

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

ANA LETÍCIA VIEIRA E SILVA

EFEITO DO TEMPO DE TRANSPORTE NO BEM-ESTAR DE LEITÕES

Chapadina - MA

2022

EFEITO DO TEMPO DE TRANSPORTE NO BEM-ESTAR DE LEITÕES

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Engenharia Agrícola da
Universidade Federal do Maranhão, como
requisito para obtenção do título de bacharel em
Engenharia Agrícola.

ANA LETÍCIA VIEIRA E SILVA

Orientador: Prof. Dr. Nítalo André Farias
Machado

Chapadinha - MA

2022

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

Silva, Ana Letícia Vieira e.
Efeito do tempo de transporte no bem-estar de leitões /
Ana Letícia Vieira e Silva. - 2022.
38 f.

Orientador(a): Nitalo André Farias Machado.
Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do
Maranhão, Chapadinha-MA, 2022.

1. Estresse. 2. Perdas produtivas. 3.
Termorregulação. I. Machado, Nitalo André Farias. II.
Título.

TCC defendido e aprovado em: ____ de _____ de _____, pela Comissão Examinadora, constituída pelos professores:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Nítalo André Farias Machado (Orientador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Patrício Gomes Leite (Examinador)
Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Alécio Matos Pereira (Examinador)
Universidade Federal do Maranhão

Aos meus amados pais *Antônio* e *Gracinete*, por terem tornado minha caminhada até aqui mais leve. Pelo amor e dedicação comigo e meus irmãos. Obrigada pelos abraços, beijos, conselhos e até mesmo as broncas, tudo isso tornou-me quem sou hoje, amo vocês. A memória de minha avó *Maria* que partiu tão cedo e infelizmente não poderá me ver graduada, sinto saudades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, pelo dom da vida e me permitir chegar até aqui guiando-me sempre na direção correta.

A Universidade Federal do Maranhão, Campus CCAA pela oportunidade dada para me graduar em Engenharia Agrícola.

Ao meu orientador Prof. Dr. Nítalo André Farias Machado, obrigada pela oportunidade de ser sua orientada, pela dedicação e disposição em sempre sanar minhas dúvidas e pelos conhecimentos repassados.

Aos meus irmãos Ana Larissa Vieira e Silva e John Lucas Vieira e Silva pelos companheirismos, amor e lealdade.

Ao meu avô Francisco Matos Pereira por ser o melhor avô que eu poderia ter.

A minha amiga Tamara Sousa, obrigada pela amizade e companheirismo tanto fora quanto dentro da UFMA, obrigada pelos momentos compartilhados durante esses 5 anos de amizade.

Aos amigos que o curso de Engenharia Agrícola me trouxe, obrigada por fazerem parte dessa jornada, por todo apoio, risadas compartilhadas - que aliviaram os momentos de tensão -, e pela disposição em sempre tirar qualquer dúvida. Vocês foram essenciais nessa conquista: Aurélio, Arlindo, Atacilia, Caio Raniele, Diemerson, Elves Carneiro, Enzo Laercio, Geovanne, Janine Quadros, João Pedro, Larissa Vasconcelos, Antônia Ivanaria, João Matheus, Mateus Silva, Vinícius Oliveira, Wesley Mota. Obrigada a todos.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1 Suinocultura.....	11
2.2 Bem-estar Animal.....	12
2.3 Carregamento e Descarregamento	13
2.4 Transporte de Animais	13
2.5 Indicadores de Estresse.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÕES	28
1. REFERÊNCIAS	29

RESUMO

A redução das perdas no trânsito durante o transporte animal tem se tornando um desafio complexo para os criadores e transportadoras. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito do tempo de transporte sobre o bem-estar animal e as perdas de produção durante o transporte de leitões em clima tropical. Um total de 20 viagens, com tempos de transporte de 30 minutos e 150 minutos foram monitoradas. Em cada viagem, registrou-se o perfil de entalpia e o comportamento dos animais. Após a chegada, mensurou-se indicadores termofisiológicos e comportamentais em 960 leitões, com peso corporal de $26,4 \pm 2,8$ kg (48 por viagem). O percentual de suínos machucados (NAI), fadigados (NANI), mortos na chegada (DOA) foram estimados e a perda total foi determinada ($\Sigma = \text{NAI} + \text{NANI} + \text{DOA}$). Os leitões transportados por 30 minutos apresentaram maiores médias de temperatura retal, frequência respiratória e também os níveis de cortisol e creatina quinase mais elevados. O grupo transportado por 30 minutos apresentou maior percentual de leitões “sentados” e o menor percentual de animais “deitados” em trânsito e a maior frequência de comportamentos agonísticos após o transporte em comparação ao grupo transportado por 150 minutos. Maiores taxas de perdas foram observadas nos carregamentos transportados por 30 minutos, em decorrência do maior percentual de suínos classificados como fadigados e pelas mortes na chegada. Por fim, concluiu-se que as viagens com menores tempos de transporte apresentam maior risco ao bem-estar animal, e são mais suscetíveis à ocorrência de perdas em trânsito em operações de transporte comercial de leitões em clima tropical.

Palavras-chaves: estresse, termorregulação, perdas produtivas

ABSTRACT

Reducing transit losses during animal transport has become a complex challenge for breeders and transporters. The aim of this study was to evaluate the effect of transport time on animal welfare and production losses during transport of piglets in a tropical climate. A total of 20 commercial journeys, with transport times of 30 minutes (15 km) and 150 minutes (170 km) were monitored. Upon arrival, physiological and behavioural indicators of stress were measured in 960 piglets with a body weight of 26.4 ± 2.8 kg (48 per journey). The percentage of injured pigs (NAI), fatigued (NANI), dead on arrival (DOA) were estimated and the total loss was determined ($\Sigma = \text{NAI} + \text{NANI} + \text{DOA}$). Piglets transported for 30 minutes had higher means of rectal temperature, respiratory rate, and higher cortisol and creatine kinase levels. The group transported for 30 minutes had a higher percentage of “sitting” piglets and a lower percentage of “lying” animals in transit and a higher frequency of agonistic behaviour after transport compared to the group transported for 150 minutes. Higher production losses were observed in shipments transported for 30 minutes, due to the higher percentage of fatigued pigs and deaths on arrival. Therefore, journeys with shorter transport times present a greater risk to animal welfare, and are more susceptible to the occurrence of losses in transit during commercial transport operations of piglets in a tropical climate.

Key words: stress, thermoregulation, productive losses.

1. INTRODUÇÃO

O transporte representa um risco ao bem-estar e à sobrevivência dos animais e também de prejuízo à indústria animal. Durante essa operação, pode ocorrer perdas consideráveis em decorrência de lesões, contusões, mortes em trânsito e desenvolvimento de características indesejáveis na carne e carcaça (RIOJA-LANG et al., 2019). Esse cenário, motivou vários estudos sobre a condição do transporte nos segmentos da produção animal, como avicultura (SANTOS et al., 2020), suinocultura (MACHADO et al., 2021a), ovinocultura (MIRANDA-DE LA LAMA et al., 2018), bovinocultura (BERTOLONI et al., 2012), entre outros.

No entanto, investigações sobre condições de transporte de leitões são incipientes (RIOJA-LANG et al., 2019), especialmente em regiões de clima tropical (MACHADO et al., 2021a). Estudos em clima temperado mostram que o transporte pode causar perda de peso por desidratação (JOHNSON et al., 2018) redução do consumo de ração dos leitões até 7 dias pós transporte (MOTA-ROJAS et al., 2014) e, em alguns casos, mortes em trânsito, associada diretamente com a hipotermia (AVERÓS et al., 2010), especialmente pela formação de núcleos térmicos (MACHADO et al., 2021a), afetando o bem-estar animal e a lucratividade dos criadores e transportadoras.

Devido a carência de estudos sobre o transporte de leitões em países de clima tropical e a necessidade do desenvolvimento e aperfeiçoamento de protocolos para reduzir o estresse animal e perdas produtivas associadas. Assim, o presente estudo objetivou avaliar o efeito do tempo de transporte (30 minutos e 150 minutos) sobre indicadores fisiológicos e comportamentais de bem-estar animal e nas perdas de produção, em condições comerciais de transporte rodoviário de leitões em uma região de clima tropical.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Suinocultura

No Brasil, a suinocultura destaca-se como uma das principais cadeias produtivas, tendo em vista sua importância para a segurança alimentar e desenvolvimento socioeconômico do País. De acordo com informações de Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS) cerca de 126 mil empregos diretos e 900 mil indiretos foram gerados pela suinocultura no Brasil em 2016. Mesmo com os impactos econômicos decorrentes da COVID-19, identificou-se um aumento no consumo per capita da população brasileira e um recorde nas exportações de carne *in natura* foi registrado, atingindo uma receita de 2,475 bilhões de dólares em 2021, quase 17% a mais que 2020 (ABCS, 2022).

No entanto, dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) mostram um menor percentual de crescimento, com aumento de 11% das exportações de carne suína e seus derivados em 2021. Contudo, semelhantemente a ABCS, a ABPA aponta recorde de exportação com cerca de 1,13 milhões de toneladas (ABPA, 2022). Esses dados supracitados são animadores, pois o Brasil dispõe de condições favoráveis para ampliação da produção de carne suína e seus derivados.

Exemplos são as condições edafoclimáticas favoráveis, a disponibilidade mão-de-obra qualificada e na zona rural em boa parte do país e a extensão territorial disponível. A região Sul é a que abrange maior percentual de criadores voltados para exportação de carnes suínas no Brasil, especialmente o estado de Santa Catarina. Para se ter ideia, apenas Santa Catarina é responsável por cerca de 51,68% de toda a exportação de carne suína nacional (ABPA, 2021). Adicionalmente, existem áreas no cerrado, englobando parte do nordeste brasileiro, com relevo plano, mão de obra e próximas a centros de produção de grãos essenciais na formulação de ração. (FRAGA; CAVATORTA; GONÇALVES, 2017).

Uma questão que merece destaque em toda cadeia são as operações de pré-abate, onde ocorrem consideráveis perdas de produção. Dos Reis et al., (2015) relataram prejuízo de 160 mil US\$ relacionado a mortes na chegada por abatedouro ao ano, sendo o transporte o principal responsável. Esse valor pode ser maior considerando as lesões e incidências de carne pálida, mole e exsudativa (PSE), carne seco, dura e escura (DFD) e salpicamento nas carcaças.

Além dos prejuízos ao setor, a operação de transporte é uma prática prejudicial ao bem-estar e à sobrevivência dos animais. A preocupação com o bem-estar animal na criação de animais tem sido uma exigência do mercado internacional. Assim, o Brasil deve adequar-se às

eminentes normas de bem-estar animal e incentivar investigações nessa temática para permanecer competitivo no rigoroso mercado internacional.

2.2 Bem-estar Animal

Nos dias atuais inúmeros são os conceitos empregados ao termo “bem-estar animal - BEA”. Para Broom e Johnson (2000) o BEA está diretamente relacionado a dois fatores: o físico e o psicológico e como esses fatores influenciam os indivíduos durante a sua adaptação no meio em que vivem. Mellor et al. (2009), diz que o BEA está diretamente ligado à soma de inúmeros fatores, tanto externo quanto interno do animal e como isso pode influenciar as suas experiências emocionais e afetivas ao longo da vida.

A ciência do BEA nasceu na Europa a partir da publicação do livro *Animal Machines, The New Factory Farming Industry* (HARRISON, 1964). Esta obra apresentou severas críticas às práticas realizadas com os animais nas fazendas da Inglaterra, o que culminou na criação do Comitê Brambell, responsável pelas primeiras legislações de bem-estar animal (RUSHEN, 2008).

Um dos mais famosos protocolos de avaliação do BEA é o conceito das cinco liberdades publicado pelo Comitê de Bem-estar de Animais Agrícolas do Reino Unido (FAWC, 1993). A Organização Mundial para a Saúde Animal (OIE) utiliza esse princípio, considerando que o animal precisa estar saudável, confortável, bem nutrido, seguro, não estar passando por estresse (dor, medo e angústia), e ser capaz de expressar comportamentos naturais (OIE,2021).

No entanto, uma das maneiras de avaliar o BEA de forma mais interativa é utilizando o modelo dos “cinco domínios”, que abrange a concepção de interligação existente entre os domínios que contemplam os estados internos ou físicos-funcionais do organismo animal; são eles: nutrição (1), ambiente (2), saúde (3), comportamento (4) e estados mentais (5), ou seja, como os animais se sentem em determinadas situações e sob diferentes estímulos (FRASER, 2008).

Atualmente, o tema BEA passou a ser discutido com mais ênfase, devido às pressões éticas, morais e religiosas. Assim, saber como os animais vivem e são criados se tornou fator de grande importância na produção e comercialização (BROOM, 2019). Segundo Rioja-Lang et al., (2019) uma das etapas mais críticas ao BEA durante o ciclo produtivo encontra-se no manejo das operações de transporte animal. O transporte de suínos envolve as operações de carregamento, transporte e descarregando dos animais, sendo alvo de várias investigações nos

últimos anos (MACHADO et al., 2016; SOMMAVILLA et al., 2017; MIRANDA-DE LA LAMA et al., 2021).

2.3 Carregamento e Descarregamento

A etapa de carregamento dos suínos é vista como um dos momentos mais delicados, devido ao fator interação homem-animal, além das alterações do ambiente a qual o animal já estava adaptado para outro totalmente desconhecido (DALLA COSTA et al. 2012). O manuseio durante a condução e embarque dos animais no caminhão deve ser o mais tranquilo possível, evitando assim que um grande número de animais fiquem cansados obstruindo a passagem dos demais animais no corredor (GOUMON & FAUCITANO, 2017).

O manuseio dos animais durante o carregamento e descarregamento deve ser realizado com instrumentos que não tragam qualquer dano físico, como bastão elétrico (LUDTKE et al., 2012). Recomenda-se a utilização de tábuas de manejo, lonas, chocalhos, vassoura de condução como instrumentos para auxiliar a condução dos animais até o caminhão (LUDTKE et al., 2016).

Um outro parâmetro importante é a inclinação adequada da rampa. Estudos mostraram que rampas muito inclinadas podem dificultar o embarque dos suínos, aumentando acidentes e provocando maior esforço físico aos animais (LUDTKE et al., 2016, FAUCITANO, 2018; RIOJA-LANG et al., 2019).

De acordo com Ludtke et al (2016) o ideal é que as rampas sejam projetadas em uma inclinação que não ultrapasse 20 graus. As rampas dos embarcadouros devem apresentar piso antiderrapante, pois reduzem a incidência de acidentes (DALLA COSTA et al., 2021), sempre que possível recomenda-se utilizar sistemas automatizados, como elevadores ou esteiras para embarque dos animais.

Todos os cuidados supracitados, durante a etapa de carregamento dos suínos, devem ser aplicados na etapa de descarregamento. No descarregamento, os riscos com acidentes são mais altos, pois normalmente a operação de descarregamento é mais rápida e sem muitos funcionários auxiliando. Estudos específicos precisam ser realizados para aumentar nossa compreensão.

2.4 Transporte de Animais

O transporte de suínos é uma das etapas mais estressante na produção, pois nessa fase os animais estão sujeitos a passar por situações como mudanças na temperatura, variações

drásticas na velocidade do caminhão, densidade populacional, dificuldades no embarque e desembarque entre outros fatores que gera um elevado grau de estresse aos animais, (FAUCITANO, 2000).

No entanto, até recentemente não havia regulamentação legal para estabelecer padrões mínimos para proteger o bem-estar no Brasil (CONTRAN, resolução nº 791, 2020). Embora o artigo 7 do Regulamento Técnico de Manejo Pré-Abate e Abate Humanitário estabeleça que “é necessário garantir condições favoráveis para o transporte dos animais, assim evitando que ocorra sofrimento ao animal” (BRASIL, 2018).

O transporte é uma situação estressante independentemente da idade ou condições da viagem do animal, mas que para leitões há pouco tempo desmamados 1h de transporte já pode provocar desequilíbrios nos indicadores fisiológicos de estresse presente no sangue (ROLDAN-SANTIAGO et al. (2014). De acordo com ARAÚJO et al., (2011) independentemente da fase de produção dos suínos, o transporte dos animais entre as granjas ou abatedouro pode ocasionar perdas sanitárias e na produção decorrente do estresse sofrido durante o transporte.

A qualidade das estradas também afeta o bem-estar animal e atrapalha a qualidade da viagem, especialmente por aumentar o grau de vibrações na carroceria (PEETERS et al., 2008). O Brasil atualmente dispõe de quase 1,73 milhão de quilômetro de rodovias, mas somente 12,4% são asfaltadas (CTN, 2021). No total de rodovias asfaltadas, cerca de 61,8% apresentam classificação que vão de Regular, Ruim a Péssimo (CTN, 2021). O mesmo órgão aponta que a região nordeste possui as piores estradas asfaltadas do país.

Averós et al. (2010) analisaram os possíveis fatores que afetam as taxas de mortalidade de leitões durante o transporte na Europa. Os autores utilizaram um banco de dados constituído de 109 viagens, envolvendo 58.682 leitões. Foi relatado uma taxa de 0,07% de mortes, observada em 13,8% das cargas monitoradas. Esses autores apontaram que o tempo da viagem e a alta temperatura ambiental foram os que mais influenciaram no aumento da taxa de mortalidade.

Foi relatado que altas temperaturas também podem aumentar a perda de peso por desidratação (MACHADO et al., 2016), bem como o tempo de recuperação pós transporte de leitões (JOHNSON et al., 2018). Existem variações no grau de estresse térmico dentro dos compartimentos devido a presença de núcleos térmicos (MACHADO et al., 2021a). Pereira et al. (2018) observaram que os compartimentos com as piores condições de microclima (maior ITU) correspondem aos locais suínos mais estressados (maior temperatura do trato gastrointestinal). Esses dados indicam uma relação direta entre o ambiente térmico da carga com o estresse térmico dos animais durante o transporte.

Ao longo dos anos a produção de suínos vem tendo um aumento significativo, e com isso surgiu a necessidade no aumento do número de leitões desmamados nas creches para suprir as exigências do mercado consumidor. Assim, foi necessário a adoção de sistemas de produção segregados, onde os produtores efetuam a aquisição de leitões desmamados (CONSONI, 2019). No entanto, estudos sobre o transporte de leitões são incipientes (RIOJA-LANG et al. 2019).

2.5 Indicadores de Estresse

O estresse é um parâmetro complexo, em termos práticos pode ser mensurado e analisado a partir de alterações comportamentais e fisiológicas dos animais, sendo considerado um indicativo de bem-estar animal (MOURA, 2011). Nos suínos criados no Brasil, o estresse térmico é decorrente principalmente da genética dos animais, pois as principais raças são provenientes de regiões de clima temperado (OLIVEIRA, 2016). Assim, o aumento da temperatura superficial da pele dos suínos está associado principalmente com o aumento do sangue periférico, na tentativa de dissipar o calor para o ambiente (WILLIAMS, 2009), entretanto se a temperatura ambiente continua subindo, a perda de calor pela superfície corporal do animal diminui (RODRIGUES et al., 2010).

Em síntese, quando pequenos os suínos são vulneráveis ao frio (OLIVEIRA et al., 2017), já na fase adulta são sensíveis ao calor, devido a sua dificuldade natural de dissipar calor no ambiente (CAVALCANTI, 1998). Segundo Oliveira et al., (2017) esta dificuldade associa-se principalmente ao seu metabolismo, a capa de tecido adiposo extenso e ao sistema termorregulador pouco desenvolvido. Pandorfi et al. (2008) ressaltaram que ambientes que apresentam temperaturas e umidade elevadas contribuem na dificuldade dos suínos de dissipar calor, pois a umidade elevada dificulta as perdas de calor pela respiração e favorece a diminuição do consumo de alimentos dos animais.

Outro fator prejudicial em decorrência das altas temperaturas ambientais são as alterações hormonais e das atividades metabólicas de órgãos como, fígado, rins e intestino, esses órgãos tem como função gerar grande parte do calor corporal dos suínos (Koong et al., 1983). Assim, quando estão sob estresse, os suínos apresentam alterações em alguns parâmetros fisiológicos como elevação da temperatura corporal, aumento da frequência respiratória e cardíaca (VIERA et al., 2010).

De acordo com Oliveira et al., (2017) a temperatura retal é vista como um parâmetro para indicar se o animal está adaptado fisiologicamente ou não ao ambiente com temperatura elevada. Quando a temperatura retal está elevada significa que o animal está retendo calor, e com isso os mecanismos responsáveis pela manutenção constante da temperatura corporal se

tornam ineficazes (OLIVEIRA et al., 2017), contribuindo para o estresse térmico em virtude do calor (SANTOS et al., 2006).

Outro fator indicativo de estresse, especialmente por calor, é o aumento da frequência respiratória. Esse aumento está associado a perda evaporativa, na tentativa do animal manter constante a temperatura corporal (FURLAN & MACARI, 2002). De acordo com Radostits et al., (2002) suínos em situação ideal de conforto térmico apresentam frequência respiratória entre 15 a 25 movimentos por minuto, já suínos em situação de estresse térmico por calor apresentam frequência respiratória acima de 40 movimentos por minutos (ROZEBOOM; SEE; FLOWERS, 2000).

A creatina quinase é uma enzima utilizada para determinar mudanças nos músculos dos animais, além de ser um indicador de traumas musculares já que grande parte das enzimas de creatina quinase estão presentes nos tecidos musculares (Cardinet, 1997). Durante ocasiões em que se é exigido maior consumo de energia, a creatina quinase é encontrada em maiores taxas nos tecidos musculares (PEIXOTO, 2018), sua presença é necessária no processo de produção de energia em forma de ATP (MITCHELL; HEFFRON, 1982).

Segundo Li et al., (2016) quando o organismo está em circunstâncias de estresse, é necessário que grande parte dos órgãos e tecidos tenham as suas funções biológicas alteradas, para que não afete a homeostase energética basal, e essas alterações são feitas através dos glicocorticóides. Um dos mais importantes glicocorticoide do eixo do Hipotálamo-Hipófise-Adrenocortical e indicador de estresse presente no sangue é o cortisol, ele tem como principal função elevar os índices de glicose no sangue (CUNHA, 2012), além de indicar os níveis de estresse tanto físico como psicológico ao qual os animais estão sendo submetidos (DALLA COSTA et al., 2007). Além do sangue, em situações estressantes o hormônio do cortisol é liberado e pode ser detectado nas fezes, urina e saliva sendo assim um indicativo que o animal está estressado ou com dor (JAMA, 2016).

Quando se é exposto em situações estressantes, a principal resposta fisiológica é feita através do sistema endócrino, principalmente através das glândulas adrenais ou suprarrenais (CASSEL, 2016). O estresse pode ser classificado agudo ou fisiológico e crônico. Na fase aguda os níveis de cortisol ficam altos como resposta imediata, na tentativa de ajustar os níveis basais de forma mais rápida. A fase crônica é muito parecida com a aguda, entretanto o cortisol pode se manter elevado ou não por mais tempo, e o tempo vai estar relacionado principalmente com o nível de estresse a qual o animal foi submetido (BEERDA et al., 1999). De acordo com Cassel (2016), o estresse fisiológico no eixo hipotálamo-hipófise-adrenal pode afetar a

qualidade de carne e carcaça suína, reduzindo o rendimento industrial e a viabilidade dos criadores.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Ética

O estudo foi conduzido de acordo com os padrões éticos de pesquisa com animais, após aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de Animais do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (Processo número 9871250719).

Animais, Manejo e Infraestrutura

Um total de 1.920 leitões mestiços Large White x Landrace x Duroc com 68 dias de idade e peso médio corporal de $25,2 \pm 5,3$ kg foram transportados por 150 minutos (170 km) e 30 minutos (15 km) no verão de 2019 (janeiro a fevereiro) para fazendas localizadas nas cidades de Caucaia ($3^\circ 44'4''$ S $38^\circ 39'23''$ W e 24 m de altitude) e Morada Nova ($5^\circ 06'24''$ S $38^\circ 22'21''$ W e 52 m de altitude), respectivamente. Todos os leitões eram provenientes de uma mesma fazenda, situada em Maracanaú ($3^\circ 54' 46,4''$ S $38^\circ 39'19,2''$ W e 43 m de altitude), estado do Ceará, região nordeste do Brasil.

O transporte foi realizado em um caminhão Ford® cargo 1519, com carroceria modelo Triel® - HT de dois andares, contendo seis compartimentos por nível e uma capacidade de carga de 13 toneladas (Figura 1). A densidade da carga utilizada no transporte foi de 290 kg/m^2 . A alimentação dos animais foi suspensa com o início do carregamento. O manuseio de animais, pré-carregamento e transporte foram padronizados de acordo com o padrão comercial da empresa.

Figura 1 – Caminhão com a carroceria utilizados para o transporte



No carregamento, todos os animais foram guiados com o auxílio de bandeiras. Utilizou-se rampas pré-moldadas de concreto com inclinação de 30 ° para carregamento do andar inferior e uma rampa metálica (~ 3 m, inclinação de 58°) para carregamento dos animais do andar superior do caminhão. Durante o carregamento, ocorreu o “molhamento da carga”, onde os animais e a carga foram molhados de forma aleatória por um funcionário da fazenda usando uma mangueira, a quantidade média de água utilizada (\pm SE) foi de 2.680 \pm 309 litros / carga.

Avaliação Térmica

Sensores (Onset, U23-001 HOBO Pro v2, Massachusetts, USA) foram instalados no centro de cada dos doze compartimentos da carroceria do caminhão, na altura dos animais. O monitoramento dos dados de temperatura do ar e umidade relativa foram a cada 10 minutos. A caracterização do perfil micrometeorológico foi realizada com base na entalpia específica (Rodrigues et al., 2011) usando a equação 1.

$$H = 1.006 \times AT + \frac{RH}{Pb} \times 10^{7.5TA(237.3 + TA)^{-1}} \times (71.28 + 0.052 \times TA) \quad (1)$$

Onde: H é a entalpia específica (kJ/kg de ar seco); TA é a temperatura do ar (° C); RH é a umidade relativa (%); e Pb é a pressão barométrica local (mmHg).

Medições fisiológicas

Na baía da instalação de terminação, cerca de 20 ± 5 minutos após o transporte, uma subamostra de 960 animais (48 por viagem, sendo 4 por compartimento da carroceria) com peso corporal de $26,4 \pm 2,8$ kg foi selecionada aleatoriamente e identificada com marcações de tinta na região dorsal para posterior coleta da temperatura retal ($^{\circ}$ C), temperatura superficial ($^{\circ}$ C), a frequência respiratória (FR, respirações/minutos), a concentração sérica de lactato (m / M) e creatina quinase (CK, U / L).

Antes da contenção dos animais, coletou-se a frequência respiratória e a temperatura superficial dos leitões. A frequência respiratória foi obtida por dois especialistas, que foram previamente treinados, observando o movimento do flanco dos animais por um intervalo de 30 segundos (SANTOS et al., 2019). A temperatura superficial foi obtida usando uma câmera termográfica com resolução de 4800 pixels (Fluke, TiS10, Everett, WA, EUA).

A câmera foi calibrada com a temperatura da baía no momento da coleta e também foi previamente ajustada com a emissividade (ϵ) indicada para tecidos biológicos, com $\epsilon = 0,98$ (MACHADO et al., 2021b). As imagens térmicas foram geradas adotando uma distância fixa de 1 m entre a câmera termográfica manipulada pelo observador e os animais analisados. Por fim, a temperatura superficial dos leitões foi determinada contornando a área corporal do animal no software Connect.

Em seguida, os leitões foram brevemente contidos em decúbito dorsal (~ 2 minutos) para a coleta de amostras de sangue da veia jugular por um médico veterinário, usando agulhas hipodérmicas 18G, 38 mm. Foram coletadas amostras de 10 ml de sangue foi coletado em tubos (BD Vacutainers, Kasvi K50204S, São José dos Pinhais, Brasil). Esse procedimento foi seguido de hemostasia e limpeza das orelhas dos animais para evitar sequelas.

Para análise do cortisol, utilizou-se um kit comercial ELISA (Neogen Corp. Lexington, KY, EUA) com um leitor de microplaca. Para análise da creatina quinase utilizou-se um kit comercial (Creatina Quinase-SL, Sukisui Diagnostics, Charlottetown, PE, Canadá), sendo a concentração sérica determinado usando espectrofotômetro (Konica Minolta, CM-3600A, Tóquio, Japão).

Comportamento

Durante o transporte, os comportamentos dos leitões foram registrados continuamente por meio de quatro câmeras (Intelbras VMH 1010 D HD 720p, Intelbras SA, São José, Brasil). As câmeras foram posicionadas estrategicamente em cada canto da carroceria. Um observador treinado analisou as gravações, contabilizando o número de animais em cada postura (deitado, em pé, sentado ou qualquer outra postura) a cada 5 minutos usando o etograma (Tabela 1). Na análise, considerou-se apenas as gravações com pelo menos 7 leitões totalmente e claramente visíveis.

Na baía de terminação, o comportamento foi registrado durante a primeira hora de descanso pós-transporte usando uma câmera (Quelima, sq11, 1080P - Full-HD, Guangdong, China) instalada acima dos leitões em cada baía. Utilizou-se uma amostra de varredura, com intervalos de 2 minutos, para registrar a porcentagem de leitões deitados, em pé, sentados ou outras posturas conforme o Etograma (Tabela 1). A frequência de bebedeiras e comportamento agonístico foram determinados por um registro contínuo durante 4 períodos de 8 minutos (URREA et al., 2021). Foi considerado como um novo comportamento de “beber” quando a boca do animal estava fora do bebedor por pelo menos 5 segundos (FOX et al., 2014).

Tabela 1 - Etograma para análise do comportamento do leitão no transporte e na baía de terminação

Transporte	
Comportamento ¹	Descrição
Deitado	Leitão está na posição horizontal, com o peso de seu corpo apoiado em um de seus ombros ou no esterno/barriga.
De pé	Leitão está na posição vertical, mantendo todas as pernas retas e suportando o peso de seu corpo nos quatro cascos
Sentado	O leitão mantém as patas dianteiras retas, enquanto as traseiras estão dobradas, mantendo seus quartos traseiros em contato com o chão
Outras posturas	Qualquer outra postura que não seja as anteriores
Baías de terminação	
Comportamento ¹	Descrição
Bebendo	Leitão coloca a boca em volta do bebedouro por qualquer período de tempo
Atos agonísticos	O leitão morde ou bate em outro animal com a cabeça

¹Adaptado de Fox et al. (2014).

Perdas produtivas

Durante o descarregamento, um observador registrou o número de suínos classificados como fadigados (NANI) - animais ofegantes ou que se recusam a ficar de pé, mas sem ferimentos, traumas ou doenças aparentes; machucados (NAI) - animais feridos que param de movimentar-se ou têm sua locomoção comprometida e a ocorrência de mortes na chegada (DOA) de acordo com Ritter et al. (2006). Em seguida, a perda produtiva total da carga foi estimada, somando a incidência de suínos NANI, suínos NAI e DOA (RITTER et al., 2009).

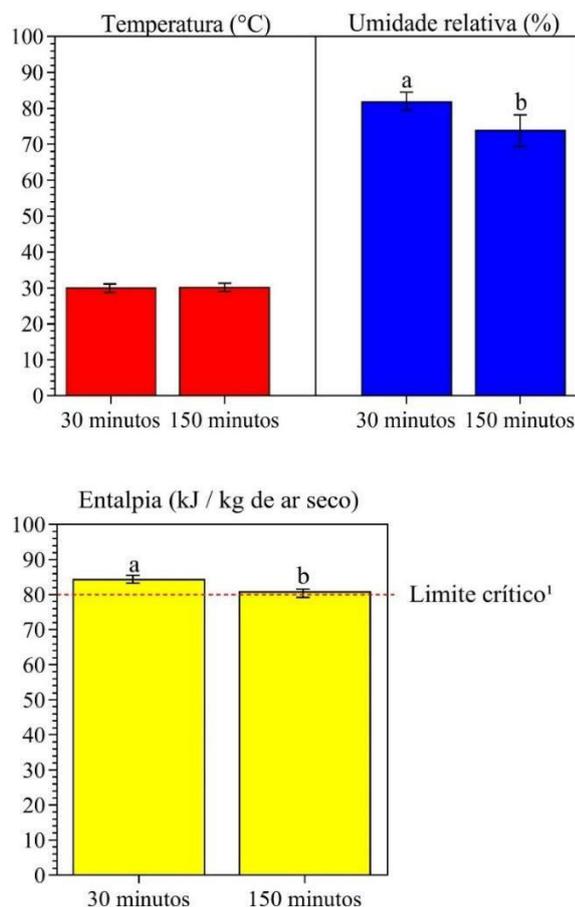
Estatística

Dois grupos de animais, transportados por 30 minutos e de 150 minutos, foram comparados. Os resultados foram analisados pelo procedimento MIXED no Statistical Analysis System (SAS Inst. Inc., Cary, NC), com base no modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta X_{ij} + e_{ij}$, onde Y_{ij} = valor observado; μ = média geral; T_i = efeito do tempo de transporte; βX_{ij} = efeito da semana de coleta e e_{ij} = efeito do erro experimental. Os dados de comportamento dos animais foram analisados usando modelos mistos lineares generalizados para medidas repetidas com procedimento GLIMMIX do SAS. A validade da suposição de normalidade dos resíduos foi verificada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para todas as variáveis, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer. Foi adotado um nível de $P < 0,05$ como limite de significância em todos os testes.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios dos resultados da avaliação térmica na carga de acordo com o tempo de transporte são mostrados na Figura 2. Observou-se que a umidade relativa e a entalpia foram afetadas (ambos $P < 0,01$) pelo tempo de transporte, com aumentos médios de 7% da umidade e 3,75 kJ / kg de ar seco da entalpia específica na carga transportada por 30 minutos. No entanto, ambos os tratamentos apresentaram média de entalpia acima de 80 kJ / kg de ar seco, caracterizando um ambiente favorável para o “estresse térmico” de leitões (SILVA-MIRANDA et al., 2012).

Figura 2 – Valores médios da temperatura do ar, umidade relativa e entalpia das cargas transportados por 30 minutos e 150 minutos. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).



O tempo de transporte teve efeito em todas variáveis fisiológicas avaliadas, exceto a temperatura superficial (Tabela 2). Aumentos na temperatura retal (+0,77 ° C; $P = 0,019$) e frequência respiratória (+8 respirações / min; $P = 0,017$) foram registrados no grupo de animais transportados por 30 minutos. Maiores concentrações de cortisol (+ 3,96 ng / mL) e creatina

quinase (+ 684 U / L) foram registradas no grupo de animais transportado por 30 minutos (ambos, $P < 0,001$) em comparação com o grupo transportado por 150 minutos.

Tabela 2 - Médias e erro padrão das médias das variáveis fisiológicas dos leitões transportados por 30 minutos e 150 minutos

Item	Tempo de Transporte		Valor de P
	30 min	150 min	
Temperatura retal (°C)	39,85±0,48 ^a	39,08±0,64 ^b	0,019
Temperatura superficial (°C)	39,61±0,69	39,58±0,79	0,280
Frequência respiratória (respirações/min)	98,00±1,50 ^a	90,00±3,00 ^b	0,017
Cortisol (ng/mL)	82,17±1,08 ^a	78,21±1,12 ^b	<0,001
Creatina quinase (U/L)	4140±34,20 ^a	3456±32,66 ^b	<0,001

Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

Os resultados obtidos com a avaliação térmica das cargas já eram esperados e, em geral, evidenciam o desafio ambiental enfrentado pelos leitões durante a viagem. Como resultado, ocorre os aumentos na temperatura retal e frequência respiratória nos leitões transportados por 30 minutos sugerem maior demanda do sistema de termorregulação, em relação ao estresse térmico (ZHOA et al., 2016). No entanto, os aumentos observados no nível de cortisol e creatina quinase indicam um efeito aditivo do estresse fisiológico e físico.

Esse resultado pode ser associado, provavelmente, ao carregamento dos animais. Assim, aparentemente, ocorre uma elevada carga de estresse durante o carregamento, envolvendo muito esforço físico dos animais. Estudos anteriores comprovam e estão alinhados com esses resultados, uma vez que foi relatado aumentos na frequência cardíaca (CORREA et al., 2014) e níveis de cortisol salivar e lactato sanguíneo dos suínos (CORREA et al., 2010) durante o embarque dos animais em comparação com os valores de suínos em repouso.

Durante o transporte, o grupo transportado por 30 minutos apresentou maior percentual de leitões sentados e menor percentual deitados em comparação com o grupo transportado por 150 minutos. Normalmente, a postura “sentada” é interpretada como um indicio de desconforto para suínos que sofrem de estresse térmico (RITTER et al., 2008). No entanto, também se associa com disponibilidade limitada de espaço no compartimento durante a viagem (DALLA VILLA et al., 2009).

Tabela 3 - Médias e erro padrão da média das proporções de leitões que executam cada postura durante o transporte

Comportamento	Tempo de Transporte		Valor de P
	30 min	150 min	
De pé, %	26,50±14,70	25,50±12,00	0,811
Deitado, %	70,00±12,00 ^b	73,00±10,80 ^a	0,022
Sentado, %	3,30±1,10 ^a	1,30±0,80 ^b	0,017
Outras posturas, %	0,20±0,60	0,20±0,50	0,876

Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

Neste estudo, a alta densidade de carga adotada pela transportadora (290 kg/m²) certamente influenciou negativamente o perfil meteorológico da carga, por exemplo um suíno de 100 kg emite 160 W (KETTLEWELL et al., 2001). Consequentemente a mesma atuou como um fator potencializador da hipertermia dos leitões, o que pode ter influenciado as respostas fisiológicas e comportamentais (URREA et al., 2021). A legislação da União Europeia recomenda como densidade ideal até 235 kg/m², baseia-se na evidência de que, quando a densidade da carga for superior, nem todos os suínos conseguem deitar-se e não podem descansar (LAMBOOIJ, 2014).

Na baía de terminação pós-transporte, o tempo de transporte não influenciou nas posturas dos leitões, mas afetou o comportamento de beber dos leitões, sendo detectado maior frequência ($P = 0,018$) do comportamento de beber (+ 4,2%) em leitões transportados por 150 minutos. No entanto, observou-se maior frequência de comportamentos agonísticos (+ 1,40%; $P = 0,043$) nos leitões transportados por 30 minutos (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias e erro padrão da média das proporções de leitões que executam cada postura e frequência de bebedeira e atos agonísticos após o transporte

Comportamento	Tempo de Transporte		Valor de P
	30 min	150 min	
De pé, %	15,20±6,40	15,80±3,40	0,760
Deitado, %	83,30±7,00	82,60±8,20	0,672
Sentado, %	1,20±0,80	1,30±0,60	0,583
Outras posturas, %	0,30±0,50	0,30±0,50	0,627
Bebendo ¹	12,20±3,00 ^b	8,00±4,00 ^b	0,018
Atos agonísticos ¹	1,80±0,30 ^a	0,40±0,20 ^b	0,043

Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$). ¹Grupo de 8 leitões.

Esse resultado pode estar relacionado ao maior cansaço pós-transporte, especialmente ao menor tempo para se recuperar do estresse de manuseio no carregamento. O treinamento dos funcionários e o uso de mecanismos para o arrefecimento da carga e o fornecimento de água aos animais durante o transporte poderiam reduzir ou amenizar o estresse durante o transporte de leitões em regiões tropicais (MACHADO et al., 2021a).

Portanto, após certo tempo de transporte provavelmente os animais se adaptam às condições de viagem, como o estresse térmico (MACHADO et al., 2021a), a vibração e ruído da carroceria (DONOFRE et al., 2017), densidade da carga (RIOJA- LANG et al., 2019) entre outros, como pode ser visto pelas respostas fisiológicas (ex: temperatura retal, frequência respiratória e concentração de cortisol e creatina quinase mais baixas) e comportamentais do grupo de leitões transportados por 150 minutos.

Assim, o maior tempo de transporte pode ter permitido que os leitões se recuperem do estresse do manuseio durante o carregamento se adaptarem ao ambiente social e físico que foram submetidos com a experiência do transporte, atuando como um “período de descanso” com efeito semelhante a um tempo de espera no abatedouro (FAUCITANO, 2018). Isso sugere que dependendo da magnitude do estresse causado pelo carregamento, os animais podem apresentar maiores dificuldades na recuperação do seu estado fisiológico em viagens mais curtas (DALLA COSTA et al., 2019).

Conseqüentemente, observou-se um aumento na indecência de animais fadigados (+ 3,06%; $P < 0,001$) e nas taxas de mortes na chegada (+ 4,08%; $P = 0,027$) no grupo transportado por 30 minutos. Isso teve influência no percentual de perda produtiva total, que aumentou

(+9,18%) significativamente nas cargas transportadas por 30 minutos em comparação com o grupo transportado por 150 minutos (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias e erro padrão da média para as perdas produtivas da carga

Item	Tempo de Transporte		Valor de P
	30 min	150 min	
Animais Fadigados, %	4,08±0,02 ^a	1,02±0,04 ^b	<0,001
Animais Machucados, %	2,04±0,10	1,02±0,04	0,137
Mortes na Chegada, %	6,12±0,08 ^a	2,04±0,06 ^b	0,027
Perda Total, %	12,24 ±0,06 ^a	3,06±0,05 ^b	<0,001

Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey-Kramer (P <0,05).

Esses resultados sugerem que a probabilidade de ocorrência de perdas produtivas durante o transporte de leitões em regiões tropicais diminui com o aumento do tempo de transporte. Haley et al. (2008) relataram que, para cada aumento de 50 km na distância no transporte de suínos pré-abate, pode-se esperar que o DOA diminua em cerca de 0,81 vezes, além de diminuir o risco das taxas de DOA em viagens com distâncias acima de 134 km.

Com base nos resultados, recomenda-se o planejamento do transporte, o treinamento dos funcionários e a redução da densidade da carga como medidas para melhorar a qualidade do transporte, especialmente durante o manejo de carregamento e descarregamento dos animais.

5. CONCLUSÕES

Os transportes com menores tempos de operação possuem maior risco ao bem-estar animal e são mais susceptíveis a ocorrência de perdas produtivas durante o transporte de leitões em regiões de clima tropical. Os resultados sugerem que o carregamento e descarregamento dos animais devem ser melhorados.

1. REFERÊNCIAS

ABCS - Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Boletim de Mercado**. 17 de jan. de 2022. Disponível em: <<https://abcs.org.br/noticia/ano-de-2022-inicia-com-preco-do-suino-em-queda-e-custos-em-alta/>>. Acesso em: 18 de jan. 2022.

ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Produção de suínos: teoria e prática**. Brasília, Df: Coordenação Editorial Associação Brasileira de Criadores de Suínos; Coordenação Técnica da Integrall Soluções em Produção Animal., 2014. 908 p. Disponível em: <[http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/3749b39ecfe00f39287e7ae1d7d27a11/\\$File/5340.pdf](http://www.bibliotecas.sebrae.com.br/chronus/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/3749b39ecfe00f39287e7ae1d7d27a11/$File/5340.pdf)>. Acesso em: 13 jan. 2022.

ABPA - Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual 2021**. Disponível em: <https://abpa-br.org/wpcontent/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf >. Acesso em: 18 Jan. 2022.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **ABPA projeta desempenho positivo para a avicultura e suinocultura em 2021 e 2022**. 2022. Disponível em: <<https://abpa-br.org/exportacoes-de-carne-suina-alcancam-113-milhao-de-toneladas-em-2021/>> Acesso em: 11 jan. 2022.

ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Exportações de carne suína alcançam 1,13 milhão de toneladas em 2021**. 2022. Disponível em:< <https://abpa-br.org/exportacoes-de-carne-suina-alcancam-113-milhao-de-toneladas-em-2021>>

ARAÚJO, A. P.; DALLA-COSTA, O. A.; ROÇA, R. O.; GUIDONI, A. L.; ATHAYDE, N. B.; CIOCCA, J. R. P. **Comportamento dos suínos nas baias de espera em frigoríficos brasileiros**. Comunicado Técnico 488. Embrapa: Concórdia, 2011.

AVERÓS, X.; KNOWLES, T. G.; BROWN, S. N.; WARRISS, P.D.; GOSÁLVEZ, L.F. 2010. Factors affecting the mortality of weaned piglets during commercial transport between farms. **Veterinary Record**, Londres, v. 167, p. 815-819, 2010.

BEERDA, B.; SCHILDER, M.B.; BERNADINA, W. Chronic stress in dogs subjected to social and spatial restriction. II. Hormonal and immunological responses. **Physiology and Behaviour**, v. 66, p.243-254, 1999.

BERTOLONI, W.; SILVA, J. L.; ABREU, J. S.; ANDREOLLA, D. L. Bem-estar e taxa de hematomas de bovinos transportados em diferentes distâncias e modelos de carroceria no estado do Mato Grosso - Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, [S.L.], v. 13, n. 3, p. 850-859, set. 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402012000300022>.

BRASIL. Resolução nº 791, de 18 de junho de 2020. Resolução N° 791 de junho de 2019. **Consolida as normas sobre o transporte de animais de produção, de interesse econômico, de esporte, de lazer ou de exposição**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 99. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-791-de-18-de-junho-de-2020-263184341>>. Acesso em: 14 de Novembro de 2021.

BROOM, D. M. Animal welfare complementing or conflicting with other sustainability issues. **Applied Animal Behaviour Science**, [S.L.], v. 219, p. 104829, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.applanim.2019.06.010>

BROOM, D. M; JOHNSON K. G. **Stress and Animal Welfare**, Dordrecht (The Netherlands), Kluwer Academic Publisher, 2000. 211p.

CASSEL, T. G. **Avaliação de dor e estresse em leitões submetidos a procedimentos de manejo na criação intensiva de suínos**. 16 set. 2016.

CAVALCANTI, S.S. Suinocultura dinâmica. Belo Horizonte: Itapuã Editora e Gráfica Ltda, 1998. 494p.

CONSONI, W. **Efeito do transporte prolongado de leitões desmamados, transferidos para a fase de creche, sobre o peso e indicadores de bem-estar animal**. 2019. 58p. Tese (Doutorado em Ciência Animal – Área de Concentração: Saúde Animal). Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Lages, 2019.

CONTRAN – National Traffic Council, resolution N°791, 18 of June, 2020. Disponível em: < <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-n-791-de-18-de-junho-de-2020-263184341> >. Acesso em: 18 Jan. 2022.

CORREA, J. A.; GONYOU H. W.; TORREY, S.; WIDOWSKI, T.; BERGERON, R.; CROWE, T.; LAFOREST, J. P.; FAUCITANO, L. Welfare of pigs being transported over long distances using a pot-belly trailer during winter and summer. **Animals**. 4:200–213, 2014. <https://doi:10.3390/ani4020200>

CORREA, J. A.; TORREY, S.; DEVILLERS, N.; LAFOREST, J. P.; GONYOU, H. W.; FAUCITANO, L. Effects of different moving devices at loading on stress response and meat quality in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. 4086-4093, 2010. <https://doi.org/10.2527/jas.2010-2833>

DALLA COSTA, O. A.; CIOCCA, J. R. P.; RIBAS, J. C. R.; LUDTKE, C. B.; COSTA, M. J. R. P. **Boas práticas no embarque de suínos para abate**. Concordia, Embrapa Suínos e Aves, 2012. 50p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 137).

DALLA COSTA, O. A.; DALLA COSTA, F. A.; FEDDERN, V.; LOPES, L. S.; COLDEBELLA, A.; GREGORY, N. G.; LIMA, G. J. M. M. Risk factors associated with pig pre-slaughtering losses. **Meat Science**, v. 155, p. 61–68, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.04.020>

DALLA COSTA, O. A.; LUDKE, J. V.; COSTA, M. J. R. P. da; COLDEBELLA, A.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J. V.; TRIQUES, N. J.; KICH, J. D. **Determinação do ritmo ultra-diano do cortisol na saliva de fêmeas suínas em peso de abate**. . Concordia, Embrapa Suínos e Aves, 2007. 3p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 460)

DALLA COSTA, O. A.; LUDTKE, C. B.; BUSS, L. P.; DALLA COSTA, F. A. (ed.). **Transporte legal: suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2021. 146 p. 1 Cartilha.

DALLA VILLA, P.; MARAHRENS, M.; CALVO, A. V.; DI NARDO, A.; KLEINSCHMIDT, N.; FUENTES-ALVAREZ, C.; TRUAR, A.; DI FEDE, E.; OTERO, L. J.; MÜLLER-GRAF, C. 2009. **Project to develop Animal Welfare Risk Assessment Guidelines on Transport**. Available at <https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-21> (Accessed 19 January 2021).

DONOFRE, A. C; SILVA, I. J.; NAZARENO, A. C.; FERREIRA, I. E. P. Mechanical vibrations in the transport of hatching eggs and the losses caused in the hatch and quality of broiler chicks. **Journal**

Of Agricultural Engineering, [S.L.], v. 48, n. 1, p. 36-41, 2017.
<http://dx.doi.org/10.4081/jae.2017.593>

DOS REIS, J. G. M.; MACHADO, S. T.; SANTOS, R.; NÄÄS, I. A.; OLIVEIRA, R. V. Financial losses in pork supply chain: a study of the pre-slaughter handling impacts. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 35, p. 163-170, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v35n1p163-170/2015>.

FAUCITANO, L. **Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne**. Primeira Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 2000.

FAUCITANO, L. Preslaughter handling practices and their effects on animal welfare and pork quality1. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 96, n. 2, p. 728-738, 2018.
<http://dx.doi.org/10.1093/jas/skx064>

FAWC. 1993. **Second report on priorities for research and development in farm animal welfare**. Farm Animal Welfare Council. MAFF Tolworth, U.K.

FAUCITANO, L. Application of a ventilation fan-misting bank on pigs kept in a stationary trailer before unloading: Effects on trailer microclimate, and pig behaviour and physiological response. **Livestock Science**, [s. l.], v. 216, p. 67-74, 2018.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2018.07.013>

FOX, J.; WIDOWSKI, T.; TORREY, S.; NANNONI, E.; BERGERON, R.; GONYOU, H.W.; BROWN, J.A.; CROWE, T.; MAINAU, E.; FAUCITANO, L. Water sprinkling market pigs in a stationary trailer. 1. Effects on pig behaviour, gastrointestinal tract temperature and trailer microclimate. **Livestock Science**, [S.L.], v. 160, p. 113-123, 2014.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.12.019>.

FRAGA, N.C.; CAVATORTA, M.G.; GONÇALVES, C. Tropeiros de porcos: a importância dos porcadeiros e da suinocultura na formação socioespacial de Pitanga (PR). **Revista Tamoios**, v.13, n. 1, p.72-84, 2017. DOI:<https://doi.org/10.12957/tamoios.2017.25257>

FRASER, D. Understanding animal welfare. **Acta Veterinaria Scandinavica**, Copenhagen, v. 50, p. 1-7, 2008.

FURLAN, L.F.; MACARI, M. Termoregulação. IN: FURLAN, L. F.; MACARI, M.; GONZALES, E. **Fisiologia Aviária aplicada a frangos de corte**. 2ed. Jaboticabal: Funesp,2002. p.209-230

GOUMON, S.; FAUCITANO, L. Influence of loading handling and facilities on the subsequent response to pre-slaughter stress in pigs. **Livestock Science**, [s. l.], v. 200, p. 6-13, 2017.

HALEY, C.; DEWEY, C. E.; WIDOWSKI, T.; POLJAK, Z.; FRIENDSHIP, R. Factors associated with in-transit losses of market hogs in Ontario in 2001. **Canadian Journal of Veterinary Research**, Ottawa, v. 72, p. 377-384, 2008.

HARRISON, R. *Animal Machines: the new factory farming industry*. London: Vincent Stuart Publishers LTD,1964.

JAMA, N., MAPHOSA, V., HOFFMAN, L. C., MUCHENJE, V. Effect of sex and time to slaughter (transportation and lairage duration) on the levels of cortisol, creatine kinase and subsequent relationship with pork quality. **Meat Science** 116 (2016) 43-49. 2016.

JOHNSON, J.S.; AARDSMA, M. A.; DUTTLINGER, A. W.; KPODO, K. R. Early life thermal stress: impact on future thermotolerance, stress response, behavior, and intestinal morphology in piglets exposed to a heat stress challenge during simulated transport. **Journal Of Animal Science**, [S.L.], v. 96, n. 5, p. 1640-1653, 4 abr. 2018. <https://doi.org/10.1093/jas/sky107>

KETTLEWELL, P. J.; HOXEY, R. P.; HAMPSON, C. J.; GREEN, N. R.; VEALE, B. M.; MITCHELL, M. A. AP-Animal production technology: design and operation of a prototype mechanical ventilation system for livestock transport vehicles, **Journal of agricultural engineering research**, Londres, v. 79, p. 429-439, 2001

Koong, L.J., J.A. Nienaber and H.J. Mersmann. 1983. Effects of plane of nutrition on organ size and fasting heat production in genetically obese and lean pigs. **J. Nutr.**, 113: 1626-1631.

LAMBOOIJ E. Transport of pigs. In: GRANDIN, T. (org.). **Livestock Handling and Transport**, Wallingford: CABI Publishing. 2014

LI, L. A. et al. Effect of weaning age on cortisol release in piglets. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 2, 2016.

LUDTKE, C. B.; DALLA COSTA, O. A.; ROÇA, R. O.; SILVEIRA, E. T. F.; ATHAYDE, N. B.; ARAÚJO, A. P.; JÚNIOR, A. M.; AZAMBUJA, N. C. Bem-estar animal no manejo pré-abate e a influência na qualidade da carne suína e nos parâmetros fisiológicos do estresse. **Ciência Rural**, v. 42, p. 532–37, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000300024>

LUDTKE, C.; DALLA COSTA, O. A.; ROHR, S. A.; DALLA COSTA, F. A. **Bem-estar animal na produção de suínos: transporte**. Brasília, DF: ABCS/Sebrae, Cartilha, 2016. 38 p.

MACHADO, N. A. F.; COSTA, L. B. S.; BARBOSA-FILHO, J. A. D.; OLIVEIRA, K. P. L.; SAMPAIO, L. C.; PEIXOTO, M. S.; DAMASCENO, F. A. Using infrared thermography to detect subclinical mastitis in dairy cows in compost barn systems. **Journal of Thermal Biology**, [S.L.], v. 97, p. 102881, 2021b. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102881>

MACHADO, N. A. F.; MARTIN, J. E.; BARBOSA-FILHO, J. A. D.; DIAS, C. T. S.; PINHEIRO, D. G.; OLIVEIRA, K. P. L.; SOUZA-JÚNIOR, J. B. F. Identification of trailer heat zones and associated heat stress in weaner pigs transported by road in tropical climates. **Journal of Thermal Biology**, [S.L.], v. 97, p. 102882, 2021a. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtherbio.2021.102882>

MACHADO, S. T.; NÄÄS, I. A.; NETO, M. M.; VENDRAMETTO, O.; DOS REIS, J. G. M. Effect of transportation distance on weight losses in pigs from dehydration. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 36, p. 1229-1238, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v36n6p1229-1238/2016>

MELLOR D.J.; PATTERSON-KANE E.; STAFFORD K. J. **The Sciences of Animal Welfare**. 2009.212p.

MIRANDA-DE LA LAMA G. C.; BERMEJO-POZA R.; FORMOSO-RAFFERTY N.; MITCHELL M.; BARREIRO P.; VILLAROEL, M. 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, p. 2410, 2021. <https://doi.org/10.3390/ani11082410>

MIRANDA-DE LA LAMA, G. C.; PALOMARES, M. R.; MONTERROSA, R. G. R.; AMOR, A. A. R.; PINHEIRO, R. S. B.; GALINDO, F. M.; VILLARROEL, M. Long-distance transport of hair lambs: effect of location in pot-belly trailers on thermo-physiology, welfare and meat quality. **Tropical Animal Health and Production**, v. 50, p.327-336, 2018. <https://doi.org/10.1007/s11250-017-1435-0>

MOTA-ROJAS, D.; SANTIAGO, P. R.; PEDRAZA, E. P.; RODRIGUEZ, R. M.; TRUJILLO, E. H.; ORTEGA, M. E. T. Stress factors in weaned piglet. **Veterinaria México**, v.1, p.37-51, 2014. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S030150922014000200005&lng=es&nrm=iso

OIE. Animal welfare and pig production systems. Terrestrial Animal Health Code. Disponível em: < http://www.oie.int/index.php?id=169&L=0&htmfile=chapitre_aw_pigs.htm >. Acesso em 12/01/2022.

OLIVEIRA, N. C. DE; VIEIRA, M. DE. L; SANTOS, W. B. R. DOS; PEDROSO, L. B; RIBEIRO, J. C; CEZÁRIO, A. S; OLIVEIRA, E. M. B; SOUZA, C. M. DE. Influência da temperatura na produção e bem-estar de suínos. **Colloquium Agrariae**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 254-264, 1 jun. 2017. <http://dx.doi.org/10.5747/ca.2017.v13.nesp2.000231>.

OLIVEIRA, R. F. DE. Estresse por calor em suínos machos castrados. **repositorio.ufla.br**, 11 maio 2016.

PANDORFI H et al. 2008. Conforto térmico para matrizes suínas em fase de gestação, alojadas em baias individuais e coletivas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 12: 326-332.

PEETERS, E.; DEPRez, K.; BECKERS, F.; D. E.; BAERDEMAEKER, J.; AUBERT A. E.; GEERS, R. Effect of driver and driving style on the stress responses of pigs during a short journey by trailer. **Animal Welfare**, [s. l.], v. 17, p. 189-196, 2008.

PEIXOTO, D. S. **Suplementação de creatina para suínos na fase pré-abate**. 2018.

RADOSTITS, O. M. et al. **Exame clínico e diagnóstico em veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002

RIOJA-LANG, F. C.; BROWN, J. A.; BROCKHOFF, E. J.; FAUCITANO, L. A review of swine transportation research on priority welfare issues: A canadian perspective. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 6, p. 1-12, 2019. <https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00036>

RITTER, M. J. et al. Effects of season and distance moved during loading on transport losses of market-weight pigs in two commercially available types of trailer. **Journal of animal science**, v. 86, n. 11, p. 3137-3145, 2008.

RITTER, M.J.; ELLIS, M.; BERRY, N. L.; CURTIS, S. E.; ANIL, L.; BERG, E.; BENJAMIN, M.; BUTLER, D.; DEWEY, C.; DRIESSEN, B.; DUBOIS, P.; HILL, J. D.; MARCHANT-FORDE, J. N.; MATZAT, P.; MCGLONE, J.; MORMEDE, P.; MOYER, T.; PFALZGRAF, K.; SALAK-JOHNSON J.; SIEMENS, M.; STERLE, J.; STULL, C.; WHITING, T.; WOLTER, B.; NIEKAMP, S. R.; JOHNSON, A. K. Review: Transport Losses in Market Weight Pigs: I. A Review of Definitions, Incidence, and Economic Impact. **The Professional Animal Scientist**, [S. L.], v. 25, p. 404–414, 2009. [http://dx.doi.org/10.15232/s1080-7446\(15\)30735-x](http://dx.doi.org/10.15232/s1080-7446(15)30735-x)

RITTER, M.J.; ELLIS, M.; BRINKMANN, J.; DEDECKER, J.M.; KEFFABER, K.K.; KOCHER, M.E.; PETERSON, B.A.; SCHLIPF, J.M.; WOLTER, B.F. Effect of floor space during transport of market-weight pigs on the incidence of transport losses at the packing plant and the relationships between transport conditions and losses. **Journal of Animal Science**, [S.L.], v. 84, p. 2856-2864, 2006. <http://dx.doi.org/10.2527/jas.2005-577>.

RODRIGUES, Nair Elizabeth Barreto; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T. Adaptações fisiológicas de suínos sob estresse térmico. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 7, n. 2, p. 1197-1211, 2010.

RODRIGUES, V. C.; DA SILVA, I.; VIEIRA, F.; NASCIMENTO, S. A correct enthalpy relationship as thermal comfort index for livestock. **International Journal of Biometeorology**, Lisse, v. 55, p. 455-459, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s00484-010-0344-y>

ROLDAN-SANTIAGO, P. Welfare of recently weaned piglets transported on unpaved roads: the effect of age and the use of straw bedding. **Animal Production Science**, v.55, n.5, p.648-653, 2014.

ROZEBOOM, K.; SEE, T.; FLOWERS, B. **Coping with seasonal infertility in the herd: part I**. 2000. Disponível em: < http://mark.asci.ncsu.edu/Swine_News/2000/sn_v2303.htm>. Acesso em: 14 fev. 2021.

RUSHEN, J. Farm animal welfare since the Brambell report. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 113, p. 277-278, 2008.

SANTOS, A. R. D.; PARENTES, H. N.; MACHADO, N. A. F.; ARAUJO, J. S.; FERREIRA, D. J.; ROCHA, K. S.; ANJOS, L. F.; PORTELA, Y. N.; SOUSA, M. N.; ZANINE, A. M. The physiological response, feeding behaviour and water intake of goat kids fed diets with increasing levels of babassu mesocarp flour. **Biological Rhythm Research**, [S.L.], v. 21, p. 1-13, 2019. <http://dx.doi.org/10.1080/09291016.2019.1680934>.

SANTOS, J.R.S. dos; SOUZA, B.B.; SOUZA, W.H.; CEZAR, M.F.; TAVARES, G.P. Respostas fisiológicas e gradientes térmicos de ovinos das raças Santa Inês, Morada Nova e de seus cruzamentos com a raça Dorper às condições do 33 semi-árido nordestino. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 995-1001, 2006.

SANTOS, V. M.; DALLAGO, B. S.; RACANICCI, A. M.; SANTANA, Â. P.; CUE, R. I.; BERNAL, F. E. Effect of transportation distances, seasons and crate microclimate on broiler chicken production losses. **PloS one**, v.15, p. e0232004, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232004>

SILVA-MIRANDA, K. O.; BORGES, G.; MENEGALE, V. L. C.; SILVA, I. J. O. Effects of environmental conditions on sound level emitted by piglets. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 32, p. 435-455, 2012. <https://www.scielo.br/j/eagri/a/VL47rC9DVb6LkhjpBYRWZCt/?lang=pt>

SOMMAVILLA, R.; FAUCITANO, L.; GONYOU, H.; SEDDON, Y.; BERGERON, R.; WIDOWSKI, T.; CROWE, T.; CONNOR, L.; SCHEEREN, M.; GOUMON, S. Season, Transport Duration and Trailer Compartment Effects on Blood Stress Indicators in Pigs: relationship to environmental, behavioral and other physiological factors, and pork quality traits. **Animals**, [S.L.], v. 7, n. 12, p. 8, 2017. <http://dx.doi.org/10.3390/ani7020008>.

URREA, V. M.; BRIDI, A. M.; CEBALLOS, M. C.; DA COSTA, M. J. R.P.; FAUCITANO, L. Behavior, blood stress indicators, skin lesions, and meat quality in pigs transported to slaughter at different loading densities. **Journal of Animal Science**, [s. l.], v. 99, p. 16, 2021. DOI <https://doi.org/10.1093/jas/skab119>.

VIEIRA, P. B.; NASCIMENTO, M. R. B. M.; ANTUNES, R. C.; SILVA, N. A. M.; SANTOS, D. B.; ZANARDO, J. A. Características termorreguladoras no início da gestação e índices reprodutivos de matrizes suínas de diferentes ordens de parto. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 1183-1191, July/Aug. 2014

WILLIAMS, A. M. **Effects of heat stress on reproduction and productivity of primiparous sows and their piglets performance**. 2009. 136 p. Thesis (Master of Science) - University of Missouri, Columbia, 2009.

ZHAO, Y.; XIN, H.; HARMON, J. D.; BASS, T. J. Mortality rate of weaned and feeder pigs as affected by ground transportation conditions. **Transactions of the ASABE**, [s. l.], v. 59, p. 943-948, 2016.