5,0$ kg, distribuídos em três grupos de acordo com os tempos de transporte (TT), tempos de desembarque (TD) e tempos de espera para o abate (TE). Na chegada dos animais e 30 minutos antes do abate foram aferidas a temperatura superficial, frequência respiratória e temperatura retal dos suínos. O monitoramento ambiental foi realizado por meio de mini estações meteorológicas. Dados do pH da carne foram coletadas após 45 minutos do abate, no lombo e paleta. Os dados foram submetidos a ANOVA, análises de correlações e multivariadas. Os dois primeiros componentes explicam 97% dos tratamentos, onde foi possível verificar a influência do manejos e do estresse térmico das instalações sobre as variáveis fisiológicas dos suínos e indicadores de qualidade da carne. Análise discriminante evidenciou que o grupo C apresentou diferenças multivariadas em relação aos demais especialmente pelas variáveis de temperatura retal antes do abate, frequência respiratória e temperatura retal na chegada do abatedouro. Os manejos TT, TD, número de funcionários e número de animais desembarcados por vez, afetaram negativamente a fisiologia e a qualidade da carne, ocasionando uma tendência dos defeitos tipo DFD na paleta e PSE no lombo. Ademais, observou-se que quanto maior o tempo para desembarcar os animais, maior era o uso de manejos mais agressivos. Baseados nas variáveis frequência respiratória e entalpia, pode-se evidenciar que, a maior parte dos animais foram acometidos pelo estresse, provocado pelo calor, o que resultou em perda do bem-estar durante a permanência no ambiente de espera e de qualidade da carne acarretando defeitos do tipo DFD na paleta. Entretanto, em algumas análises, observou-se animais com hipotermia, esse resultado pode estar associado as condições ambientais e intensificados pela prática do molhamento adotados pelo abatedouro e devido a inadequação das instalações.

Palavras-chave: transporte de suínos; manejo de desembarque de suínos; análise multivariada; carne DFD.

ABSTRACT

Inadequate pre-slaughter handling and heat stress can compromise the welfare and physiology of pigs, especially in tropical climates. Thus, this study aimed to evaluate the conditions of unloading, waiting, and slaughtering operations on a commercial scale, and in a slaughterhouse in the municipality of Aquiraz, Ceará, Brazil. A database with information about origin, travel time, and pre-transport handling on the farms was obtained by questionnaires applied to the drivers responsible for the loads. Twelve lots ranging from 30 to 100 animals were evaluated, and 60 pigs weighing 107 ± 5.0 kg were sampled and distributed in three groups according to transport time (TT), unloading time (DT), and waiting time to slaughter (TE). On the arrival of the animals and 30 minutes before slaughter, the surface temperature, respiratory rate, and rectal temperature of the pigs were measured. Environmental monitoring was performed by means of mini weather stations. Meat pH data were collected 45 minutes after slaughter from the loin and shoulder. Data were subjected to ANOVA, correlation, and multivariate analysis. The first two components explained 97% of the treatments, where it was possible to verify the influence of management and thermal stress of the facilities on the physiological variables of the pigs and meat quality indicators. Discriminant analysis showed that group C presented multivariate differences in relation to the others, especially for the variables rectal temperature before slaughter, respiratory rate and rectal temperature on arrival at the slaughterhouse. The TT, TD, number of employees and number of animals unloaded at the same time, negatively affected the physiology and meat quality, causing a tendency of DFD defects in the shoulder and PSE in the loin. Furthermore, it was observed that the longer the time to unload the animals, the more aggressive handling was used. Based on the variables respiratory rate and enthalpy, it can be evidenced that most animals were affected by stress, caused by heat, which resulted in loss of welfare during the stay in the waiting environment and meat quality, leading to DFD defects on the pallet. However, in some analyses, animals with hypothermia were observed. This result may be associated with the environmental conditions and intensified by the practice of wetting adopted by the slaughterhouse and due to.

Keywords: transport of pigs; handling of swine landing; multivariate analysis; DFD meat.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Desembarcadouro	23
Figura 2 – Fotos panorâmicas da instalação de espera pré-abate avaliada.....	24
Figura 3 – Fluxograma da amostragem.....	25
Figura 4 – Fluxograma da coleta de variáveis fisiológicas (Temperatura Superficial- TS; Frequência Respiratória- FR; Temperatura Retal-TR)	26
Figura 5 – Animais na baia de espera identificados por tinta não tóxica.....	26
Figura 6 – (A) Termovisor infravermelho, (B) Coleta das imagens termográficas.....	27
Figura 7 – (A) Termômetro digital tipo espeto, utilizado para aferir a temperatura retal, (B) Termômetro introduzido no reto do animal.....	28
Figura 8 – (A) <i>Data logger</i> utilizado no experimento, (B) Aparelho posicionado na baia.....	28
Figura 9 – Medição do pH no lombo do suíno.....	30
Figura 10 – Flutuação das variáveis ambientais da instalação de espera, durante o período de experimento.....	32
Figura 11 – Baia com pontos de acúmulo de água e incidência solar.....	33
Figura 12 – Biplot de análise de componentes principais: características dos tratamentos investigados.....	34
Figura 13 – Dissimilaridade entre os grupos avaliados por Can1 x Can 2.....	39
Figura 14 – Caminhão estacionado no desembarcadouro.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Classificação da carne suína de acordo com o pH.....	19
Tabela 2	– Cinco liberdades do bem-estar animal e variáveis relacionadas.....	20
Tabela 3	– Características dos grupos na rotina pré-abate conforme o tempo de transporte, desembarque, espera e densidade no transporte.....	25
Tabela 4	– Análise descritiva das variáveis ambientais do microclima da instalação de espera.....	31
Tabela 5	– Coeficiente de variação total explicada por cada componente principal.....	33
Tabela 6	– Coeficientes canônicos padronizados para amostra total e variação total explicada por cada variável canônica.....	38
Tabela 7	– Correlação das variáveis contínuas, de manejo, fisiológicas e de qualidade da carne.....	40
Tabela 8	– Análise de variância dos tipos de manejos utilizados e sua respectiva.....	43

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Objetivo geral	11
1.2	Objetivos específicos	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Operações pré-abate.....	12
2.1.1	<i>Transporte da granja ao abatedouro</i>	<i>12</i>
2.1.2	<i>Desembarque.....</i>	<i>14</i>
2.1.3	<i>Espera.....</i>	<i>15</i>
2.2	Qualidade da carne suína	17
2.3	Bem-estar animal.....	19
2.4	Ambiência.....	21
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3.1	Clima e infraestrutura do local.....	23
3.2	Procedimento experimental e coleta de dados	24
3.3	Variáveis fisiológicas.....	26
3.3.1	<i>Frequência Respiratória.....</i>	<i>26</i>
3.3.2	<i>Temperatura superficial.....</i>	<i>27</i>
3.3.3	<i>Temperatura retal.....</i>	<i>27</i>
3.4	Variáveis ambientais	28
3.4.1	<i>Entalpia de conforto (H).....</i>	<i>29</i>
3.5	pH da carne	29
3.6	Análise estatística	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5	CONCLUSÃO.....	44
	REFERÊNCIAS.....	45
	APÊNDICE A- RELATÓRIO DE CHEGADA DO CARREGAMENTO DE SUÍNOS.....	54
	APÊNDICE B – TABELA DAS MÉDIAS ($\pm$ SE) DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E AMBIENTAIS DE CADA GRUPO.....	55
	APÊNDICE C - CONSIDERAÇÕES.....	56

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade consolidada em âmbito nacional e que permanece em plena expansão (EMBRAPA, 2016). O Brasil é o quarto maior produtor de carne suína com 3.983 mil toneladas da produção mundial, ficando apenas atrás da China (42.550 mil ton) União Europeia (23.935 mil ton) e Estados Unidos (12.542 mil ton). A maior parte da produção destina-se a atender o mercado interno e a exportação, com 81% e 19%, respectivamente. (ABPA, 2020). Todavia, a suinocultura na região Nordeste ainda está em expansão, uma vez que houve um aumento significativo de granjas tecnificadas e da intensificação das exportações no ano 2020 (EMBRAPA, 2020). Com o aumento das produções, no primeiro trimestre de 2020 o Ceará abateu o equivalente a 3.082.542 kg de carne suína, um aumento de 632.849 kg em comparação ao ano anterior (EMBRAPA, 2020).

Tendo em vista estes crescentes aumentos, a produção de carne suína está constantemente, adequando-se a demanda e as exigências do mercado interno. Os temas mais debatidos quando se fala em criação de suínos é a questão do bem-estar animal, eficiência do processo produtivo e das operações pré-abate. O consumidor está cada dia mais exigente quanto ao bem-estar dos animais e a rastreabilidade dos produtos.

A fase pré-abate é a etapa final de todo ciclo produtivo da suinocultura e é de suma importância para a inocuidade do produto final. Os manejos de embarque, tempo de transporte, desembarque e período de descanso promovem estresse, devido a interação com profissionais do manejo, variação das condições ambientais e dificuldade nos manejos devido a inadequação das instalações. Fatores estes que influenciam a homeostase dos suínos, comprometendo assim o bem-estar e os processos bioquímicos que ocorrem no período *post-mortem*. Desta forma, os aspectos qualitativos e quantitativos da carne são influenciados diretamente pela forma que esses animais vão ser manejados no pré-abate (DALLA COSTA *et al.*, 2015; DALMAU *et al.*, 2016). Vem-se estudando essas etapas com a finalidade de aprimorá-las, a fim de promover conforto a espécie, comprovando que quando o estresse aumenta o bem-estar animal diminui. Esta avaliação promove associação das medidas fisiológicas em resposta ao estresse.

A espera pré-abate possui como finalidade o fornecimento de animais, de forma contínua, para a linha de abate e visa também recuperar os animais do esgotamento físico, motivado por manejos anteriores como o transporte e desembarque, pois neste primeiro momento os animais encontram-se altamente estressados e fadigados. A recuperação desses animais e as perdas econômicas causadas por defeitos de carne estão associadas ao tempo de permanência desses animais na espera e as condições de ambiência, temperatura e umidade das

instalações, principalmente em regiões de clima tropical (NIELSEN *et al.*, 2020).

Trabalhos abordam que maior permanência na baia de espera favorece um maior tempo de jejum e por consequência promove estresse, alterações fisiológicas e de qualidade da carne, como o defeito DFD (*dark, firm e dry*). Entretanto, o estresse de curto prazo, pela menor permanência na espera, pode favorecer cortes com defeito PSE (*pale, soft, exudative*) (DALLA COSTA *et al.*, 2007; DOKMANOVÍČ *et al.*, 2014; EFSA, 2020).

Desta forma, observa-se que o manejo pré-abate é uma importante fonte de variação do bem-estar e da qualidade da carne e que na região Nordeste do Brasil ainda existem poucos estudos voltados para este importante ponto crítico da produção. Neste sentido, faz-se necessária uma melhor compreensão de quais manejos são mais prejudiciais aos suínos e o impacto do clima tropical nessa fase final do ciclo de produção dos animais. Partindo desses argumentos, o presente estudo avaliou as condições bioclimáticas das instalações e o manejo de espera pré-abate de suínos em um abatedouro comercial, situado em região de clima tropical, relacionando os resultados com indicadores termofisiológicos e de pH da carne suína.

1.1 Objetivo geral

Avaliar as condições bioclimáticas das instalações e do manejo de espera pré-abate de suínos em clima tropical sobre indicadores termofisiológicos e de qualidade de carne em um abatedouro comercial localizado no município de Aquiraz, região metropolitana de Fortaleza, Ceará, Brasil.

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Monitorar o manejo da recepção dos animais no abatedouro (desembarque e condução às instalações);
- ✓ Mensurar a temperatura retal, temperatura superficial, frequência respiratória dos animais;
- ✓ Mensurar o pH no *Longissimus dorsi* e *Semispinalis capitis*, 45 minutos após o abate;
- ✓ Realizar o monitoramento ambiental das instalações pré-abate.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Operações pré-abate

O pré-abate é uma das fases de maior importância na produção animal, pois envolve manejos que podem comprometer todo o cuidado destinado aos animais anteriormente, resultando em carcaças e carne de má qualidade. Esta fase consiste em uma preparação que necessita de uma interação homem-animal maior do que os animais estão habituados e também procedimentos como jejum, embarque, transporte, desembarque e espera, com diversas variáveis que podem resultar em um baixo bem-estar animal (BISPO *et al.*, 2016; MARCON, 2017).

Desta maneira, as operações pré-abate estão sempre em constante mudança para atender a demanda de bem-estar e de qualidade de carne, mudanças estas que são reflexo da preocupação do mercado consumidor que está muito criterioso quanto a segurança alimentar, rastreabilidade e qualidade de vida dos animais, características que agregam valor ao produto final (DALLA COSTA, 2015; CARMO *et al.*, 2017).

2.1.1 Transporte da granja ao abatedouro

O transporte pré-abate promove um impacto no bem-estar dos animais, influenciando as condições físicas e fisiológicas. Segundo Santos *et al.* (2013), as distâncias de transporte sejam elas curtas ou longas, influenciam negativamente a fisiologia dos animais. Entretanto, distâncias curtas possuem um prejuízo maior ao bem-estar do animal, aumentando a tensão muscular e consequentemente afetando a qualidade da carne.

Isso acontece devido a um pequeno período de adaptação às condições de transporte que acontece em viagens de curto período (ACHOVE *et al.*, 2010). Nessa situação pode promover perdas e condenação de carcaças, (NANNONI *et al.*, 2016), implicando em condições reduzidas de bem-estar (BRACKE *et al.*, 2020). Neste sentido, a Autoridade Europeia de segurança alimentar-EFSA (2012) e Pereira e Corassa (2014) afirmaram que os dados obtidos da inspeção pré-abate são uma fonte para monitorar as condições de bem-estar dos suínos recém chegados ao abatedouro.

Longas distâncias de transporte submetem o animal a um desconforto e estresse por um maior período de tempo, pois estes são muito exigidos fisicamente para manterem o equilíbrio, permanecendo a maior parte do tempo em pé. As flutuações de temperatura dentro do caminhão e o tempo de jejum acima do ideal, favorecem ao estresse agudo e alterações fisiológicas, o que também compromete o bem-estar dos animais, confere maiores níveis de desidratação e elevada ocorrência de hematomas e escoriações na carcaça (GEBRESENBET *et*

al., 2011; MOTA-ROJAS *et al.*, 2012; MIRANDA-DE LA LAMA *et al.*, 2014; FAUCITANO, 2018).

Tanto tempo de transporte curto quanto longo favorecem o comprometimento do bem-estar e da qualidade da carne, ocasionando perdas econômicas, que inviabilizam o bom funcionamento do frigorífico, pois o rendimento tende a decrescer, havendo um maior descarte e desclassificação das carcaças, limitando a utilização de carnes com defeitos, que vão ser destinadas a produção de produtos processados (GALLO *et al.*, 2001).

Desta forma o tempo de transporte deve ser levado mais em consideração do que a distância da granja até o abatedouro, visto que as variáveis duração de embarque, tráfego lento, engarrafamentos, avarias nas estradas, dentre outros são fatores que comprometem o tempo despendido de transporte, possuindo maior influência no bem-estar dos animais e na qualidade da carne (BISPO *et al.*, 2016). Desta forma, Pereira *et al.* (2017) afirmaram que o tempo de transporte total de no mínimo oito e no máximo 16 horas são aceitáveis sob o ponto de vista do bem-estar animal. Todavia, Carr *et al.* (2008) compararam dois tempos de transporte (45 minutos e três horas) e concluíram que suínos devem ser transportados em um período de tempo inferior a três horas, para redução do estresse, levando em consideração a temperatura ambiental de $\leq 22^{\circ}\text{C}$.

Comparando a qualidade da carne suína em três períodos distintos de transporte (1h, 2h e 4h), Yu *et al.* (2009) observaram que após duas horas houve o comprometimento da qualidade da carne, apresentando tendências a defeitos do tipo PSE se comparado a quatro horas de transporte. O que se contrapõe com os resultados encontrados por Salmi *et al.* (2012) que observaram um aumento no pH final da carne suína em transportes de longa duração, apresentando carne com defeito DFD.

Contudo, os resultados inferidos por Dalla Costa *et al.* (2007) evidenciam que acima de quatro horas de viagem os animais elevam os níveis de estresse, desta forma, os autores recomendam viagens abaixo desse período. Entretanto, a associação do período longo e curto de transporte com a diminuição do bem-estar animal, é uma interpretação simplista, pois as variáveis às quais os animais são expostos são bem mais complexas que isto, principalmente quando se consideram as condições climáticas, o tipo de veículo utilizado e a sanidade dos animais.

Outras pesquisas sugerem que, quando comparado o tempo de transporte de 1h30min e 8h, os níveis de cortisol e frequência cardíacas ficam elevadas durante as primeiras cinco horas de viagem e vêm a decrescer após esse período, esse aumento de alguns parâmetros fisiológicos se deve, talvez, ao estresse ainda do embarque dos animais. Ou seja, o estresse do

transporte também deve levar em consideração o estresse residual do embarque na granja de origem, o que torna a mensuração do estresse pré-abate mais complexo (FERREIRA *et al.*, 2014).

Desta forma, para medir o conforto e as condições de estresse de animais recém chegados ao abatedouro, os parâmetros fisiológicos, assim como os comportamentais, estão sendo utilizados como medidas importantes de avaliação para auxiliar na compreensão do bem-estar animal (BAPTISTA *et al.*, 2011; TASSE e MOLENTO, 2019).

2.1.2 Desembarque

Após o transporte muitas vezes exaustivo da granja ao abatedouro, é recomendado que os animais sejam desembarcados imediatamente. Caso não seja possível e a espera no caminhão seja necessária, deve-se promover condições de conforto térmico aos animais, como boa ventilação e sombra, uma vez que a climatização inadequada favorece o aumento da frequência respiratória, que é um mecanismo de resposta da termorregulação ao estresse térmico (MIRANDA-DE LA LAMA *et al.*, 2021; BAPTISTA *et al.*, 2017; TORREY *et al.*, 2013; DALLA COSTA, 2006).

É de suma importância, que nessa fase do pré-abate, os animais sejam conduzidos com calma, protegidos das intempéries climáticas, respeitando seu comportamento, a fim de proporcionar bem-estar ao animal, evitando lesões e alterações fisiológicas severas. É recomendado o uso de tábuas de manejo e bandeiras, evitando choques, empurrões e outros manejos agressivos que contribuam para produção de carnes com defeito PSE (DALLA COSTA *et al.*, 2010; PREIRA *et al.*, 2011).

O tempo de desembarque pode variar de acordo com o tipo de caminhão, o tipo de manejo utilizado para condução dos animais, número de funcionários e o número de animais conduzidos. Neste momento, haverá uma maior interação homem-animal, logo o treinamento e compreensão do comportamento dos suínos é de grande importância. Os suínos possuem dificuldade de desembarcarem por rampas com angulação superiores a 15°, esse manejo, torna-se mais difícil ainda, quando os animais são conduzidos por bastões de choque, pedaços de madeira, chutes e gritos. Isso pode elevar o número de lesões, ocasionadas por escorregões e a frequência respiratória dos animais (DALLA COSTA *et al.*, 2008; RITTER *et al.*, 2009; ARAÚJO, 2009; CORREA *et al.*, 2013).

O modelo do veículo para o transporte de suínos tem influência direta no bem-estar dos animais. Segundo Ludtke *et al.* (2012), países como a Inglaterra têm substituído veículos com carrocerias normais, por veículos de carroceria de piso móvel, o que é um agente facilitador

para o embarque e desembarque de suínos, visto que diminui intervenções agressivas no manejo.

Desta forma, Dalla Costa *et al.* (2008) recomendam que a rampa de desembarque deve possuir angulação até 13°, piso antiderrapante e ou emborrachado com protuberâncias, evitando escorregões. O uso de rampas é geralmente necessário quando há um desnível entre a plataforma de desembarque e o caminhão, associado ao uso de elevadores hidráulicos em caminhões com mais de um andar, isto, por sua vez, diminui o tempo de desembarque dos suínos (JONES, 1999; FAUCITANO, 2000). Segundo o mesmo autor, também recomenda-se que os suínos sejam manejados do caminhão até as salas de espera em pequenos grupos, de dois a três animais, com tranquilidade, a fim de evitar escorregões e ou amontoamentos. Vale salientar, que os suínos interagem com o ambiente desconhecido, logo, há necessidade de pararem para conhecer o local. O que pode ser um fator facilitador para os manejos agressivos, gerados pelos funcionários sem treinamento.

Estudos mais recentes sugerem que rampas com inclinação superiores a 20° dificultam o manejo de desembarque e por consequência aumentam as lesões e a frequência cardíaca, principalmente em temperaturas ambientais elevadas (GARCIA e MCGLONE, 2015; DALLA COSTA *et al.*, 2019). Segundo esses mesmos autores, a redução na angulação da rampa de desembarque favorece uma expressiva redução de perdas no pré-abate se comparada as angulações $>20^\circ$ e $\leq 20^\circ$, o que levou a legislação brasileira a reconhecer a necessidade de criar uma instrução normativa, que define uma angulação máxima de 25° para rampas de embarque. Entretanto, não há um parâmetro estabelecido para instalações de abate, existindo uma lacuna nesse quesito (BRASIL 1995; BRASIL, 2020).

O posicionamento do caminhão também tem influência na quantidade de acidentes no desembarque. Em alguns casos, a estrutura do desembarcadouro e ou o tipo de caminhão proporcionam um mal posicionamento do caminhão, que interfere no fluxo de descida dos animais, estes, muitas vezes, empacam ou se colidem, o que deixa o manejo mais estressante e prejudicial ao bem-estar animal. Dessa forma, recomenda-se o desembarque gradual e em estruturas adequadas para o manejo, para que não haja comprometimento da integridade da carcaça e qualidade da carne (GARCIA e MCGLONE, 2015).

2.1.3 Espera

Após os animais serem desembarcados no abatedouro, eles seguem às instalações de espera. A permanência desses animais nessas baias tem como objetivo, recuperar os animais da exaustão e desidratação do transporte, que promove estresse e desgaste físico, bem como manter constante o fornecimento de animais para a linha de abate (SANTIAGO *et al.*, 2012;

PEREIRA *et al.*, 2017).

No entanto, para permitir uma eficiente recuperação desses animais após o transporte, as baias devem ser bem dimensionadas para que os animais transitem livremente. Estas devem possuir bebedouros suficientes para a capacidade da baia e proporcionar conforto térmico. Deve-se também evitar mistura de lotes, ruídos e elevada movimentação de pessoal (EFSA, 2020).

Neste sentido, o período de permanência dos animais na espera pré-abate é variável, podendo ser de uma hora até mais de 20 horas, isso dependerá da logística de cada abatedouro, tempo de transporte, número de animais, capacidade de abate e condições ambientais (DALLA COSTA *et al.*, 2006; ARAÚJO, 2009; PEREIRA *et al.*, 2017).

Entretanto, um elevado período de permanência na espera compromete a fisiologia, o comportamento e o bem-estar dos suínos. Dessa forma, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, através da Portaria n° 711, de 1 de novembro de 1995, regulamenta que os suínos devem permanecer em descanso por no mínimo oito horas, podendo ser prolongado até no máximo 24 horas, após esse período, os animais devem ser alimentados e um novo jejum deverá ser realizado. Logo, é de suma importância o conhecimento pelos responsáveis técnicos do abatedouro, o tempo de jejum a que esses animais foram submetidos e quanto tempo a mais eles podem permanecer em jejum, para contabilizar o tempo ideal de espera, dadas as circunstâncias. Tendo em vista que, elevados períodos de permanência em jejum e em espera podem favorecer o defeito de carne do tipo DFD (DRIESSEN *et al.*, 2020; EFSA, 2020; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Alguns autores abordam sobre qual seria o tempo de espera ideal a fim de não prejudicar o bem-estar animal e a qualidade da carne. Segundo Warriss (2003), o tempo ideal para a recuperação das condições fisiológicas dos suínos é de duas a três horas de espera. Weeks (2008) descreve que tempos de espera inferiores a uma hora devem ser evitados, tendo em vista que após o abate, as concentrações de lactato nos músculos serão elevadas, favorecendo o defeito de carne PSE. Santiago *et al.* (2012), recomenda em suas pesquisas, um tempo de permanência nas baias de espera de seis até oito horas. Ludtke *et al.* (2012) obtiveram conclusão semelhante, e recomendam um tempo ideal de espera de seis horas. Este tempo não alterou a qualidade da carne e nem a fisiologia do estresse, portanto, favorece positivamente o bem-estar do animal.

Um tempo de espera mais longo (>12h) reduz a incidência de carnes com o defeito PSE. Em contrapartida, aumenta a incidência de defeitos DFD em 19%. Esse tempo longo favorece a redução do glicogênio muscular, devido ao maior tempo de jejum. Neste caso,

também aumenta a incidência de brigas entre os animais, promovendo lesões na carcaça. (GUÀRDIA *et al.*, 2005; DALLA COSTA *et al.*, 2016; FAUCITANO, 2018). Segundo Salmi *et al.* (2012), animais que permaneceram por 15 minutos comparados com os que permaneceram por 24 horas na espera, obtiveram pH de pernil mais ácido, ou seja, tendência a uma carne com defeito PSE.

Outros trabalhos abordam fatores de comprometimento da qualidade da carne suína, baseada no período de permanência na espera. Dokmanović *et al.* (2014) e Faucitano (2018) relataram que quanto maior o tempo de espera maior será o estresse do suíno, as lesões na carcaça e mais longo será o *rigor mortis*. O clima tropical, associado a um estresse de longo e curto prazo também favorece os desvios de qualidade da carne bem como o estresse térmico por calor (OCHOVE *et al.*, 2010).

2.2 Qualidade da carne suína

O manejo pré-abate é a fase do sistema de produção que promove maior estresse aos animais, pois estes serão retirados de seu ambiente familiar, transportados em condições adversas e submetidos a interação homem-animal com maior intensidade. Esses fatores estressantes promovem uma resposta fisiológica que contribui para a incidência de desvios na qualidade da carne (FAUCITANO, 2010).

Entre os fatores que podem comprometer a qualidade da carne suína *ante-mortem* estão: tempo de jejum durante toda a fase pré-abate, a partir da granja de origem (DALLA COSTA *et al.*, 2016), transporte e modelo do caminhão (DALLA COSTA *et al.*, 2007), manejo de desembarque (FAUCITANO, 2000), tempo de espera (DOKMANOVIĆ *et al.*, 2014; FAUCITANO, 2018), variáveis ambientais (EFSA, 2020), manejo de condução, qualidade das instalações (LUDTKE *et al.*, 2014) e técnica de insensibilização do abate (DALLA COSTA *et al.*, 2006; ARAÚJO, 2009).

A qualidade da carne pode ser verificada analisando seus atributos sensoriais, tecnológicos, sanitários e éticos. Essas características estão sendo cada dia mais exigidas pelo mercado nacional e internacional, estimulando mudanças desde a fase inicial da cadeia suinícola até momentos após o abate (BRIDI, 2009). A fim de favorecer maior autonomia nessas análises, técnicas simples, como potencial hidrogeniônico (pH) é uma das mais usuais e objetivas para predição de qualidade tecnológica e organolépticas da carne suína.

Após o abate, a carcaça entra em uma fase chamada de *rigor mortis*, neste processo ocorrerá alterações bioquímicas e o músculo será transformado em carne, dando-lhe característica de maciez, suculência e cor (DALLA COSTA, 2006; BEDNAROVA *et al.*, 2014).

Dentro das fibras musculares possui uma reserva de glicogênio que é metabolizado, favorecendo assim a redução gradativa do pH no músculo.

Os desvios de qualidade da carne suína exercem influência no poder de compra deste produto no mercado. Com isso, as análises e pesquisas tornam-se cada dia mais imprescindíveis para o setor. Os defeitos recorrentes da carne suína são PSE – pale, soft and exudative (carne pálida, flácida e exudativa) e DFD – de dark, firm and dry (escura, firme e seca).

A redução do pH e o defeito PSE podem ser influenciados por fatores como o estresse pré-abate. De acordo com Bride (2009) e Souza (2013), estresse de curto prazo, causado pelo esforço físico realizados pelos suínos no pré-abate, promove a liberação de catecolaminas e cortisol, que vão favorecer o aumento da atividade da creatina fosfoquinase, desencadeando uma excessiva ativação do músculo, bem como a produção de ácido láctico. Assim, ocorrerá uma rápida depleção do pH. Neste caso, a combinação de elevadas temperaturas da carcaça ($>38^{\circ}\text{C}$) e pH baixo ($< 5,8$) resulta na desnaturação das proteínas miofibrilares, alterando a cor, textura e capacidade de retenção da água da carne (HUFF-LONERGAN *et al.*, 2002; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O desenvolvimento do defeito DFD, também está relacionado ao pré-abate. O jejum prolongado, exercícios excessivos, promovem um elevado consumo das reservas de glicogênio. Dessa maneira, diminui a velocidade da glicólise e da formação do ácido láctico. O pH decresce rapidamente nas primeiras horas, porém, estabiliza após 24 horas, em níveis superiores a 6,0. Com o pH elevado as proteínas miofibrilares promovem uma maior retenção de água na carne (SARCINELLI *et al.*, 2007; MAGANHINI *et al.*, 2007; PEDRÃO *et al.*, 2015).

É muito importante para o setor da indústria a compreensão dos padrões de qualidade da carne suína, os quais são descritos por Pereira *et al.*, (2017), em quatro categorias:

- ✓ **RFN**, carne de cor avermelhada ou rosa, consistência firme e não exsudativa. Essa descrição da carne é desejada e considerada como ideal e de alta qualidade.
- ✓ **RSE**, carne de cor avermelhada ou rosa, de consistência flácida e exsudativa. Esse tipo de classificação já caracteriza um desvio de qualidade, nesse tipo de defeito é notada uma baixa capacidade de retenção de água.
- ✓ **PSE**, cor pálida, flácida e exsudativa. É um dos defeitos mais comuns em carne suína devido a rápida depleção de pH.
- ✓ **DFD**, carne escura firme e seca. Defeito pouco recorrente em suínos e que é motivado pela baixa reserva de glicogênio.

O pH da carne pode ser mensurado em dois momentos, 45 minutos (pH₄₅) e 24

horas (pH₂₄) após o abate, permitindo analisar a velocidade da queda do pH e amplitude, respectivamente. Esses valores vão conceder o prático diagnóstico, para a indústria, de possíveis defeitos na qualidade da carne suína (TABELA 1) (GONÇALVES, 2015; OLIVEIRA *et al.*, 2018).

Tabela 1. Classificação da carne suína de acordo com o pH

Categoria	pH₄₅	pH₂₄
RFN	≥ 5,8	< 6,0
RSE	≥ 5,8	< 6,0
PSE	< 5,8	< 5,8
DFD	≥ 5,8 (tendência a DFD)	≥ 6,0

Fonte: Adaptado de Bridi e Silva (2013)

Vale ressaltar, que as alterações *post mortem* no músculo podem ser influenciadas também pelo tipo de músculo avaliado. Músculos que usam a via glicolítica para a produção de energia, produzem maior quantidade de ácido lático, é o exemplo do *Longissimus dorsi* e *Semimembranosus* nos suínos, lombo e pernil respectivamente. O *Longissimus dorsi* possui 70% das suas fibras com reações glicolíticas rápidas. Desse modo, pode-se aferir os efeitos do pré-abate que condiciona o defeito do tipo PSE, com o pH 45 minutos *post mortem*. Entretanto, músculos com predominância de metabolismo oxidativo, por exemplo, o músculo *Semispinalis capitis* (paleta), evidencia defeitos do tipo DFD, que é melhor caracterizado quando aferido o pH 24 horas *pos motem* (DALLA COSTA *et al.*, 2010; BERNARDES e PRATA, 2001; HAMBRECHT *et al.*, 2005).

Contudo, percebe-se que a qualidade da carne e o bem-estar animal são fatores que estão correlacionados. Para avaliar o bem-estar dos animais, o mais usual é o monitoramento dos indicadores de estresse, avaliando momentos específicos do manejo pré-abate. Nesta ocasião, os suínos são submetidos a situações atípicas, que propicia alteração dos mecanismos fisiológicos e hormonais, favorecendo a depleção de glicogênio e a alteração da velocidade de glicólise *post mortem* e por consequência a alteração do pH muscular, que contribui com defeitos como PSE e DFD.

2.3 Bem-estar animal

Com a evolução do conceito de bem-estar animal, faz-se necessária a compreensão objetiva do termo para aplicação científica e profissional, bem como a pronta relação com

outros conceitos como: dor, ansiedade, medo, liberdades, adaptações, sentimentos, estresse e saúde. Assim, o bem-estar pode ser compreendido como a resposta comportamental e ou fisiológica de um indivíduo quando este tentar adaptar-se, consecutivamente, a um ambiente em um dado momento (BROOM 1986; BROOM e MOLENTO, 2004).

Desta forma, não se pode oferecer bem-estar ao animal e sim condições para que este possa se adaptar ao meio (BROOM e MOLENTO, 2004). A descrição dessas condições pode ser encontrada no material publicado pelo Comitê de Bem-Estar de Animais Agrícolas do Reino Unido (FAWC, 2009), que definiu bem-estar mediante o reconhecimento das cinco liberdades inerentes aos animais, são elas descritas a seguir (TABELA 2).

Tabela 2. Cinco liberdades do bem-estar animal e variáveis relacionadas

Variáveis	Liberdades	Características
Fisiológicas	1 Fome e sede	Acesso a água e alimentação de qualidade
Ambiente	2 Desconforto	Ambiente apropriado, área suficiente para movimentação e área para descanso
Sanitária	3 Dor e Doença	Profilaxia, ausência de dor e sofrimento, diagnóstico rápido
Comportamental	4 Expressar comportamento natural	Socialização com animais da mesma espécie, ambiente com espaço suficiente ao animal, enriquecimento ambiental
Psicológica	5 Medo e angústia	Ausência de sofrimento mental, frustração, ambiente adaptado ao comportamento animal

Fonte: Adaptada de FAWC (2009)

As cinco liberdades são aplicadas com êxito ao longo do período de produção. Contudo, há uma dificuldade da aplicabilidade na fase pré-abate, que é constantemente estudada, a fim de amenizar os impactos no bem-estar dos animais. As mudanças ambientais são intensas e esta fase é considerada muito estressante em função dos novos fatores ambientais que os suínos são submetidos (CHEVILLON, 2000).

Segundo Grandin, (1996) existem problemas nas plantas frigoríficas que comprometem o bem-estar dos animais, são esses: equipamentos e manejos estressantes, distrações e avarias nas instalações, que atrapalham a condução dos animais, pelo pouco treinamento dos funcionários. A autora também aborda as condições a que os animais são submetidos durante o transporte até o abatedouro favorecem as péssimas condições fisiológicas e comportamentais.

Vários fatores podem ser mensurados para avaliar o grau de bem-estar dos animais, que pode variar de muito ruim a muito bom sendo eles, produtividade, mortalidade,

comportamento anômalo, danos físicos, doenças e fisiologia (BROOM, 1991; PEREIRA *et al.*, 2017). Desta forma, há uma adaptação da cadeia suinícola e suas fases de criação com o objetivo de proporcionar uma “qualidade ética” ao produto final. Desta maneira, a ênfase está não somente nas características quantitativas e qualitativas da carne suína mas também em promover o bem-estar animal em todas as fases do sistema (CARMO *et al.*, 2017).

2.4 Ambiência

A tecnificação promoveu avanços na produção animal e comprovou que o ambiente, conjunto de fatores físico-biológicos, deve ser adequado às condições de conforto do animal alojado, promovendo uma maior produtividade. Assim sendo, a compreensão da influência do meio no comportamento e fisiologia do animal favorece a melhora do conforto ambiental e por consequência o bem-estar, permitindo este, expressar seu potencial genético produtivo (BAÊTA e SOUZA, 2010).

Atualmente, a ambiência vem sendo amplamente difundida ao longo de todo o processo produtivo, promovendo estudos que a associam as instalações rurais, ao conforto térmico a fim de proporcionar bem-estar aos animais em diversos ambientes, sistemas produtivos e instalações, buscando melhorar a produtividade e reduzir perdas (SILVA e VIEIRA, 2010).

O clima é uma das variáveis que podem afetar consideravelmente o bem-estar dos suínos, em qualquer fase de produção, especialmente nos países sob clima tropical, como é o caso do Brasil, que possui elevadas temperaturas durante boa parte do ano. Promovendo mudanças significativas no comportamento e fisiologia. Logo, a combinação de temperatura e umidade são elementos primordiais para promoção do conforto térmico e compreensão das diferentes condições do ambiente agrícola (GRANT e ALBRIGHT, 1995; CAMPOS *et al.*, 2009; RICCI *et al.*, 2013; CASTRO-JÚNIOR e SILVA, 2020).

Altas de temperatura e umidade afetam negativamente a temperatura retal, superficial e a frequência respiratória dos suínos, promovendo o estresse. O estresse térmico nessa espécie pode ser mais prejudicial, pois o suíno apresenta uma capacidade limitada de perda de calor, devido a suas glândulas sudoríparas serem queratinizadas e inativas, não podendo trocar calor com o meio através do suor (MANTECA *et al.*, 2013; BLIGH, 1985).

Segundo Leal e Nããs, (1992) a zona de termoneutralidade para suínos em terminação (60-100 kg) e de 12-18 °C TA, com temperatura crítica superior de 27°C e a inferior de 4°C e umidade relativa ótima de 50-70%. Entretanto a *National Farm Animal Care Council* (2014), por meio do código de conduta de boas práticas e manejo de suínos, estabeleceu uma

temperatura ideal para a fase de terminação (55-110 kg de peso vivo), 18° C, com limites entre 10-24°C. Nesta zona de conforto térmico, há um baixo gasto de energia para manutenção da termorregulação, deste modo, existirá um melhor aproveitamento da energia ofertada pela alimentação e aumento da produtividade (FOX *et al.*, 2014; RASHAMOL *et al.*, 2018).

A escolha das instalações onde os suínos serão alojados, seja no ciclo de produção ou pré-abate, deve considerar fatores como a amplitude e a sobrecarga térmica a qual os animais vão ser expostos, e a resistência da linhagem e espécie a este ambiente, avaliando as respostas fisiológicas.

Os índices de conforto térmico estão sendo muito utilizados para compreender a influência das propriedades termodinâmicas do ar na fisiologia e bem-estar dos animais de produção, a fim de minimizar o estresse térmico. Como é o caso da entalpia específica, que compreende a soma de calor latente e sensível, com o objetivo de conhecer a troca de calor do animal com o meio (ZOTTI *et al.*, 2019; CASTRO-JÚNIOR e SILVA, 2020).

Ou seja, a Entalpia afere a quantidade de energia do meio considerando a temperatura e umidade relativa do ar. Rodrigues *et al.* (2010) sugeriu uma nova fórmula, adicionando pressão barométrica da região estudada como variável de entrada, para ser ter uma resposta mais verossimilhante à realidade. Por ser de fácil aplicabilidade vem sendo utilizado constantemente para caracterizar a ambiência das instalações agrícolas.

Contudo, o estresse é compreendido como qualquer fator que interfira na homeostase do animal. A ambiência abrange não somente condições climáticas, mas também, a relação e interação homem-animal que causam malefícios ao comportamento e fisiologia dos animais (MOBERG, 2005; SILVA, 2008).

Sendo assim, o estudo dos índices bioclimatológicos qualifica e quantifica o conforto e desconforto térmico animal, que pode ser evidenciado pela fisiologia e ou desempenho produtivo, sendo um método prático de avaliação do impacto do ambiente no animal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Clima e infraestrutura do Local

O estudo foi realizado em um abatedouro comercial localizado no município de Aquiraz, região metropolitana de Fortaleza, Ceará, Brasil. De acordo com a classificação de Köppen, a região é de clima Aw', com temperatura média anual de 26,6 °C. Todos os procedimentos foram realizados sem comprometer o ritmo habitual da empresa e seguindo as diretrizes prescritas pelo Comitê de Cuidados e Uso de Animais da Universidade Federal do Ceará (sob o CEUA nº 5293280720).

Os veículos utilizados para o transporte dos animais eram próprios das granjas de origem. O abatedouro possuía as seguintes características físicas: estrutura de alvenaria com duas rampas de alturas distintas a maior com 2,30 metros de altura (inclinação de 29°) e a menor com 1,95 metros (inclinação de 25°), ambas com largura de um metro. Cada rampa dá acesso a uma canaleta que favorece a condução dos animais pelo corredor que os leva até as baias de espera, corredor este que apresentava 70 centímetros de largura.

Figura 1- Desembarcadouro



Fonte: Autor

A instalação de espera (FIGURA 2) era constituída por sete baias, sendo duas de 4,60 m de largura e 5,0 m de comprimento (área 28 m²), quatro baias de 3,5 m de largura 5,0 m de comprimento (área de 17,5 m²) e uma baia de 5,0 m de largura e 7,0 m de comprimento (área de 35 m²). Todas orientadas no sentido Norte-Sul. As baias eram equipadas com um bebedouro do tipo chupeta, para promover a dieta hídrica dos animais alojados. Toda estrutura era de alvenaria com cobertura de telhas de alumínio. Ressalta-se que as baias não possuíam nenhum tipo de climatização. A altura do pé-direito era de 2,25 m, a cumeeira 3,0 m e beiral de 0,2 m.

Figura 2 - Fotos panorâmicas da instalação de espera pré-abate avaliada

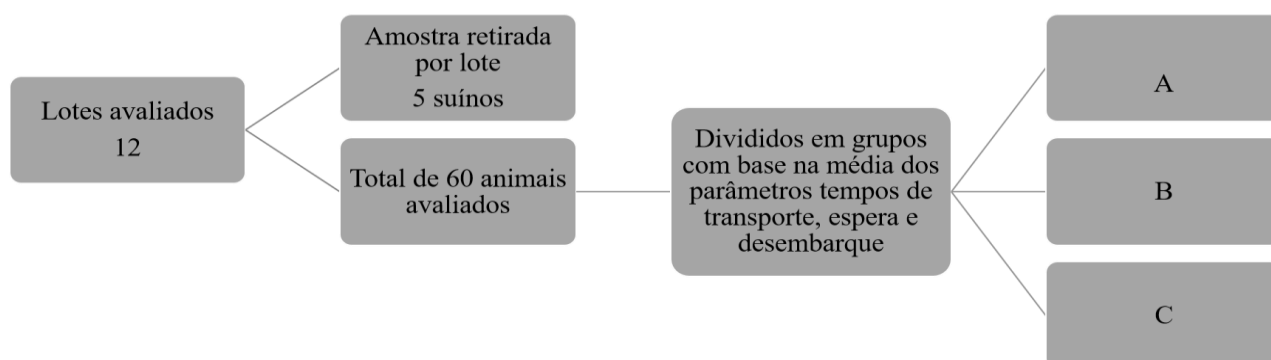


Fonte: Autor

3.2 Procedimento experimental e coleta de dados

O estudo foi realizado entre os meses de março e agosto de 2020 e teve duração de 23 dias ao todo, compreendendo a quadra chuvosa. Foram acompanhadas a recepção de 12 carregamentos e analisados ao todo 60 suínos em terminação (Large White x Landrace x Duroc) com 150 dias de idade e peso médio de $107 \pm 5,0$ kg, sendo cada carregamento determinado como um lote, cada lote possuía em média 30 a 100 animais. Posteriormente, os dados coletados desses animais foram distribuídos em grupos, de acordo com o padrão observado na rotina do abatedouro, tomando como base as médias dos seguintes parâmetros: tempo de transporte (TT), tempo de desembarque (TD) e tempo de espera (TE), dados estes descritos na Tabela 3.

Figura 3- fluxograma da amostragem



Fonte: Autor

Tabela 3- Características dos grupos na rotina pré-abate conforme o tempo de transporte, desembarque, espera e densidade no transporte

Variáveis	Grupos		
	A	B	C
Tempo de transporte	2,6h	1,0h	0,7h
Tempo de desembarque	9,0min	15min	3,2min
Tempo de espera	24h	18h	24h
Tempo total	26h15min	19h15min	24h45min
Densidade no transporte*	123,6kg/m ²	219,8kg/m ²	82,41kg/m ²

*A densidade foi calculada com base nas recomendações de boas práticas de embarque de suínos para abate (2012).

A coleta de dados do presente estudo iniciou com a recepção dos animais, por meio de observações do manejo durante o embarque e condução dos animais por observadores treinados e por um questionário aplicado ao motorista responsável pela carga (APÊNDICE A). Este relatório descreve dados da chegada do caminhão como: local de origem, hora de saída e chegada, distância percorrida no transporte, tempo de transporte, número de animais na carga. Contém ainda, o tempo de desembarque, os manejos utilizados, número de animais conduzidos por vez no desembarque e a quantidade de funcionários envolvidos no processo.

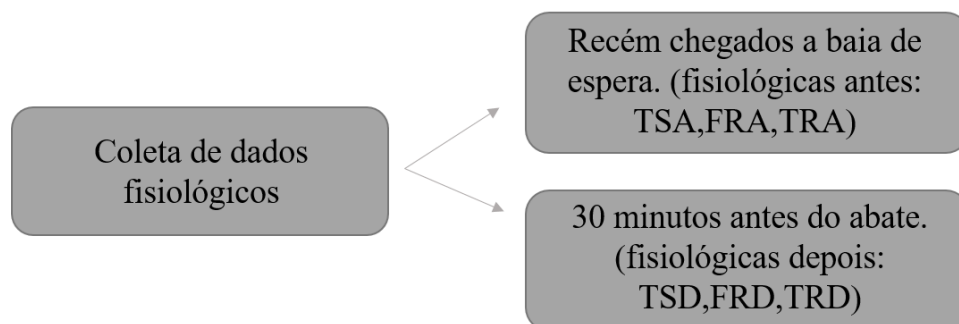
Na etapa de desembarque alguns manejos foram observados com frequência e avaliados, são eles: palmas (condução através do som das palmas), bastão de madeira (era pressionado no animal a fim de fazê-lo andar mais rápido), condução puxando as extremidades orelha e rabo (geralmente utilizado para “desempacar” os suínos da saída do caminhão ou do

corredor de manejo), chutes (geralmente eram dados chutes leves nas patas do suíno) e empurrão (condução empurrando o suíno pela garupa).

3.3 Variáveis fisiológicas

Assim que os animais eram alocados nas baias de espera, selecionou-se cinco deles ao acaso, para a coleta das variáveis fisiológicas. Essa análise foi realizada em dois momentos, com os animais recém chegados e 30 minutos antes do abate. Os animais da amostra foram marcados na região dorsal, com tinta não tóxica de diferentes cores, para identificá-los.

Figura 4- Fluxograma da coleta das variáveis fisiológicas (Temperatura Superficial- TS; Frequência Respiratória- FR; Temperatura Retal-TR)



Fonte: Autor

Figura 5: Animais na baia de espera identificados por tinta não tóxica



Fonte: Autor

3.3.1 Frequência respiratória (FR)

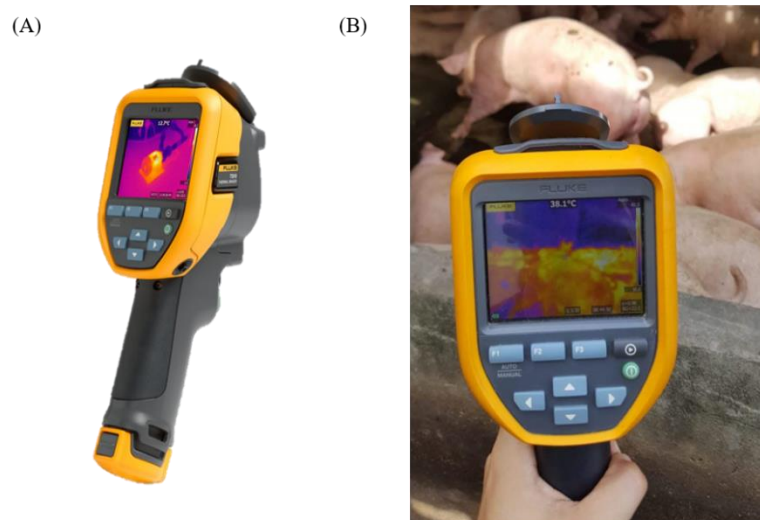
Foi realizada através da contagem dos movimentos do flanco de cada animal por 15 segundos e posteriormente esse valor foi multiplicado por quatro para a obtenção do número de movimentos por minuto.

3.3.2 Temperatura superficial (TS)

Para obtenção da temperatura superficial dos suínos utilizou-se um termovisor infravermelho da marca Fluke® modelo TiS10. As imagens termográficas foram capturadas sendo padronizada uma distância de um metro entre o avaliador e o animal. A emissividade do equipamento foi ajustada para 0,98, valor indicado para tecidos biológicos.

Posteriormente, essas fotos foram analisadas pelo software FlukeView®, disponibilizado pela fabricante da câmera, para a obtenção da temperatura superficial média da região cilíndrica, que é o corpo do suíno, pegando a maior área possível a fim de obter maior representatividade da temperatura de superfície.

Figura 6: (A) Termovisor infravermelho, (B) coleta das imagens termográficas

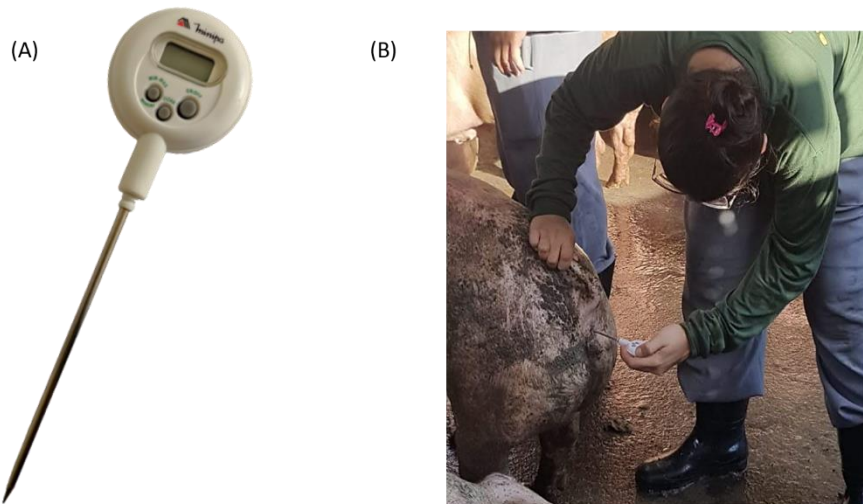


Fonte: Autor

3.3.3 Temperatura Retal (TR)

Para coleta da temperatura retal, os suínos foram imobilizados com a ajuda de um “cachimbo”, instrumento utilizado rotineiramente em granjas suínícolas. O termômetro utilizado para a análise foi o termômetro digital tipo espeto, da marca Minipa® com ampla escala de -10°C a 200°C. O termômetro foi introduzido diretamente no reto do animal a uma profundidade de aproximadamente 10 centímetros, permanecendo até a estabilização da leitura pelo aparelho.

Figura 7: (A) termômetro digital tipo espeto utilizado para medir a temperatura retal, (B) termômetro introduzido no reto do animal.



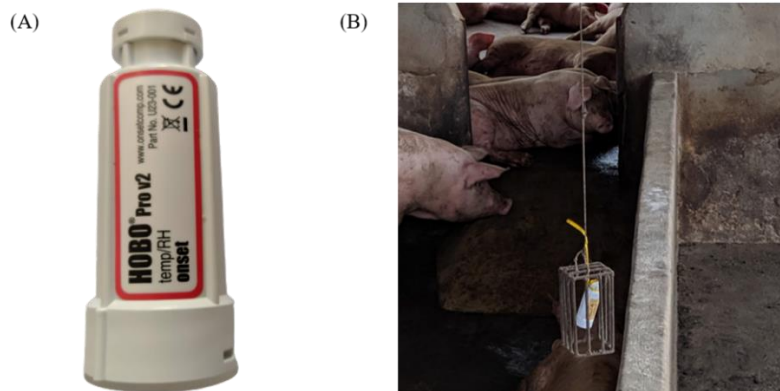
Fonte: Autor

3.4 Variáveis ambientais

As variáveis ambientais, temperatura do ar (TA °C) e umidade relativa do ar (UR %), no interior das instalações de espera (microclima) foram monitoradas desde a entrada do lote na baia até a sua saída. Esses registros foram captados através de miniestações meteorológicas equipadas com *Data loggers*, da marca HOBO®, com precisão de $TA \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e $UR \pm 2,5\%$. Para isso, esse aparelho foi previamente programado para registrar os valores em intervalos de 10 minutos.

Foram utilizados dois equipamentos, um na parte interna da instalação de espera e outro na parte externa, exposto às intempéries climáticas. A instalação dos *Data Loggers* seguiu a recomendação de Barbosa Filho *et al.* (2007), em que se recomenda que os equipamentos devem ser instalados preferencialmente na região central do galpão e um pouco acima da altura dos animais, pois isso fará com que as leituras sejam representativas das condições as quais os suínos foram realmente submetidos.

Figura 8: (A) *Data logger* utilizado no experimento, (B) aparelho posicionado na baia



Fonte: Autor

3.4.1 Entalpia de conforto (H)

Ao longo de todo o período experimental, as variáveis ambientais, temperatura e umidade relativa do ar, das instalações de espera, foram monitoradas constantemente para se ter um conhecimento mais acurado das condições relacionadas ao ambiente que os animais foram submetidos. Posteriormente, essas variáveis foram utilizadas para satisfazer a equação da Entalpia de Conforto (H), a fim de compreender se esses animais estavam em situação favorável de conforto para a espécie.

A avaliação do conforto térmico do ambiente foi realizada com base na Entalpia específica (H, kJ/kg de ar seco), equação 1, conforme proposto por Rodrigues *et al.* (2011), sendo a faixa de limite crítica determinada considerando como valores ideais: temperatura do ar de 18° a 21°C e umidade relativa do ar de 50 a 70% conforme Silva *et al.* (1999).

$$H = 1.006 \cdot TA + \frac{UR}{Pb} \cdot 10^{7,5TA(237.3+TA)^{-1}} \cdot (71.28 + 0.052TA) \quad (1)$$

Em que: H: Entalpia, em kJ/kg de ar seco; TA: temperatura do ar em °C; UR: umidade relativa do ar em %; Pb: pressão barométrica local, mm Hg.

A pressão barométrica utilizada nesta fórmula foi de 760 mmHg, que é igual a 1 atm, que corresponde a pressão barométrica em locais mais baixos, situados ao nível do mar.

3.5 pH da carne

O abate ocorria no dia seguinte à chegada dos animais, nesse tempo, os animais permaneceram em descanso na espera. Os suínos foram conduzidos até o box de insensibilização, que era realizada por condução elétrica, seguida da exsanguinação através de um corte na jugular. Ao término da sangria (~ 40 segundos) eram contabilizados 45 minutos para ser realizada a análise do pH. Enquanto isso, as carcaças passavam pelo processo de escalda, depilação, chameusamento, evisceração, serragem, lavagem e pesagem, esses processos levam em média 40 minutos.

Após esse processo, com o auxílio de um pHmetro (*Hanna Instrumentes®* modelo HI981036), realizou-se as medições do pH na meia carcaça dos animais. Foi aferido o pH do lombo entre a 13ª e 14ª vértebra (*Longissimus dorsi*) e da paleta (*Semispinalis capitis*), por um minuto ou até a estabilização do equipamento, sempre higienizando a ponta do pHmetro entre uma análise e outra, com água destilada.

Figura 9: Medição de pH no lombo do suíno



Fonte: Autor

3.6 Análise estatística

A verificação da suposição de normalidade e homocedasticidade de variâncias foram analisadas pelos testes de Shapiro-Wilk e Levene ($P < 0,05$).

As condições bioclimáticas, respostas fisiológicas e valores de pH foram submetidas a análises multivariadas no programa estatístico *Statistical Analysis System* - SAS® (SAS Institute Inc. 2012). Primeiramente realizou-se uma análise de componentes principais (ACP), objetivando caracterizar as respostas dos grupos avaliados. Para melhor compreensão, associou-se os coeficientes da análise juntamente com o *Biplot* das cargas fatoriais dos dois primeiros componentes em um gráfico. Por fim, realizou-se uma análise discriminante canônica, para determinar diferenças multivariadas entre os grupos. Uma representação gráfica foi elaborada utilizando o *Software* Rbio.

As variáveis contínuas foram relacionadas entre si por correlação de Pearson, considerando $\alpha = 0,05$. Para a relação entre variáveis contínuas (indicadores termofisiológicos e pH₄₅ do lombo e da paleta) e variáveis discretas (tempo de transporte, tempo de desembarque, número de funcionários, número de animais conduzidos, temperatura da instalação de espera) adotou-se o seguinte modelo de análise de variância, caracterizada pela equação 2:

$$Y_i = \mu_u + T_i + E_i \quad (2)$$

Em que: μ_u é a média geral, T_i é o efeito do tratamento i e E_i erro aleatório.

As variáveis de manejo e de tempos de desembarque foram analisadas através de análise de variância (ANOVA), utilizando o *Software* Rbase, bem como as análises de correlação.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 contém os valores médios de temperatura, Umidade Relativa, Entalpia e Coeficiente de variação, durante os 23 dias de experimento. Segundo Leal e Nããs (1992), Faucitano (2000) e Baêta e Souza (2010) a zona de termoneutralidade para suínos pesando de 60-100 kg é de 12-18°C permitindo uma máxima de até 27°C em condições críticas. A umidade relativa ótima deve estar em torno de 70% (FERREIRA *et al.*, 2015). Contudo, Brêtas *et al.* (2011) concluiu, que a temperatura de 29,34 °C, nas condições estudadas, promoveu um moderado estresse por calor. Desta forma, as temperaturas médias registradas durante o período, mostraram-se inadequadas para suínos em terminação, uma vez que, os animais tendem a apresentar estresse térmico por calor, seja ele moderado ou severo, em tais condições.

Tabela 4. Análise descritiva das variáveis ambientais do microclima da instalação de espera

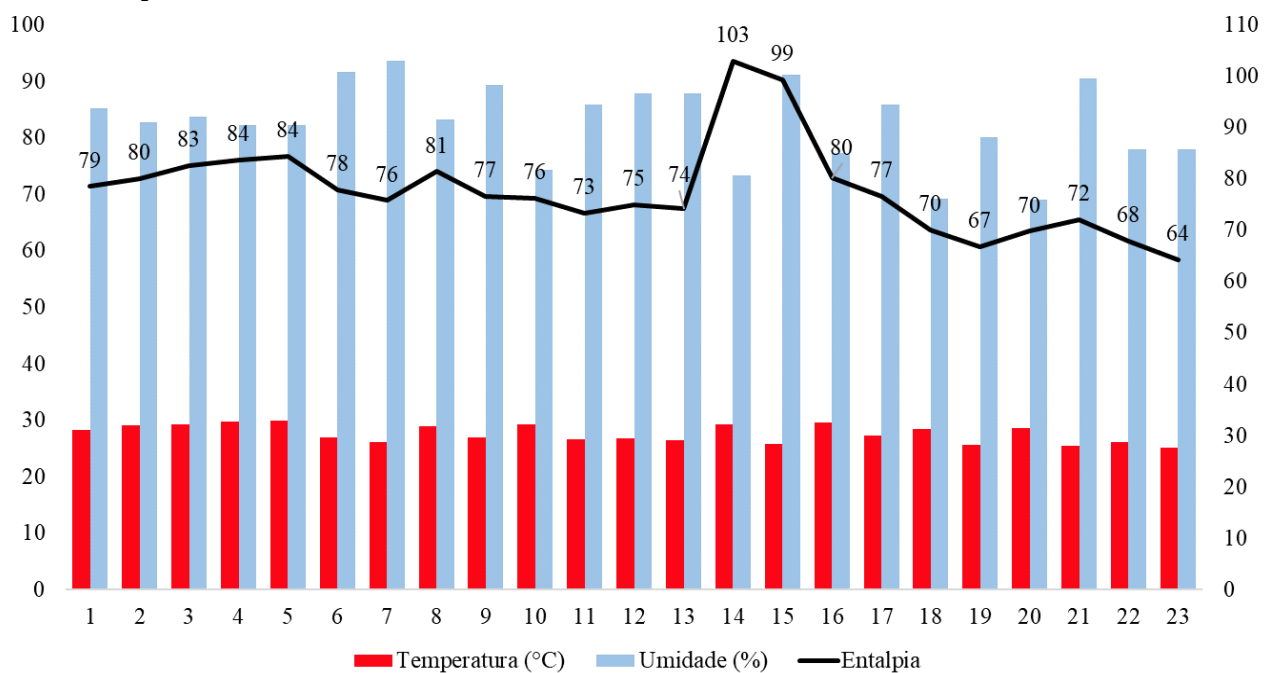
	Temperatura (°C)	Umidade (%)	Entalpia (kj/kg de ar seco)
Valor Mínimo	23,1	45	62
Valor Máximo	35,4	98	107
Mediana	28,3	86	80
Média	28,5	82	80
Coeficiente de variação	0,08	0,13	0,10

A temperatura, a umidade relativa e a entalpia média, 28,5°C, 82% e 80 kj/kg de ar seco, respectivamente, favoreceram a dificuldade dos suínos em manterem a homeostasia. Isso pode ser evidenciado pela elevada frequência respiratória média de 83 movimentos/minuto, máxima de 144 movimentos/minuto e mínima de 44 movimentos/minuto, a um coeficiente de variação de 0,25. Valores estes, que encontram-se fora dos padrões de normalidade da espécie que segundo Radostits *et al.* (2002), é de 15 a 25 movimentos/minuto. Segundo Ferreira *et al.* (2014) a elevação da frequência respiratória em valores superiores a 40 movimento/minutos é indicativo de estresse por calor.

Corroborando com Barros *et al.* (2010) e Collin *et al.* (2001), que afirmam que quando a temperatura ambiental aproxima-se de 30°C, para tentar manter a homeostasia, o suíno tende a diminuir a produção de calor corporal e aumentar a frequência respiratória, a fim de perder calor por meios evaporativos. Contudo, uma elevada umidade relativa do ar, irá dificultar essa troca evaporativa, assim, os sistemas adaptativos da espécie tornam-se ineficientes, sendo observada uma alta da temperatura corporal do suíno (KIEFER *et al.*, 2010; OLIVEIRA, 2016).

A flutuação dos dados ambientais pode ser observada na Figura 10, onde foram colocadas as médias por dia de cada variável. O cálculo da entalpia específica demonstrou que durante o período de 23 dias do experimento apenas três dias encontravam-se dentro da faixa ideal para a espécie suína na fase de terminação, que segundo Silva (1999) que é de 60-68 kJ/kg de ar seco.

Figura 10. Flutuação das variáveis ambientais da instalação de espera, durante o período de experimento



A frequente situação de elevadas temperaturas no interior das instalações, pode ser justificada pela má adequação da instalação, que apresentava acúmulo de água e exposição solar em algumas baias, como é demonstrado na Figura 11. O que reduz a possibilidade desse estresse está associado apenas as adversidades climáticas da região pois, um ambiente com umidade e temperaturas elevadas, impede que o suíno troque calor de forma eficiente com o meio, através

da evaporação, tendo em vista que o ar, nesta circunstância, está saturado por conta da elevada umidade.

Entretanto, dias de chuva foram observados durante a execução do experimento, o que eventualmente favoreceu uma elevada umidade natural na região e consequentemente na instalação. Desta forma nesses dias o estresse foi mais elevado considerando as respostas na fisiologia dos animais, que tiveram o bem-estar e a qualidade da carne comprometidos, devido ao estresse térmico por calor.

Figura 11- Baia com pontos de acúmulo de água e incidência de radiação solar



Fonte: Autor

A análise de componentes principais, através dos coeficientes e variação total descritos na Tabela 5, identificaram as variáveis que mais contribuíram para caracterizar os grupos avaliados. Ou seja, o peso relativo a cada variável no componente. Sendo assim cada componente é uma combinação linear das variáveis originais. Os dados evidenciam que a primeira componente, que agrupa um conjunto de variáveis de maior variância, explica 73,18% da variabilidade dos dados. Enquanto que a segunda explica 23,82%. Possuindo uma variação acumulada de 97%.

Os maiores valores da primeira componentes (CP1) são: TSA, FRA, TRA, TRD, Umidade Relativa e Entalpia. Já a segunda componente (CP2) é melhor explicada pelos elevados valores de TSD, FRD, pH da paleta, pH do lombo e Temperatura.

Tabela 5. Coeficientes e variação total explicada por cada componente principal

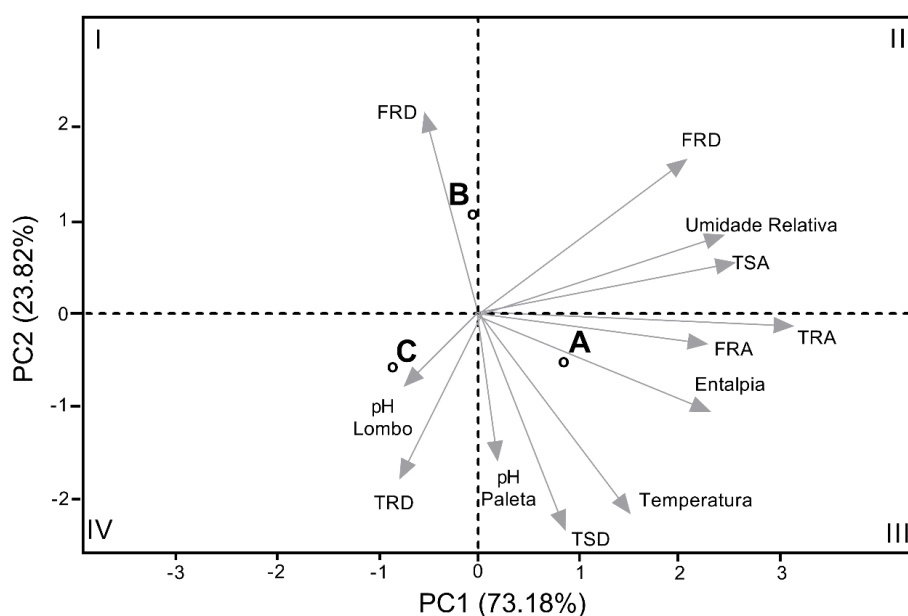
Variável	Componente Principal (CP)	
	CP1	CP2
TSA	0,339*	0,141
FRA	-0,335*	0,171
TRA	-0,347*	0,066

TSD	0,135	-0,546*
FRD	0,281*	0,352*
TRD	-0,334*	0,176
pH da Paleta	0,297*	0,312*
pH do Lombo	0,298*	0,314*
Temperatura	0,217	-0,465*
Umidade Relativa	0,336*	0,165
Entalpia	0,323*	-0,228*
Autovalores	7,160	1,839
Variação (%)	73,18	23,82
Variação Acumulada (%)	73,18	97,00

TSA: temperatura superficial antes, FRA: frequência respiratória antes, TRA: temperatura retal antes, TSD: temperatura superficial depois, FRD: frequência respiratória depois, TRD: temperatura retal depois, pH p: potencial hidrogeniônico da paleta, pH l: potencial hidrogeniônico do lombo. (*):*Escore com alta ponderação CP > 0,20.

De acordo com o biplot (FIGURA 12), o grupo A, é caracterizado por altos valores de Entalpia, FRA, TRA, Temperatura, TSD e pH₄₅ paleta, alocados no quadrante III. Pode-se observar também que esses elementos são negativamente correlacionados com os valores de FRD. Ou seja, o grupo A é caracterizado também por baixos valores de FRD.

Figura 12. Biplot de análise de componentes principais: características dos tratamentos investigados



Segundo Yan e Kang (2003) a estabilidade das variáveis é notada, quando estas, apresentam-se próximas ao centro do biplot, ou seja, quanto mais distante o vetor do centro, menor a estabilidade da variável estudada. Essa estabilidade deve ser avaliada de acordo com a

natureza dos dados, e neste caso, há uma instabilidade maior, pois os vetores médios descrevem variáveis que sofrem alterações de acordo com os manejos e grupos a qual pertencem.

O grupo A, apresentou uma elevada correlação positiva de FRA e TRA, pois as variáveis apresentam vetores com o menor ângulo entre si. Possivelmente devido ao período de viagem maior (2,6h), que proporciona elevada exposição a intempéries climáticas e trepidações, devido às estradas com deficiência de pavimentação (MIRANDA-DE LA LAMA *et al.*, 2021; FAUCITANO, 2018; ARADOM, 2013; NIELSEN *et al.*, 2011; DALLA COSTA *et al.*, 2007). O que se contrapõe com os resultados encontrados por Dalla Costa *et al.* (2010) e Carr *et al.* (2008). Segundo os autores, o transporte de média e longa duração proporcionam uma maior adaptação dos suínos, concluindo que os animais devem ser transportados em períodos menores que três horas, logo os sintomas de estresse e efeitos sob a qualidade da carne são observados com menos frequência se comparados aos transportes de curta duração.

Contudo Bradshaw *et al.* (1996) relataram que os suínos só sofrem essa adaptação e melhora da fisiologia do estresse, após cinco horas de transporte. Entretanto, Salmi *et al.* (2012) e Machado *et al.* (2014) relataram que o tempo de viagem superior a 1,67h expõe o animal a um período maior de estresse, causando alteração na fisiologia e qualidade da carne, quando avaliado pH₄₅, devido a maior depleção de glicogênio muscular.

Observou-se também, que um tempo de desembarque de 9 minutos, influenciou valores elevados de FRA e TRA, devido a dificuldade de manejar alguns animais e ao número de animais da carga. O que corrobora com Dalla Costa *et al.* (2008); Ochove *et al.* (2010); Horta *et al.* (2010); Reis *et al.* (2012) e Faucitano (2018), que em seus trabalhos evidenciaram alterações na fisiologia dos suínos devido ao grau de dificuldade de manejar alguns animais no desembarque e a necessidade do uso de manejos agressivos que comprometem a fisiologia.

As variáveis bioclimatológicas descritas no quadrante III do biplot, proporcionaram desconforto térmico aos animais do grupo A, segundo Sarubbi *et al.* (2012), este resultado reflete as elevadas temperaturas associadas com clima seco, que predominam a maior parte do ano na região Nordeste e ultrapassam os limites do conforto animal.

O grupo A também é caracterizado pelo maior valor de Entalpia média, dentre os grupos avaliados na espera pré-abate (81kJ/kg de ar seco). Silva (1999) aponta que a faixa ideal de Entalpia de conforto para suínos em terminação é de 60 a 68 kJ/kg de ar seco, ou seja, os valores encontrados nos três grupos avaliados estão acima dessa faixa.

Em decorrência do aumento da Entalpia nas instalações, a temperatura superficial ficou elevada 30 minutos antes do abate. Vale ressaltar também, que o grupo A é caracterizado por baixos valores de FRD. Contudo a média da frequência respiratória foi de 88 mov/min, o

que é considerado fora dos padrões de normalidade para a espécie, que é de 15 a 25 movimentos por minuto (YAN; YAMAMOTO, 2000).

Desta forma, fica evidente através da frequência respiratória e da Entalpia, que os suínos do grupo A encontravam-se em condição de estresse térmico. O que corrobora com o trabalho de Collin *et al.* (2001). Os autores dissertam, que temperaturas ambientais próximas de 30°C comprometem a o bem-estar dos suínos devido a tentativa de manter a temperatura interna constante o que desencadeia alterações fisiológicas como: diminuição da produção de calor corporal e aumento da frequência respiratória, que excede 40 movimentos por minuto, na tentativa de perder calor por evaporação.

Quanto as características de qualidade da carne, ficou evidente uma baixa influencia no pH₄₅ quando avaliados defeitos do tipo PSE e DFD, caracterizando uma possível tendência de defeitos de qualidade nos músculos avaliados (BRIDE e SILVA, 2013), que só pode ser comprovada com exatidão, através do pH 24 horas após abate, que não pôde ser coletado neste estudo, devido a logística do local avaliado.

Contudo, o pH₄₅ da paleta encontra-se elevado, apresentando uma tendência ao desvio de qualidade DFD, possivelmente devido ao tempo elevado de transporte (2,6h) e de espera (24h), associados a um elevado período de jejum, tendo em vista que o abatedouro em questão não possuía o conhecimento do tempo total de jejum submetido aos animais, desde a granja de origem. Desta forma, os animais permaneceram mais tempo em jejum, sendo submetidos a estresse térmico e consumindo as reservas energéticas que seriam destinadas a depleção de pH do músculo (SALMI *et al.*, 2012; DALLA COSTA *et al.*, 2010). Vale ressaltar, que o musculo da paleta apresenta predominância de metabolismo oxidativo, ou seja, uma maior tendência do defeito DFD, porém, este fato só pode ser afirmado com a análise do pH₂₄ (LENGERKEN *et al.*, 2002).

O grupo B localizado no quadrante I próximo a área intermediária do biplot, caracteriza um grupo pouco associado com algum elemento, entretanto, apresenta um vetor médio associado aos maiores valores de PC2 e correlação negativa com os maiores valores associados ao eixo PC1.

Os animais do grupo B apresentaram uma média elevada de frequência respiratória 30 minutos antes do abate, evidenciando um estresse térmico por calor. As variáveis de Entalpia e Temperatura, foram as menores dentre os grupos avaliados, possivelmente devido a menor de tempo de espera médio (18h), favorecendo as baixas médias de TSD e de pH₄₅ da paleta.

Vale ressaltar, que abatedouro adotava o manejo de molhamento dos animais, utilizando mangueiras, e algumas baias das instalações de espera apresentavam acúmulo de

água, oriundas da chuva. Ademais, antes do transporte, alguns dos lotes, também haviam sido molhados nas granjas de origem, esse manejo pode ter afetado a temperatura média superficial e retal dos animais, levando a um possível quadro de hipotermia, principalmente se analisado a temperatura superficial, que é uma medida pouco acurada. De acordo Broom e Fraser (2010) a temperatura da pele é utilizada como um indicador fisiológico de bem-estar a curto prazo, podendo demonstrar situações de hipertermia/hipotermia.

O grupo C localizado no quadrante IV do biplot, é caracterizado por elevados valores de TRD e pH₄₅ lombo, sendo negativamente correlacionados com os valores de UR, FRD, TSA. A temperatura retal, após a permanência na espera pré-abate, encontrava-se elevada, ou seja, os suínos não estavam sendo capazes de manter a homeostasia.

Tem-se a compreensão, que o estresse ocasionado pelo manejo pré-abate e pelas condições ambientais ruins, eleva a frequência respiratória e por conseguinte, a temperatura retal, contudo, é observado que o grupo C apresenta a menor frequência respiratória, após a espera, 73 mov/min. Todavia, esses valores continuam fora dos padrões de normalidade para a espécie. A variável frequência respiratória foi elevada em todos os grupos.

Outras variáveis que podem ter comprometido o bem-estar dos suínos do grupo C, são as médias do tempo de transporte (0,7h), e do tempo de espera (24h), que também comprometem o bem-estar e a fisiologia dos animais antes e depois da espera pré-abate (SOBRAL, 2021).

Este grupo também apresentou uma média de Umidade (77%) e Entalpia (73kJ/kg de ar seco) menores, em comparação aos demais grupos, muito provavelmente por este motivo, exista uma correlação negativa com o quadrante II, pois a UR possui maior peso na equação de Entalpia de conforto, desta forma, quanto menor a quantidade de água no ar melhor será a troca de calor dos suínos com o ambiente. Todavia, os valores de Entalpia ainda encontram-se fora da faixa recomendada por Silva, 1999, que é de 60-68 kJ/kg de ar seco para suínos em terminação.

O pH₄₅ do lombo não foi afetado negativamente pelos manejos pré-abate, no grupo C, muito provavelmente por conta dos melhores valores das variáveis ambientais das instalações de espera, em comparação aos demais grupos.

Além disso, pode-se inferir que o tempo de espera, mesmo longo, foi eficaz para recuperar os animais transportados em um curto período e não alterar a qualidade da carne, dados estes que se contrapõe ao trabalho de Miranda-de La Lama *et al.* (2021) e Pérez *et al.* (2002), que apontam maiores tendências de defeitos do tipo PSE em suínos que foram transportados por curta duração, comparando os tempos de 15 minutos, 45 minutos e 3 horas,

quando aferido o pH₄₅.

Ademais, a correlação negativa do grupo C com a TSA ocorre possivelmente devido ao molhamento de alguns lotes, ainda na granja de origem e as flutuações de temperatura, umidade e velocidade do vento submetida aos animais, durante o manejo de transporte. Vale ressaltar, que este grupo é também caracterizado pelas cargas com menor densidade (82,41 kg/m²). Ou seja, um menor número de animais transportados, uma média de 30 animais por carga, tornando o manejo de desembarque breve e por consequência possivelmente, menos estressante.

A Tabela 6 aponta os coeficientes canônicos padronizados da amostra total e a variação total explicada por cada variável canônica. As variáveis canônicas Can 1 e Can 2 explicaram 73,18 e 23,82% da variação total, respectivamente, sendo estatisticamente relevantes. Logo, representam 97% das variâncias acumuladas nas duas principais variáveis canônicas, o que favorece uma interpretação acurada.

No processo de extração de Can 1 e Can 2 pode-se observar, que os maiores coeficientes observados, foram os das variáveis ambientais das instalações de espera, evidenciando influências também nas variáveis fisiológicas de qualidade da carne, e pôde-se verificar que os animais dos grupos estudados obtiveram variações em sua fisiologia, que demonstra estresse térmico.

A análise de variáveis canônicas verificou a contribuição de cada uma das variáveis na dissimilaridade entre os grupos avaliados. Para ser realizada a representação em um gráfico bidimensional, de forma confiável, a porcentagem de variância acumulada deve ser superior a 80% (MINGOTE, 2005).

Tabela 6. Coeficientes canônicos padronizados para amostra total e variação total explicada por cada variável canônica

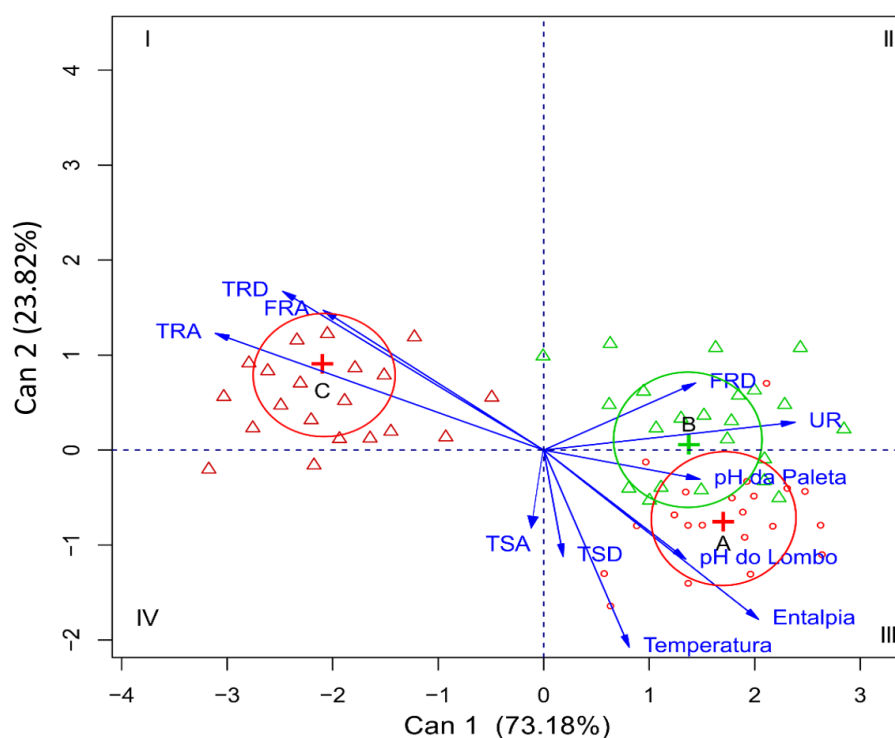
Variável	Variável canônica (Can)	
	Can1	Can2
TSA	0,023	0,034
FRA	-0,054	0,182
TRA	-0,615*	0,430*
TSD	-0,190	0,028
FRD	0,294*	0,338*
TRD	-0,174	0,305*
pH da Paleta	0,266*	0,107
pH do Lombo	-0,165	-0,265*
Temperatura	-14,90*	-21,01*
Umidade Relativa	-6,700*	-9,156*

Entalpia	13,89*	19,32*
Variação (%)	73,18	23,82
Variação Acumulada (%)	73,18	97,00

TSA: temperatura superficial antes, FRA: frequência respiratória antes, TRA: temperatura retal antes, TSD: temperatura superficial depois, FRD: frequência respiratória depois, TRD: temperatura retal depois, pH p: potencial hidrogeniônico da paleta, pH l: potencial hidrogeniônico do lombo. (*):*Escores com alta ponderação Can > 20.

Na Figura 13, evidencia-se que o grupo A, em uma perspectiva multivariada, é similar ao grupo B. Existe uma intercessão entre os grupos, devido à proximidade e similaridade. As variáveis que mais contribuíram para esse pressuposto foram: FRD, UR, pH₄₅ paleta, pH₄₅ lombo e Entalpia. Segundo Cotrim *et al.*, 2019 o ângulo entre os vetores menor que 90° evidencia uma correlação positiva, o mesmo é verificado entre as variáveis que contribuem para a similaridade dos grupos A e B. Ou seja, a análise discriminante permitiu a dissimilaridade desses grupos do grupo C. Ademais, esses grupos apresentam uma pressuposta resposta na qualidade da carne suína quando avaliado o pH₄₅ do lombo e da paleta.

Figura 13. Dissimilaridade entre os grupos avaliados por Can1 x Can2



Destaca-se ainda, que as variáveis presentes nos três grupos revelam estresse térmico na espera pré-abate, motivados pelas variáveis ambientais fora da faixa ideal de conforto, variando de 5 a 7 unidades de kJ/kg de ar seco, do recomendado para a espécie, podendo ser observado maiores valores de Entalpia nos grupos A e B (SILVA,1999;

MIRANDA-DE LA LAMA *et al.*, 2021).

O grupo C difere especialmente por vetores de média das variáveis TRD, TRA e FRA. Essas variáveis foram as que mais contribuíram para essa diferença multivariada observada. A análise discriminante permitiu uma diferenciação do grupo C dos grupos A e B, sendo deslocado de forma positiva no eixo Can 2 do quadrante I. É importante ressaltar, que o manejo tempo de transporte no grupo C (0,7h) ficou abaixo do recomendado para transporte de suínos, influenciando negativamente as variáveis fisiológicas quando recém chegados ao abatedouro, o que compromete o bem-estar animal (MIRANDA-DE LA LAMA *et al.*, 2021; FAUCITANO, 2018; PEREIRA *et al.*, 2017).

A correlação entre as variáveis contínuas, apresentadas na Tabela 7, demonstraram que a temperatura superficial aferida nos animais recém chegados ao galpão de espera (TSA) foi influenciada pelo maior número de funcionários presentes no manejo de desembarque que, no presente estudo, foram no máximo quatro profissionais, ocasionando um aumento da temperatura superficial de até 1,08°C.

Tabela 7. Correlação das variáveis contínuas, de manejo, fisiológicas e de qualidade de carne

	TSA	FRA	TRA	TSD	FRD	TRD	pH p	pH l
Tempo de transporte	0,20	0,00	-0,42*	-0,13	-0,09	-0,29*	0,05	0,08
Tempo de desembarque	0,06	-0,43*	-0,47*	0,11	0,28*	-0,46*	0,46*	0,14
Número de funcionários	0,27*	-0,19	-0,31*	-0,02	0,11	-0,24*	0,13	-0,13
Número de animais conduzidos	-0,07	0,14	0,41*	-0,30*	-0,10	0,58*	-0,41*	-0,32*
Temperatura	NA	NA	NA	0,36*	0,20*	-0,49*	0,20*	0,12

TSA: temperatura superficial antes, FRA: frequência respiratória antes, TRA: temperatura retal antes, TSD: temperatura superficial depois, FRD: frequência respiratória depois, TRD: temperatura retal depois, pH p: pH paleta, pH l: pH lombo, *Significativo, $\alpha = 0,05$

Contudo, as temperaturas superficiais medidas após a espera pré-abate (TSD) foram influenciadas pela temperatura média ambiental da instalação de espera. Ou seja, quanto maior a temperatura da instalação, maior a TSD, podendo elevar em até 1°C a temperatura superficial do animal, se houver uma alteração de 5°C de temperatura do microclima da instalação.

Ademais, quanto maior o tempo de transporte, o número de funcionários e o tempo ao desembarcar os animais, menores são os valores de temperatura retal na chegada à espera (TRA). Ou seja, sugere-se que a cada três minutos a mais no desembarque pode-se diminuir em até 1,4°C da temperatura retal e 1,3 mov/min na frequência respiratória, assim como, a cada minuto a mais no tempo de transporte diminui 0,4°C de TRA. Todavia, o maior número de funcionários no manejo, pode diminuir em até 1,3°C a TRA.

O tempo maior de transporte favorece uma adaptação do animal aos fatores estressantes, promovendo melhoras nas condições fisiológicas. O que corrobora com Pérez *et al.* (2002), que compararam os tempos de transporte de 15 minutos e 3h e concluíram que suínos submetidos ao transporte de curta duração apresentaram maiores níveis de estresse quando comparados aos suínos transportados por longas distâncias. Baseados nesses resultados, os autores sugeriram que os suínos podem apresentar uma melhor adaptação em viagens de longas distâncias se as condições forem adequadas.

O mesmo foi sugerido por Dalla Costa *et al.* (2009), que concluíram que transportes realizados em período curto de tempo impedem o relaxamento muscular afetando a qualidade da carne. Ademais, viagens que compreendem um período de tempo muito longo favorecem um maior tempo em jejum, maiores movimentações no veículo, maiores níveis de estresse e por consequência desvios na qualidade da carne.

O tempo de desembarque depende de algumas variáveis do manejo pré-abate, entretanto, é de suma importância, que esse, seja realizado com calma e respeitando o comportamento natural dos animais, a fim de amenizar o estresse (DALLA COSTA *et al.*, 2007). O maior número de funcionários no manejo favoreceu um desembarque mais tranquilo, pois tornou a condução dos animais mais calma, ou seja, mesmo o manejo de desembarque sendo em um tempo maior, foram necessários menos manejos agressivos para a condução, pois mais profissionais atuaram no manejo, observando que o trabalho em conjunto foi um facilitador do desembarque. Entretanto, no presente estudo, foi observado, que quando havia menos profissionais no desembarque e o manejo tornava-se mais longo, eram utilizados manejos mais agressivos.

Ademais, o número maior de animais conduzidos por vez, favorece o estresse nos animais, muitas vezes, estes, se aglomeram nos corredores, o que suscita lesões e maior vocalização, elevando a temperatura retal dos suínos. O que corrobora com os trabalhos de Ferreira *et al.* (2014) e Dalla Costa *et al.* (2007).

A temperatura média da instalação de espera e o tempo de desembarque favorecem o aumento de 0,2 do pH₄₅ da paleta a cada um grau a mais na temperatura da instalação e 0,5 a

cada minuto a mais no desembarque. Ou seja, uma leve tendência a carne com defeito do tipo DFD. O pH₄₅ da paleta e do lombo também foram influenciados pelo número de animais conduzidos em grupos, por vez, até a baia de espera. Deste modo, quanto mais animais foram conduzidos às baias de espera, maior foi o decréscimo do pH da paleta e do lombo, de 0,41 e 0,32, respectivamente. Compreendendo a natureza das fibras com reações glicólicas rápidas do lombo, pode-se então afirmar que o pH decresce e torna-se mais ácido, assim favorecendo defeitos do tipo PSE.

A exaustão metabólica ocasionada por esses manejos, que estão também associados a variáveis como tempo de espera e de jejum. O desequilíbrio hormonal, devido ao estresse por calor e ao tempo elevado de jejum, promove alterações nas funções fisiológicas e metabólicas, o que compromete o produto final (FERREIRA *et al.*, 2014).

Os estudos realizados por Dalla Costa *et al.* (2008) e Ludtke *et al.* (2012) relataram que há relação com a quantidade de animais desembarcados por vez e com aglomerações, na fisiologia do suíno e por conseguinte, na qualidade da carne, que apresenta tendências ao defeito PSE no lombo, por se tratar de um estresse de curto prazo que eleva as concentrações de ácido láctico no músculo pós-abate.

Na Tabela 8, observa-se a interação entre os manejos utilizados no abatedouro para condução e o tempo de desembarque. O tempo de desembarque maior favorece o uso de manejos inadequados, para acelerar o fornecimento de animais na linha de abate, com base no *p-valor* essa afirmativa possui menos de 0,1% de chance de que a diferença tenha ocorrido ao acaso. Ademais, pode-se observar que a plataforma de desembarque não estava adequada para o desembarque tranquilo da espécie (FIGURA 14), o mal posicionamento do caminhão na plataforma, interferiu no fluxo de descidas dos animais, pois o espaço entre o caminhão e o desembarcadouro, retardavam a descida dos animais, e esses empacavam, consequentemente, o manejo mais brutal era utilizado para continuar o desembarque

Desta forma observou-se que os manejos realizados para desembarcar os suínos são inadequados para espécie e foram utilizados quando o tempo ao desembarcar tornava-se maior, e isso está associado a quantidade de funcionários exercendo a atividade, ao estresse ocasionado pelo manejo de transporte e também ao número de suínos conduzidos por vez, o que favorece escorregões e “empacamentos”, durante a condução pelos corredores da instalação (DALLA COSTA *et al.*, 2009).

Diesel (2016) e Dalla Costa *et al.* (2008) dissertaram, que o número crescente de pânico, empacamento, aglomeração, hematomas, contusões e fraturas encontrados no pré-abate são motivados pelos manejos agressivos e intensos, juntamente com o mal posicionamento do

caminhão no desembarcadouro no momento da locomoção dos animais no desembarque. O que vem a comprometer o bem-estar dos suínos, os níveis de cortisol e a qualidade da carcaça e da carne (CORREA *et al.*, 2010; LUDTKE *et al.*, 2016).

Tabela 8- Análise de variância dos tipos de manejos utilizados e sua respectiva influencia no tempo de desembarque

Manejo		Tempo de desembarque	SE	P-valor
Palmas	0	4,17	1,68	<0,001
	1	15,0	1,10	
Madeira	0	8,9	1,07	<0,001
	1	20,2	1,85	
Orelha/Rabo	0	7,83	1,20	<0,001
	1	17,6	1,47	
Chute	0	9,75	1,08	<0,001
	1	19,7	2,16	
Empurrão	0	5,60	1,19	<0,001
	1	19,9	1,19	

0 = não houve o manejo, 1= houve o manejo, SE: Soma de quadrado do erro.

Figura 14- Caminhão estacionado no desembarcadouro



Fonte: Autor

5 CONCLUSÃO

Todos os grupos foram afetados pelos manejos pré-abate estudados. Ademais, tempo de transporte (TT) e tempo de desembarque (TD), número de funcionários e número de animais conduzidos, influenciaram as variáveis fisiológicas dos suínos quando recém chegados ao abatedouro, possuindo influência principalmente sob a elevada temperatura retal e sob desvio de qualidade do lombo e paleta.

O pH₄₅ da paleta indicou tendência ao defeito do tipo DFD, que aparenta ser mais incidente, principalmente quando o tempo de espera e de jejum não possuem o controle devido. Todavia, para que essa afirmação seja acurada, faz-se necessário aferir o pH após 24 horas de sucedido o abate e conhecer o tempo total que os animais permaneceram em jejum desde a granja de origem. Estas informações não foram quantificadas devido a logística do abatedouro.

Os manejos agressivos foram mais observados quando o tempo de desembarque prolongava-se, devido ao menor número de profissionais no manejo e a estrutura inadequada do desembarcadouro, que não favorece o fluxo de saída natural dos animais.

A análise da ambiência evidenciou que as instalações estavam inadequadas para suínos em fase de terminação, tomando como base os valores médios de temperatura e umidade do ar. Observando os parâmetros das variáveis frequência respiratória (FR) e Entalpia, pode-se dizer que, a maior parte dos animais foram acometidos pelo estresse térmico por meio do calor.

REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2020**. São Paulo, 2020.
- ARADOM, S. **Animal transport and welfare with special emphasis on transport time and vibration**, p. 98, 2013.
- ARAÚJO, A. P. **Manejo pré-abate e bem-estar dos suínos em frigoríficos brasileiros**. 2009. 139 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Produção de suínos: teoria e prática** / Coordenação editorial Associação Brasileira de Criadores de suínos; Coordenação Técnica da Integral Soluções em Produção Animal. Brasília, 2014.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: Editora UFV, 2010.
- BAPTISTA, R. I. A. A.; BERTANI, G. R.; BARBOSA, C. N. Indicadores do bem-estar em suínos. **Ciência Rural**, v. 41, n. 10, p. 1823-1830, 2011.
- BARBOSA FILHO, J. A. D. *et al.* Avaliação do estresse térmico em condições simuladas de transporte de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1126-1130, 2007.
- BARROS, P. C.; VLADIMIR, S. C. Aspectos práticos da termorregulação em suínos. **Nutritime**, v. 7, n. 3, p. 1248-1253, 2010.
- BEDNAROVA, M. *et al.* Monitoring of color and pH in muscles of pork leg (M. Adductor and M. Semimembranosus). **Patravinarstvo Scientific Journal for Food Industry**, v. 8, n. 1, p. 45 – 53, 2014.
- BERNARDES, L. A. H.; PRATA, L. F. Qualidade da carne suína - parte 3 (final). **Beefpoint**, 2001.
- BISPO, L. C. D. *et al.* Bem-estar e manejo pré-abate de suínos: revisão. **Pubvet**, v. 10, p. 795-872, 2016.
- BLIGH, J. **Temperature regulation in mammals and other vertebrates**. CRC Press Inc, Boca Raton, 1985.
- BRACKE, B. M. *et al.* Revisão do controle climático e espaço disponível durante o transporte de suínos (versão 1.0). EURCAW-Porcos, 2020.
- BRADSHAW, R. H. *et al.* Stress and travel sickness in pigs: effects of road transport on plasma concentrations of cortisol, beta-endorphin lysine and vasopressin. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 507-516, 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa Nº 113**. Estabelece boas práticas de manejo e bem-estar animal nas granjas de suínos de criação

comercial. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 16 de dezembro de 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria Nº 62, de 10 de maio de 2018**. Aprova boas práticas dos procedimentos de manejo pré-abate. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 de maio de 2018.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria Nº 711, de 1º de novembro de 1995**. Gabinete do Ministro. Aprova as normas técnicas de instalações e equipamentos para abate e industrialização de suínos. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 01 de novembro de 1995.

BRÊTAS, A. A. *et al.* Balanço eletrolítico para suínos machos castrados em crescimento mantidos em ambiente de alta temperatura. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, p. 186-194, 2011.

BRIDI, A. M. **Importância dos Aspectos Físicos e Químicos na Qualidade da Carne**. Londrina, 2009. 14 p.

BRIDI, A. M.; SILVA, C.A. Qualidade da carne suína e fatores que a influenciam. *In*: VI Simpósio Brasil Sul de Suinocultura e V Brasil Sul Pig Fair, 2013, Santa Catarina. **Anais [...]**. Chapecó, 2013. p. 46-62.

BROOM, D. Animal welfare: Concepts and measurements. **Journal of Animal Science** v. 69, p. 4167-4175, 1991.

BROOM, D. M. Indicators of poor welfare. **British Veterinary Journal**, London, v. 142, p. 524-526, 1986.

BROOM, D. M.; MOLENTO C. F. M. Bem-estar animal: conceito e questões relacionadas: revisão. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 9, p. 1-11, 2004.

CARMO, I. B. *et al.* Bem-estar em suínos: manejo no pré-abate: Revisão. **Pubvet**, v. 11, n. 10, p. 966-969, 2017.

CARMO, I. B.; OLIVEIRA, P. L.; OLIVEIRA, Y. S.; DE MONTALVÁN, Z. C. R. Bem-estar em suínos: manejo no pré-abate: Revisão. **Pubvet**, v. 11, p. 0947-1073, 2017.

CARR, C. C. *et al.* Effects of slaughter date, on-farm handling, transport stocking density, and time in lair age on digestive tract temperature, serum cortisol concentrations, and pork lean quality of market hogs. **The Professional Animal Scientist**, Columbi, v. 24, p. 208-218, 2008.

CASTRO-JÚNIOR, S. L.; SILVA, I. J. O. The specific enthalpy of air as an indicator of heat stress in livestock animals. **International Journal of Biometeorology**, v. 65, p. 149-161, 2020.

CHEVILLON, P. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. *In*: 1º Conferência Virtual Internacional Sobre Qualidade Da Carne Suína, 2000, Concórdia. **Anais [...]** Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2000. p.152- 169.

CORREA, J. A. *et al.* Effects of different moving devices at loading on stress response and meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 4086-4093, 2010.

CORREA, J. E. A. *et al.* Welfare and carcass and meat quality of pigs being transported for two hours using two vehicle types during two seasons of the year. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 93, p.43-55, 2013.

COTRIM, M. F. **Fluorescência de raios x**: distribuição de macronutrientes e desempenho fisiológico de sementes de crotalaria ochroleuca. 2019. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Campus de Chapadão do Sul, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul, 2019.

Dalla Costa, O. A. *et al.*, **Boas práticas no embarque de suínos para abate**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012.

DALLA COSTA, F. A. *et al.* Effects of applying preslaughter feed withdrawal at the abattoir on behavior, blood parameters and meat quality in pigs. **Meat Science**, v. 119, p. 89-94, 2016.

DALLA COSTA, F. A. *et al.* How do season, on-farm fasting interval and lairage period affect swine welfare, carcass and meat quality traits?. **International Journal of Biometeorology**, v. 63, p.1497-1505, 2019.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Avaliação das condições de transporte, desembarque e ocorrência de quedas dos suínos na perspectiva do bem-estar animal. **Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2007.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Avaliação do manejo pré-abate de suínos em frigoríficos brasileiros. **Embrapa Suínos e Aves-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2015.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Efeito das condições pré-abate sobre a qualidade da carne de suínos pesados. **Archivos de Zootecnia**, v. 59, n. 227, p. 391-402, 2010.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Efeito do manejo pré-abate sobre alguns parâmetros fisiológicos em fêmeas suínas pesadas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 852-858, 2009.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Effects of the season of the year, truck type and location on truck on skin bruises and meat quality in pigs. **Livestock science**, v. 107, n. 1, p. 29-36, 2007.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Impact of the truck design on welfare and meat quality in pig. **Ciência Rural**, v.37, p.1418-1422, 2007.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Período de descanso dos suínos no frigorífico e seu impacto na perda de peso corporal e em características do estômago. **Ciência Rural**, v.36, p.1582-1588, 2006.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Técnicas de manejo racional no desembarque de suínos destinados ao abate. **Embrapa Suínos e Aves-Recomendação Técnica (INFOTECA-E)**, 2008.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Tempo de jejum dos suínos no manejo pré-abate sobre a perda de peso corporal, o peso do conteúdo estomacal e a incidência de úlcera esofágica-gástrica. **Ciência Rural**, v. 38, p. 199- 205, 2008.

DALLA COSTA, O. A. *et al.* Tempo de jejum na granja sobre o perfil hormonal e os parâmetros fisiológicos em suínos de abate pesados. **Ciência Rural**, v. 38, p. 2300-2306, 2008.

DALLA COSTA, F. A.; DEVILLERS, N.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; FAUCITANO, L. Effects of applying preslaughter feed withdrawal at the abattoir on behaviour, blood parameters and meat quality in pigs. **Meat Science**, v. 119, p. 89-94, 2016.

DALMAU, A. *et al.* Aplicação do protocolo Welfare Quality® em matadouros de suínos de cinco países. **Livestock Science**, v. 193, p. 78-87, 2016.

DIESEL, T. A. **Fatores de risco associados às perdas quantitativas e econômicas ocorridas no manejo pré-abate de suínos**. 2016. 95 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista – Jaboticabal, São Paulo, 2016.

DOKMANOVIĆ, M. *et al.* The effects of lairage time and handling procedure prior to slaughter on stress and meat quality parameters in pigs. **Meat science**, v. 98, n. 2, p. 220-226, 2014.

DRIESSEN, B.; VAN BEIRENDONCK, S.; BUYSE, J. Effects of Housing, Short Distance Transport and Lairage on Meat Quality of Finisher Pigs. **Animals**, v. 10, p.788, 2020.

EMBRAPA. **Desempenho de Produção**. 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/>. Acesso em: 03 jul. 2021.

EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). Scientific Opinion on the use of animal-based measures to assess welfare in pigs. **EFSA Journal**, v.10, p. 2512, 2012. Disponível em: [http:// onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2012.2512/epdf](http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2012.2512/epdf). Acesso em: 06 jul. 2020.

FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. **Five Freedoms 2009**. United Kingdom, 2009. Disponível em: <http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>. Acesso em: 22 jul. 2020.

FAUCITANO, L. Causes of skin damage to pig carcasses. **Canadian of Animal Science**, v. 81, p. 39-45, 2000.

FAUCITANO, L. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade da carne. *In*: Conferência virtual internacional sobre qualidade da carne suína, Concórdia, 2000. Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves. **Anais [...]**. Concordia. 2000, p. 55-75.

FAUCITANO, L Effects of lairage and slaughter conditions on animal welfare and pork quality. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 90, p. 461- 469, 2010.

FAUCITANO, L. Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality. **Journal of animal science**, v. 96, n. 2, p. 728-738, 2018.

FAUCITANO, L. Validation of stress indicators for the assessment of animal welfare preslaughter and prediction of meat quality variation. **Journal of Animal Science**, v. 96, p. 3-4, 2018.

FERREIRA, A. H. *et al.* **Produção de suínos: teoria e prática**. 1. ed. Brasília: ABCS, 2014.

FERREIRA, R. A. *et al.* Programas de luz para suínos em crescimento. **Archives of Veterinary Science**, v. 20, n. 3, 2015.

FOX, J. *et al.* Water sprinkling market pigs in a stationary trailer. 1. Effects on pig behaviour, gastrointestinal tract temperature and trailer micro-climate. **Livestock Science**, [s. l.], v. 160, p. 113–123, 2014.

GALLO, C.; ESPINOZA, M. A.; GASIC, J. Efectos del transporte por camión durante 36 horas con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne en bovinos. **Archivos de medicina veterinaria**, v. 33, p. 43-53, 2001.

GARCIA, A.; MCGLONE, J. J. Loading and unloading finishing pigs: Effects of bedding types, ramp angle, and bedding moisture. **Animals**, v. 5, p.13-26, 2015.

GEBRESENBET, G.; ARADOM, S.; BULITTA, F. S.; HJERPE, E. Vibration levels and frequencies on vehicle and animals during transport. **Biosystems Engineering**, v. 110, n. 1, p. 10-19, 2011.

GISPERT, M. *et al.* A survey of pre-slaughter conditions, halothane gene frequency, and carcass and meat quality in five Spanish pig commercial abattoirs. **Meat Science**, v. 55, p. 97-106, 2020.

GONÇALVES, D. F. G. **Avaliação do pH da carne de suíno e a sua relação com fatores ante-mortem**. 2015. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Biológica) - Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Viana do Castelo, 2015.

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

GRANT, R. J.; ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 2791-2803, 1995.

GUÀRDIA, M. D. *et al.* Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. **Meat Science**, v. 70, p.709-716, 2005.

HAMBRECHT, E. *et al.* Pre slaughter handling effects on pork quality and glycolytic potential in two muscles differing in fiber type composition. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 900-907, 2005.

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

HUFF-LONERGAN, E. *et al.* Correlações entre características selecionadas de qualidade da carne suína. **Journal of Animal Science**. v. 80, p. 617-627, 2002.

JACINTO, J. S. **Influência do manejo pré-abate na qualidade da carne de suínos**. 2017. 69 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2017.

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

KIEFER, C. *et al.* Respostas de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, 2010.

LEAL, P. M.; NÄÄS, I. A. Ambiência animal. In: CORTEZ, L. A. B.; MAGALHÃES, P. S. G (Org.). **Introdução à engenharia agrícola**. Campinas, SP: Unicamp, p. 121-135, 1992.

LUDTKE, C. B. *et al.* Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, p. 532-537, 2012.

MACHADO, S. T. *et al.* Operação de transporte e tempo de descanso na incidência de carne PSE em suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 10, p. 1065-1071, 2014.

MAGANHINI, M. B. *et al.* Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Food Science and Technology**, 27, p.69-72, 2007.

MANTECA, X.; SILVA, C. A.; BRIDI, A. M.; DIAS, C. P. Bem-estar animal: conceitos e formas práticas de avaliação dos sistemas de produção de suínos. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 4213-4229, 2013.

MARCON, A.V. **Qualidade da carne de suínos submetidos a diferentes métodos de insensibilização no abate**. 2017. 57 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2017.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 295, 2005.

MIRANDA-DE LA LAMA, G. C. *et al.* Long-Distance Transport of Finisher Pigs in the Iberian Peninsula: Effects of Season on Thermal and Enthalpy Conditions, Welfare Indicators and Meat pH. **Animals**, v. 11, n. 8, p. 2410, 2021.

MIRANDA-DE LA LAMA, G. C.; VILLARROEL, M.; MARÍA, G. A. Livestock transport from the perspective of the pre-slaughter logistic chain: a review. **Meat Science**, v. 98, n. 1, p. 9-20, 2014.

MOBERG, G. P. Biological response to stress: implications for animal welfare. In: MOBERG, G.; MENCH, J.; MEANCH, J. A. (org.). **The biology of animal stress: basic principles and implications for animal welfare**. Wallingford: CABI Publishing, 2005.

MOTA-ROJAS, D. *et al.* Effects of long distance transportation and CO₂ stunning on critical blood values in pigs. **Meat Science**, v. 90, p. 893-898, 2012.

NANNONI, E. *et al.* Evaluation of pre-slaughter losses of Italian heavy pigs. **Animal Production Science**, v. 57, n.10, p. 2072-2081, 2016.

NATIONAL FARM ANIMAL CARE COUNCIL. **Code of practice for the care and handling of pigs**. Ottawa, 2014.

NIELSEN, S. S. *et al.* Welfare of pigs at slaughter. **EFSA Journal**, v. 18, p. 06148, 2020.

NIELSEN, B. L.; DYBKJÆR, L.; HERSKIN, M. S. Transporte rodoviário de animais de fazenda: efeitos da duração da viagem no bem-estar animal. **Animals**, v. 5, n. 3, pp. 415-427, 2011.

OCHOVE, V. C. C. *et al.* Influência da distância no bem-estar e qualidade de carne de suínos transportados em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, n. 4, p. 1117-1126, 2010.

OLIVEIRA, E. A. *et al.* The effect of stress immediately prior to stunning on proglycogen, macroglycogen, lactate and meat quality traits in different pig breeds. **Italian Journal of Animal Science**, v. 17, n. 4, p. 879-883, 2018.

PEDRÃO, M. R. *et al.* Influence of cooling on the glycolysis rate and development of PSE (pale, soft, exudative) meat. **Brazilian archives of Biology and Technology**, v. 58, p. 272-277, 2015.

PEREIRA, T. L. *et al.* Manejo pré-abate, parâmetros fisiológicos do estresse e seus efeitos na qualidade da carne suína: revisão. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 20, 2017.

PEREIRA, T. L.; CORASSA, A. Flow transport of pigs for slaughter in the State of Mato Grosso. **Brazilian Journal of Animal Health and Production**, v. 15, 2014.

PÉREZ, M. P. *et al.* Effect of transport time on welfare and meat quality in pigs. **Meat science**, v. 61, p. 425-433, 2002.

RADOSTITS, O. M. *et al.* **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Guanagra Koogan, 2002.

RASHAMOL, V. P. *et al.* Physiological adaptability of livestock to heat stress: an updated review. **Journal of Animal Behavior and Biometeorology**, v. 6, p. 62–71, 2018.

REIS, J. G. M.; SANTOS, R. C.; MACHADO, S. T.; OLIVEIRA, R. V. Impactos no transporte de suínos entre a granja e o frigorífico. *In: XXXII Encontro Nacional De Engenharia De Produção*, 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves, 2012.

BRETAS, A. A. *et al.* Estudo do balanço eletrolítico alimentar para suínos machos castrados em acabamento mantidos em ambiente de alta temperatura. **Ciências Veterinárias**, v. 104, p. 37-43, 2009.

RICCI, G. D.; DALLA COSTA, O. A. Abate humanitário de suínos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 14, n. 3, p. 267-272, 2015.

RICCI, G. D.; ORSI, A. M.; DOMINGUES, P. F. Estresse calórico e suas interferências no ciclo de produção de vacas de leite: revisão. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, p. 9-18, 2013.

RITTER, M. J. *et al.* Review of Definitions, Incidence, and Economic Impact. **The Professional Animal Scientist**, Colombi, v. 25, p. 404-414, 2009.

RODRIGUES, V. C.; SILVA, I. J.; VIEIRA, F. M.; NASCIMENTO, S.T. A. Correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal Biometeorology**, v. 55, n. 3, p. 455-459, 2011.

SALMI, S. *et al.* Bayesian meta-analysis of the effect of fasting, transport and lairage times on four attributes of pork meat quality. **Meat Science**, Australia, v. 90, p. 584-598, 2012.

SANTIAGO, J. C. *et al.* Incidência da carne PSE (pale, soft, exsudative) em suínos em razão do tempo de descanso pré-abate e sexo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 6, p. 1739-1746, 2012.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Características da Carne Suína. Programa Institucional de Extensão**. Boletim Técnico - PIE-UFES:00907 - Editado: 25.08.2007. Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, p. 1-6, 2007

SARUBBI, J. *et al.* Nocturnal thermal comfort in facilities for growing swines. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, n. 6, p. 1034-1040, 2012.

SAS. SAS/STAT® 9.3. User's Guide. Cary: SAS Institute Inc, 2012

SILVA, I. J. O. **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: FEALQ, p. 247, 1999.

SILVA, I. J. O. Sistemas naturais e artificiais do controle do ambiente-climatização. Piracicaba: FEALQ, p. 81-111, 1999.

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

SILVA, R. G. **Biofísica Ambiental**: os animais e seu ambiente. São Paulo: Nobel, 2008.

SOUZA, R. R. *et al.* Carne suína PSE e sua correlação com a qualidade: uma revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, Garça, v. 1, n. 20, 2013.

SOBRAL, V. S. **Efeitos do transporte e descanso pré-abate no nível de defeitos na pele de suínos terminados**. 2021. 115f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

SPEER, N. C.; SLACK, G.; TROYER, E. Economic factors associated with livestock transportation. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. E166-E170, 2001.

TASSE, M. E.; MOLENTO, C. F. M. Injury and condemnation data of pigs at slaughterhouses with federal inspection in the State of Paraná, Brazil, as indicators of welfare during transportation. **Ciência Rural**, v. 49, n. 1, 2019.

TORREY, R.; BERGERON, T.; WIDOWSKI, N. L. *et al.* Transportation of market-weight pigs: I. Effect of season, truck type, and location within truck on behavior with a two-hour transport. **Journal of Animal Science**, Ottawa-ON, 2013.

VAN DE PERRE, V. *et al.* Effect of unloading, lairage, pig handling, stunning and season on pH of pork. **Meat science**, v. 86, n. 4, p. 931-937, 2010.

VON LENDERKEN, G.; MAAK, S.; WICKE, M. Muscle metabolism and meat quality of pigs and poultry. **Veterinarija ir zootechnika**, v. 20, n. 42, p. 82-86, 2002.

WARRISS, P. D. Optimal lairage times and conditions for slaughter pigs: a review. **Veterinary record**, v. 153, p. 170-176, 2003.

WEEDING, C. M.; GUISE, H. J.; PENNY, R. H. C. Factors influencing the welfare and carcass and meat quality of pigs: the use of water sprays in lairage. **Animal Science**, v. 56, n. 3, p. 393-397, 1993.

WEEKS, C. A. A review of welfare in cattle, sheep, and pig lairages, with emphasis on stocking rates, ventilation and noise. **Animal Welfare**, v. 17, p. 275-284, 2008.

YAN, W.; KANG, M. S. **GGE biplot analysis: a graphical tool for breeders, geneticists, and agronomists**. Flórida: Boca Raton. p. 286, 2003.

YU, J. *et al.* The effect of transportation on the expression of heat shock proteins and meat quality of M. longissimus dorsi in pigs. **Meat Science**, 83, 2009, 474-478.

ZOTTI, M. L. *et al.* Reproductive efficiency and behavior of pregnant sows housed in cages and collective pens with or without bedding. **Engenharia Agrícola**. v. 39, p. 166–175, 2019.

APÊNDICE A- RELATÓRIO DE CHAGADA DO CARREGAMENTO DE SUINOS

Data __/__/__ Lote:_____ Origem (cidade):_____

Hora de chegada:_____

Hora que saiu da granja:_____ Nome da granja:_____

Km:_____

Nº de animais:_____ Média de peso da carga: _____ Tipo de caminhão:_____

Amostras de animais retiradas desta carga:_____ Tempo de desembarque: _____

Quantos animais /compartimentos:_____

A carga foi molhada na granja? () SIM () NÃO

Tem proteção solar no andar superior do caminhão? () SIM () NÃO

- Descrição do desembarque

1- Tiveram quedas ou escorregões () SIM () NÃO (quantos em média _____)

2- Quantos animais são conduzidos por vez? _____

3- Forma de condução no desembarque

() tábuas () choque () chocalho () pedaço de madeira () outros _____

4- Os animais permaneceram por muito tempo esperando desembarcar?

() SIM () NÃO (quantos em média _____)

5- Nº de funcionários no desembarque _____

6- Situação Aparente dos animais

() ofegantes () letárgicos () estressados () tranquilos () muita vocalização

APÊNDICE B - TABELA DAS MÉDIAS ($\pm$ SE) DAS VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E AMBIENTAIS DE CADA GRUPO

Item	Grupos			CV (%)
	A	B	C	
TSA (°C)	38.2 $\pm$ 0.32	37.6 $\pm$ 0.42	36.3 $\pm$ 0.69	6.00
FRA (mov/min)	126 $\pm$ 6.00	122 $\pm$ 6.00	131 $\pm$ 7.00	27.0
TRA (°C)	36.5 $\pm$ 0.21	38.5 $\pm$ 0.30	39.7 $\pm$ 0.18	5.00
TSD (°C)	35.5 $\pm$ 0.34	35.9 $\pm$ 0.49	35.1 $\pm$ 0.60	6.00
FRD (mov/min)	88 $\pm$ 4.00	89 $\pm$ 4.00	73 $\pm$ 3.00	25.0
TRD (°C)	35.8 $\pm$ 0.14	37.5 $\pm$ 0.46	38.4 $\pm$ 0.23	4.00
pH ₄₅ Paleta	6.33 $\pm$ 0.08	6.30 $\pm$ 0.09	6.21 $\pm$ 0.06	6.00
pH ₄₅ Lombo	6.34 $\pm$ 0.07	6.25 $\pm$ 0.08	6.21 $\pm$ 0.08	5.00
TA (°C)	29.0 $\pm$ 0.36	27.5 $\pm$ 0.33	28.1 $\pm$ 0.13	8.00
UR (%)	84 $\pm$ 1.24	82 $\pm$ 0.89	77 $\pm$ 0.60	13.0
H (kJ/kg de ar seco)	81 $\pm$ 0.75	74 $\pm$ 1.37	73 $\pm$ 0.84	10.0

TSA: temperatura superficial antes da espera, FRA: frequência respiratória antes da espera, TRA: temperatura retal antes espera (isto é, 15 min após o desembarque dos animais), TSD: temperatura superficial depois da espera, FRD: frequência respiratória depois da espera, TRD: temperatura retal depois da espera, (isto é, 30 min antes do abate dos animais) pH₄₅: potencial hidrogeniônico após 45 minutos do abate, TA: temperatura do ar, UR: umidade relativa do ar e H entalpia específica da instalação de espera pré-abate.

APÊNDICE C- CONSIDERAÇÕES

Fazendo-se uma análise conjunta dos resultados apresentados neste estudo, foi possível constatar que a fase de pré-abate, na região estudada, ainda promove uma série de prejuízos ao bem-estar e a qualidade da carne suína. Resultados estes que podem prejudicar o produtor. Entretanto, conhecer os principais pontos críticos do manejo pré-abate levará o produtor a aprimorar o manejo e as instalações a fim de reduzir perdas inerentes ao descarte de carcaças lesionadas ou com desvios de qualidade.

As condições climáticas em regiões tropicais, são um grande desafio para a produção de suínos, devido a fisiologia do animal. Desta forma, a análise através de índices de conforto, é uma ferramenta prática e eficiente, que auxilia o produtor a favorecer a ambiência das instalações, tornando-as adequadas aos animais.

Os estudos na área de pré-abate estão em constante aprimoramento, pois cada região possui sua logística específica, devido aos desafios da própria região, o que torna esse estudo ainda mais relevante aos produtores. Deve-se levar em consideração que não pode-se alterar a rotina habitual do abatedouro, para que os resultados sejam fidedignos. Contudo, há desafios quanto a abertura das empresas a este tipo de pesquisa. Porém, é importante evidenciar que estudos como este visam favorecer não somente o bem-estar dos animais, mas o valor agregado ao produto final, amenizando perdas e facilitando o manejo através do treinamento dos profissionais do ramo.

As pesquisas voltadas às operações pré-abate de suínos em clima tropical, precisam ser continuadas, pois o acompanhamento das variáveis tais como tempo de jejum total, tipos de caminhão, estrutura do desembarcadouro, técnica de molhamento da carga e do lote na espera e pH 24 horas pós abate, que não foram abordados neste estudo, ainda precisam ser avaliados, bem como suas relações com as perdas.