

UNIVERSIDADE PAULISTA

**INFLUÊNCIA DA LOGÍSTICA PRÉ-ABATE NA
CADEIA PRODUTIVA DE CARNE SUÍNA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção da Universidade
Paulista – UNIP, para obtenção do título de doutora
em Engenharia de Produção.

SIVANILZA TEIXEIRA MACHADO

SÃO PAULO

2016

UNIVERSIDADE PAULISTA

**INFLUÊNCIA DA LOGÍSTICA PRÉ-ABATE NA
CADEIA PRODUTIVA DE CARNE SUÍNA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de doutora em Engenharia de Produção.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Irenilza de Alencar Nääs

Área de concentração: Gestão de Sistemas de Operação.

Linha de Pesquisa: Redes de Empresas e Planejamento da Produção.

Projeto de Pesquisa: Sistemas inovadores de produção aplicados ao agronegócio.

SIVANILZA TEIXEIRA MACHADO

SÃO PAULO

2016

SIVANILZA TEIXEIRA MACHADO

**INFLUÊNCIA DA LOGÍSTICA PRÉ-ABATE NA
CADEIA PRODUTIVA DE CARNE SUÍNA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Engenharia de Produção da Universidade
Paulista – UNIP, para obtenção do título de doutora
em Engenharia de Produção.

Aprovado em:

BANCA EXAMINADORA

_____/_____
Prof. Dr. Rodrigo Couto Santos
Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD)

_____/_____
Prof. Dr. Mário Mollo Neto
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

_____/_____
Prof. Dr. Oduvaldo Vendrametto
Universidade Paulista (UNIP)

_____/_____
Prof. Dr. Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto
Universidade Paulista (UNIP)

_____/_____
Orientadora: Profa. Dra. Irenilza de Alencar Nääs
Universidade Paulista (UNIP)

DEDICATÓRIA

Ao meu esposo, amante, amigo e companheiro, João Gilberto Mendes dos Reis, por apoiar meu trabalho, ideias, sonhos e loucuras; por estar ao meu lado mesmo conhecendo meus defeitos e me aceitar como sou.

AGRADECIMENTOS

Senhor, Pai Onipotente, agradeço-te pela família maravilhosa, pelos sonhos realizados, pela esperança de dias melhores e por mais esta vitória em minha vida.

A MINHA ORIENTADORA, Professora Dra. Irenilza de Alencar Nääs, por compartilhar valiosa experiência contribuindo com meu desenvolvimento profissional; participando de cada detalhe do desenvolvimento desta tese. Obrigada por me orientar e ter me guiado nessa jornada. Obrigada Professora, por exigir sempre dedicação e esforço nos trabalhos desenvolvidos. Aprendi e aprendo muito com a Senhora; tudo que venho desenvolvendo, devo aos seus ensinamentos, observando cada orientação. Eu tento seguir o pensamento de Jim Rohn difundido pela Senhora: *“Discipline is the bridge between goals and accomplishment”*.

Ao professor Dr. Rodrigo Couto Santos, da Universidade Federal da Grande Dourados, por me apresentar o caminho da pesquisa e ter contribuído para minha formação acadêmica, sempre com o ensinamento: *“Às vezes damos um passo atrás para darmos dois para frente”*.

Agradeço o Professor Dr. Mario Mollo Neto, da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), que apesar do pouco convívio no Programa, compartilhou o conhecimento sobre as ferramentas e técnicas computacionais para suporte à análise quantitativa.

Ao Professor Dr. Oduvaldo Vendramento, que tem contribuído para o meu desenvolvimento acadêmico, pessoal e profissional, pois as reflexões da vida são 'diamantes' para quem sabe ouvir. *“O caminho para a eternidade é doloroso!”*.

Ao Professor Dr. Pedro Luiz de Oliveira Costa Neto, pelo auxílio nas dúvidas dos modelos estatísticos a serem utilizados e principalmente por compartilhar a reflexão de vida: *“O segredo do bem beber é o bem comer! E do bem comer é o bem beber!”*.

Ao Professor Dr. José Benedito Sacomano, meu agradecimento pelo convívio, o carinho, a troca de ideias que permitiu o aprofundamento da aplicação dos conceitos de engenharia de produção neste trabalho.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação Dr. Rodrigo Franco Gonçalves, Dr. Biagio Fernando Giannetti, Dra. Márcia Terra da Silva, pela dedicação aos alunos do programa e importância no desenvolvimento de cada um de nós.

Aos produtores de suínos, Sr. JP e Sr. OA, pela oportunidade de realização dos estudos de caso nas granjas de suínos, contribuindo para o aprimoramento dos estudos na cadeia produtiva brasileira de carne suína.

A CAPES, pela oportunidade de dedicação exclusiva aos estudos do curso de doutorado em Engenharia de Produção até Novembro/2015; pois sem a bolsa de estudos, certamente não conseguiria realizar os trabalhos aqui apresentados.

Agradeço a minha mãe, Maria, obrigada por me dar forças, por acreditar que sou capaz. Obrigada pela educação e todo sacrifício realizado para garantir que os filhos tivessem melhores oportunidades.

Ao meu irmão e irmã, Senildo Machado e Cenilza Machado, que na ausência do pai assumiram a responsabilidade de manter uma família. A minha irmã Suely Machado e ao meu cunhado Paulo José que me apoiaram e acolheram nos momentos mais difíceis que enfrentei até aqui. A minha querida sobrinha Franciele Machado por todo carinho, amor e esperança nas simples coisas da vida. Aos demais familiares, que me ajudam como podem, participando da minha rotina, mas que no final do dia, faz toda a diferença.

João Raphael e Pedro Henrique, meus enteados, por cada dia me ensinarem a amá-los e respeitá-los, cada um do seu jeito.

Ao meu esposo e companheiro, João Gilberto Mendes dos Reis, por estar comigo em todas as fases de pesquisa, principalmente, em campo me auxiliando na coleta dos dados, enfrentando chuva e sol, curtas e longas distâncias, jornadas de 24 e 72 horas de trabalho braçal (manhã, tarde e noite); contribuindo decisivamente para elaboração deste trabalho.

Aos amigos e colegas do Programa de Pós-Graduação, por compartilhamos momentos únicos que ficaram gravados em minha memória.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, desde de uma palavra de incentivo à 'mão na massa', mesmo não sendo citados nestas páginas, o MEU MUITO OBRIGADA!

EPÍGRAFE

“Então, camaradas, qual é a natureza da nossa vida? Enfrentemos a realidade: nossa vida é miserável, trabalhosa e curta. Nascemos, recebemos o mínimo de alimento necessário para continuar respirando e os que podem trabalhar são forçados a fazê-lo até a última parcela de suas forças; no instante em que nossa utilidade acaba, trucidam-nos com hedionda残酷”. (Palavras do Major, Granja do Solar em A Revolução dos Bichos, de George Orwell)

RESUMO

MACHADO, Sivanilza Teixeira. **Influência da logística pré-abate na cadeia produtiva de carne suína.** Páginas: 194. Tese (Engenharia de Produção), Universidade Paulista, São Paulo, 2016.

Esta tese estudou os efeitos da logística pré-abate e das condições climáticas nas perdas e no conforto térmicos dos suínos produzidos em áreas tropicais. As perdas ocorridas na cadeia produtiva da carne suína têm sido um desafio para todos os envolvidos. As estratégias de competitividade da cadeia não estão somente na busca por maior produtividade, mas na geração de valor que pode ser conseguido com processos baseados na sustentabilidade e nas diretrizes de bem-estar animal. Dois estudos de casos foram realizados em granjas comerciais de suínos e bancos de dados do Serviço de Inspeção Federal, do Instituto Nacional de Meteorologia e de uma granja comercial localizada em Mato Grosso do Sul. Métodos estatísticos foram utilizados para análise dos dados coletados. Os resultados apresentaram que 80% das rejeições na indústria de processamento da carne suína estão relacionadas a quatro principais órgãos: pulmão, rins, fígado e coração. Além disso, as perdas relacionadas à logística pré-abate na indústria foram estimadas em 0,67%. Observou-se efeito ($p < 0,0001$) do índice de temperatura e umidade (ITU) sobre a temperatura superficial dos animais, durante as operações de transporte pré-abate. Um total de 97,8% dos suínos transportados de ASSP (Águas de Santa Bárbara, São Paulo) estavam dentro da faixa de conforto térmico ($ITU \leq 75$), e 2,2% estavam na zona de alerta do conforto térmico, enquanto 100% dos suínos transportados de CIES (Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo) estavam na zona de emergência, ou seja, em estresse térmico ($ITU > 83$). O aumento nas perdas de peso vivo dos animais ocorreu gradativamente em função do aumento da distância de transporte percorrida, especialmente para distâncias acima de 500 km (3,9%, $p < 0,0001$). O controle das atividades que compõem a logística pré-abate, principalmente, o controle do microambiente da carroceria de transporte, é essencial para o conforto térmico dos animais. Para tanto, este estudo sugere a implementação de um sistema de gestão da qualidade com base nos atributos da qualidade da carne suína, integrando os principais elos da cadeia: produtor, indústria e distribuidor, tendo o transportador como agente de conexão.

Palavras-chave: Conforto Térmico; Qualidade; Transporte Humanitário; Suinocultura Industrial.

ABSTRACT

MACHADO, Sivanilza Teixeira. **Effect of pre-slaughter logistics on pork supply chain.** Pages: 194. Theses (Production Engineering), Paulista University, São Paulo, 2016.

The present thesis studied the effect of pre-slaughter logistics and climate condition on the losses and thermal comfort of pigs produced in tropical areas. The losses occur in pork supply chain (PSC) has been a challenge for PSC stakeholders. The strategies of competitiveness should not rely only on productivity, but on value for PSC that can be driven by processes based on the sustainability and animal welfare direction. Two Case-studies were carried out in commercial pig farms, as well as the database from the Federal Inspection Service, from the National Institute of Meteorology, and from a commercial pig farm in Mato Grosso do Sul. The appropriate statistics methods were applied to analyze the data. The results were that a total of 80% of rejection from the pork Industry is related with four organs: lung, reins, liver and heart. In addition, we estimated losses of 0.67% in pork industry related with pre-slaughter logistics. We observed effect of the temperature humidity index (THI) ($p < 0.0001$) on pig surface temperature during pre-slaughter transport. A total of 97.8% of the pig transported from ASSP (Águas de Santa Bárbara, São Paulo) were under thermal comfort (THI ≤ 75) and 2.2% were under alert zone, and 100% of the pigs transported from CIES (Cachoeiro de Itapemirim, Espírito Santo) were under the emergency zone, and under thermal stress (THI > 83). We also observed that losses on pig liveweight increase gradually a function of the distance of transport, and for distance over 500 km (3.9%, $p < 0.0001$). The pre-slaughter logistics activities control, mainly the microenvironment of truck control, is essential to the animal thermal comfort. Furthermore, the present study suggests the implementation of a quality management system based on quality attributes to pork, integrating the main links in the PSC: producer, industry and retailer with the hauler as connection broker.

Palavras-chave: Humanitarian Transport; Industrial Swine; Quality; Thermal Comfort.

LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ABCS	Associação Brasileira dos Criadores de Suínos
ABIPECS	Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína
ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
ABRAS	Associação Brasileira de Supermercados
ACCS	Associação Catarinense de Criadores de Suínos
APMS	<i>Advances in Production Management Systems</i>
ASEMG	Associação dos Suinocultores de Minas Gerais
ASES	Associação de Suinocultores do Espírito Santo
AVESUI	Feira da Indústria Latino-Americana de Aves e Suínos
CC	Ciclo Completo
CEPEA	Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CONBEA	Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
CSCMP	<i>Council of Supply Chain Management Professionals</i>
DFD	<i>Dark, Firm and Dry</i> (Escura, Firme e Seca)
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	<i>Food and Agriculture Organization</i>
FAS	<i>Foreign Agricultural Service</i>
FAWC	<i>Farm Animal Welfare Council</i>
GLM	<i>General Linear Model</i> (Modelo Linear Generalizado)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICONI	Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais

ITU	Índice de Temperatura e Umidade
JIT	<i>Just in Time</i>
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
NC3Rs	<i>National Centre for the Replacement, Refinement and Reduction of Animal in Research</i>
OMS	Organização Mundial de Saúde
PIB	Produto Interno Bruto
PSE	<i>Pale, Soft and Exsudative</i> (Pálida, Flácida e Exsudativa)
RIISPOA	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal
SAG	Sistema Agroindustrial
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SIF	Serviço de Inspeção Federal
SVA	Serviço de Vigilância Agropecuária
TBU	Temperatura de bulbo úmido
TBS	Temperatura de bulbo seco
TRIEL-HT	Trilhadeiras Erechim Ltda – Honoratto Tereza
UBABEF	União Brasileira de Avicultura
UPL	Unidade de Produção de Leitão
USDA	<i>United States Department of Agriculture</i>
UT	Unidade de Terminação
UVAGRO	Unidade de Vigilância Agropecuária

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Relação entre a cadeia produtiva da carne suína e seus <i>stakeholders</i>	26
Figura 2. Fluxo de suprimentos, financeiro e informações, e riscos no sistema agroindustrial da carne suína.....	27
Figura 3. Gestão da logística pré-abate e pós-abate do suíno.....	30
Figura 4. Cadeia da logística pré-abate.....	31
Figura 5. Volume de matéria-prima e produtos condenados destinados a graxaria, por principais partes de suínos abatidos (2010-2014).....	43
Figura 6. Principais causas de condenação de carcaças suínas (2010-2014).....	44
Figura 7. Exportações brasileiras de carne suína, período 2006 a 2014.....	47
Figura 8. Total de importações de carne suína mundial, período 2010 a 2014.....	48
Figura 9. Proporção da participação dos principais importadores de carne suína mundial, período 2010 a 2014.....	48
Figura 10. Principais importadores de carne suína do Brasil, valores médios da participação para o período de 2006 a 2014 (%)	49
Figura 11. Mapa do município de Cachoeiro do Itapemirim (CIES) e Águas de Santa Bárbara (ASSP).....	65
Figura 12. Fluxo de processos no período pré-abate de suínos.....	70
Figura 13. Imagem termográfica dos suínos para avaliação do microambiente da granja (emissividade 0,95).....	73
Figura 14. Imagem termográfica dos suínos para avaliação do microambiente da carroceria (emissividade 0,95).....	74
Figura 15. Imagem termográfica dos suínos para avaliação do microambiente do frigorífico (emissividade 0,95).....	74
Figura 16. Ciclo reprodutivo da matriz e produtivo do leitão.....	83
Figura 17. Carroceria para transporte de animais em CIES.....	85
Figura 18. Corredor e rampa de embarque de animais em CIES.....	86
Figura 19. Rampa de desembarque dos animais transportados de CIES.....	87
Figura 20. Carroceria para transporte de animais em ASSP.....	89
Figura 21. Rampa móvel utilizada para embarque de animais em ASSP.....	90
Figura 22. Embarque de suínos com emprego de bastão elétrico.....	91
Figura 23. Pesagem dos animais na saída da granja em ASSP	91
Figura 24. Rampa de desembarque para suínos	92
Figura 25. Temperatura máxima media (°C) e umidade relativa do ar (%) para cada estação por região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, período de 2010 a 2014.....	102

Figura 26. Base de Informação da Gestão de Logística pré-abate.....	110
Figura 27. Variação na temperatura superficial dos suínos durante a logística pré-abate logística por média de temperatura do ar para cada fase.	115
Figura 28. Efeito do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) durante a logística pré-abate na temperatura superficial de suínos transportados em condições tropicais (Ts).....	116
Figura 29. Monitoramento da temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (%) durante o transporte de suínos da granja até o frigorífico das 13:11 às 14:57 (A).	124
Figura 30. Monitoramento da temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (%) durante o transporte de suínos da granja até o frigorífico das 15:45 às 17:18 (B).	125
Figura 31. Efeito do ITU na temperatura superficial dos suínos durante a logística pré-abate de duas programações de transporte.	127
Figura 32. Anomalias ocorridas na media de temperatura do ar durante Setembro, Outubro e Novembro: 1995, 2005, 2010 e 2015, respectivamente.	130
Figura 33. Variação da Ta (°C) e UR (%) durante o transporte pré-abate em carroceria dupla de madeira com teto aberto (tempo total = 107 min / densidade = 0,40 m ² /suínos).	138
Figura 34. Variação da Ta (°C) e UR (%) durante o transporte pré-abate em carroceria dupla metálica com teto coberto e aberta nas laterais (tempo total = 193 min / densidade = 0,41 m ² /suínos).....	139
Figura 35. Valores médios para a temperatura e temperatura superficial dos suínos (Ts) durante embarque (CIES tempo total = 24 min; ASSP tempo total = 39 min).	144
Figura 36. Valores médios para a temperatura e temperatura superficial dos suínos (Ts) durante a viagem (CIES tempo total = 76 min; ASSP tempo total = 129 min).	145
Figura 37. Valores médios para a temperatura e temperatura superficial dos suínos (Ts) durante desembarque (CIES tempo total = 07 min; ASSP tempo total = 25 min).....	147
Figura 38. Perda de peso vivo de suínos durante o transporte da granja até o frigorífico relacionado a distância (km)	158
Figura 39. Porcentagem de suínos mortos na chegada (MA) e suínos condenados e inaptos (CI) durante o transporte relacionados a estação do ano.....	159
Figura 40. Porcentagem de suínos mortos na chegada (MA) e suínos condenados e inaptos (CI) relacionados a distância de transporte.....	160
Figura 41. Sistema de gestão da qualidade para a cadeia produtiva da carne suína	172

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Lista de artigos científicos produzidos para composição da tese de doutorado ..	24
Tabela 2. Descrição breve das principais atividades da logística pré-abate.	32
Tabela 3. Cinco liberdades para o bem-estar animal.....	37
Tabela 4. Principais normas de biossegurança aplicadas na suinocultura.....	41
Tabela 5. Classificação das perdas quantitativa e qualitativa durante o pré-abate.	52
Tabela 6. Resumo das médias de perdas de no período pré-abate de suínos coletadas na literatura ⁺	53
Tabela 7. Escalas críticas de ITU, para suínos.....	62
Tabela 8. Principais termos para processamento da pesquisa.....	63
Tabela 9. Variáveis analisadas no estudo.	67
Tabela 10. Lista de equipamentos utilizados no experimento.....	69
Tabela 11. Característica dos veículos utilizados no transporte de suínos para abate	71
Tabela 12. Característica dos procedimentos utilizados pelas granjas em CIES e ASSP....	72
Tabela 13. Procedimentos do SAS e STATISTICA utilizados para análise dos dados.	78
Tabela 14. Relação entre os artigos e os objetivos específicos.....	79
Tabela 15. Procedimento para condenações de carcaças suína total ou parcial durante o processo de abate	96
Tabela 16. Resumo das médias das condições climáticas brasileiras no período 2010 a 2014.	98
Tabela 17. Efeito da estação do ano nas variáveis do grupo Normal: temperatura mínima, índice de temperatura-umidade máximo, e as principais partes das carcaças rejeitadas pelo S.I.F, 2010 a 2014.	100
Tabela 18. Efeito da estação do ano nas variáveis do grupo Não-normal: temperatura máxima, amplitude térmica e as partes das carcaças rejeitadas pelo S.I.F, 2010 a 2014.	101
Tabela 19. Perdas financeiras estimadas para a indústria da carne suína baseada nos produtos inspecionados pelo S.I.F. durante 2010 a 2014 (Milhões / US\$).	103
Tabela 20. Efeito das estações do ano as principais causas de condenação carcaça suína pelo S.I.F, 2010 a 2014.....	105
Tabela 21. Coeficientes de correlação para ITUM Grupo Emergência e Perigo para as principais condenações ocorridas pelo S.I.F.....	106
Tabela 22. Descrição do gerenciamento da logística pré-abate aplicada no presente estudo.	112

Tabela 23. Valores médios para temperatura do ar (Ta), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), temperatura superficial dos suínos (Ts) e índice de temperatura e umidade (ITU) para cada escala de tempo nas fases da logística pré-abate.....	114
Tabela 24. Efeito da logística pré-abate (LPA), intervalo de tempo (ITP) e a interação entre LPA e ITP na temperatura superficial de suínos em condições tropicais.	115
Tabela 25. Característica do processo de transporte da granja até o frigorífico.....	121
Tabela 26. Valores médios de temperatura (Ta), umidade relativa (UR), índice de temperatura e umidade (ITU), velocidade do vento (Vv), velocidade do caminhão (Vc) e nível de ruído (R) durante a logística pré-abate.	123
Tabela 27. Valores do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o local, granja, caminhão e frigorífico.....	126
Tabela 28. Valores médios da temperatura superficial (TS) dos suínos durante o embarque e o desembarque.....	127
Tabela 29. Características do transporte de suínos de duas regiões tropicais em condições diferentes.....	133
Tabela 30. Resumo dos valores médios de temperatura do ar (Ta), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), temperaturas superficiais dos suínos (Ts), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice bioclimático (IB) para cada atividade de transporte.....	134
Tabela 31. Valores médios de temperatura (Ta), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), temperatura superficial dos suínos (Ts), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de bioclimático (IB) para cada atividade de transporte.....	136
Tabela 32. Valores médios de temperatura (Ta), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), temperatura superficial dos suínos (Ts), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice bioclimático (IB) para CIES e ASSP regiões.	137
Tabela 33. Média, desvio padrão e a variação da temperatura superficial dos suínos (°C) por índice temperatura e umidade, para ambas as regiões: CIES e ASSP.	141
Tabela 34. Média, desvio padrão e variação da temperatura superficial dos suínos (°C) e índice bioclimático por atividade pré-abate: ASSP e CIES.....	142
Tabela 35. Características dos tratamentos por nível de fator	153
Tabela 36. Média e limites de temperaturas e umidade relativa durante verão e outono... ..	155
Tabela 37. Efeitos da estação e distância de transporte na perda de peso vivo de suínos ..	156
Tabela 38. Média de peso vivo de suínos na granja, no frigorífico e a média de perda durante o transporte por distância	157
Tabela 39. Soluções de carrocerias metálicas para o transporte de suínos no Brasil.....	169

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA	iv
AGRADECIMENTOS.....	v
EPÍGRAFE	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
LISTA DE ABREVIACÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS.....	xiv
1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	19
1.1 Problema de pesquisa	22
1.2 Objetivo Geral	22
1.2.1 Objetivos Específicos.....	23
1.3 Composição da tese	23
2 REFERENCIAL TEÓRICO	25
2.1 A cadeia produtiva da carne suína.....	25
2.2 Logística pré-abate do suíno	28
2.3 Desafios da logística pré-abate.....	33
2.4 Produção e exportação.....	39
2.5 Perdas na produção e no período pré-abate.....	51
2.6 A importância do recurso humano empregado na cadeia	55
2.7 Percepção do consumidor brasileiro em relação a carne suína	58
2.8 Técnicas não invasivas utilizadas em pesquisas com animais	60
2.8.1 Índices de conforto térmico.....	61
3 METODOLOGIA	63
3.1 Pesquisa exploratória	63
3.2 Visitas técnicas e participação em eventos.....	64
3.3 Pesquisa de campo: localização, período e coleta dos dados	64
3.4 Banco de dados utilizados	66
3.5 Comissão de Ética no Uso de Animais	66
3.6 Variáveis analisadas.....	67
3.7 Equipamentos utilizados	69
3.8 Procedimento metodológico e monitoramento	69

3.9	Modelos estatísticos aplicados para análise dos dados	75
3.10	Softwares utilizados para análise de dados	77
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	79
4.1	Caracterização e comparação das granjas	83
4.1.1	Cachoeiro do Itapemirim-Espírito Santo (CIES)	83
4.1.2	Águas de Santa Bárbara-São Paulo (ASSP)	87
4.2	Impacto da amplitude térmica na perda de produtividade de suínos em condições tropicais.....	93
4.2.1	Introdução	93
4.2.2	Materiais e Métodos	96
4.2.3	Resultados e Discussão	100
4.2.4	Conclusão	107
4.3	Gestão da logística pré-abate na cadeia produtiva de suínos brasileira: um estudo de caso do período de jejum, transporte e descanso	109
4.3.1	Introdução	109
4.3.2	Materiais e Métodos	111
4.3.3	Resultados e Discussão	114
4.3.4	Conclusão	117
4.4	Problemas de transporte na indústria suinícola: efeitos do microambiente no conforto térmico de suínos	119
4.4.1	Introdução	119
4.4.2	Materiais e Métodos	121
4.4.3	Resultados e Discussão	123
4.4.4	Conclusão	128
4.5	Efeito do embarque, viagem e desembarque na temperatura superficial de suínos: um estudo de caso em duas condições climáticas	129
4.5.1	Introdução	129
4.5.2	Materiais e Métodos	132
4.5.3	Resultados e Discussão	136
4.5.4	Conclusão	148
4.6	As perdas de alimentos na cadeia de suprimentos de carne suína: efeito da distância de transporte e estação do ano em suínos produzidos em condições tropicais.....	149
4.6.1	Introdução	149
4.6.2	Materiais e Métodos	151
4.6.3	Resultados e Discussão	155
4.6.4	Conclusão	161

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	163
5.1 Conclusão geral	166
5.2 Soluções para o transporte de suínos no Brasil.....	167
5.3 Recomendações para o futuro	171
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
APÊNDICE A.....	193
ANEXO.....	194

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A gestão de produção de suínos enfrenta desafios dos mais simples aos mais complexos. Apesar de estar consolidada com base tecnológica sólida, pesquisas e desenvolvimento na área da genética, nutrição e ambiência, o ganho do produtor depende da sua competência. A gestão de produção envolve o planejamento e redução de custos de todo o processo de produção e operação desde a fase de reprodução até a entrega dos animais para abate. A produção e as operações de animais criados em regiões quentes requerem planejamento e controles adicionais que garantam o bem-estar e a produtividade animal, exigindo dos produtores maior desempenho técnico-profissional.

Os produtores de suínos participam de uma cadeia de fornecimento de proteína de origem animal com características singulares, que envolve aplicação de legislação específica, exigências do mercado para segurança alimentar, rastreabilidade, padrões de qualidade, práticas sustentáveis e preços acessíveis à população (TRIENEKENS e WOGNUM, 2013). Para oferecer preços acessíveis ao mercado é necessário tornar a cadeia suinícola mais competitiva em relação às demais cadeias de proteína animal, em que a redução de custo deve abranger também as operações de logística pré-abate. Operações inadequadas dos animais comprometem o seu bem-estar, o que pode resultar em perdas na cadeia. Todo o investimento do produtor durante o processo produtivo do suíno pode ser facilmente perdido com o manejo e transporte inapropriados.

A missão da logística inserida no contexto da produção é um processo essencial para o abastecimento da cadeia, observando (i) o produto certo, (ii) a quantidade certa, (iii) o local certo, (iv) o tempo certo, (v) nas condições certas e (vi) ao menor custo possível (BALLOU, 2006). O transporte, como atividade primária da logística é uma fonte de estresse¹ para os animais e combinado com as condições climáticas de regiões quentes podem aumentar os índices de perdas e prejuízos financeiros para a cadeia (OCHOVE et al., 2010), não atendendo, portanto, os itens v e vi mencionados anteriormente.

¹ Refere-se ao estado fisiológico, comportamental e psicológico do animal exposto a uma situação potencialmente ameaçadora (TERLOUW, 2005).

O planejamento logístico do pré-abate para a cadeia da carne suína é fundamental para assegurar o bem-estar do animal e as condições que atendam as instruções do Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1952). O planejamento logístico deve estar alinhado à produção do frigorífico, uma vez que essa atividade segue os princípios do *Just In Time* (JIT)², por não manter estoques, sendo a linha abastecida por seus fornecedores diariamente com a quantidade certa que atenda a capacidade de abate.

A produtividade e competitividade da cadeia produtiva da carne suína depende da eficiência³ do seu processo produtivo e da sua operação pré-abate, no intuito de otimizar os recursos empregados na atividade, reduzir custos e agregar valor ao produto final. Prover avanços nas operações logísticas pré-abate é essencial para diferenciação no mercado. As atividades de transporte pré-abate de animais se inicia com o embarque do primeiro animal na granja e termina com o desembarque do último animal no frigorífico; enquanto a logística pré-abate se inicia com o recebimento do pedido, abrangendo o planejamento do transporte e a preparação dos animais, a própria operação de transporte e termina com a entrega dos animais no frigorífico e recebimento do valor monetário correspondente ao pedido.

De acordo com Ballou (2007), os problemas logísticos estão relacionados aos custos associados à atividade que são afetados pelo aumento da competição global, o aumento da população, à escassez de recursos e à atratividade da mão-de-obra de países em desenvolvimento.

O aumento da eficiência dos processos pode ser conseguido com a redução de falhas, retrabalhos e refugos e a eliminação de atividades desnecessárias e movimentação de materiais que não agregam valor, simplificação dos métodos de trabalho, redução do tempo de paralisação da produção e desperdício, redução dos riscos de acidentes e doenças profissionais (COSTA NETO e CANUTO, 2010). Os índices de perdas e desperdícios da cadeia produtiva da carne suína associam-se à falta de visão sistêmica da maioria dos produtores e das indústrias que entendem o impacto das perdas apenas no seu processo produtivo e sua operação, mas não inclui nessa percepção o conceito de cadeia.

² Baseia-se na ideia que nenhum produto deve ser produzido ou encomendado até que haja a necessidade, ou seja, pedido a jusante (CHRISTOPHER, 2007).

³ A eficiência se associa à boa utilização dos recursos disponíveis, manifestada como uma preocupação do nível tático e operacional, relacionada a produtividade (COSTA NETO e CANUTO, 2010).

A percepção sistêmica da cadeia produtiva da carne suína é ponto chave para atender não somente as expectativas dos consumidores, como buscar o aprimoramento da cadeia em relação aos seus processos. Dias et al. (2011) afirmam que não há espaço para uma gestão amadora da suinocultura, sendo uma exigência atual e dos próximos anos uma análise minuciosa dos dados zootécnicos à extração econômica, bem como uma visão global de todo o processo de produção interno e externo. De acordo com Perez et al. (2009), o produtor deve traduzir as exigências dos consumidores em especificações de produtos aceitáveis no mercado; contudo, tal relação se torna mais complicada no setor de alimentos, principalmente, para os produtos cárneos, uma vez que os consumidores percebem a qualidade antes da decisão de compra.

A diferenciação da qualidade na cadeia suinícola inicia na fase dos insumos, condições de criação, transporte e abate dos animais (TRIENEKENS e WOGNUM, 2013). A percepção de qualidade na cadeia alimentar pode ser conceituada em dois macros atributos: extrínsecos e intrínsecos (PEREZ et al., 2009; TRIENEKENS e WOGNUM, 2013). O primeiro diz respeito às questões relacionadas ao bem-estar animal, à sustentabilidade, origem e autenticidade do produto. O segundo está associado aos quesitos sensoriais do produto (suculência, cor, odor), valor nutricional, saúde e conveniência (embalagem, informação). Dessa forma, o gerenciamento da cadeia produtiva suinícola pode ser dividido em dois grandes elos: o pré-abate e o pós-abate do animal, consequente do processamento da carne

A qualidade pode ser mensurada e avaliada pelos consumidores por meio dos atributos intrínsecos do produto, diferentemente dos extrínsecos, em que os consumidores não têm como avaliar diretamente, o que requer o desenvolvimento de sistemas de informação eficientes que conectem toda a cadeia produtiva. Além de conectar vários estágios da cadeia, os sistemas de rastreabilidade, como parte integral do gerenciamento da logística de alimentos (BOSONA e GEBRESENBET, 2013), podem auxiliar na informação ao consumidor, contribuindo para o aumento da sua confiança em relação aos elos da cadeia produtiva (TRIENEKENS e WOGNUM, 2013).

A investigação dos principais fatores que envolvem o transporte de suínos em clima tropical no contexto da logística pré-abate, pode contribuir com os avanços da cadeia no atendimento às demandas de bem-estar animal, qualidade do produto, redução de perdas e maior competitividade.

1.1 Problema de pesquisa

Entre os problemas enfrentados pelos produtores de suínos em regiões tropicais, a gestão da logística pré-abate é pouco analisada e desenvolvida. Práticas inadequadas são aplicadas constantemente por mão-de-obra não qualificada, como a utilização de veículos inapropriados ao transporte de animais e a falta de planejamento e controle da logística, contribuindo para a ocorrência de perdas financeiras na cadeia.

A observação dos parâmetros de boas práticas durante o transporte pode resultar em melhoria da qualidade da carne suína, maior lucratividade, melhor percepção do produto final pelos consumidores, além de possibilitar a redução das perdas e desperdícios (RITTER et al., 2009; TRIENEKENS e WOGNUM, 2013).

A indústria de processamento enfrenta taxas de carne PSE (*Pale, Soft and Exsudative*) superiores a 10%, representando falta de qualidade da carne suína, devido à exposição a estresse no curto prazo (MAGANHINI et al., 2007; SANTIAGO et al., 2012). Duas questões gerais de pesquisa são estabelecidas para entender melhor como a logística pré-abate pode afetar os suínos e contribuir para o bem-estar e redução das perdas na cadeia durante o transporte:

- 1) Como as operações logísticas aplicadas durante o período pré-abate dos animais podem afetar a produção de suínos em regiões tropicais?;
- 2) Qual a influência do transporte pré-abate, das condições climáticas e da distância no conforto térmico dos suínos transportados em clima quente e nas perdas para a cadeia?

Dessas duas questões ramificam cinco questões específicas que estão apresentadas na Tabela 14 do item 4, página 79.

1.2 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo geral estudar os principais fatores que afetam os suínos durante as operações de logística pré-abate sob clima tropical e propor

melhorias no processo, no intuito de contribuir para o menor desconforto dos animais, redução das perdas ao longo da cadeia e melhoria da qualidade da carne.

1.2.1 Objetivos Específicos

Para tanto foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

1. Identificar as principais perdas ocorridas na indústria da carne suína e as principais causas, devido à logística pré-abate;
2. Contextualizar a gestão da logística pré-abate de suínos em regiões tropicais;
3. Estudar as operações de transporte pré-abate de suínos, considerando: embarque, trajeto, desembarque;
4. Comparar as operações de transporte pré-abate em condições climáticas diferentes;
5. Determinar a distância econômica para o transporte de suínos em regiões tropicais.

1.3 Composição da tese

Compõem o texto desta tese artigos que foram elaborados durante o período de participação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Paulista (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de artigos científicos produzidos para composição da tese de doutorado.

Item	Título	Periódico/Base	Situação
4.2	Impacto da amplitude térmica na perda de produtividade de suínos em condições tropicais	ASABE	Publicado
4.3	Gestão da logística pré-abate na cadeia produtiva de suínos brasileira: um estudo de caso do período de jejum, transporte e descanso	AMA	Submetido
4.4	Problemas de transporte na indústria suinícola: efeitos do microambiente no conforto térmico de suínos	APMS/IFIP	Publicado
4.5	Efeito do embarque, viagem e desembarque na temperatura superficial de suínos: um estudo de caso em duas condições climáticas	IJAS	Submetido
4.6	As perdas de alimentos na cadeia de suprimentos de carne suína: efeito da distância de transporte e estação do ano em suínos produtos em condições tropicais	ES&P	Submetido

ASABE = American Society of Agricultural and Biological Engineers; AMA = Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America; APMS = Advances in Production Management Systems; IJAS = Italian Journal of Animal Science; ES&P = Environmental Science & Policy.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cadeia produtiva da carne suína

A cadeia mundial de carnes é liderada pela suinocultura, seguida pela avicultura e bovinocultura. Em 2014, a produção mundial de carne suína foi de 110,47 milhões de toneladas, representando um crescimento de 1,01% em relação ao ano anterior e a projeção para 2015 é um crescimento de 0,4% (FAS/USDA, 2015). Segundo os dados da FAS/USDA (2015), o consumo mundial de carne suína em 2014, teve um crescimento similar a sua produção, com projeção de 0,3% para 2015.

Do total produzido mundialmente, a cadeia brasileira representa 3%, com a produção de 3,31 milhões de toneladas, competindo com as cadeias chinesa (51,4%), europeia (20,4%) e a norte-americana (9,39%). Nos últimos quatro anos, a média do volume brasileiro de carne suína exportado é de 607 mil toneladas, representando 8,8% do mercado global, ficando atrás das cadeias norte-americana (32,04%), europeia (31,4%) e canadense (17,7%) (FAS/USDA, 2015). A indústria de carne no Brasil é representada pelo abate de aves que corresponde a 12,51 milhões de toneladas, 8,06 de bovinos e 3,31 de suínos, totalizando 23,7 milhões de toneladas (IBGE, 2014; FAS/USDA, 2015). Em 2014, o abate de suínos apresentou um crescimento de 1,05% em relação ao ano de 2013, quando teve uma queda de 4% em relação a 2012 (IBGE, 2014).

Do total de carne suína produzida no país, 83,2% é destinado ao consumo interno e 16,8% para a exportação (FAS/USDA, 2015). Em 2013, os estados brasileiros que mais contribuem com o volume de carne suína exportado foram Santa Catarina (32,7%), Rio Grande do Sul (30,9%), Goiás (13,6%), Minas Gerais (9,2%), Paraná (8,4%) e outros (5,2%) (SEBRAE, 2014). O consumo *per capita* de carne suína no Brasil está estimado em 15 kg/ano, e a maioria dos consumidores tem preferência para os produtos industrializados (89%) e a minoria para produtos *in natura* (11%) (ABPA, 2015).

Em 2014, o PIB do agronegócio foi de R\$ 1,178 trilhão representando 21,2% do PIB Brasil com a contribuição de 4,6% da atividade suinícola, e apresentou um crescimento de 1,59% em relação a 2013 (CEPEA, 2014). A suinocultura reúne mais

de 50 mil produtores e o complexo agroindustrial responde pela geração de mais de 1 milhão de empregos diretos (DIAS et al., 2011).

As projeções do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a produção, consumo e exportação de carne suína até 2023, apresentam crescimento de 20,6%, 18,8% e 29,3% respectivamente (MAPA, 2013). A atividade suinícola brasileira tem acompanhado o desenvolvimento tecnológico empregado na produção animal. Atualmente, o país possui tecnologias desenvolvidas no campo da genética, nutrição, sanidade, manejo e equipamentos (DIAS et al., 2011).

Nos últimos 10 anos, o Brasil tem competido no mercado global com Canadá, China, Chile e México (FAS/USDA, 2011 e 2015). As demandas de mercado, que não são tão recentes, têm exigido da atividade novo posicionamento e estruturação. Nas últimas décadas, a suinocultura tem passado por transformações intensivas no sistema produtivo, como exemplo, a integração com a indústria de abate e processamento, prática de confinamento total, mudanças para novas áreas de produção, atividade instalada perto dos centros produtivos de grãos, como a expansão da atividade para o Centro Oeste do país, utilização de novas tecnologias e a gestão da atividade (PEREZ et al., 2009; DIAS et al., 2011; SOMBERGER e NANTES, 2011).

O crescimento da cadeia suinícola brasileira baseia-se na dinâmica do mercado global e nas constantes exigências de uma sociedade mais consciente com saúde, bem-estar e sustentabilidade; para o atendimento dos objetivos dos *stakeholders*⁴ (Figura 1).

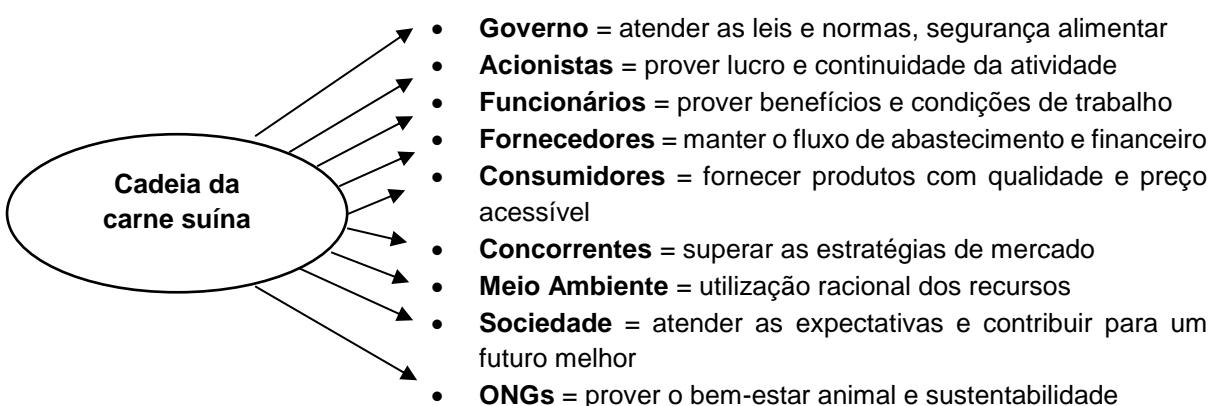


Figura 1. Relação entre a cadeia produtiva da carne suína e seus *stakeholders*.

Fonte: Adaptado de Perez et al. (2009), Paranhos da Costa et al. (2012), European Commission (2013), Trienekens e Wognum (2013)

⁴ Termo em inglês utilizado para se referir a todos os membros de uma sociedade que tem determinado interesse no sucesso (atividade) de uma organização econômica (WEHMEIER et al. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English. 7 ed. United Kingdom: Oxford University Press, 2005).

Costa Neto e Canuto (2010) advertiram que a busca pela qualidade deve ocorrer dentro e fora da organização, num ambiente sadio, abrangendo adequadamente todos os *stakeholders*, em que ética e qualidade caminhem juntas.

As decisões estratégicas da cadeia produtiva da carne suína deve incorporar as necessidades de cada um de seus *stakeholders* internos e externos. Os fatores chaves aplicados a sua gestão envolvem custos, segurança alimentar, rastreabilidade, legislação, ambiente e aspectos econômicos (PEREZ et al., 2009). De modo geral, a cadeia da carne suína é composta pelos macrossegmentos de empresas rurais, industriais e de distribuição (BATALHA et al., 2012; Figura 2).

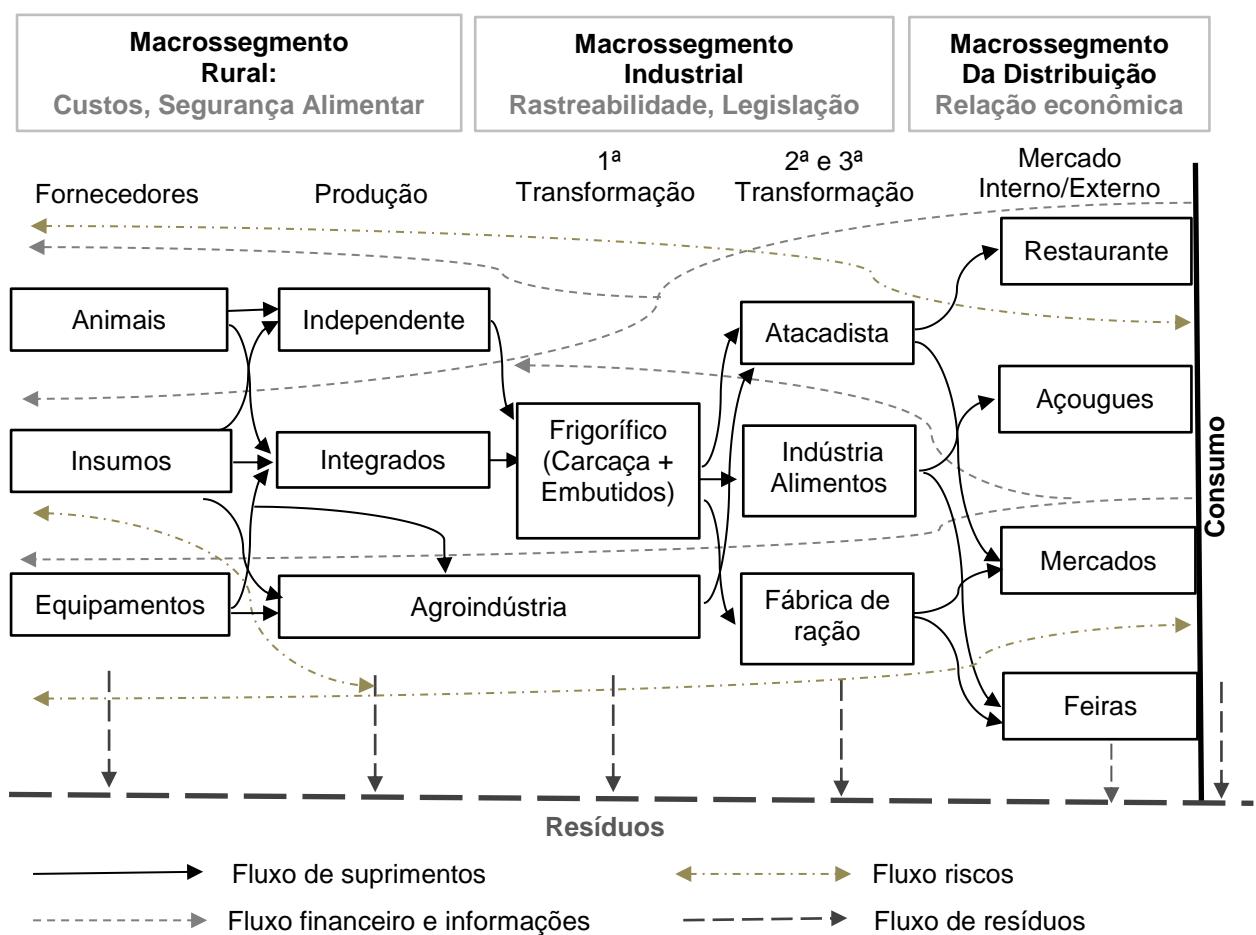


Figura 2. Fluxo de suprimentos, financeiro e informações, e riscos no sistema agroindustrial da carne suína.

Fonte: Adaptado de Perez et al. (2009) e Batalha et al. (2012).

As empresas rurais que compõem a cadeia produtiva da carne suína apresentam níveis diferentes de organização. O macrossegmento rural é formado por empresas fornecedoras de matérias-primas para a produção de suínos, que pode ser

desenvolvido por produtores independentes (compra e venda), integrados (compra, venda e parceria com a indústria) e também pela agroindústria de produção própria. Aproximadamente 65% da produção no Brasil ocorre de forma integrada e 35% independente (DIAS et al., 2011). Na prática, muitas vezes, a divisão entre os atores da cadeia não é tão clara (BATALHA et al., 2012).

O macrossegmento industrial é representado pelas indústrias de transformação (BATALHA et al., 2012), e essas são os abatedouros e frigoríficos, que realizam o abate do animal e trabalham a carcaça, cortes *in natura* e produtos embutidos. Os produtos gerados pela primeira indústria de transformação seguem, geralmente, para as indústrias de 2 e 3 transformações. Os subprodutos, os não comestíveis, são geralmente destinados às fabricas de ração. As indústrias de segunda transformação são os atacadistas, também chamados de retalhistas, que adquirem a carcaça inteira para posterior obter os cortes. São também indústrias de segunda transformação aquelas de processamento de alimentos embutidos. Compõem as industriais de terceira transformação, as empresas de alimentos especializadas em pratos feitos.

O macrossegmento da distribuição envolve todas as empresas, geralmente, classificadas pelo setor de comércio, que estão envolvidas na disponibilização do produto para o consumidor final (BATALHA et al., 2012). São exemplos, empresas de comércio, os supermercados, os açouques, os restaurantes e feiras.

O planejamento e o controle do fluxo e o armazenamento eficiente dos bens, serviços e informações entre as empresas desses segmentos e atividades de apoio ocorrem por meio da logística (CSCMP – COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS, 2015). Os principais serviços logísticos consumidos pelo sistema agroindustrial suinícola são os sistemas de transportes e a armazenagem (DIAS et al., 2011; MIRANDA-DE LA LAMA, 2013).

2.2 Logística pré-abate do suíno

A logística é o processo de gerenciamento estratégico do fluxo de produtos, matérias-primas, partes, semiacabados e acabados, e de informação da organização e seus canais de *marketing*, focando na maximização dos lucros mediante a entrega de produtos com menor custo associado (CHRISTOPHER, 2007).

Dentro do processo gerencial de planejamento, a logística se destaca como atividade estratégica, e operacional que influencia os níveis de serviços prestados aos clientes em longo, médio e curto tempo (BALLOU, 2006). Reis et al. (2015a), consideram que para sobreviver num cenário sem fronteiras é fundamental que a cadeia atenda fatores importantes, como: disponibilidade, pontualidade, confiabilidade e qualidade aliado a preço justo e competitivo, que o cliente esteja disposto a pagar. A cadeia da carne exige procedimentos singulares relacionados ao transporte dos animais, obedecendo diretrizes nacionais e internacionais para o bem-estar animal, segurança alimentar e impacto ambiental (BORELL e SCHÄFFER, 2005). Contudo, no contexto da pecuária de corte, o transporte não é considerado parte da cadeia de suprimentos e essa falta de visão do setor tem contribuído para as perdas econômicas, assumidas como inevitáveis por diversos atores (MIRANDA-DE LA LAMA, 2013).

A logística pré-abate consiste em oferecer e manter as condições adequadas para animais destinados ao abate, como a movimentação, o transporte, o manejo, o gerenciamento do trajeto de um animal desde o produtor até a indústria de abate, assegurando o bem-estar animal, os aspectos sanitários e a qualidade do produto final (MIRANDA-DE LA LAMA, 2013).

A gestão e a coordenação das operações requer o controle de vários pontos críticos que incluem as granjas⁵, os transportadores, pontos intermediários (centros logísticos e apoio, a classificação e o controle sanitário, os pontos de parada e descanso) e a indústria de abate (MIRANDA-DE LA LAMA, 2013). Porém, a cadeia produtiva da carne suína apresenta exigências logísticas além das operações pré-abate que se estendem às operações pós-abate (Figura 3).

A logística pós-abate da carne suína segue as características dos produtos especiais que requerem os cuidados da cadeia logística do frio, para tanto, cumpre-se o monitoramento e controle de temperatura do ambiente, para garantir a proteção do produto durante a produção e operação, com o transporte climatizado ou refrigerado, certificando a qualidade ao consumidor quanto ao produto adquirido (COLD CHAIN MANAGEMENT, 2015).

A complexidade da logística pré-abate requer a colaboração de diversos atores da cadeia, com objetivo único de se destacar e garantir a competitividade, agregando valor ao produto final. Dentre as atividades da operação logística, o transporte exerce

⁵ Estabelecimento de criação de suínos, trata-se do local onde são mantidos ou criados para qualquer finalidade (MAPA, 2009).

papel estratégico e fundamental no fluxo de matéria-prima e produto ao longo da cadeia (EDGE e BARNETT, 2009; MIRANDA-DE LA LAMA, 2013).

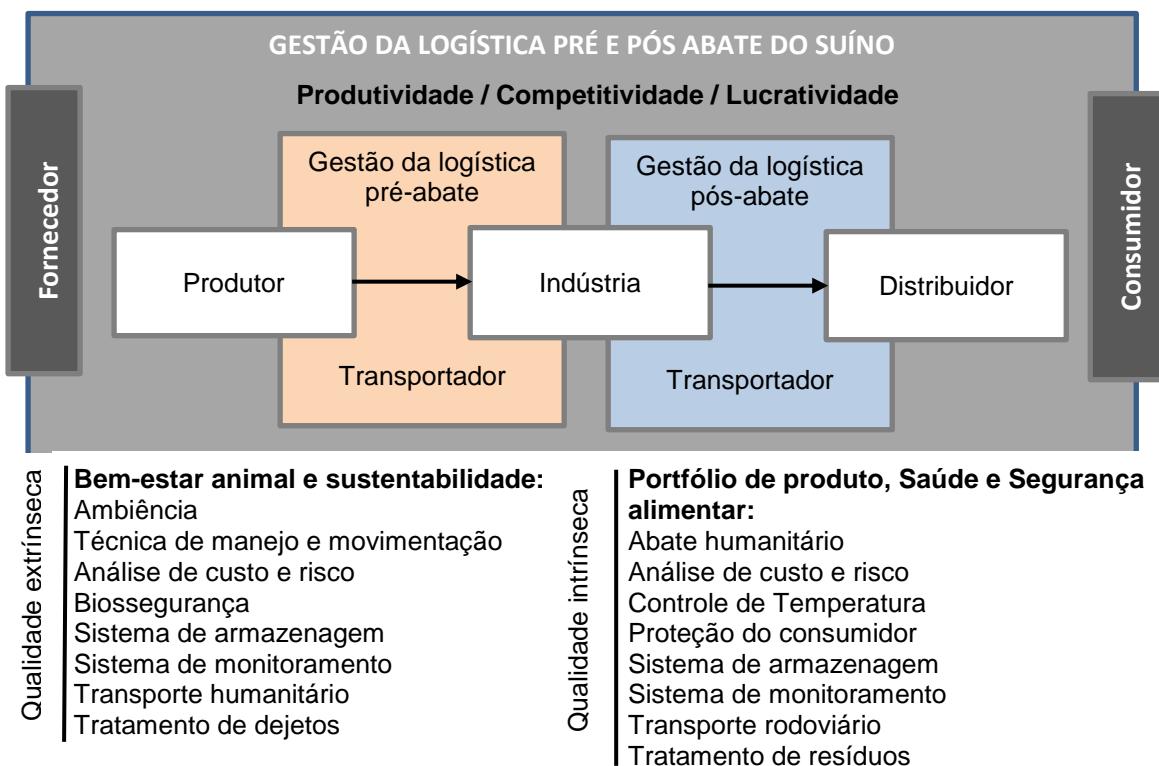


Figura 3. Gestão da logística pré-abate e pós-abate do suíno.

Fonte: Adaptado de Perez et al. (2009), Miranda-de la Lama (2013), Trienekens e Wognum (2013) e Cold Chain Management (2015)

Ballou (2007) define o transporte como sendo a atividade logística mais importante por absorver a maior parte dos custos, e refere-se aos diversos métodos adotados para movimentar produtos (rodoviário, ferroviário, aéreo entre outros), sendo o gerenciamento de transporte responsável por decidir sobre o método de transporte mais adequado, aos roteiros e a capacidade dos veículos. Em território nacional, os suínos para abate são transportados por vias rodoviárias entre curtas e/ou longas distâncias.

O problema do transporte para longas distâncias está associado com o tempo de jejum pré-abate, que nada mais é do que a somatória dos tempos de jejum que o animal foi submetido antes e depois do transporte até o momento do abate, sendo o jejum pré-transporte no mínimo de seis horas e o jejum pré-abate no máximo de 24 h. O Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) determina que os animais enviados para abate não devem ultrapassar o período de jejum de 24 h, nesses casos devem ser alimentados (BRASIL, 1952). Essa

determinação deixa claro que animais transportados acima de 24 h deveriam ser alimentados, o que acarretará em custos adicionais para os produtores e indústria.

A qualidade, para a indústria de processamento de produtos cárneos, abrange aspectos sanitários, sensoriais e nutricionais, e valora também os aspectos relacionados ao impacto da produção sobre o meio ambiente (SEPÚLVEDA et al., 2011). Manter um programa de biossegurança e de sustentabilidade nas granjas é de extrema importância para evitar a contaminação do rebanho seja por ações direta (próprio animal) ou indiretas (entrada de outros animais, veículos, pessoas sem os devidos cuidados) e a busca por prática produtiva cada vez mais consciente em relação ao ambiente e seus recursos (DIAS et al., 2011).

O processo logístico do pré-abate envolve diversas empresas que atuam para facilitar a comunicação, a movimentação de animais entre os produtores e indústria de primeira transformação, e o gerenciamento de riscos (Figura 4).

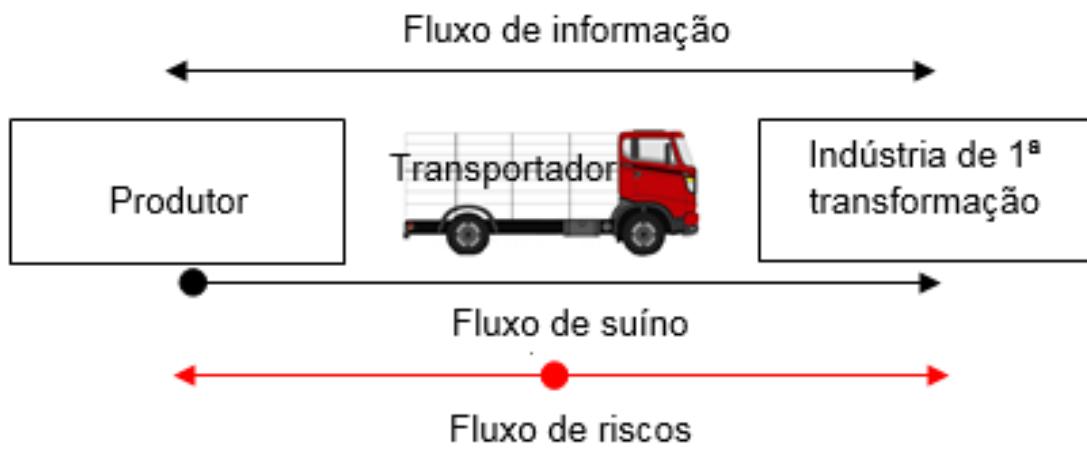


Figura 4. Cadeia da logística pré-abate.

As atividades logísticas aplicadas na cadeia suinícola precisam ser melhor desenvolvidas, contribuindo para superação dos desafios frente a mercados dinâmicos e mudanças constantes (TRIENEKENS e WOGNUM, 2013). Portanto, o entendimento dos conceitos das atividades que envolvem a logística pré-abate é importante, e o conhecimento das características do produto (animal) envolvido no processo de transporte, para atender suas necessidades (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição breve das principais atividades da logística pré-abate.

Atividade	Breve descrição
Processamento do pedido	Ordem de compra do cliente enviado ao fornecedor determinando quantidade de animais, peso, valor, data e condição de entrega. Geralmente, enviada por e-mail, ou acordo realizado por telefone.
Condição de entrega	Usualmente, a condição de entrega é negociada em FOB ou CIF. Quando a negociação segue os termos 'FOB', o cliente é responsável pela coleta dos animais no local de produção, ou seja, na granja. No caso 'CIF', a responsabilidade do transporte até o destino é do produtor.
Programação de coleta	Definição de data e horário de coleta, rota, motorista e auxiliar (quando necessário), tipo, capacidade e quantidade de veículos.
Determinação do veículo	Definido pelo tipo de carga, considerando características e peso.
Densidade	Definido pela equação: peso total dos animais a serem transportados (em kg) pela área do caminhão de transporte (m ²).
Embarque e Desembarque	Equipamentos utilizados para movimentação e condução dos animais para dentro e fora da carroceria de transporte
Controle de microclima	Utilização de equipamentos e técnicas para controle do microclima da carroceria para atender as necessidades de conforto térmico dos animais

Um dos objetivos da logística é a proteção da carga transportada, por isso é fundamental a qualificação dos envolvidos nas operações, principalmente, para o transporte de suínos para abate que seguem especificações do Regulamento de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal, quanto à condenação de animais que apresentarem 'doenças de transporte' (BRASIL, 1952). Dessa forma, suínos transportados para abate não podem retornar a sua origem, ou seja, animais entregues ao frigorífico que, por algum motivo, apresentem-se inaptos e não adequados ao consumo humano, não são devolvidos ao produtor; estes são condenados pelo frigorífico, que assume os procedimentos legais para o abate e destinação de animais inaptos. Considerando que o produtor é remunerado pelo quilo do animal entregue, o transporte inadequado pode resultar em prejuízos financeiros.

O planejamento do transporte deve considerar os diversos fatores que podem contribuir para o desconforto dos suínos e tem grande representatividade nas perdas e na baixa qualidade da carne, como a alta densidade de suínos por grupos (DELEZIE et al., 2007; EDWARDS et al., 2010), a má distribuição de suínos por grupos - ao misturar suínos de lotes diferentes, condições climáticas, a temperatura e a umidade (LUDTKE et al., 2012), a aspersão de água e a distância (SILVEIRA, 2010; OCHOVE et al., 2010), o modelo de carroceria e disposição dos animais, os ruídos e odores (DALLA COSTA et al., 2007a), o horário da viagem, e a incidência do sol e a

velocidade do vento (SILVEIRA, 2010). Esses fatores impactam na competitividade do produto final frente às demais carnes como a de aves e bovina (SIMÕES et al., 2012), e reduz a oferta de carne suína no mercado em virtude das perdas quantitativas e qualitativas (DALLA COSTA et al., 2007c), com prejuízos financeiros para cadeia.

Em áreas tropicais, o ambiente necessita ser controlado garantindo ao animal o máximo de conforto durante a viagem (BENCH et al., 2008a). Regiões de clima quentes, cuidados no transporte de animais podem resultar em melhor qualidade da carne, sendo recomendada a utilização de carrocerias com sistema de aspersão, que contenha sombrite, pois recomenda-se que a temperatura interna na carroceria não exceda 18 °C e a densidade de 230 kg/m² (LEAL e NÄÄS, 1992; DIAS et al., 2011).

A densidade de transporte é uma medida científica que busca o equilíbrio entre a pressão econômica, para aumentar a densidade de carga e maximizar o lucro de uma única viagem, com o bem-estar animal durante o transporte (BENCH et al., 2008b). A recomendação para a densidade de transporte na literatura científica e por documentos legais é de 230 kg/m² (DIAS et al., 2011), 235 kg/m² ou 0,42 m²/100 kg (EUROPEAN COMMISSION, 2005), 295 kg/m² (KEPHART et al., 2014a).

O transporte em longas distâncias no pré-abate de suínos, animais suscetíveis ao estresse térmico, é um ponto crítico das regiões tropicais (OCHOVE et al. 2010). Por isso, sugere-se aos produtores de suínos, quando possível, considerarem a comercialização com clientes localizados até o raio de 100 km e viagens até 3 horas (DALLA COSTA et al., 2007a; SILVA e KALUBOWILA, 2012).

2.3 Desafios da logística pré-abate

A crescente demanda por proteína de origem animal tem impactado globalmente no aumento da criação, transporte, abate e processamento de animais, e tem estimulado a discussão dos problemas de bem-estar animal nos diversos pontos da cadeia de suprimentos (MIRANDA-DE LA LAMA, 2013). Nos últimos anos, a preocupação com o bem-estar dos animais durante o transporte tem sido crescente em países em desenvolvimento que são fornecedores de proteína animal para as nações desenvolvidas, como: Brasil, China e Índia (DALLA COSTA et al., 2007b; RITTER et al., 2009; TRIENEKENS e WOGNUM, 2013; FAS/USDA, 2015).

O bem-estar passou de simples conceito de produção para um contexto global de mercados, que envolve as barreiras fitossanitárias impostas por países desenvolvidos na comercialização de produtos de origem animal. De acordo com Horta et al. (2010), apesar dos diversos impactos de instabilidade no mercado, devido às flutuações externas e as barreiras técnicas e sanitárias, o Brasil tem-se desenvolvido e vem-se consolidando no mercado global.

Paranhos da Costa et al. (2012) concordam que apesar da falta de informação sobre os riscos de problemas com o bem-estar animal e a qualidade da carne, há um crescente interesse da cadeia produtiva da carne em incorporar certo compromisso com a produção sustentável em seus programas de controle da qualidade. A evolução dos estudos na área de produção animal tem contribuído para a redução das perdas durante a fase de criação e manejo pré-abate. No Brasil, as diversas iniciativas técnicas, normas e políticas têm contribuído para promover o bem-estar na produção pecuária com ênfase em programas de capacitação e manuais de boas práticas (PARANHOS DA COSTA et al., 2012).

O Brasil é um país com extensão continental e predominantemente de clima tropical, que podem influenciar no bem-estar animal, uma vez que a combinação entre temperaturas e umidades do ar elevadas provocam estresse e impactam diretamente na eficiência produtiva dos suínos (OLIVEIRA et al., 2006; SILVA et al., 2009). Os problemas zootécnicos devem considerar as influências do ambiente tropical sobre os animais, pois o controle ambiental é estratégico para a produção animal (OLIVEIRA et al., 2006). Portanto, a ambiência deve ultrapassar as fronteiras das instalações rurais e focalizar ao longo do processo produtivo, buscando a redução de perdas (SILVA e VIEIRA, 2010).

De acordo com Marahrens et al. (2011), para entender os componentes básicos do bem-estar e torná-los princípios, quatro questões devem ser compreendidas:

- i. Os animais estão devidamente alimentados e abastecidos com água?
- ii. Os animais estão devidamente alojados?
- iii. Os animais estão saudáveis?
- iv. O comportamento dos animais reflete um ótimo estado emocional?

O conceito de bem-estar deve ser claramente definido para uso em estimativas científicas, documentação legais e declarações públicas ou colocadas em discussão

(BROOM, 2008⁶). Um conceito útil de bem-estar animal refere-se às características individuais de cada animal. Assim, define o bem-animal como um conjunto de conceitos relacionados a necessidade, liberdades, felicidade, dor, medo, ansiedade, estresse, saúde (BROOM, 2008).

O termo estresse⁷ animal é utilizado para indicar a falta de bem-estar, é a resposta adaptativa dada pelo animal submetido em condições adversas que desequilibra seu estado normal, colocando em risco suas funções vitais (manutenção, reprodução e produção) (BAÊTA e SOUZA, 2010). Broom (2008) expõe que o termo estresse tem sido limitado para um tipo de mecanismo de resposta fisiológica ou mental, e as respostas fisiológicas são consideradas como um fenômeno mais amplo. Existem diversas formas de medir o bem-estar dos animais. O comportamento⁸ é a principal forma de interação entre o animal e o ambiente, assim como tudo que se encontra nele; além disso, a maioria dos processos reguladores fisiológicos mantém a homeostase⁹ por meio do comportamento coordenado e mecanismos biológicos (MORMÈDE, 2008). A interação entre os suínos, o ambiente de alojamento e os humanos têm efeitos significativos no bem-estar dos suínos e na sua produtividade (GENTRY et al., 2008). O emprego de sistemas de ambiência e adoção de métodos que favoreçam o conforto térmico dos animais é essencial para a redução de estresse. Os sistemas de ventilação mecânica para a dissipação do calor e na renovação do ar, contribuindo para a qualidade do ar por meio da redução da concentração dos gases tóxicos produzidos pela decomposição de matéria orgânica (DIAS et al., 2011) são fundamentais em áreas tropicais.

Os suínos respondem a falta de bem-estar de diferentes maneiras, sendo as principais utilizadas a movimentação e a reorientação, buscando a adaptação¹⁰, que pode ser avaliada pela habilidade do animal em se ajustar às condições ambientais, com mínima perda de peso, conservando a taxa reprodutiva, resistência a doenças,

⁶ In: Faucitano, L.; Schaefer, A.L. Welfare of pigs from birth to slaughter. Versailles: Éditions Quae, p.15-29.2008.

⁷ Pode alterar várias funções internas do animal, como: redução do crescimento, desvio de nutrientes utilizados na produção para processos de manutenção, redução da resistência a doenças, variação da frequência respiratória, variação da temperatura retal (BAÊTA e SOUZA, 2010).

⁸ É um sensível índice do estado fisiológico do animal. O comportamento também é um indicativo clássico para diagnosticar problemas de saúde animal (MORMÈDE, 2008).

⁹ Equilíbrio, conservação ou balanço interno do corpo mantido por meio do processo de resposta às mudanças (WEHMEIER et al., 2005).

¹⁰ Relaciona-se às mudanças estruturais, funcionais ou comportamentais observadas no animal, com a finalidade de sobrevivência, reprodução e produção em condições adversas (BAÊTA e SOUZA, 2010).

baixa taxa de mortalidade (BAÊTA e SOUZA, 2010). Durante a movimentação de animais, um dos maiores problemas é a utilização de dispositivos de orientação utilizada pelos tratadores para ‘tocar’ o animal, causando uma interação negativa entre animal-humano; é recomendado, com base nos princípios de bem-estar, que se faça bom uso do corredor e rampas, sem a necessidade da utilização de dispositivos de movimento (GENTRY et al., 2008).

A operação de transporte pré-abate requer a remoção dos suínos do ambiente familiar para uma situação nova, o que provoca apreensão devido à exposição dos animais a novos fatores potenciais de estresse, como barulho, cheiros, vibração do veículo, mudanças de velocidade do veículo, variação da temperatura e umidade, densidade (BENCH et al., 2008b).

A temperatura do ar e a umidade relativa são fatores essenciais para promover o conforto térmico aos suínos e proporcionar o seu bem-estar (CAMPOS et al., 2010). O conforto e o estresse térmico dos suínos podem ser estabelecidos por faixa de peso corporal do animal (kg), considerando o peso do suíno em terminação entre 60 a 100 kg, as temperaturas ambientais relacionadas à faixa de conforto térmico encontram-se entre 15 e 18°C e umidade relativa do ar 70% e as faixas de estresse térmico se encontram entre temperaturas mínima de 4°C e máxima de 27°C com umidades relativas menor que 40% e acima de 90% (LEAL e NÄÄS, 1992; AMARAL et al., 2006). De acordo com Grandin (2013), os suínos são sensíveis ao estresse térmico que pode iniciar aos 16°C; e temperatura e umidade relativa acima de 27°C e 80% se tornam condições críticas para os suínos. Os fatores de estresse durante o transporte provocam respostas comportamentais e fisiológicas, contribuindo para a redução do rendimento de carcaça e qualidade da carne (BENCH et al., 2008b).

O microambiente da carroceria do veículo de transporte é influenciado pela temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento, essas variáveis afetam a temperatura superficial do animal (KEPHART et al., 2014a; MCGLONE et al., 2014a). De acordo com Bench et al. (2008a), durante o transporte, a variação da temperatura pode chegar até aproximadamente 20°C. Essa variação pode ser comprometida pela densidade de transporte, modelo da carroceria, veículo parado, aspersão, entre outros. Quando o veículo está em movimento, a ventilação não é comprometida, pois há abertura ao longo do veículo que facilita a ventilação natural (BENCH et al., 2008b). Além disso, o ruído e a vibração do veículo de transporte têm demonstrado ser aversivos para os suínos, principalmente em períodos prolongados (BENCH et al.,

2008b). O transporte pré-abate afeta diretamente os princípios de bem-estar animal, uma vez que não atende os requisitos das cinco liberdades dos animais defendidas pelo *Farm Animal Welfare Council* (FAWC, 2009) (Tabela 3). As cinco liberdades para o bem-estar animal foram estabelecidas pelo Comitê Brambell em 1965, e corresponde as liberdades de fome e sede; de desconforto; de dor, maus tratos e doenças; de expressão do comportamento natural; de medo e tristeza, sendo que as três primeiras tratam do bem-estar físico e as duas últimas do bem-estar mental (GRANDIN e JOHNSON, 2010). Esse conceito foi mais tarde adotado pela FAWC, considerando que para as condições de bem-estar do animal, a granja precisa atender as cinco liberdades.

Tabela 3. Cinco liberdades para o bem-estar animal.

Liberdade	Descrição	Transporte pré-abate
Fome e sede	Acesso a água e alimentação para manter a saúde e o vigor	Animais são submetidos ao jejum alimentar durante o período pré-abate e hídrico durante o transporte.
Desconforto	Propor ambiente adequado.	A carroceria do veículo é um ambiente novo para o suíno e inadequado devido à densidade, microambiente, ruídos, etc.
Dor, lesões e doenças	Prevenção, diagnóstico e tratamento rápido	Durante a operação de embarque os animais são 'tocados' com dispositivos de orientação, o que provoca dor, lesões e ou contusões podem ocorrer devido a quedas, brigas, alta densidade, etc.
Expressão comportamento natural	Propor espaço suficiente, instalações adequadas e relações sociais com membros de sua espécie.	Não é dado tempo ao animal para se adaptar a carroceria de transporte, o que inibe o comportamento natural; animais durante o transporte apresentam comportamento apreensivo.
Medo e angústia	Assegurar condições e tratamento que evitem o sofrimento psicológico e emocional	O transporte por si só provoca estresse ao suíno, combinado com a interação homem-animal durante a operação, esse estresse pode aumentar o nível de medo e angústia no animal.

Fonte: Adaptado de Terlouw (2005); Bench et al. (2008b); Gentry et al. (2008); FAWC (2009); Grandin (2010); Paranhos da Costa et al. (2012); Santiago et al. (2012); McGlone et al. (2014a).

A fase do pré-abate inclui condições e práticas que são aplicadas durante a movimentação e a concentração de animais na granja, transporte e abatedouro, que representam uma perturbação para o balanço homeostático dos animais e respostas adaptativas são acionadas no intuito de restabelecer seu equilíbrio (FERGUSON e WARNER, 2008). Cita-se, como exemplo desses fatores potenciais de estresse durante o pré-abate, a exposição do animal ao desconforto físico (restrição de alimentos e água, cansaço pela movimentação de embarque e desembarque, dor

causada pelo tipo de ‘toque’ utilizado pelo tratador para orientação do animal); e o desconforto psicológico (mudanças do ambiente familiar, separação do grupo social, medo, angústia) (TERLOUW, 2005). Há o uso de bastão elétrico que somente é recomendável quando for realmente necessário, sendo a sua aplicação durante o embarque considerando desnecessário (LUDTKE et al., 2010a).

De acordo com Witte (2009), o bem-estar animal durante o pré-abate é de responsabilidade do produtor, transportador e da indústria. O produtor é responsável pela seleção dos animais, manejo e aplicação do jejum antes do transporte. O transportador tem como responsabilidade o embarque, o transporte, desembarque e períodos de espera; e a indústria por garantir o tempo de descanso antes do abate. É recomendado que a indústria avalie as condições dos animais entregues, considerando a aparência física, taxa de mortalidade na chegada, lesões graves e contusões, limpeza dos animais, sinais de doenças; devendo tais problemas serem reportados para o produtor ou transportador (GRANDIN, 2010). Dessa forma, proporcionar condições adequadas ao transporte de suínos, garantindo conforto durante o deslocamento, promovendo a qualidade da carne (produto final), é um dos grandes desafios para a operação de logística pré-abate. Segundo Grandin¹¹ (2000, *apud* APPLEBY et al., 2008), os principais problemas relacionados à má qualidade da carne suína e a atividade de transporte são as perdas de peso vivo entre 4 a 6%, mortalidade entre 0,1 a 0,4%, lesões e escoriações na carcaça, coloração anormal, presença de carne PSE (*pale, soft, exsudative*) e DFD (*dark, firm, dry*)¹², e contaminação por *Salmonella*¹³.

Recente pesquisa, realizada por Reis et al. (2015b), indica perdas de 1,16%/mês durante o período pré-abate. Esses resultados negativos são devido às condições precárias do transporte e manejo pré-abate (PARANHOS DA COSTA et al., 2012).

As perdas ocorrem por diversos problemas que afetam o suíno durante a logística pré-abate, desde questões que envolvem a gestão do sistema de transporte até as ambientais (RITTER et al., 2009). As perdas decorrentes das operações de

¹¹ Em *Livestock Handling and Transport*. 2nd ed. CABI Publishing: Wallingford, UK, 2000.

¹² Carne PSE (pálida, mole e exsudativa), anomalia que afeta a qualidade da carne associada ao estresse intenso ocorrido durante o manejo pré-abate; e Carne DFD (escura, dura e seca) também impacta na qualidade da carne, associada aos longos períodos de jejum aplicados aos animais (Dalla Costa et. al., 2012).

¹³ Bactéria responsável pela contaminação e infecção alimentar humana, sendo um problema sanitário para as cadeias produtivas de carne e derivados (SEIXAS et al., 2009).

transporte podem ser classificadas como qualitativas e quantitativas. As perdas qualitativas estão relacionadas à qualidade da carcaça e da carne suína, mensurada pela incidência de carne PSE e DFD, e as perdas quantitativas referem-se aos índices de perdas por mortes, animais inaptos, entre outros (DALLA COSTA et al., 2007b).

Investigar os diversos fatores que comprometem o bem-estar dos suínos e a qualidade da carne é fundamental para tornar a cadeia competitiva. Em regiões tropicais o desempenho das atividades logísticas requer cuidados especiais, para o combate das perdas, resultado da aplicação de procedimentos e operações inadequadas.

2.4 Produção e exportação

Em 2014, o rebanho suíno efetivo brasileiro foi estimado em 38,4 milhões de cabeças, representando o quarto rebanho mundial, distribuídos entre as cinco regiões, com o Sul liderando a atividade interna (48,7%), seguido pelo Sudeste (18,8%), Nordeste (15,2%), Centro-Oeste (13,9%) e Norte (3,4%) (IBGE, 2013a; FAS/USDA, 2015). No primeiro trimestre de 2014, a região Sul representou cerca de 65% da produção de carne suína nacional, seguida pela região Sudeste (18,8%), Centro-Oeste (14,8%), Nordeste (1,2%) e Norte (0,1%) (IBGE, 2014).

A produção brasileira de suínos começou na região Sul do país no final do século XIX, pelos imigrantes europeus da Alemanha, Polônia, Itália, Ucrânia e Holanda (EMBRAPA, 2013a). A grande indústria de carne logo se desenvolveu na região seguindo os princípios da produção europeia e fornecimento de carne suína para o mercado (EMBRAPA, 2013a). O sucesso da região Sul é esperado devido à importância da produção suína nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná. Por exemplo, Santa Catarina é o estado brasileiro com maior representatividade na produção e exportação de carne suína. Com um rebanho de 7,4 milhões de suínos e, aproximadamente, oito mil suinocultores, o Estado responde por 30% da produção nacional (2,7 milhões de ton/ano) e 36% das exportações brasileiras (ACCS – ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS, 2013).

O sucesso do sistema de integração entre produtor e indústrias, iniciado no estado de Santa Catarina na década de 50, passou a ser o sistema predominante no

país (65%), contribuindo para a evolução do setor (DIAS et al., 2011). Quando se analisa a distribuição entre os produtores integrados e independente entre as regiões, nota-se que, atualmente, a região Sul mantém 75% do sistema de produção de forma integrado e 25% independente; enquanto a região Centro-Oeste atua com valores equiparados (aproximadamente 55% em sistema integrado e 45% independente) e as regiões Norte e Nordeste mantêm praticamente toda a produção de forma independente (CANZIANI et al., 2012).

O sistema de produção integrado responde por 80% dos abates no estado de Santa Catarina e 20% são distribuídos entre cooperativas e independentes (ACCS, 2013). Ao contrário do sistema adotado por Santa Catarina, o Estado de Minas Gerais tem a atividade distribuída com 80,2% dos produtores operando em sistema independente; 14,7% integrado à agroindústria; e 3,9% por cooperativas (ASEMG – ASSOCIAÇÃO DOS SUINOCULTORES DE MINAS GERAIS, 2010).

O sistema de produção intensiva de suínos praticado no território nacional, explora basicamente três principais modelos de produção primária, os sistemas de ciclo completo (CC), unidades de produção de leitão (UPL) e as unidades de terminação (UT). O modelo de produção de animais deve ser planejado e baseando-se no objetivo do suinocultor quanto a sua visão para atender as necessidades do mercado, podendo ser: intensivo, misto (semi-intensivo) ou extensivo. O sistema extensivo é mais utilizado em granjas de agricultura familiar, garantido a exploração de pequena escala. Nos sistemas mistos, a preocupação com saúde e bem-estar do animal é maior, pois o nível de produção é mais elevado para atender a comercialização. Já os sistemas intensivos são industriais com granjas de grande porte, equipadas com tecnologia para produção de carne de forma eficiente e rentável, considerando custos e benefícios resultantes (KLOOSTER e WINGELAAR, 2011).

Os sistemas intensivos requerem cuidados constantes com ambiência, controle da qualidade do ar, fornecimento de espaço suficiente para a locomoção, emprego de práticas de biossegurança para garantir a sanidade dos animais e maior produtividade. O setor suinícola tem investido em genética, nutrição, sanidade e sistemas de produção, com objetivo de obter um animal mais competitivo (SANTIAGO et al., 2012). A produção de suínos no Brasil segue as normas de biossegurança estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), no intuito de estabelecer práticas e procedimentos para a proteção e sanidade do

rebanho suíno no território nacional, contribuindo para a controle de doenças de origem animal (Tabela 4).

De acordo com Organização Pan-Americana da Saúde (2006), a produção primária deve garantir a segurança do alimento, sua adequação ao consumo em etapas posteriores da cadeia, para tanto, deve evitar áreas de produção onde o ambiente representa uma ameaça à segurança; controle de pragas, pestes e doenças; adoção de práticas e medidas de produção que garantam a higiene apropriada. A biossegurança se refere à aplicação de um conjunto de normas rígidas para proteger o rebanho de suíños contra a introdução e disseminação de agentes infecciosos no estabelecimento de criação (MAPA, 2009). Dessa forma, diversas são as recomendações e práticas de biossegurança assumidas pelos produtores de suíños, assim como abatedouros.

Tabela 4. Principais normas de biossegurança aplicadas na suinocultura.

Normas / Manual Técnico	Breve descrição
Instrução Normativa n. 8, 3/4/2007	Para o controle e a erradicação da doença de Aujeszky (DA) em suíños.
Instrução Normativa n. 47, 18/6/2004	Regulamento Técnico do Programa Nacional de Sanidade Suídea – PNSS
Instrução Normativa n. 27, 20/4/2004	Plano de contingência para Peste Suína Clássica
Instrução Normativa n. 6, 9/3/2004	Para erradicação da Peste Suína Clássica (PSC)
Instrução Normativa n. 19, 15/2/2002	Para Certificação de Granjas de Reprodutores Suídeos
Legislações Complementares	Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, 1952
Manual de Boas Práticas	Aplicado na atividade agropecuária da produção de suíños (ABCS, EMBRAPA, MAPA); Aplicado no embarque de suíños para abate (EMBRAPA); Aplicado para o abate humanitário de suíños (STEPS, WSPA)

Fonte: Adaptado de MAPA (2009); Lüdtke et al. (2010a); Dias et al. (2011); Dalla Costa et al. (2012)

Dias et al. (2011) reportam que um programa efetivo de biossegurança requer a identificação de todas as possíveis vias de transmissão das doenças e desenvolvimento de controles sanitários, sendo necessário a observação dos aspectos técnicos de restrição de trânsito de pessoas, plano de lavagem e

desinfecção de instalação (vazio sanitário¹⁴) e veículos, programa de vacinação, quarentena¹⁵ para o controle de trânsito de animais, entre outros.

O abate de suínos no Brasil segue as normas e regulamento sanitários que direcionam os procedimentos para garantir a segurança alimentar, sob vigilância do Serviço de Inspeção Federal (S.I.F), vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, atua em quase quatro mil estabelecimentos cadastrados, para garantir a inocuidade dos produtos de origem animal e o cumprimento da legislação para a produção, industrialização e comercialização dos produtos cárneos (MAPA, 2015a). O trabalho desenvolvido pelo Serviço de Inspeção Federal é de suma importância para garantir a qualidade dos produtos de origem animal, promovendo a transparência no abate de animais e a segurança alimentar. A importância do SIF para o setor pode ser visualizada pela quantidade de produtos descartados (condenados) devido à presença de doenças, lesões, contaminações, animais fora do padrão de produção e comercialização, e inapropriados ao consumo.

No período de 2010 a 2014, o volume de matéria-prima e produtos da carne suína condenados pelo SIF foi de 172,35 milhões unidades (média = 43,08 milhões de unidades/ano), com a região Sul responsável por, aproximadamente, 73,9%; o Sudeste com 15,4% e o Centro-Oeste com 10,2% (MAPA, 2015b). Do total de condenados, 91,7% foram destinados à graxaria e 8,3% foram liberados para salsicharia, salga, alimentação animal, entre outras. A Figura 5 apresenta o diagrama de Pareto, com as principais partes e/ou órgãos do suíno condenados destinados à graxaria, por questões sanitárias, no período de 2010 a 2014, sendo que 31,3% estão relacionadas ao pulmão, seguido dos rins (28,3%), fígado (14,7%), coração (8,1%), intestino (5,6%), baço (3,5%), língua (2,7%), entre outros.

¹⁴ Trata-se do período designado para realização de limpeza e desinfecção das instalações do estabelecimento de criação, que deverá permanecer sem suínos (MAPA, 2009).

¹⁵ Quarentena é uma barreira sanitária no estabelecimento de criação, com o objetivo de evitar a introdução de agentes patogênicos no sistema de produção, utilizando-se do isolamento dos animais para realização de exames laboratoriais e acompanhamento clínico; assim, os animais devem ficar em instalação segregada por um período de 28 a 40 dias antes de serem introduzidos na granja (DIAS et al., 2011).

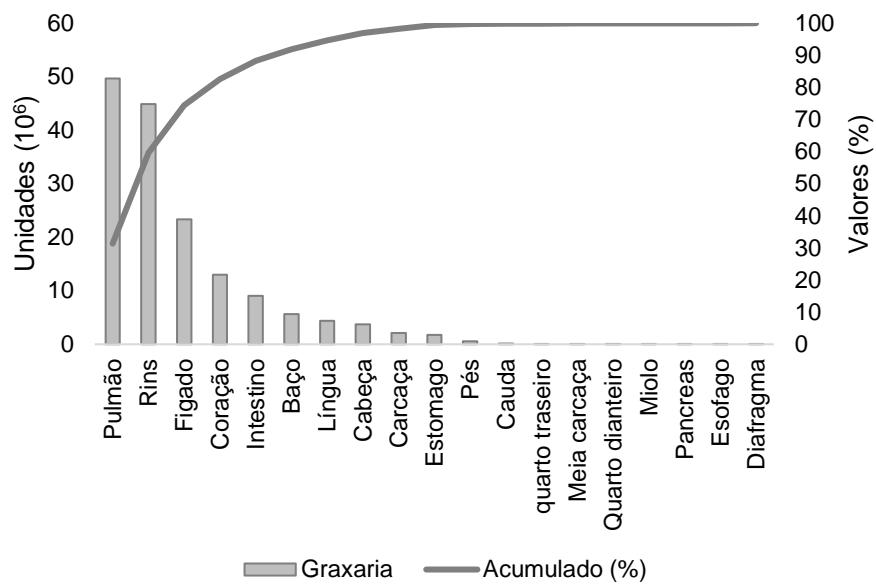
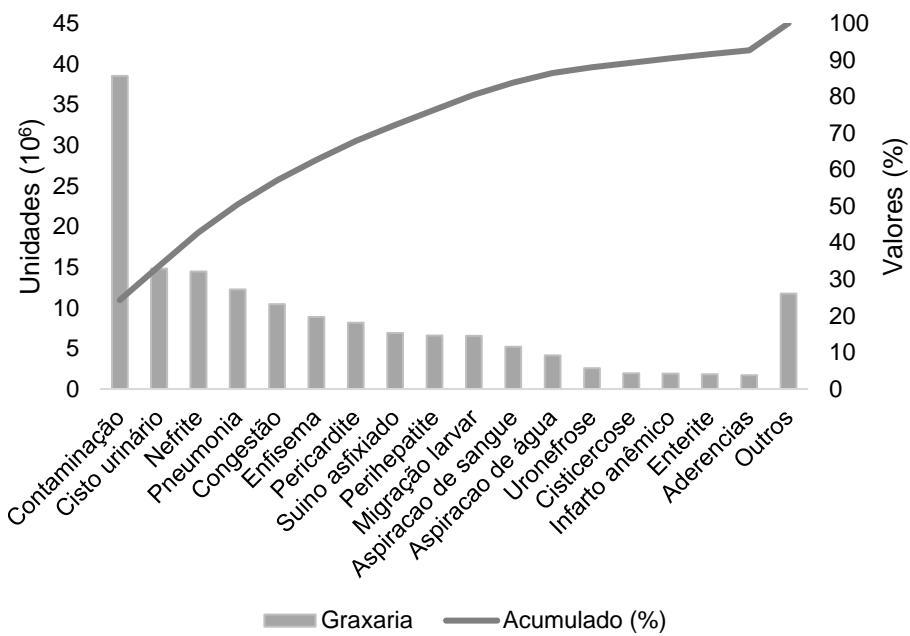


Figura 5. Volume de matéria-prima e produtos condenados destinados a graxaria, por principais partes de suínos abatidos (2010-2014)
Fonte: Adaptado de MAPA (2015b)

Os órgãos são subprodutos importantes para a cadeia produtiva da carne suína, e a condenação representa perdas econômicas significativas (FRUET et al., 2013). Comercialmente, esses subprodutos conhecidos como 'miúdos', são compostos por miolo, língua, coração, fígado, rins, rumem, retículo, além de mocotós e rabada (BRASIL, 1952).

A Figura 6 apresenta o diagrama de Pareto com as principais causas (diagnósticos) que levam à condenação das carcaças suínas fiscalizadas pelo S.I.F, são: contaminação (24,3%), cisto urinário (9,3%), nefrite (9,1%), pneumonia (7,7%), congestão (6,5%), enfisema (5,6%), pericardite (5,1%), suínos asfixiados (4,3%) e perihepatite (4,1%).



Outros = congestão pulmonar, esteatose, atelectasia pulmonar, abcesso, linfadenite, esplenite, contusão, pleurite, adenite, verminose, peritonite, pneumatose, lesão supurada, edema, artrite, criotorquidismo, lesão traumática, cirrose hepática, evisceração retardada, escaldagem excessiva, recolhidos mortos, entre outros.

Figura 6. Principais causas de condenação de carcaças suínas (2010-2014).

Fonte: Adaptado de MAPA (2015b)

Diversas são as causas que levam à condenação da carcaça suína, representando uma perda para a indústria de transformação e, consequentemente, para a cadeia. Essas causas ocorrem durante o processo produtivo do cevado, mas podem ter origem também durante o manejo pré-abate. Doenças desenvolvidas durante a produção animal, como abcesso, artrite, enterite, pneumonia entre outros constituem um dos principais desafios do setor e impactam diretamente sobre os resultados técnicos e financeiros devido às taxas de mortalidade e perdas de desempenho (DIAS et al., 2011). Já as perdas decorrentes do período pré-abate ocorrem pelo estresse animal, como contusão da carcaça, lesão traumática, mortalidade e contaminação da carcaça.

A qualidade da carne é determinada pelos processos tecnológicos, higiênicos e sanitários empregados durante o abate (BONESI e SANTANA, 2008). A carne é um alimento suscetível à contaminação microbiológica por apresentar nutrientes (proteínas) e alta atividade de água, além de baixa acidez necessária para o desenvolvimento de microrganismos, por isso a higiene durante o processo de transformação é essencial para garantir a sanidade do produto (BONESI e SANTANA,

2008; WELKER et al., 2010). Além disso, exige cuidados na armazenagem e transporte do produto que requer temperatura controlada.

Os animais portadores de sorovares de *Salmonella spp.*, bactéria difícil de ser eliminada, comumente não causam infecção clínica em suínos, são as principais causas de contaminação nos frigoríficos (BONESI e SANTANA, 2008; SEIXAS et al., 2009; DUCAS e SILVA, 2011). Além disso, o número de animais portadores pode aumentar durante o transporte e o período de descanso no frigorífico (BONESI e SANTANA, 2008; DUCAS e SILVA, 2011). Silveira (2010) recomenda a aplicação de tempo de jejum adequado antes do transporte de suínos para abate, pois o estresse do transporte combinado com o estômago cheio promove a proliferação de espécies de *Salmonellas* no intestino e sua excreção no ambiente, comprometendo a segurança alimentar, assim como o próprio estresse digestivo pode levar o animal à morte.

Ducas e Silva (2011) reportam que nem sempre a carcaça de suíno portador de *Salmonella spp.* está contaminada pelo patógeno, se a condução da evisceração for realizada cuidadosamente, a inversão de uma carcaça negativa para positiva depende das práticas de higiene durante o processo. Da mesma forma que carcaças de suínos livres do patógeno podem se tornar positivas devido à contaminação cruzada por bactérias presentes em outras carcaças e equipamentos. A observância e aplicação das boas práticas de produção e transporte de produtos de origem animal reflete a segurança alimentar. Nesse sentido, o trabalho do Serviço de Inspeção Federal ou Municipal é fundamental para assegurar a qualidade dos produtos que chegam às mesas dos consumidores, assim como impulsiona a exportação dos produtos brasileiros. O S.I.F é responsável por atestar a regularidade sanitária, técnica e legal das instalações e etapas do processo de produção, assim como nos estabelecimentos habilitados ao comércio internacional controlar e fiscalizar a exportação de produtos de origem animal de acordo com os requisitos e padrões internacionais, seguindo os mesmos procedimentos estabelecidos para o Serviço de Vigilância Agropecuária (SVA) e a Unidade de Vigilância Agropecuária (UVAGRO) localizados nos portos, aeroportos, postos de fronteiras e aduanas (BRASIL, 2009).

A qualidade aplicada ao processo produtivo da carne funciona como uma ferramenta para impulsionar a abertura de mercado brasileiro para o mercado global. Os produtos ofertados no mercado internacional estão sujeitos às restrições

comerciais apresentadas por seus importadores, como barreiras tarifárias¹⁶ (imposto incidente sob mercadoria estrangeira) e às não tarifárias¹⁷ (cotas de importação, técnicas – sanitárias e fitossanitárias).

De acordo com o Instituto de Estudos do Comércio e Negociações Internacionais (ICONE, 2015), o objetivo das barreiras técnicas é proteger a saúde e a vida humana, animal e flora dos riscos de contaminação, doenças, agentes que possam causar algum tipo de dano. As medidas sanitárias e fitossanitárias estão dispostas em leis, decretos, regulamentos, requerimentos e procedimentos para o processo e métodos de produção, processamento, testes, inspeção, certificação, entre outros (ICONE, 2015).

A aplicação das medidas sanitárias exigidas pelos organismos internacionais CODEX ALIMENTARIUS¹⁸, comissão que atua conjuntamente com a Organização Mundial de Saúde (OMS) e *Food and Agriculture Organization* (FAO), com objetivo de proteger a saúde dos consumidores e garantir práticas equitativas para o comércio de alimentos (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2006).

De acordo com Canziani et al. (2012), o comércio mundial de carne suína é altamente protecionista, sendo possível a redução do seu efeito sobre o mercado por acordos comerciais entre países (bilaterais, multilaterais e regionais¹⁹). Os acordos internacionais facilitam a comercialização dos produtos entre as nações e pré-estabelecem as necessidades do mercado.

No período de 2006 a 2014, a média de exportação da carne suína pelo Brasil foi de 634 mil toneladas equivalente a aproximadamente 167 milhões de dólares com uma variação de aproximadamente 28% na participação no mercado externo (FAS/USDA, 2011; 2015; ABIPECS, 2015a) (Figura 7).

¹⁶ Estratégia política para controlar o fluxo de entrada de mercadorias estrangeiras; assim, o governo pode decidir por tornar o produto estrangeiro mais ou menos competitivo e fomentar a comercialização de acordo com seus interesses. É uma medida de proteção de mercado, com fixação de tarifas de importações e taxas diversas (MDIC, 2015).

¹⁷ Focando nas barreiras técnicas, essas estão relacionadas ao atendimento às exigências do mercado consumidor externo, ou seja, são mecanismos também utilizados com fins protecionistas derivados de normas regulamento técnicos não transparente, assim são observados se os produtos exportados apresentam as características correspondentes e competitivos para sua comercialização, para isso precisam atender o padrão de qualidade exigido pelo mercado (INMETRO, 2014).

¹⁸ Tradução: Código dos Alimentos, refere-se a uma coletânea de normas alimentares adotadas internacionalmente, incluindo desde disposição para consulta até diretrizes e medidas para alcançar o padrão determinado pelo CODEX (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2006).

¹⁹ O Brasil participa dos foros do Mercosul que discutem e propõem regulamentos referentes às questões sanitárias e fitossanitárias entre os países do bloco. Além disso, segue os princípios estabelecidos pela Organização Mundial de Sanidade Animal (OIE), Convenção internacional de Proteção Fitossanitária (IPPC), e Codex Alimentarius (MAPA, 2015c).

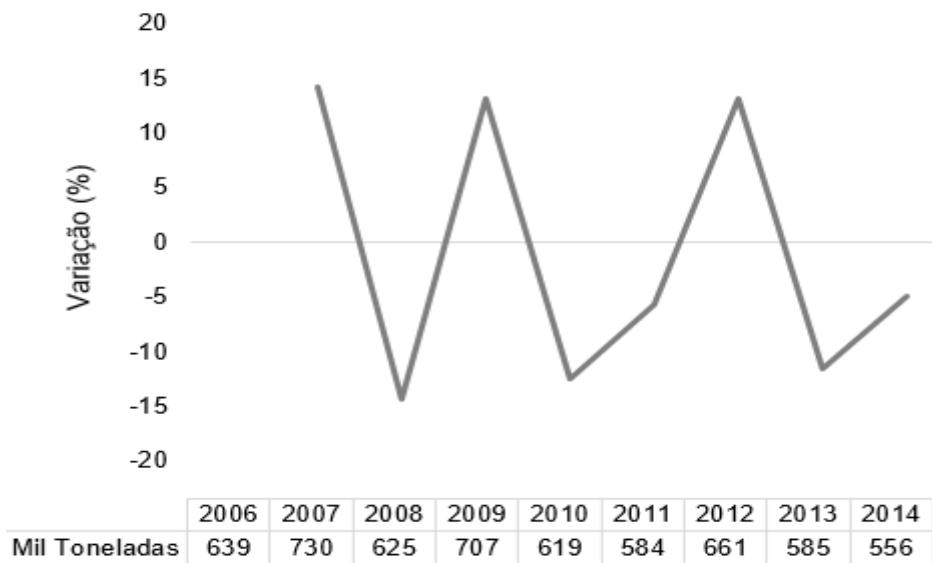


Figura 7. Exportações brasileiras de carne suína, período 2006 a 2014.

Fonte: Adaptado de FAS/USDA (2011; 2015).

Comparando as exportações brasileiras e globais, o Brasil tem apresentado uma redução na participação no mercado internacional de carne suína de 6,09% durante o período analisado. Em 2007, o Brasil teve uma participação de 14,1% nas exportações de carne suína e nos anos seguintes esse índice tem reduzido gradualmente até 2014, em 8,02%. A crise de 2008 afetou o setor suinícola brasileiro com uma queda de 14,4% em relação ao ano anterior, contudo em relação ao mercado global esse impacto foi ainda maior. Em 2009 e 2012 o mercado brasileiro recuperou um pouco a participação global nas exportações de carne suína, mas não o suficiente para recompor o mercado de oito anos atrás (FAS/USDA, 2011; 2015).

De acordo com o FAS/USDA (2015), as importações de carne suína seguem média global de 6.463 mil toneladas para o período de 2010 a 2014, apresentando também uma queda desde 2012 até 2014 (Figura 8). A variação nas importações foi de aproximadamente 18% no período avaliado.

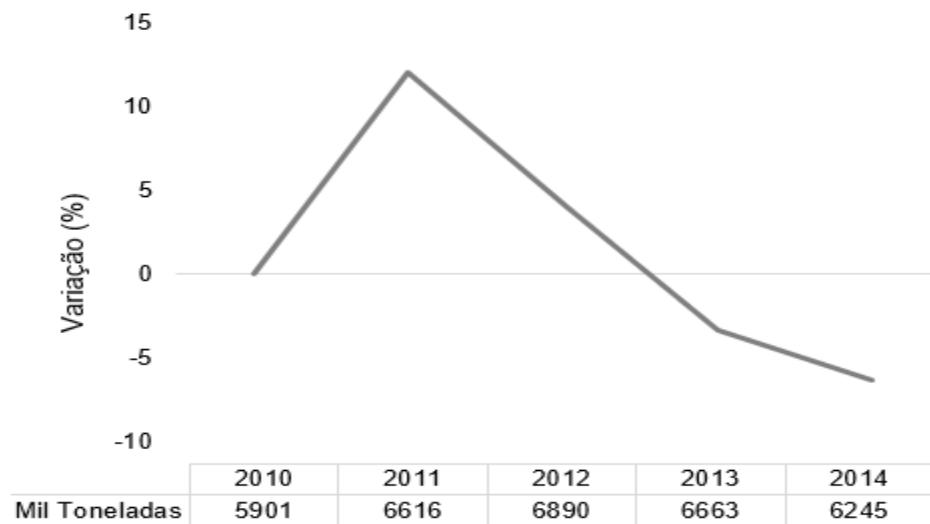


Figura 8. Total de importações de carne suína mundial, período 2010 a 2014.
Fonte: Adaptado de FAS/USDA (2015).

Os principais países importadores da carne suína são também os principais consumidores, sendo Japão, Rússia, México, China e Coréia do Sul (CANZIANI et al., 2012; FAS/USDA, 2015) (Figura 9).

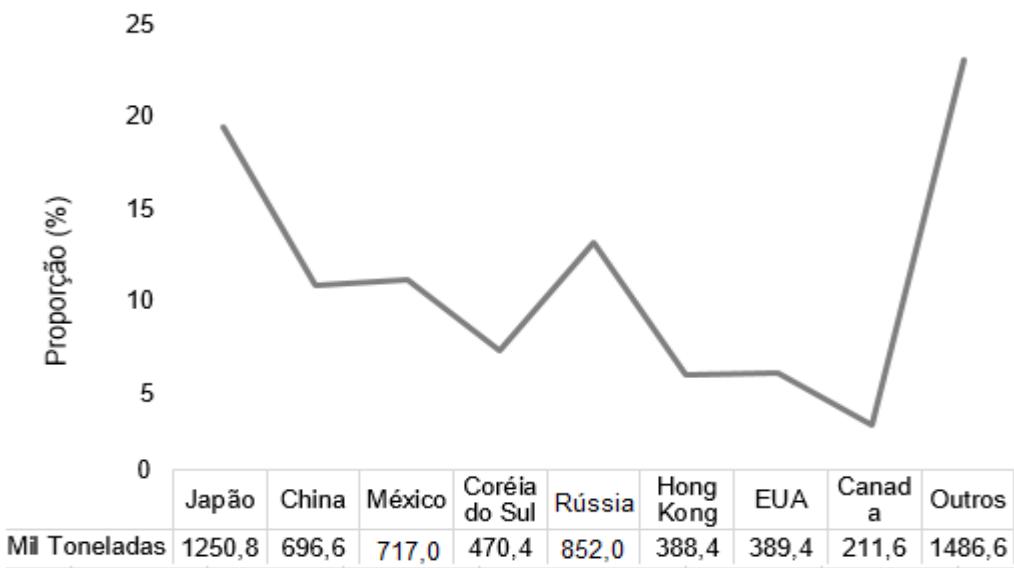


Figura 9. Proporção da participação dos principais importadores de carne suína mundial, período 2010 a 2014.
Fonte: Adaptado de FAS/USDA (2015).

Em 2011, os países que mais contribuíram com a aquisição da carne suína no mercado mundial foram, em ordem, China, Coréia do Sul e Hong Kong. Em apenas dois anos, o mercado apresentou queda nas importações, com a Coréia do Sul liderando a baixa no mercado, seguida por Rússia, México, Hong Kong e Japão. Em

2014, a Rússia reduziu drasticamente suas importações (47%), afetando o comércio de carne suína, principalmente as exportações brasileiras, sendo o Brasil o principal fornecedor de carne suína (FAS/USDA, 2015).

O Brasil participa no mercado europeu (Albânia, Geórgia, Moldávia, Rússia, Ucrânia), asiático (Cazaquistão, Emirados Árabes Unidos, Hong Kong, Singapura), africano (Angola), sul americano (Argentina, Uruguai, Chile, Venezuela), entre outros (ABIPECS, 2015a) (Figura 10).

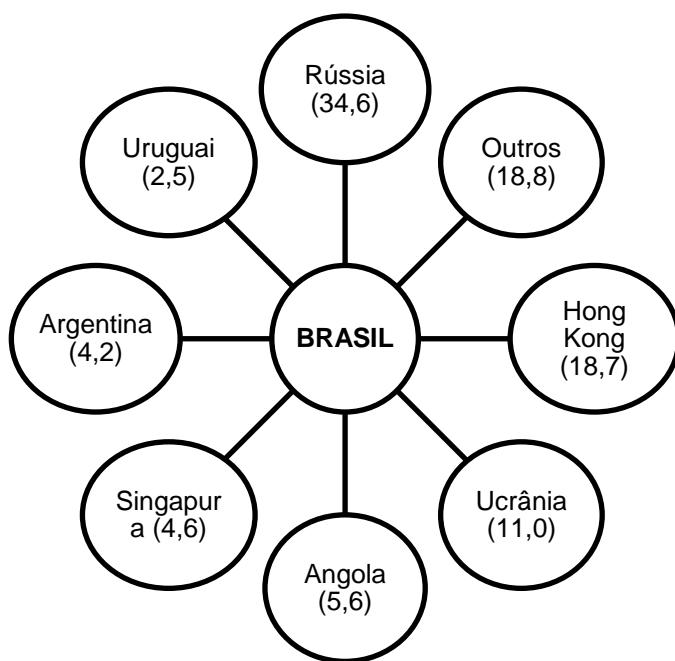


Figura 10. Principais importadores de carne suína do Brasil, valores médios da participação para o período de 2006 a 2014 (%)
Fonte: Adaptado de ABIPECS (2015a).

A Rússia é o principal cliente de carne suína brasileira, em 2006 importou aproximadamente 268 mil toneladas, representando mais de 50% do consumo externo do produto brasileiro, contudo devido à crise no mercado europeu, esse valor passou para 37,8%, em 2014. Em 2011, Hong Kong importou do Brasil 129 mil toneladas, superando as importações Russas em 0,63%. Em 2012, a Ucrânia também superou as importações Russas em 1,99%, com a compra de 138 mil toneladas. A Geórgia passou quatro anos sem apresentar uma participação efetiva nas exportações brasileiras, mas em 2011 importou aproximadamente 6,5 mil toneladas, e apresentou um aumento de 70% em 2013. No mercado sul americano, Argentina lidera a comercialização da carne suína brasileira com média de aproximadamente 25 mil toneladas, seguido por Uruguai com média de 15 mil toneladas. Em 2011, a

Venezuela participou das exportações brasileiras com 2,2% e Chile aparece em 2014 com 1,6%.

Para expandir as exportações brasileiras, o Brasil precisa investir forte na relação com o Japão, China e México; mantendo e fortalecendo suas relações com os clientes já conquistados. Nos últimos anos, o Brasil vem fazendo um esforço para a divulgação da carne suína no mundo (BRAZILIAN PORK, 2015a), assim como a ‘quebra’ dos mitos existentes no mercado interno. Os principais fornecedores da carne suína no mercado internacional, certificados e habilitados para realização exportação são Alibem – Comercial de Alimentos Ltda., Aurora – Cooperativa Central Aurora Alimentos, BRF – Brasil Foods S/A, Coopavel – Cooperativa Agroindustrial, JBS – JBS Foods Participações Ltda. entre outros (BRAZILIAN PORK, 2015b).

O Planejamento Estratégico Setorial para a Internacionalização da Carne Suína, iniciado em 2010, tendo como parceria governo e a Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS), para promover a carne suína por ações de marketing. O Projeto Setorial Integrado busca reunir forças para promover a carne suína brasileira em feiras, oficinas, palestras, entre outros eventos, apresentando o processo produtivo, capacidade de adaptar e atender a diferentes mercados e demandas, competitividade, segurança de fornecimento e confiabilidade (BRAZILIAN PORK, 2015a).

Diversas associações e entidades do setor suinícola brasileiro busca fomentar o comércio internacional, para tanto a divulgação e marketing vem sendo ferramentas importantes para apresentação do produto brasileiro tanto no mercado interno como externo, participação nas discussões em feiras internacionais, auditorias estrangeiras em granjas e frigoríficos brasileiros, para a inspeção de normas e habilitação para a exportação do produto. Essas associações têm como objetivo comum o desenvolvimento da cadeia, oferecer produto competitivo e expandir mercados internos e externos. São exemplos desse trabalho a Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS) e a Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS). A Associação Brasileira dos Criadores de Suínos (ABCS, 2015), fundada em 1955 pela união de 48 suinocultores, na cidade de Estrela, Rio Grande do Sul é hoje reconhecida nacionalmente pelo seu empenho no desenvolvimento tecnológico para o setor da suinocultura. Diversas Associações de Criadores de Suínos Estaduais estão filiadas a ABCS. A Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína (ABIPECS) foi fundada em 1998,

com objetivo de coordenar, representar e defender os interesses da indústria produtora e exportadora de carne suína e derivados, promovendo soluções para os problemas de classe junto aos órgãos públicos e privados (ABIPECS, 2015b). Recentemente, a ABIPECS se uniu à União Brasileira de Avicultura (UBABEF) e constituíram a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), tornando-se a maior entidade do setor de proteína animal do país, com 132 associados, PIB total de R\$ 80 bilhões, 1,756 milhões de empregos diretos, somadas as exportações de aves, ovos e suínos totalizam quase US\$ 10 bilhões em 2013, ou seja, 4,1% das exportações totais do Brasil e 10% das exportações do agronegócio brasileiro (ABPA, 2015).

O varejo está organizado pela presença da Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS), criada em 1968, com a missão de defender, integrar e desenvolver o setor supermercadista, atuando frente ao mercado nacional e internacional; conta com aproximadamente 27 Associações Estaduais filiadas, para promover o estímulo, o intercâmbio com fornecedores e a evolução do mercado de consumo (ABRAS, 2015). O desenvolvimento e crescimento do setor suinícola depende das estratégias e alinhamento entre os elos produção, transformação e distribuição (varejo), o que remete às associações do setor a tarefa de planejamento e coordenação da cadeia. A base da competitividade da cadeia está ligada à capacidade dos agentes na elaboração de estratégias sistêmicas que envolvam os pontos críticos de produção e comercialização do produto: índices de desempenho produtivo, segurança alimentar, sustentabilidade e bem-estar animal.

2.5 Perdas na produção e no período pré-abate

O conceito de perda na produção de carne suína está dividido entre as perdas quantitativas e qualitativas (DALLA COSTA et al., 2007b). Perdas quantitativas são associadas ao número de animais mortos ou condenados devido às condições do período pré-abate submetidos. Já as perdas qualitativas estão associadas à presença de carne PSE e DFD (Tabela 5). Esses parâmetros refletem o nível de estresse²⁰ em que os animais são submetidos durante o transporte pré-abate (GOSÁLVEZ et al.,

²⁰ O nível de estresse depende diretamente da situação de exposição, e indiretamente da avaliação do animal exposto a tal situação, pois cada indivíduo é único e depende da sua genética e experiência prévia (TERLOUW, 2005).

2006). De acordo com Ferguson e Warner (2008), todos os animais experimentam algum nível de estresse antes do abate e, por isso, podem apresentar efeitos prejudiciais à qualidade da carne. Reações de estresse influencia no metabolismo do músculo *ante e post-mortem*, afetando a taxa e a extensão da quebra de glicogênio e redução do pH²¹, cor e perda por gotejamento (TERLOUW, 2005). Ritter et al. (2009) consideram como perdas de transporte somente a quantidade de suínos mortos na chegada e animais que se tornaram inaptos durante o estágio pré-abate (condenados), comercialização entre o produtor e a indústria. Contudo, as perdas de transporte abrangem além das perdas quantitativas, pois os suínos sofrem diversos impactos que afetam a qualidade da carne.

Tabela 5. Classificação das perdas quantitativa e qualitativa durante o pré-abate.

Perda	Parâmetro	Descrição
Quantitativa	Mortos na chegada	Número de animais mortos durante o transporte.
	Condenados	Número de animais inaptos para o transporte, não se movem, lesões severas, sinal de estresse (fatigados), e suspeita de doenças.
	Peso Corporal	Quantidade de perda de peso corporal durante o transporte.
Qualitativa	Carne PSE	Presença de carne pálida, flácida e exsudativa, afeta a característica do produto final (alteração na coloração e na propriedade funcionais) e é imprópria ao consumo.
	Carne DFD	Presença de carne escura, firme e seca, afeta a característica do produto final, sendo imprópria ao consumo.

Fonte: Adaptado de Maganhini et al. (2007); Bench et al. (2008b); Ritter et al. (2009); McGlone et al. (2014a).

No Brasil, o índice de mortalidade de suínos durante o transporte encontrado por Ochove et al. (2010) é maior que os apontados por pesquisadores da Espanha e Estados Unidos. Animais transportados menor que 50 km, apresentaram índice de mortalidade de 0,21%, contra animais transportados entre 50 a 100 km e acima de 100 km, apresentaram 0,32% e 0,46% respectivamente (GOSÁLVEZ et al., 2006). A perda de peso corporal entre os animais variou de 1,06 a 1,36 kg/animal (Tabela 6). Dalla Costa et al. (2010) recomendam que o transporte de suínos para abate no Brasil ocorra até 80 km com duração não superior a três horas.

²¹ O pH da carne é uma medida de acidez, que influencia nas características de qualidade, tais como: aparência, textura, suculência; a decomposição acelerada do glicogênio que reduz o valor do pH da carne após o abate, geralmente inferior a 5,8, resulta em carne PSE, por isso é importante o controle do pH durante o processo de transformação, para detecção de problemas de qualidade (KLONT, 2005; MAGANHINI et al., 2007; MENDES e KOMIYAMA, 2011).

Tabela 6. Resumo das médias de perdas de no período pré-abate de suínos coletadas na literatura⁺

Local	Ano	N	MA (%)	CI (%)	PPC (%)	PSE (%)	DFD (%)	Referência
Espanha	1995	15.595	-	-	-	-	17,40	Guàrdia et al. (2005)
Dinamarca	2000	270	-	-	-	2,00	-	Aaslyng and Barton Gade (2001)
Brasil	2000	151	-	-	-	46,36	-	Culau et al. (2002)
Itália	2001	199	-	11,10	-	2,90	1,07	Nanni Costa et al. (2002)
Brasil	2002	192	-	-	3,80	-	-	Dalla Costa et al. (2006)
México	2003	714	-	15,40	4,60	11,40	-	Mota-Rojas et al. (2006)
Espanha	2005	90.366	0,33	0,33	1,20	-	-	Gosálvez et al. (2006)
Brasil	2006	946	-	-	-	22,80	1,00	Maganhini et al. (2007)
EUA	2006	684.341	0,22	0,44	-	-	-	Ritter et al. (2009)
Brasil	2008	192	-	-	-	38,00	1,80	Dalla Costa et al. (2010)
Brasil	2009	2.128	-	-	-	10,10	-	Santiago et al. (2012)
Brasil	2009	60	2,30	2,00	-	-	-	Ochove et al. (2010)
EUA	2011	67.328	0,08	0,08	-	-	-	McGlone et al. (2014a)
EUA	2012	137	0,25	0,07	-	-	-	Kephart et al. (2014b)

⁺ Valores ajustados de acordo com o número total de animais. N = Número de suínos; MA (Mortalidade) = refere-se a porcentagem de animais mortos durante o transporte, chegados mortos na planta de abate; CI (Condenados e inaptos) = porcentagem de animais inaptos ao abate por apresentar lesões, escoriações, fraturas, fatigados, etc.; PPC (Perda de Peso Corporal) = porcentagem de perda de peso vivo durante o transporte; PSE = porcentagem de ocorrência de carne pálida, flácida e exsudativa; DFD = porcentagem de ocorrência de carne escura, firme e seca.

Em 2012, Santos et al. (2013) reportaram um impacto econômico anual de 14%, devido as perdas por mortalidade de suínos durante o transporte e as condenações de carcaças, o que representa uma redução da receita da granja de aproximadamente R\$ 78 mil para o produtor rural, R\$ 148 mil para a indústria de transformação e R\$ 250 mil para o varejo. Bench et al. (2008b) recomendam que os animais inaptos ao transporte devem ser movidos usando métodos humanitário e sempre que esses métodos não estejam disponíveis ou apropriados, os animais devem ser sacrificados na granja. Além disso, os autores alertam que as perdas ocorridas por animais inaptos (devido lesões, escoriações e contusões), podem ser reduzidas com o treinamento adequado de tratadores, e com a adoção de uma política de tolerância-zero com o maltrato de animais.

As perdas no transporte não é um problema novo para a indústria da carne suína (RITTER et al., 2009). Em consideração ao jejum pré-abate, a dieta hídrica é o mais crítico para a perspectiva do bem-estar animal, dado ao risco de incidência de desidratação corporal (FERGUSON e WARNER, 2008). Dalla Costa et al. (2006) detectaram perdas médias de peso corporal em 192 suínos durante o pré-abate de 3,8%.

De acordo com Maganhini et al. (2007), a carne PSE representa o principal problema de qualidade para a indústria de carne suína, devido à baixa capacidade de retenção de água, textura flácida e coloração pálida, afetando o rendimento da carcaça, contribuindo para perdas durante o processamento. Santiago et al. (2012) estimaram perdas para a indústria de Mato Grosso do Sul de 10,1% de um total de 2.128 animais. Dalla Costa et al. (2010) apresentaram a ocorrência de carne PSE nos músculos *Longissimus dorsi* (lombo) e *Semimembranosus* (pernil) de 36,7 e 39,3% respectivamente, e tais músculos são os que representam maior valor para a indústria de processamento. Enquanto a carne PSE é resultado do estresse agudo, a carne DFD incide devido ao estresse crônico (NANNI COSTA et al., 2002). A indústria de processamento de carne brasileira enfrenta principalmente problemas com a ocorrência de carne PSE (CULAU et al., 2002; SANTIAGO et al., 2012), sendo baixo os índices de carne DFD (MAGANHINI et al., 2007).

Perdas na suinocultura, incluindo todos os ciclos e o período pré-abate, de aproximadamente 10% estão acima do indicado pelas normas de boas práticas de produção de suínos (DIAS et al., 2011), sugerindo que o produtor precisa rever o

planejamento da produção e buscar soluções para melhorar esse índice de desempenho.

Em termos gerais, a qualidade da carne pode ser percebida por diversos atributos (KLONT, 2005; PEREZ et al., 2009; COSTA et al., 2011; DIAS et al., 2011; MENDES e KOMIYAMA, 2011; SEPÚLVEDA et al., 2011; TRIENEKENS e WOGNUM, 2013), resumidamente como:

- i. Sensoriais: cor, textura, suculência, sabor, odor, maciez;
- ii. Técnicos: pH, capacidade de retenção de água e gordura intramuscular;
- iii. Nutricionais: quantidade de gordura, perfil dos ácidos graxos, grau de oxidação, porcentagem de proteínas, vitaminas e minerais;
- iv. Sanitários: ausência de agentes contagiosos como tuberculose, brucelose, leptospirose suínas; e
- v. Éticos: bem-estar do homem e do animal e preservação ambiental, se o modo de produção afeta a sustentabilidade do sistema ou provoca poluição ambiental.

Manter a qualidade da carne e reduzir as perdas para a indústria depende de diversos fatores que estão associados ao processo produtivo do animal e as práticas adotadas durante o período pré-abate.

2.6 A importância do recurso humano empregado na cadeia

Para atender à crescente demanda por alimentos há a necessidade do aumento da produção e, consequentemente, o desenvolvimento de novas tecnologias aplicadas aos sistemas produtivos, mão-de-obra mais qualificada, novas técnicas e métodos de trabalho. A produção pecuária ainda utiliza uma mão-de-obra constante no trato dos animais. Evidentemente, o volume de animais que ficam ao cuidado dos tratadores aumentou devido justamente aos avanços tecnológicos na produção de animais como o confinamento.

O setor rural, especialmente, o setor da pecuária vivencia a precariedade das profissões básicas, pois os recursos humanos no campo para preencherem as vagas estão cada vez mais escassos. Dados recentes, de 2013 apresentam que a taxa de

informalidade e ilegalidade na ocupação rural é de aproximadamente 60% (DIEESE, 2014), contribuindo para a desmotivação do trabalhador que, ao partir do campo, busca melhores condições de trabalho e qualidade de vida. As estatísticas apontam que o Brasil, em 1940, apresentava uma população rural de 68,7% e urbana de 31,3% (IBGE, 2000). Em 2010, a população do Brasil era mais de 190 milhões, sendo 84,4% referente à população urbana e 15,6% rural (IBGE, 2010), com projeções de 8% para a população rural em 2050 (DIEESE, 2014). Além dessa projeção, o DIEESE (2014) estimou um contingente de 8,2 milhões de ocupados rurais na agropecuária para 2050.

Esse é novo desafio que a indústria e as cadeias produtivas do agronegócio vêm enfrentando e não só a engenharia de produção precisa procurar meios de solucionar esse problema como as demais áreas envolvidas nos sistemas produtivos. Com relação a cadeia da carne suína, nota-se uma alta rotatividade de mão-de-obra. Os principais profissionais envolvidos na produção suinícola são veterinários, zootecnistas, técnico em agropecuária e tratadores de animais.

Diferente dos tratadores de animais no Brasil que não precisam ter formação e qualificação profissional, os tratadores de animais na Europa, como exemplo, Portugal, são exigidas a formação e qualificação dos tratadores que atuam na área de produção animal. Dessa forma, a Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional (ANQEP) apresenta em seu Catálogo Nacional de Qualificações (CNQ) que a formação do tratador tem como objetivo qualificar o indivíduo para executar as atividades relacionadas à higiene, alimentação, sanidade, reprodução e manejo dos animais respeitando as normas de bem-estar e meio ambiente, segurança e saúde do trabalho (ANQEP, 2016). Além de apresentar as atividades relacionadas ao cargo de tratador de animais, o CNQ também dispõe das competências e saberes do tratador que deve ter noções de anatomia e fisiologia dos animais, etologia, saúde animal, exigências alimentares e ambientais dos animais, legislação aplicada a atividade profissional, equilíbrio ecológico, biodiversidade, conservação das espécies e princípios da reprodução animal, comportamento animal, estresse e bem-estar animal, processo de adaptação dos animais e meio ambiente, normas de proteção, segurança, higiene e saúde no manejo e transporte de animais, técnicas de detecção de sinais de doenças, acasalamento, cio, etc.

A Classificação Brasileira de Ocupação do Ministério do Trabalho e Emprego (CBO) sugere como formação e experiência exigida para trabalhadores da

suinocultura nível de escolaridade entre a quarta e sétima série do ensino fundamental. E aponta a tendência para exigência de escolaridade de nível médio completo. Além disso, afirma que a qualificação é obtida com o aprendizado prático no local de trabalho (CBO, 2016). Para tratadores de animais que aplicam técnicas de inseminação e castração, realizam atividades de apoio veterinário e sacrifício de animais, e adestradores de animais, são requeridos a quarta série do ensino fundamental e curso profissionalizante de duzentas horas/aula de adestradores e inseminadores de animais (CBO, 2016). Aproximadamente 40% dos trabalhadores rurais não têm nenhuma ou menos que três anos de estudo básico, representando 1,6 milhão de assalariados analfabetos ou baixíssima escolaridade (DIEESE, 2014). Apenas 33% dos trabalhadores rurais apresentam nível de escolaridade entre 4 e 7 anos de estudo, o que dificulta o processo de qualificação.

Com a demanda de consumidores globais por produção mais limpa, padrões de qualidade, práticas de bem-estar animal, o setor da pecuária precisa alinhar a realidade social dos trabalhadores, em particular, dos tratadores de animais com as exigências de um mercado cada vez mais sofisticado. Diversos estudos têm apresentado a interação homem-animal como um estressor que compromete o bem-estar, rendimento da carcaça e a qualidade da carne (BRAUN, 2000; FAUCITANO, 2000; DALLA COSTA et al., 2007c; SILVEIRA, 2010; ARAÚJO et al., 2011; DIAS et al., 2011; LUDTKE et al., 2012). Dessa forma, capacitação dos tratadores, e as condições de trabalho (ambiente físico e estado psicológico) podem influenciar positiva ou negativamente para um ‘determinado comportamento’ (CHIAVENATO, 2014), em relação ao trato com animais. A competência dos tratadores é composta pelo nível de conhecimento, habilidade em transformar/aplicar o conhecimento no desenvolvimento de atividades práticas e suas atitudes em relação a execução das atividades (PERES et al., 2010). E a competência só pode ser alcançada plenamente quando esses três componentes são atendidos; assim, não tem como cobrar competência dos tratadores para práticas de bem-estar animal, sem investir na educação, no desenvolvimento do conhecimento necessário e habilidades para trato com os animais, e possibilitar a mudança de paradigmas desses trabalhadores.

A empresa rural, em sistema independente ou integrada, deve manter programa de capacitação e incentivo à atividade de manejo dos animais. Deve buscar o alinhamento entre as práticas produtivas com as demandas de mercado; logo, as empresas rurais deverão repensar na sua própria postura e responsabilidade social,

e nos três pilares da sustentabilidade: ambiente, econômico e social. E, a parte social obrigatoriamente deve incluir o desenvolvimento e qualificação dos trabalhadores rurais para estes desempenharem suas atividades com eficiência. Além disso, oferecer ao trabalhador rural condições de trabalho que respeitem a integridade do ser humano e o mantenham motivado.

2.7 Percepção do consumidor brasileiro em relação a carne suína

Os hábitos de compra dos consumidores envolvem diversos fatores que influenciam e conduzem o mercado de produtos alimentícios e as estratégias da produção do setor de alimento. Os comportamentos dos consumidores diferem em cada região global devido à cultura, mitos, estilo de vida, condições socioeconômicas e hábitos alimentares (RESANO et al., 2011; MIRANDA-DE LA LAMA et al., 2013; FONT-I-FURNOLS e GUERRERO, 2014). A literatura atual apresenta e discute as preferências dos consumidores em diferentes regiões do globo (MCCARTHY et al., 2004; FONSECA e SALAY, 2008; SCHNETTLER et al., 2009; FONT-I-FURNOLS e GUERRERO, 2014; SENTANDREU e SENTANDREU, 2014).

Em 2011, o consumo médio global de carne suína foi de 5,5 kg/per capita/ano e as diferenças entre a preferência dos consumidores de carne pode ser notada em cada continente. Na África, o maior consumo é da carne bovina (6,30 kg/per capita/ano), e nas Américas e Oceania a preferência é pela carne de frango (38,6 e 42,1 kg/per capita/ano, respectivamente). Na Ásia e Europa prevalece o consumo de carne suína com 14,9 e 34,7 kg/per capita/ano, respectivamente) (FAOSTAT, 2013). A média de consumo de proteína animal no Brasil é de 30,7 kg/per capita/ano. A carne de aves é a mais consumida (40,6 kg/per capita/ano), seguida pela carne bovina e suína (39,1 e 12,6 kg/per capita/ano, respectivamente) (FAOSTAT, 2013).

O baixo consumo de carne suína pelos consumidores brasileiros foi previamente analisado por Fonseca e Salay (2008) e Barcellos et al. (2011). Entretanto, a razão para essa baixa preferência ainda não é clara. Em 2013, a região Sul do Brasil apresentou uma concentração da produção de suínos, com aproximadamente 50% (IBGE, 2013a), e o alto consumo da carne suína devido às

festividades e à influência da cultura europeia, tais como *Oktoberfest*²² que representam as iniciativas estrangeiras na região. Os aspectos socioeconômicos também têm influenciado no baixo consumo de carne suína no Brasil. Consumidores da região nordeste do país apresentam hábitos alimentares diferentes dos consumidores das demais regiões e vice-versa, e estão associados ao perfil econômico de cada região (BARCELLOS et al., 2011).

Outro fator importante a ser considerado é o mito relacionado a carne suína ser uma carne com excesso de gordura e não apropriada ao consumo humano, adicionado às questões religiosas e problemas de saúde. O sexo, a idade e o nível de educação pode também afetar o consumo de carne suína. Os consumidores do sexo feminino são mais preocupados com relação a aparência física, portanto, seguem dietas alimentares e estão mais conscientes sobre as suas condições de saúde. Além disso, no geral, as mulheres são também as que conduzem os conteúdos das orientações dietéticas (COSGROVE et al., 2005).

No Brasil, os mantimentos domésticos são adquiridos, em sua maioria, por donas de casas; elas são as responsáveis pela decisão de compra dos alimentos que serão ofertados à mesa, impactando na dieta alimentar familiar. A falta de conhecimento das mulheres sobre a qualidade da carne suína pode ser uma barreira ao aumento de consumo da carne (BARCELLOS et al., 2011). Uma solução para beneficiar a cadeia produtiva da carne suína pode estar relacionada ao investimento em rastreabilidade e garantia das características de qualidade do produto final (SCHNETTLER et al., 2009; TRIENEKENS e WOGNUM, 2013).

Recente pesquisa realizada por Machado et al. (2014a), com 600 consumidores sobre a percepção e o consumo de carne suína no Brasil, apresentou uma estreita relação entre o aumento do consumo da carne e o poder aquisitivo do consumidor, e os consumidores, tanto do gênero feminino como do masculino, no momento da compra são influenciados pela aparência da carne. Além disso, do total de consumidores que alegaram não consumir ou se motivar à aquisição da carne suína, aproximadamente, 46% informaram não ser o tipo de carne favorita ($p = 0,038$), 29,5% dos consumidores afirmaram que não consomem a carne suína por outros fatores,

²² Festa Alemã que teve origem em Munique (em 1810); foi introduzida no Brasil, primeira edição em 1984, na cidade de Blumenau, Santa Catarina. Atualmente, a festa ocorre por 19 dias durante o mês de outubro, tem a finalidade de receber os turistas e apresentar a riqueza cultural, a dança, a gastronomia típica, que preserva os costumes dos antepassados vindos da Alemanha (OKTOBERFEST BLUMENAU, 2015).

tais como: saúde, dietas, preocupações sanitárias (não sabem como o animal é produzido – “chiqueiros”); 14% acreditam que a carne suína um produto muito caro e, por isso, não a adquirem; enquanto 9% por aspectos culturais e 1,5% devido à religião (MACHADO et al., 2014a).

2.8 Técnicas não invasivas utilizadas em pesquisas com animais

A demanda por bem-estar animal tem pressionado a pesquisa científica que envolve a utilização de animais (KILKENNY et al., 2009). Técnicas de pesquisas invasivas utilizando animais têm recebido críticas de diversos autores, devido à falta de planejamento do estudo (KILKENNY et al., 2009; MADDEN et al., 2012; DOKE e DHAWALE, 2013; NC3RDs, 2015). Nesse sentido, o *National Centre for the Replacement, Refinement and Reduction of Animal in Research* (NC3RDs, 2015), estabelece três princípios, conhecido como ‘3Rs’, no uso de animais em pesquisas: *replacement* sugere utilizar métodos alternativos que não envolvam animais; *reduction*, relacionado à redução do número de animais utilizados nos experimentos; e *refinement* sugere o aprimoramento das técnicas aplicadas, devendo buscar reduzir o sofrimento e promover o bem-estar animal.

Existem diversas técnicas não invasivas aplicadas em pesquisas com animais, tais como o monitoramento ambiental, a vocalização, a termografia, etc. (BAÊTA e SOUZA, 2010; SOERENSEN et al., 2014; MOI et al., 2015). Com o monitoramento ambiental e o uso de modelagem matemática é possível avaliar o conforto térmico dos animais (nível de estresse) submetidos em diferentes ambientes. A vocalização emitida pelo animal é uma ferramenta que pode servir como indicador de estresse e qualidade de vida, pois os suínos são capazes de expressar diferentes comportamentos para lidar em situações de estresse (MOI et al., 2015).

A termografia é uma técnica recente na área de produção animal, e tem apresentado resultados precisos nos estudos de identificação de doenças, conforto térmico e ambiência (STEWART et al., 2007; SCHAEFER et al., 2012; SOERENSEN et al., 2014). A termografia se apresenta como uma técnica não invasiva e promissora para o monitoramento de suínos aplicada para rastrear problemas sanitários, e oferece vantagens em relação as demais térmicas de mensuração do conforto

térmico, como os termômetros de pele ou sensores térmicos (SOERENSEN et al., 2014).

Além disso, para a determinação precisa da temperatura superficial é importante a utilização do valor de emissividade²³ da pele do suíno e, ao longo dos estudos de investigação, tem apresentado uma variação entre 0,80 a 0,95, e as pesquisas recentes têm utilizado a emissividade da pele humana para mensurar a temperatura da pele dos suínos (SOERENSEN et al., 2014). Nesse estudo, para mensurar a temperatura dos animais adotou-se o coeficiente de emissividade de 0,95 (SOUZA et al., 2015).

As câmeras termográficas registram o calor da superfície do animal, permitindo a avaliação do conforto térmico (CASTRO et al., 2013).

2.8.1 Índices de conforto térmico

A utilização de técnicas não invasivas em experimentos com animais tem ganhado espaço no campo da ciência. O monitoramento do ambiente de pesquisas permite a aplicação dos índices de conforto, tais como: Índice de Temperatura e Umidade (ITU), Índice de Temperatura Efetiva (TE), Índice de Temperatura de Globo Negro e Umidade (ITGU), entre outros, contribuindo para a determinação do conforto térmico dos animais na produção pecuária (BAÊTA e SOUZA, 2010). Além desses índices, têm-se discutido o uso da Entalpia (H), para proceder a avaliação de ambientes internos, adotando-o como um índice de conforto térmico mais moderno (BARBOSA FILHO et al., 2007; NAZARENO, et al., 2009).

O ITU é o mais comum utilizado na determinação do estresse térmico de animais, por meio da temperatura e a umidade relativa do ar (BARBARI e CONTI, 2009; BURFEIND et al., 2012). Baseando-se nas informações de ambiência é possível pré-estabelecer as condições de conforto e estresse térmico para os suínos. Estudo sugere para a verificação do conforto térmico em suínos submetidos a estresse, o cálculo do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) a partir da Equação 1 (ROLLER e GOLDMAN, 1969):

²³ Razão entre a radiação de um corpo cinza e a de um corpo negro; dessa forma, pode-se dizer que é a capacidade de um corpo cinza emitir radiação tendo o corpo negro como limite máximo (=1) (BAÊTA e SOUZA, 2010).

$$ITU = 0,45 \ tbu + 1,35 \ tbs + 32 \quad (1)$$

Em que,

tbu = Temperatura de bulbo úmido (°C)

tbs = Temperatura de bulbo seco (°C)

Na avaliação do estresse térmico por calor, adotaram-se as escalas críticas de ITUs para suínos (Tabela 7).

Tabela 7. Escalas críticas de ITU, para suínos.

ITU conforto	ITU Alerta	ITU perigo	ITU emergência
< 75	> 75	79 ≤ 83	> 84

Fonte: Barbari e Conti (2009).

Os índices expressam o conforto térmico dos animais em determinados ambientes, sendo em geral, observada a espécie do animal (BAÊTA e SOUZA, 2010). Vários estudos apresentam índices de conforto térmico que são utilizados para avaliar o conforto de bovinos, suínos e aves (THOM, 1958; ROLLER e GOLDMAN, 1969; BUFFINGTON et al., 1981; BACCARI et al., 1983).

3 METODOLOGIA

3.1 Pesquisa exploratória

Com o objetivo de explorar a bibliografia acerca do tema de estudo foi realizada uma pesquisa bibliográfica nas principais bases de dados disponíveis no programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção: *Cambridge, Oxford Journals, Scielo, Science Direct, Taylor & Francis* e *Wiley*, e sites oficiais de associações, entidades e governos, legislação e manuais de boas práticas de produção.

Na primeira etapa da pesquisa bibliográfica utilizaram-se os principais termos sem limitação de data, tais como: cadeia produtiva da carne suína (*pork supply chain*), logística (*logistics*), transporte de suínos (*pig transportation*), manejo pré-abate (*pre-slaughter handling*), bem-estar animal (*animal welfare*), clima tropical (*tropical condition* ou *tropical climate*), perdas (*losses*) e qualidade (*quality*).

Na segunda etapa, a partir dos principais termos estabelecidos, foram selecionados termos secundários e com limite de data entre 2005-2015 (Tabela 8).

Tabela 8. Principais termos para processamento da pesquisa.

Termos	Termos Secundários	Termos	Termos Secundários
Cadeia produtiva da carne suína	Principais atores Produção Exportação Mão-de-obra	Bem-estar animal	Ambiência Conforto Térmico Estresse Zona termoneutra
Logística	Conceitos Cadeias produtivas Pré-abate	Clima tropical	Variáveis Climáticas Estações do ano Brasil Produção animal
Transporte de suínos	Densidade Embarque e desembarque Distância Tipos de carrocerias Microclima	Perdas	Aquecimento global Qualitativas Quantitativas Produção Transporte
Manejo pré-abate	Suínos Tempo de Jejum Tempo de viagem Tempo de descanso Movimentação de animais	Qualidade	Indústria Atributos Intrínsecos Atributos Extrínsecos

Além disso, para realizar a busca nas plataformas de pesquisa foi adotada a combinação dos termos e termos secundários usando o comando “*and*”, para a integração dos termos durante a pesquisa.

3.2 Visitas técnicas e participação em eventos

Na busca pela compreensão dos diversos estudos e debates na área de produção e bem-estar animal, no decorrer do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, a participação em eventos, como: APMS – *Advances in Production Management Systems* (2014/2015), AVESUI – Feira da Indústria Latino-Americana de Aves e Suínos (2014) e CONBEA – Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola (2014) foi fundamental para discussão e esclarecimento sobre a realização da pesquisa.

Além disso, realizaram-se visitas técnicas, entre elas: Associação de Suinocultores do Espírito Santo (ASES) e no Grupo Triel-HT (fabricante de carrocerias de transporte de suínos), Erechim/RS. As visitas realizadas contribuíram para melhor entendimento dos problemas logísticos enfrentados, no dia-a-dia, pelos produtores e indústria no transporte de suínos para abate, contribuindo com a pesquisa e desenvolvimento deste trabalho.

3.3 Pesquisa de campo: localização, período e coleta dos dados

Com objetivo de obter informações além das encontradas nos documentos científicos sobre a logística pré-abate, e evidências que permitam analisar e comparar os procedimentos observados com os relatados, foram realizadas duas pesquisas de campo em granjas comerciais de suínos, com foco nos procedimentos adotados durante o período pré-abate para suínos terminados, ou seja, suínos prontos para o abate. A pesquisa foi conduzida em duas áreas localizadas na região Sudeste do Brasil: no município de Cachoeiro do Itapemirim, Espírito Santo (CIES), 20° 50' 58" S, 41° 6' 48" O e no município de Águas de Santa Bárbara, São Paulo (ASSP), 22° 52' 52" S, 49° 14' 21" O (Figura 11).

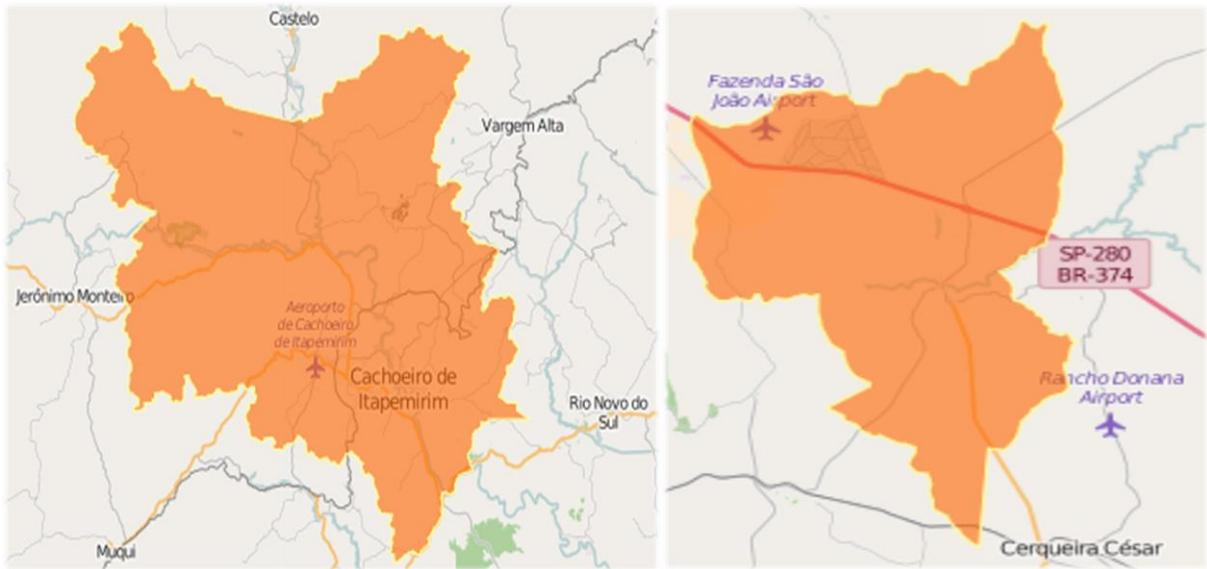


Figura 11. Mapa do município de Cachoeiro do Itapemirim (CIES) e Águas de Santa Bárbara (ASSP).
Fonte: IBGE (2013b)

De acordo com INCAPER (2011), Cachoeiro do Itapemirim está localizado na região sul do Estado de Espírito Santo, bioma Mata Atlântica, com altitude de 21 m ao nível do mar, apresenta clima tropical, com índice pluviométrico médio de 1.200 mm, com duas estações distintas, seca e chuvosa, temperaturas média mínima de 19,4°C e máxima de 28,9°C. A estação seca abrange o período de abril a setembro e a chuvosa de outubro a março.

O município de Águas de Santa Bárbara localizado no Planalto Ocidental Paulista, bioma Cerrado e Mata Atlântica, com altitude de 510-600 m ao nível do mar, apresenta clima mesotérmico (tropical de altitude), com índice pluviométrico médio de 1.353,7 mm, com inverno seco e verão chuvoso, temperaturas média mínima de 15,3°C e máxima de 28,1°C (CARDOSO e ISRAEL, 2005; CEPAGRI, 2016).

A coleta de dados nas granjas foi planejada e realizada seguindo os mesmos parâmetros observacionais e os mesmos princípios de monitoramento. O primeiro estudo foi realizado durante o verão, mês de fevereiro de 2015, em Cachoeiro do Itapemirim-ES (CIES). E o segundo durante o outono, mês de maio de 2015, em Águas de Santa Bárbara-SP (ASSP).

3.4 Banco de dados utilizados

Além dos dados obtidos nos estudos de casos, o presente estudo utilizou dados dos bancos de informações do Serviço de Inspeção Federal (S.I.F.), informações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e dados de uma granja comercial de suínos em Mato Grosso do Sul.

A partir do banco de dados do S.I.F. foi possível obter informações sobre: período de 2010 a 2014, unidade federativa, espécie animal, parte do animal, diagnóstico, destino, quantidade de condenações por diagnósticos e quantidade total. O banco de dados do INMET, forneceu as informações meteorológicas das regiões brasileiras, para o período de 2010 a 2014.

O banco de dados da granja comercial em Mato Grosso do Sul continha informações comerciais entre a granja e seus clientes, tais como: datas de coletas, quantidade suínos carregados (entregues), peso dos animais na granja, peso dos animais no frigorífico, tipo de caminhões, motorista responsável, distância percorrida, quebras durante o transporte, quebras informadas pelos clientes, valores da transação comercial.

3.5 Comissão de Ética no Uso de Animais

As observações realizadas neste trabalho com a utilização dos animais foram aprovadas pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Paulista – UNIP (ANEXO 1).

O estudo obedeceu às normas do *National Centre for the Replacement, Refinement and Reduction of Animal in Research* (NC3RDs, 2015), conforme solicitado pelo CEUA, sendo observado os “3Rs”: *replacement* = métodos alternativos que não envolvam animais; *reduction* = redução do número de animais utilizados nos estudos; e *refinement* = aprimoramento das técnicas aplicadas.

As técnicas de observação utilizadas neste estudo foram não invasivas, priorizando o bem-estar dos animais durante o período de coleta de dados. Além disso, buscou-se a utilização de animais da mesma raça para reduzir a heterogeneidade presente no grupo de animais estudados. Assim, optou-se por utilizar os híbridos, provenientes do cruzamento entre as raças *Landrace* e *Large*

White, devido sua predominância na produção intensiva brasileira (PINHEIRO et al., 2009).

Para este estudo, os animais utilizados em cada área de observação foram considerados grupos homogêneos, por pertencerem ao mesmo lote de produção, receberem os mesmos tratamentos, medicação, alimentação e água, estarem submetidos ao mesmo ambiente e terem o mesmo manejo de produção.

Entretanto, os animais foram considerados amostras heterogêneas entre as duas granjas CIES e ASSP, por serem de lotes diferentes, receberem tratamentos diferenciados, estarem submetidos em diferentes condições climáticas e terem diferentes manejos de produção (GOMES, 1984; BANZATTO e KRONKA, 2006).

3.6 Variáveis analisadas

Para avaliação do conforto térmico dos animais durante o pré-abate em regiões tropicais, foram observadas as seguintes variáveis (Tabela 9).

Tabela 9. Variáveis analisadas no estudo.

Variáveis	Sigla	Unidade de medida
Temperatura	Ta	º C
Umidade do ar	UR	%
Velocidade do vento	Vv	m/s
Nível de ruído	R	dB
Velocidade do caminhão	Vc	km/h
Temperatura superficial	Ts	º C
Mortalidade	MA	%
Condenados e inaptos	CI	%
Perda de peso corporal	PPC	Kg
Índice de temperatura e umidade	ITU	-
Índice bioclimático	IB	-

Para a determinação do Índice de Temperatura e Umidade (ITU), utilizaram-se as informações de temperatura e umidade do ar coletadas, por meio da Equação 2 sugerida por Roller e Goldman (1969). Para o cálculo do Índice bioclimático foi utilizada a Equação 3, proposta por Texier et al. (1979).

$$ITU = 0,45 tbu + 1,35 tbs + 32 \quad (2)$$

Em que, tbu = temperatura de bulbo úmido (°C); tbs = temperatura de bulbo seco (°C).

$$IB = 0,89 Ta + 0,05 UR - 1,81 Vv + 0,02 P - 21,15 \quad (3)$$

Em que, Ta = temperatura do ar (°C); UR = umidade relativa (%); Vv = velocidade do vento (m/s); P = peso dos suínos (kg)

Para a estimativa do Índice de Temperatura Equivalente (ITE), considerou a equação ajustada por Laloni (1996) *apud* Moura et al. (2010), Equação 4.

$$ITE = 29,83628 - 0,11519 Ta + 0,000059 UR - 0,30525 Vv \quad (4)$$

Em que, Ta = temperatura do ar (°C); UR = umidade relativa do ar (%); Vv = velocidade do vento (m/s).

Para o obter a perda de peso corporal dos suínos durante o transporte, procedeu com a pesagem do veículo de transporte antes da saída da granja e na chegada ao frigorífico, antes do desembarque. Dessa forma, o peso vivo médio dos animais na granja (PMG) e no frigorífico (PMF) foi calculado por meio da Equação 5 e foi aplicada a Equação 6 para a determinação da perda de peso corporal (PPC) (MOTA-ROJAS et al., 2006).

$$PMG \text{ e } PMF = (PB - T) / (N) \quad (5)$$

Em que, PMG = valor médio do peso vivo (kg) de animais na origem (granja); PMF = valor médio do peso vivo (kg) de animais no destino (frigorífico); PB = soma do peso do veículo (tara) e o peso total dos animais (peso líquido da carga); T = peso do veículo (tara); N = quantidade de cabeças de suínos transportados.

$$PPC = PMG - PMF \quad (6)$$

Em que, PPC = valor médio de perda de peso corporal (kg) durante o processo de transporte.

Gosálvez et al. (2006) sugerem o cálculo do rendimento do transporte, por meio da Equação 7.

$$RT (\%) = \left(\frac{PMF}{PMG} \right) \times 100 \quad (7)$$

Em que, RT = valor médio do rendimento do transporte (%).

3.7 Equipamentos utilizados

Para a realização da coleta dos dados deste estudo foram utilizados os equipamentos de medição (Tabela 10).

Tabela 10. Lista de equipamentos utilizados no experimento.

Equipamento	Descrição
Data logger Testo 174H	Temperatura ($^{\circ}$ C) e umidade relativa do ar (%)
Anemômetro	Velocidade do vento (m/s)
Decibelímetro Testo 815	Nível de ruído (dB)
Velocímetro do caminhão	Velocidade do caminhão (km/h)
Câmera termográfica Testo 875	Temperatura superficial ($^{\circ}$ C)

3.8 Procedimento metodológico e monitoramento

O procedimento adotado neste trabalho foi aplicado em ambos os casos analisados: granjas CIES e ASSP. O acionamento da logística pré-abate de suínos ocorre a partir do recebimento da ordem de pedido pela granja, determinando a quantidade de animais que devem ser entregues ao frigorífico (Figura 12). Em seguida, o produtor verifica a capacidade de atender a ordem e seleciona os animais

que atendem as características solicitadas pelo cliente, como o peso, idade e tamanho dos suínos.

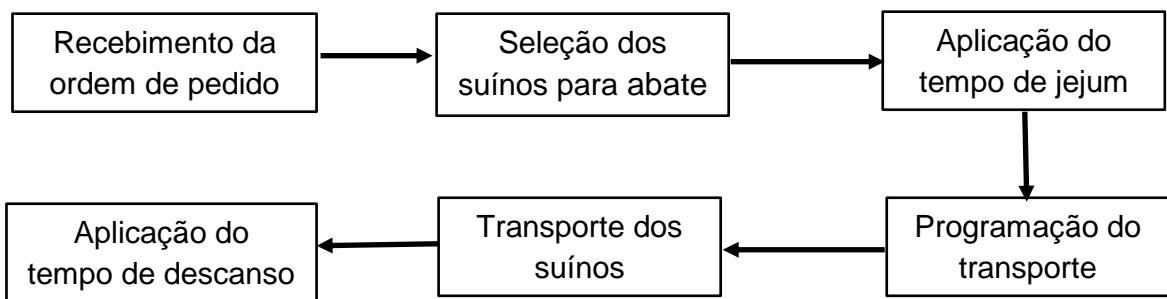


Figura 12. Fluxo de processos no período pré-abate de suínos.

Separados os animais, estes eram privados de alimentos, sendo oferecido somente água durante um período mínimo de seis horas. Enquanto os animais estavam em jejum pré-abate, o produtor realizava a programação de transporte, ou seja, determinava o veículo a ser utilizado, a densidade de carga, o motorista, o horário de transporte, gerava a documentação necessária específica para o transporte de animais, entre outros detalhes.

A densidade de transporte foi determinada a partir da aplicação da Equação 8.

$$D = \frac{P \times N}{A} \quad (8)$$

Em que, D = densidade (kg/m^2); P = peso médio dos animais (kg); N = número dos animais transportados; A = área do piso da carroceria de transporte (m^2)

A densidade de transporte utilizada neste estudo, para CIES variou de 240 a 260 kg/m^2 ; na ASSP foi de 245 kg/m^2 .

Passado o tempo de jejum, os animais são movidos das baías pelos tratadores, geralmente em grupos de 5 a 6 animais por vez, embarcados no caminhão e transportados até a planta de abate, conforme a programação. No frigorífico, antes do desembarque dos animais, o caminhão é pesado e os dados de transportes são registrados.

Após o desembarque dos animais, os tratadores do frigorífico direcionam estes às baías de descanso. Os animais permanecem nas baías de descanso até o

momento de abate. O período de descanso depende dos procedimentos de cada frigorífico, podendo variar de 4 a 8 horas, além de estarem relacionados ao tempo de jejum pré-transporte e o tempo de transporte não devendo exceder 24 h. Durante este período, os suínos não são alimentados, sendo mantidos em dieta hídrica, por isso, o abate de animais foram programados para ocorrerem antes do período de 24 h de jejum, o que implica na programação da linha de produção do frigorífico.

Os veículos utilizados nos transportes dos suínos de CIES e ASSP apresentam características diferentes (Tabela 11).

Tabela 11. Característica dos veículos utilizados no transporte de suínos para abate

	CIES	ASSP
Carroceria	Madeira	Metálica
Tipo de plataforma	Fixa	Fixa
Peso líquido (kg)	8.400	19.300
Área total (m ²)	17,2	39,2
Área dos compartimentos (m ²)	8,6	4,9
Número de piso	2,0	2,0
Número de compartimentos	4,0	16,0
Comprimento (m)	7,0	16,0
Largura (m)	2,4	2,4
Ventilação	Natural	Natural
Densidade (kg/m ²)	251	245

Para o monitoramento do ambiente dos suínos terminados para abate, iniciou a instalação dos equipamentos na granja, durante o tempo de jejum. Os equipamentos foram instalados próximo as baías dos suínos selecionados para o abate. As medições da temperatura (Ta), umidade (UR), velocidade do vento (Vv) e ruídos (R) foram realizadas a cada 5 minutos (MCGLONE et al., 2014a) durante um período de 120 minutos seguidos, com exceção das imagens termográficas que seguiram procedimento diferente. No momento do embarque dos animais, os equipamentos foram retirados do galpão da granja e transferidos para a carroceria do caminhão de transporte. A medição da Ta e da UR iniciaram com o embarque do primeiro animal na granja até a saída do último animal durante o desembarque no frigorífico, quando os equipamentos foram retirados da carroceria e transferidos para as baías de descanso na planta de abate. A medição da velocidade do vento (Vv) e a velocidade de caminhão (Vc) iniciaram quando o veículo começou a se mover em direção à planta

de abate. A duração da medição dependeu do tempo de transporte: para a CIES foi de 76 minutos para o primeiro carregamento e 60 minutos para o segundo carregamento; para a ASSP, o tempo foi de 129 minutos.

Apesar de ambas as granjas seguirem alguns procedimentos de logística pré-abate de acordo com o Manual Brasileiro de Boas Práticas Agropecuárias na Produção de Suínos e Boas Práticas no Embarque de Suínos para Abate (DIAS et al., 2011; DALLA COSTA et al., 2012), as granjas apresentaram alguns pontos divergentes (Tabela 12).

Tabela 12. Característica dos procedimentos utilizados pelas granjas em CIES e ASSP

	CIES	% CIES	ASSP	% ASSP
Separação dos animais	A	5,0	A	5,0
Limpeza dos animais	A	5,0	A	5,0
Tempo de Jejum	AP	2,5	AP	2,5
Dieta hídrica	A	5,0	A	5,0
Corredores limpos e sem obstáculos	AP	2,5	N	-
Rampas adequadas	A	5,0	N	-
Rampas com maravalha	N	-	A	5,0
Caminhão desligado	N	-	A	5,0
Condução calma dos animais	N	-	N	-
Movimentação de animais em grupos de até 3	AP	2,5	N	-
Não aplicar bastão elétrico	A	5,0	N	-
Aplicar aspersão temperatura acima de 15°C	A	5,0	A	5,0
Grupo de embarcadores treinados	N	-	AP	2,5
Densidade adequada	A	5,0	A	5,0
Condução do veículo adequadamente	AP	2,5	A	5,0
Pesagem do caminhão saída da granja e chegada do caminhão	AP	2,5	A	5,0
Veículo com utilização de sombrite	N	-	N	-
Rampa de desembarque	N	-	A	5,0
Horário de coleta dos animais	N	-	N	-
Tempo de descanso	A	5,0	A	5,0
TOTAL	10,5	52,5	12,0	60

A = atende (valor 1,0); AP = atende parcialmente (valor 0,5); N = não atende (valor 0)

No frigorífico, os equipamentos foram instalados próximo as baías de descanso dos suínos. Estes não foram misturados com os demais, o que permitiu a continuidade do monitoramento dos mesmos animais sem interferências de outros. As variáveis Ta,

UR, Vv e R registradas no frigorífico seguiram os mesmos procedimentos adotados na granja, com a medição a cada 5 minutos com duração de 120 minutos.

O registro das imagens termográficas foi realizado aleatoriamente durante o período de jejum, transporte e descanso dos suínos. Foram realizadas três medições nas granjas relacionadas ao tempo de jejum com intervalo de 60 minutos para cada registro. As imagens foram capturadas aleatoriamente, focando em grupos de animais com uma distância variando de 1,0 a 1,5 m (CASTRO et al., 2013). Para determinação da temperatura superficial do animal (Ts), adotou-se a média encontrada a partir de 30 pontos distribuídos na área corporal dos animais (Figura 13).

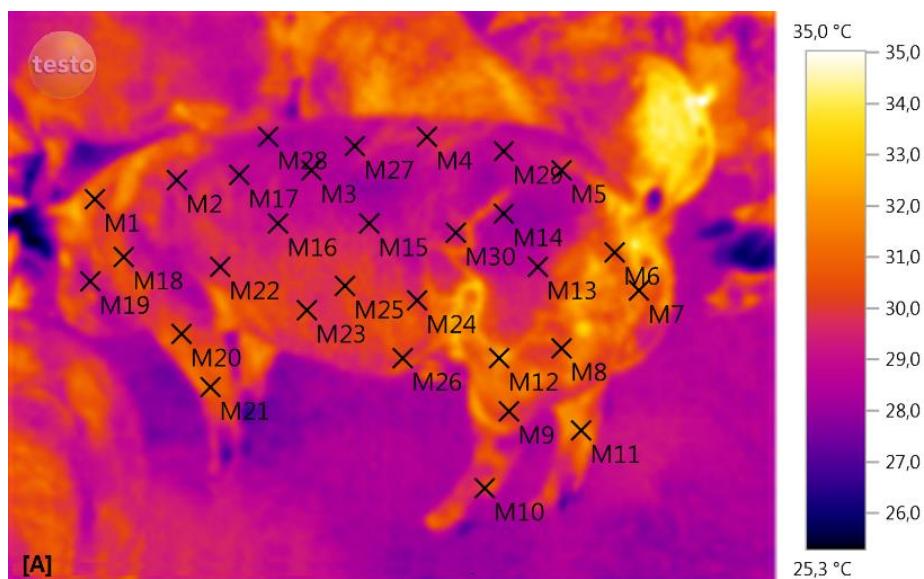


Figura 13. Imagem termográfica dos suínos para avaliação do microambiente da granja (emissividade 0,95)
Média = 29,5°C; mínima = 25,3°C; máximo = 35,0°C. Fonte: Adaptado de Testo IRSoft Versão 5.2

Durante o transporte, as medidas ocorreram durante o embarque dos animais, no meio do trajeto e no desembarque dos animais no frigorífico. As imagens foram capturadas aleatoriamente nas laterais e traseira do caminhão, focando em grupos de animais (Figura 14).

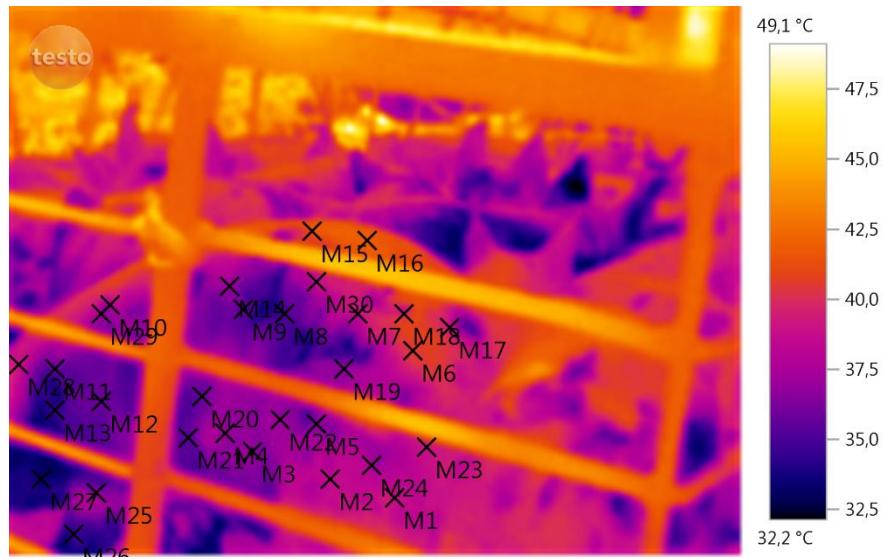


Figura 14. Imagem termográfica dos suínos para avaliação do microambiente da carroceria (emissividade 0,95)
Média = 40,1°C; mínima = 32,2°C; máximo = 49,1°C. Fonte: Adaptado de Testo IRSoft Versão 5.2

Nas baías de descanso, as imagens foram capturadas seguindo os mesmos procedimentos da granja, com três registros e intervalo de 60 minutos entre as medições (Figura 15).

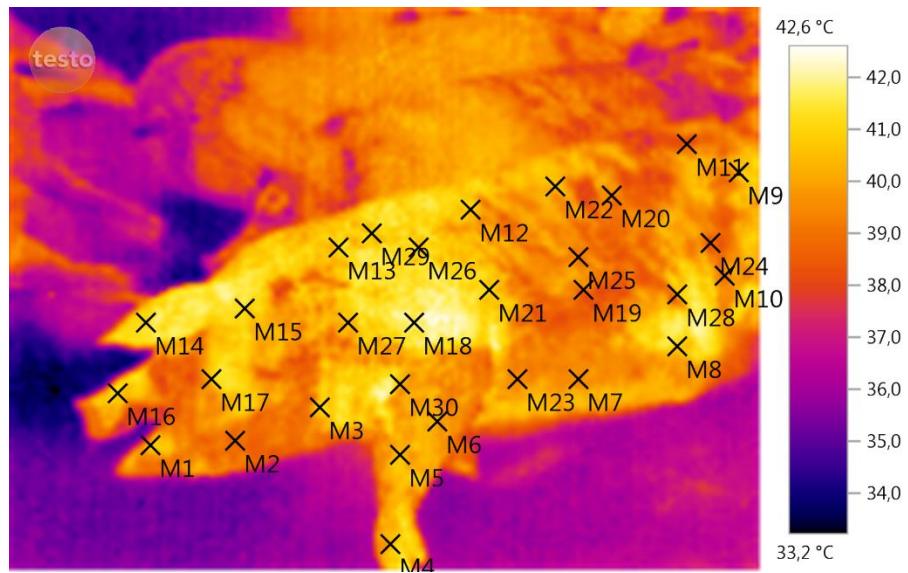


Figura 15. Imagem termográfica dos suínos para avaliação do microambiente do frigorífico (emissividade 0,95)
Média = 38,2°C; mínima = 33,2°C; máximo = 42,6°C. Fonte: Adaptado de Testo IRSoft Versão 5.2

Após o término das medições, os dados coletados foram transferidos para uma planilha *Excel*, para tabulação e análise.

3.9 Modelos estatísticos aplicados para análise dos dados

Para análise dos dados, alguns modelos estatísticos foram utilizados de acordo com o propósito da análise. Para análise do primeiro artigo que objetivou investigar se há diferenças entre as estações do ano nas condenações (perdas) ocorridas na cadeia da carne suína, aplicou-se o modelo estatístico inteiramente casualizados (BANZATTO e KRONKA, 2006; Equação 9).

$$Y_{ir} = \mu + E_i + \varepsilon_{ir} \quad (9)$$

Em que,

Y_{ir} = variável dependente grupo Normal ($i = 1, 2, 3$ e 4 ; r = repetições);

μ = media geral;

E_i = efeito da estação do ano i ;

ε_{ir} = erro aleatório associado a observação ir .

O segundo artigo estudou o efeito da logística pré-abate no conforto térmico dos suínos para abate. De forma mais específica, na investigação do efeito das variáveis e suas interações no conforto térmico dos animais, vem sendo aplicado em estudos sobre o bem-estar animal o delineamento fatorial (DAY et al., 2002; DALLA COSTA et al., 2007a; KILKENNY et al., 2009; LUDTKE et al., 2012). Desse modo, para a avaliação do conforto térmico dos animais nas três fases da logística pré-abate (L: J = jejum, T = transporte e D = descanso) em três escala de tempo (T: início = 1 h, durante = 2 h e término = 3 h), utilizou-se o delineamento fatorial 3^2 (DUARTE, 1996), Equação 10.

$$Y_{ijr} = \mu + L_i + T_j + (LT)_{ij} + \varepsilon_{ijr} \quad (10)$$

Em que,

Y_{ijr} = observação individual ($i = 1, 2$ e 3 para o fator L; $j = 1, 2$ e 3 para o fator T e r = repetições);

μ = média geral;

L_i = efeito do nível da Logística Pré-Abate i ;

T_j = efeito do nível da Escala de Tempo j ;

$L T_{ij}$ = efeito da interação entre a Logística i e o Tempo j ;
 ε_{ijr} = erro aleatório associado a observação ijr .

O terceiro artigo objetivou comparar duas programações de transporte de suínos no período da tarde, aplicou-se o delineamento inteiramente casualizados (BANZATTO e KRONKA, 2006), Equação 11.

$$Y_{ir} = \mu + T_i + \varepsilon_{ir} \quad (11)$$

Em que,

Y_{ir} = variável dependente ($i = 1$ e 2 ; r = repetições);

μ = media geral;

T_i = efeito da programação de transporte i ;

ε_{ir} = erro aleatório associado a observação ir .

O quarto artigo teve como objetivo verificar a existência de diferença entre duas condições climáticas no conforto térmico dos suínos durante as operações e transporte pré-abate. De modo geral, o delineamento blocos casualizados é recomendado em análises com a utilização do controle local com objetivo de melhorar a precisão da análise (BANZATTO e KRONKA, 2006). Nesse caso, fez-se necessária a aplicação do controle local devido os dados serem coletados em duas regiões diferentes (heterogêneas): Cachoeiro de Itapemirim (Espírito Santo) e Águas de Santa Bárbara (São Paulo). O modelo matemático para o cálculo da análise de variância é dado pela Equação 12 (BANZATTO e KRONKA, 2006).

$$Y_{ij} = \mu + TA_i + CC_j + \varepsilon_{ij} \quad (12)$$

Em que,

Y_{ij} = observação individual [i = número de tratamento (3); e j = número de repetições (2)];

μ = média geral;

TA_i = efeito do tratamento, com $i = 1, 2, 3$;

CC_j = efeito de bloco, com $j = 1, 2$;

ε_{ij} = erro aleatório associado a observação ij .

O quinto artigo investigou o efeito das estações do ano e da distância de transporte na perda de peso vivo, taxa de mortalidade e animais inaptos, e a interação entre os fatores estação e distância de transporte. Assim, adotou-se o modelo estatístico fatorial 2 x 4 para testar a hipótese (DUARTE, 1996), Equação 13.

$$Y_{ijr} = \mu + E_i + D_j + (ED)_{ij} + \varepsilon_{ijr} \quad (13)$$

Em que,

Y_{ijr} é a variável dependente ($i = 1$ e 2 para o fator E; $j = 1, 2, 3$ e 4 para o fator D e $r =$ repetições);

μ é a média geral;

E_i = efeito da estação do ano i ;

D_j = efeito da distância de transporte j ;

$(ED)_{ij}$ = efeito da interação entre estação do ano i e a distância de transporte j ;

ε_{ijr} é o erro aleatório associado com cada observação.

3.10 Softwares utilizados para análise de dados

Para a análise das imagens termográficas foi utilizado o software IRSofT, versão 2,5. O software possibilita uma fácil avaliação das imagens termográficas, gerando relatórios e banco de dados (TESTO, 2015).

Para determinação da temperatura de bulbo úmido, utilizou-se o programa PSICROM (RORIZ, 2003). As variáveis para a estimativa da temperatura de bulbo úmido exigidas pelo programa são a altitude local, temperatura de bulbo seco e umidade relativa do ar.

Para o tratamento dos dados e análise estatística foram utilizados dois softwares de estatística: SAS (*Statistical Analysis System*), versão 9 e o STATISTICA, verão 7. O ambiente SAS possibilita a análise estatística dos dados a partir da utilização de códigos de programação, conhecidos como 'rotina do ambiente SAS'. O SAS disponibiliza rotinas estatísticas para análises de regressão, análise de variância, análises multivariadas (LOPES, 2006).

O software STATISTICA é mais interativo do que o SAS e oferece diversas opções de análise sem a necessidade da inserção de rotinas de programação. De acordo com Statsoft (2015), a linha do software Statistica consiste numa linha completa e integrada de soluções analíticas. A seleção dos procedimentos no SAS e no STATISTICA aplicados para análise dos dados desta pesquisa, seguiu de acordo com a finalidade de cada análise (Tabela 13).

Tabela 13. Procedimentos do SAS e STATISTICA utilizados para análise dos dados.

Procedimento	Finalidade
PROC MEANS	Estatística descritiva, número de observações, média, desvio padrão, valor mínimo e máximo, erro padrão, variância e CV%
PROC UNIVARIATE	Estatística descritiva, com ‘plots em box’ de distribuição, tabelas de frequência e teste de normalidade. Observação do teste de Shapiro-Wilk, para determinação da normalidade dos dados
PROC NPAR1WAY	Análise aplicada a dados não paramétricos, teste Kruskal-Wallis.
CORRELATIONS	Gerar coeficientes de correlação entre as variáveis analisadas: Spearman
PROC CORR	Gerar coeficientes de correlação entre as variáveis analisadas: Pearson
ANOVA	Análise de variância para testar um conjunto de mais que duas médias
PROC GLM	Análise de variância para dados não balanceados, ou seja, quando o tamanho da amostra difere para cada grupo.
MEANS / TUKEY	Teste para comparar todo e qualquer contraste entre duas médias de tratamentos.
PROC TTEST	Teste de hipótese para verificar se a média de duas populações são iguais.

Fonte: Adaptado de Lopes (2006); StatSoft (2015).

Além disso, o *Microsoft Excel* também foi utilizado para análises mais simples, como cálculos de equações simples, análises descritivas dos dados e geração de gráficos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e discussões apresentados neste estudo estão divididos em seis tópicos, o primeiro se refere a caracterização das granjas analisadas; do segundo ao sexto os cinco artigos estruturados com introdução, detalhamento dos materiais e métodos, resultados e discussão, conclusão e referências.

Neste trabalho, os artigos apresentados foram adaptados das versões originais, para melhor discussão dos resultados e responder os objetivos deste estudo, seguindo o mesmo formato da tese. Além disso, os trabalhos originais foram submetidos em língua inglesa, contudo preferiu-se adotar a língua portuguesa para composição do texto da presente tese. O primeiro artigo investigou as perdas na indústria da carne suína; do segundo até o quarto artigo buscou-se identificar os efeitos dos fatores da logística e do transporte pré-abate no conforto térmico dos animais; o quinto artigo investigou a influência climática das estações do ano e da distância nas perdas ocorridas durante o pré-abate (Tabela 14).

Tabela 14. Relação entre os artigos e os objetivos específicos

Artigos	Objetivos específicos	Questões específicas de pesquisa
1	Identificar as principais perdas ocorridas na indústria da carne suína e as principais causas, devido à logística pré-abate.	Qual a influência das estações do ano nas perdas da cadeia durante o pré-abate?
2	Contextualizar a gestão da logística pré-abate de suínos em regiões tropicais.	Qual o impacto da logística pré-abate no conforto térmico dos suínos?
3	Verificar as operações de transporte pré-abate de suínos, considerando: embarque, trajeto, desembarque.	Os processos do transporte pré-abate impactam no conforto térmico dos suínos?
4	Comparar as operações de transporte pré-abate em condições climáticas diferentes;	Ocorrem diferenças entre duas condições climáticas durante o transporte pré-abate no conforto térmico dos animais?
5	Determinar a distância econômica para o transporte de suínos em regiões tropicais.	Qual a influência das distâncias de transporte e das estações do ano nas perdas ocorridas durante o transporte?

A partir da pesquisa exploratória foi possível identificar os fatores que afetam os suínos durante o transporte pré-abate e que já estão sendo estudados por diversos autores, como: alta densidade de animais, estação do ano, o sistema de aspersão, distância, o tempo de jornada, o modelo da carroceria, a velocidade do vento, temperatura e umidade (TERLOUW, 2005; DALLA COSTA et al., 2007b; OCHOVE et al. 2010; SILVEIRA, 2010; LUDTKE et al., 2012, MCGLONE et al., 2014a). Desta forma, o presente trabalho complementa as pesquisas já realizadas e contribui para as análises voltadas ao estresse que o animal é submetido durante o transporte, por meio da avaliação do efeito do microambiente da carroceria no conforto térmico dos suínos para abate, e do transporte de curta e longa distância em diferentes estações do ano.

Com base na pesquisa, nota-se que a logística pré-abate é um assunto recente que ainda não discute a cadeia da carne suína, e as operações de transporte em regiões de clima tropical. Os trabalhos no campo das operações de transporte no Brasil, vêm sendo realizados, principalmente, pela Embrapa Suínos e Aves que, no decorrer dos anos, testou o modelo de carroceira, o tempo de jejum, a densidade, estação do ano. A pesquisa requer um aprofundamento e exploração do campo literário sobre o tema abordado, no intuito de entender o comportamento da cadeia produtiva de carne suína e analisar a logística pré-abate que envolve, principalmente, os elos da cadeia, o produtor e a indústria de abate, por meio de uma visão sistêmica (PEREZ et al., 2009).

Os resultados e a condução das discussões apresentados no presente estudo estão baseados nas análises dos dados extraídas por métodos estatísticos, assim como pelo aprofundamento do conhecimento nas bases científicas de pesquisa, pela técnica de observação aplicada nos estudos de caso e pelas visitas técnicas realizadas, participação em congresso da área e reuniões com organizações envolvidas com a produção e transporte de suínos. Informações importantes sobre a atividade foram obtidas com a aplicação da pesquisa de campo, como os procedimentos aplicados em cada fase do período pré-abate, técnicas de separação e movimentação de animais, embarque e desembarque; além de observar os problemas de infraestrutura de produção e transporte, problemas sociais que envolvem a mão-de-obra, falta de capacitação e alta rotatividade de funcionários nas funções mais básicas das operações (tratadores e embarcadores de animais). Em geral, acredita-se que os funcionários almejam por condições de trabalho melhores e

buscam a capacitação, o estudo. Contudo, pelo relatado nas visitas pelos gerentes das granjas e pelas percepções obtidas das conversas informais com os próprios tratadores, nem sempre esse pensamento reflete a realidade. Alguns tratadores de animais relataram que não pretendem estudar ou aperfeiçoar na profissão, pois acreditam que não precisam obter os conhecimentos teóricos, pois o conhecimento empírico obtido dia-a-dia já é o suficiente para o desempenho do trabalho. Outros se acham velhos demais para o estudo ou treinamento e acreditam ser desnecessário para atividade. Nesse contexto, capacitar o tratador de animais para aplicação de técnicas de bem-estar animal se torna difícil, devido ao desinteresse dos próprios funcionários para o aprendizado.

O gerenciamento das práticas aplicadas na produção e no período pré-abate deve ser analisado com calma pela gerência e planos de melhoria da mão-de-obra desenvolvidos, para ‘quebrar paradigmas’ que levam aos maus tratos²⁴ dos animais durante o processo produtivo. A partir das visitas técnicas realizadas, alguns problemas foram detectados, sendo considerados neste trabalho:

- Mão-de-obra inadequada no manejo de animais;
- Dificuldade na padronização das atividades do período pré-abate;
- Falta de planejamento na coleta de animais;
- Carrocerias inadequadas ao transporte de animais e ao tratador;
- Não se aplicam carrocerias fechadas no transporte de suínos terminados em regiões tropicais, devido às questões técnicas, necessidade de climatização do veículo, o que inviabiliza o projeto;
- Sistema de aspersão não pode ser utilizado durante o trajeto, devido ao impacto ambiental.
- Coordenadores, gerentes, supervisores não acompanham a atividade, apenas comunicam os envolvidos sobre o carregamento.

Ambas as granjas adotam equipamentos e métodos de trabalhos diferentes para a produção e o transporte dos animais, o que pode estar relacionado ao tipo de estratégia de negócio adotado. O produtor da CIES, por ser independente, assume risco estratégicos, pois sem a parceria entre produtor-indústria, está mais

²⁴ Termo utilizado para indicar práticas inadequadas durante o processo produtivo dos animais e no período pré-abate, devido ao desconhecimento dos impactos destas no desempenho dos animais.

condicionada às flutuações de mercado do que os produtores integrados às grandes indústrias de processamento, como no caso da ASSP.

Apesar de ambas as granjas adotarem o sistema intensivo de produção de suínos, a CIES apresentou uma postura de granja de agricultura familiar, com o envolvimento na atividade do proprietário, da esposa e do filho, enquanto a ASSP apresentou uma postura de granja industrial, sendo gerenciada diretamente por funcionários contratados e por sistema de unidade familiar de trabalhadores.

Com relação às perdas, a CIES apresenta perdas próximas de 10% enquanto a ASSP uma perda de produção no galpão terminação estimada em 1,5% e, no transporte, de 1,8% (total = 3,3%). Essas perdas não podem ser relacionadas somente às condições de tratamento que cada granja adota para produção e transporte dos animais, mas a outros fatores como a localização das granjas e as condições climáticas que diferem de região para região, ao tipo de veículo utilizado, entre outros.

O item 4.1 apresenta a caracterização das granjas observadas neste estudo, com os detalhes de produção e procedimentos adotados durante o período pré-abate, e técnicas e equipamentos utilizados.

4.1 Caracterização e comparação das granjas

4.1.1 Cachoeiro do Itapemirim-Espírito Santo (CIES)

A granja comercial independente de ciclo completo, localizada em Cachoeiro do Itapemirim-ES, dispõe de 25 funcionários, sendo quatro funcionários responsáveis pelos galpões de terminação e procedimentos aplicados durante o período pré-abate quanto a separação dos animais, limpeza, aplicação de jejum, movimentação e embarque dos animais no caminhão de transporte.

A granja tem capacidade para alojamento de 960 matrizes, com dezessete galpões, sendo nove destinados à terminação, três à creche, dois à maternidade, dois à gestação e um à reprodução. As matrizes realizam até cinco ciclos de produção, cada um com duração de 115 dias. O ciclo de produção do suíno era de 156 dias, desde o nascimento até a terminação do animal, pronto para abate, representando 2,26 lotes/ano (Figura 16).

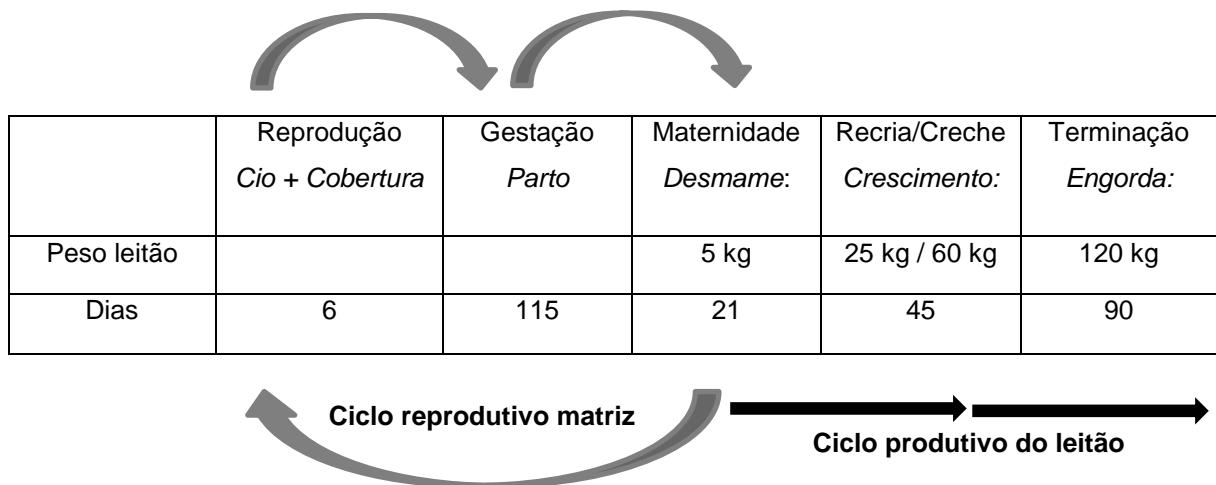


Figura 16. Ciclo reprodutivo da matriz e produtivo do leitão.

A granja adota o programa de biossegurança para assegurar a sanidade do rebanho. Todos os funcionários antes de acessar os galpões devem passar pelos procedimentos da barreira sanitária. A barreira sanitária dispõe de banheiro coletivo onde todos devem tomar banho e trocar suas roupas particulares por uniformes disponibilizados pela granja. Caso qualquer funcionário precise sair da granja e retornar deverá passar novamente pela barreira sanitária. A higienização das baias e galpões é diária, o que ajuda no controle de pragas e roedores. Durante os três dias de acompanhamento dos procedimentos da granja não se observou a presença de

moscas nos galpões. Isto é um indicador visível de biossegurança, corredores limpos, baias limpas e animais limpos.

Os suínos terminados para abate são padronizados para o mercado com 120 kg, sendo esse padrão alterado apenas com a especificação do cliente. A granja tem o sistema de produção independente, possui uma demanda semanal de 490 suínos, sendo que 92% desse total é absorvido por uma única planta industrial de abate localizada em Atílio Vivácqua/ES.

O galpão de terminação é composto por 16 baias, sendo oito baias para cada lado de um corredor central. Cada baia tem 55 m², altura da mureta de 0,8 m, porta e corredor com largura de 1,0 m. Cada baia com capacidade para alojar 45 animais, densidade de aproximadamente 98 kg/m² ou 1,2 m²/animal. A densidade adotada pela granja segue os princípios de boas práticas de produção (DIAS et al., 2011). Desta forma, a capacidade de cada galpão de terminação é para 720 animais e a granja total de 6.480 animais. A taxa de mortalidade da granja, incluindo todos os ciclos e o período pré-abate é de aproximadamente 10%.

Os galpões são equipados com comedouros e bebedouros, sendo um comedouro por baia e quatro bebedouros tipo chupetas pendurados na altura da boca dos animais. Ventilação natural com manejo de cortinas para controle do ambiente. A principal ração dos animais é composta de farelo de soja e milho. A quantidade de ração consumida é de, aproximadamente, 800 toneladas/mês e custo estimado de R\$ 435.120,00, o que equivale a R\$ 42,16 por animal/mês.

Quatrocentos e noventa animais são enviados para abate toda semana, utilizando veículo próprio. O caminhão Mercedes-Benz, modelo 1718, carroceria dupla de madeira, com dois compartimentos por piso, teto aberto, com capacidade para 70 animais (Figura 17).



Figura 17. Carroceria para transporte de animais em CIES.

Para o embarque dos animais foi construída um corredor externo com piso e paredes de concreto que acompanha o corredor interno do galpão construído com ardósia e direciona os animais até a rampa de embarque. A rampa de embarque utilizada pela granja de ciclo completo (CC) é de madeira e fixada no piso do corredor com braçadeiras que permite a sua movimentação para cima e para baixo, para regular a altura conforme o piso do caminhão. O corredor externo, que faz a conexão entre o corredor interno e a rampa tem 1,10 m de largura e 0,80 m de altura. A rampa tem um comprimento de 3,10 m 1,0 m de largura, ângulo de 20 graus (Figura 18). A largura do corredor e da rampa são adequados ao embarque dos animais, conforme o Manual de Boas Práticas (DIAS et al., 2011). Contudo, apesar do corredor e a rampa estarem dentro das medidas recomendadas, o mesmo se encontra exposto à radiação solar ou chuvas, sem cobertura. A granja não tem um planejamento de coleta de animais junto ao cliente, transportando os animais durante o período da tarde, o que pode contribuir com as perdas, principalmente durante a estação do verão, com temperaturas elevadas e taxa de umidade relativas baixas.



Figura 18. Corredor e rampa de embarque de animais em CIES.

Durante o embarque, os tratadores utilizam as tábuas de manejo e sacos de sisal para orientar os animais, além disto fazem uso dos chocalhos feitos com garrafas de refrigerantes e pedras dentro. Aproximadamente seis animais são movimentados por vez. A utilização dos chocalhos e tábuas de manejo estão de acordo com as orientações do Manual de Boas Práticas (DIAS et al., 2011; DALLA COSTA et al., 2012). O transporte pré-abate iniciou às 13:11 h e finalizou as 14:57 h. A duração do embarque foi de 24 minutos, a viagem de 76 minutos e o desembarque de 7 minutos.

A distância percorrida foi de 45 km até o frigorífico, que se localiza em Atílio Vivacqua/ES, sendo que 4 km corresponde a uma estrada de terra e 41 km, de rodovia pavimentada. No frigorífico, o veículo foi pesado para determinar o peso da carga na chegada. Após a pesagem, o veículo foi destinado à área de desembarque (Figura 19). A rampa de desembarque no frigorífico é metálica e inclinação acima do recomendado pelas Boas Práticas de Produção.



Figura 19. Rampa de desembarque dos animais transportados de CIES.

Após o desembarque, os animais são direcionados às baias de descanso onde permanecem até o momento do abate. Os animais são mantidos em lotes separados de outros lotes, o que é saudável para os animais, uma vez que não ocorre a mistura dos lotes, evitando brigas, estresse, escoriações, lesões e cansaço nos animais.

As baias de descanso apresentam comprimento e largura iguais de 5 m, altura de 0,90 m, com capacidade para 25 suínos. Dessa forma, a densidade da baia de descanso é de 1,0 m²/animal ou 120 kg/m². As baias de descanso são equipadas com sistema de aspersão que são acionados com a chegada dos animais para reduzir o estresse térmico dos animais. Além disso, as baias estão equipadas com bebedouros tipo chupeta para hidratação dos animais.

4.1.2 Águas de Santa Bárbara-São Paulo (ASSP)

A unidade de terminação (UT), localizada em Águas de Santa Bárbara, está integrada à agroindústria, dispõe de 100 funcionários, sendo mantido sistema de produção de unidade familiar, em que cada família é responsável por dois galpões de terminação quanto ao processo de produção dos animais. A UT mantém uma equipe de três funcionários responsáveis somente para a atividade de embarque de todos os

animais da granja. Nesse sistema, a agroindústria produz o animal e também realiza o abate, contando com frigorífico próprio na região de São Paulo. A agroindústria tem outras unidades de terminação, e de produção de leitões e maternidades em outros municípios do Estado de São Paulo.

A UT tem capacidade para alojamento de 41.600 leitões, com vinte e seis galpões. Os animais destinados à terminação chegam a UT com 60 dias e permanece por mais 100 dias aproximadamente, quando alcançam o peso comercial de 120 e/ou 130 kg. Trinta por cento da produção de suínos da UT são abatidos no próprio frigorífico da agroindústria, localizada no município de Cerqueira César, São Paulo e 70% são comercializados para grandes varejistas do país.

Cada galpão de terminação é composto por 20 baias, dez baias para cada lado de um corredor central, tanto horizontal como vertical. Cada baia com 70 m², altura da mureta de 0,85 m, porta e corredor com largura de 0,8 m. Cada baia com capacidade para alojar 80 animais, totalizando 1.600 animais por galpão. A densidade da baia é 137,1 kg/m² ou 0,87 m²/animal, abaixo do limite exigido pelas boas práticas de produção e de bem-estar animal (DIAS et al., 2011). O índice de perda na UT está estimado em 1,5% por ciclo²⁵. Dias et al. (2011) recomendam meta de desempenho, o produtor deve trabalhar com perda < 1,5%.

As baias são equipadas com bebedouros e comedouros, ventiladores para auxiliar na ventilação do ambiente. Cada baia dispõe de três comedouros e quatro bebedouros (20 animais por bebedouro); um ventilador para atender duas baias. A ventilação principal é a natural, contudo em dias mais quentes, acima dos 30°C, os funcionários acionam os ventiladores para propor condições melhores ambientais para os animais. A ração fornecida aos animais é composta de farelo de soja e milho, e outras fontes de proteínas, tais como: cacau, sorgo, trigo. A quantidade de ração consumida era de, aproximadamente, 2.366 toneladas/mês e custo de R\$ 1.656.200,00, o que equivale a R\$ 39,81 por animal/mês.

A agroindústria realiza entre 48 a 60 carregamentos de animais para o próprio frigorífico. Cada veículo tem capacidade para o transporte de 160 animais, variando o volume de abate entre 7.680 a 9.600 animais/mês. Antes do transporte pré-abate os animais são mantidos em jejum por um período estimado de 6 h. Dessa forma, os

²⁵ O ciclo de produção do cevado na fase de terminação, corresponde ao tempo que o leitão leva, desde a entrada na unidade até estar pronto para abate. No estudo de caso, o tempo de alojamento do cevado na terminação é de aproximadamente 100 dias, o que representa 3,31 lotes/ano.

manejadores retiram o alimento e mantém os animais somente com o fornecimento de água (DALLA COSTA et al., 2012).

A UT dispõe de seis carretas metálicas, cada uma com dois pisos, dezesseis compartimentos, distribuídos igualmente entre o primeiro e segundo piso, para a realização do transporte de animais (Figura 20).



Figura 20. Carroceria para transporte de animais em ASSP.

Na entrada da UT existem rodolúvios, para a higienização dos veículos antes da entrada na granja, garantindo assim a biossegurança dos animais. Além disso, por questões de biossegurança existe a barreira sanitária para entradas das pessoas: todas as pessoas antes de acessar a granja devem tomar banho e trocar de roupas, colocando o uniforme da granja para evitar contaminação dos animais.

Para o embarque dos animais, a UT utiliza uma rampa móvel, metálica sob pneus, no formato 'L', com comprimento 5,2 m e largura 0,8 m (Figura 21). A rampa de embarque é instalada direto no chão frente ao corredor do galpão, por onde os animais são conduzidos, chegando a altura de 3,2 m. A rampa apresenta ângulo acima do recomendado não sendo adequada ao embarque dos suínos, além disso trepida durante o embarque dos suínos, faz barulhos que assustam os animais e por ser estreita, permitiu a passagem de apenas um animal por vez, gerando tumulto e, às vezes, queda de animais. Além disso, a rampa não tem cobertura permitindo a exposição dos animais à radiação solar e chuvas. A Unidade de Terminação mantém três funcionários (manejadores) para realizar o embarque dos animais; contudo no frigorífico, o motorista é responsável pelo desembarque dos animais, não havendo auxiliares para essa tarefa. A UT não apresentou também um planejamento de coleta adequado dos animais, pois transporta os animais em diversos horários do dia,

incluindo o período da tarde, e não adota um planejamento de transporte para períodos chuvosos.



Figura 21. Rampa móvel utilizada para embarque de animais em ASSP.

Durante o embarque, os tratadores faziam uso de bastão elétrico enquanto no desembarque utiliza-se jato d'água. O uso de bastão elétrico não é recomendado pelas práticas de bem-estar animal (LUDTKE et al., 2012), sendo este aplicado somente quando for extremamente necessário. O transporte pré-abate iniciou às 13:47 h e finalizou as 17:02 h. A duração do embarque foi de 39 minutos, a viagem de 129 minutos e o desembarque de 25 minutos (Figura 22).

O tempo de transporte foi de 2 horas 09 minutos, percorrendo uma distância de 60 km da granja ao frigorífico localizado em Cerqueira César, sendo que 28 km correspondiam a estrada de terra e 32 km de rodovia asfaltada.



Figura 22. Embarque de suínos com emprego de bastão elétrico.

Após o embarque dos animais, o caminhão seguiu para a área de pesagem, para realizar a pesagem dos animais (Figura 23), assim como retirar os documentos de transporte de animais.



Figura 23. Pesagem dos animais na saída da granja em ASSP.

Na chegada ao frigorífico, a carreta foi pesada novamente para determinar o peso da carga na chegada e estimar se houve perda durante a operação de transporte. Após a pesagem, a carreta foi destinada a área de desembarque (Figura 24). De acordo com as informações fornecidas pelo frigorífico a taxa de mortalidade ocorrida durante o transporte corresponde a 1,8%, e os gerentes estão trabalhando

para reduzir essas perdas, por meio de práticas de bem-estar empregadas durante as operações de transporte.



Figura 24. Rampa de desembarque para suínos

A rampa do frigorífico é fixa de concreto e piso emborrachado antiderrapante, espaçosa, com leve inclinação para ajudar na locomoção dos animais. A rampa estava limpa e permitia ambiente adequado ao suíno, pois permite a orientação com calma e em grupos de animais, sem tumulto. Após o desembarque, os animais são direcionados às baías de descanso onde permanecem até o momento do abate, sendo mantidos em lotes separados.

As baías de descanso apresentam comprimento e largura iguais de 7,5 m, altura de 1 m e corredor amplo de 1,5 m. A densidade da baia de descanso é de 1,25 m²/animal. Para manter o conforto térmico dos animais, o frigorífico programa as coletas dos animais no período noturno. A linha de abate é abastecida sempre no período da noite anterior, assim, animais são preparados para serem abatidos no dia seguinte à chegada. O tempo de descanso dos animais no frigorífico pode variar entre 8 a 14 horas, dependendo do horário de chegada ao frigorífico (início ou fim da noite).

4.2 Impacto da amplitude térmica na perda de produtividade de suínos em condições tropicais

Artigo aceito pela *American Society for Agricultural and Biological Engineers* (ASABE), texto original em inglês e intitulado “***Thermal amplitude impacts pig productivity loss in tropical conditions***”.

Este artigo foi elaborado com intuito de atender o objetivo específico 1: identificar as principais perdas ocorridas na indústria da carne suína e as principais causas, devido à logística pré-abate. Para tanto, foram analisadas as condenações ocorridas na indústria de processamento da carne suína, no período de 2010 a 2014, sob a responsabilidade do Serviço de Inspeção Federal do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (S.I.F/MAPA). O sistema de gestão da qualidade de alimentos tem como objetivo de garantir a qualidade dos produtos, segurança, rastreabilidade e redução das perdas e desperdícios. A qualidade dos produtos oriundos da carne suína no Brasil é assegurada pelo Serviço de Inspeção Federal (S.I.F.), que estabelece as normas de proteção à saúde e controle de doenças de produtos de origem animal.

4.2.1 Introdução

A preocupação mundial da cadeia de suprimentos de alimento tem mudado ao longo dos anos. O aumento da população mundial leva a reflexão se as fontes de alimentos do mundo irão satisfazer todas as necessidades humanas por proteínas vegetais, proteínas animais e água para os próximos anos (BERG, 2010; NÄÄS et al., 2010; FAO, 2011; KUMMU et al., 2012). A indústria de alimentos está cada vez mais focada em qualidade, eficiência, produtividade e custos. Por outro lado, o planeta está se tornando mais quente e as dificuldades na produção agrícola e pecuária tendem a aumentar (NÄÄS et al., 2010; RENAUDEAU et al., 2011). Nääs et al. (2010) avaliaram o risco de redução da capacidade de pastagem e o aumento dos custos da carne pelas mudanças na média do índice de chuva, temperatura do ar e a extensão da estação seca. Kummu et al. (2012) advertiram que as perdas e desperdícios de

alimentos impactam diretamente em três recursos: água doce, terras agrícolas e fertilizantes.

A produção mundial de alimentos está enfrentando o desafio de produzir com alta qualidade e produtividade em condições climáticas adversas, além disso ser mais eficiente na redução das perdas e desperdícios de alimentos nas próximas décadas (KUMMU et al., 2012; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012). A produção agrícola e pecuária são diretamente influenciadas pelas condições climáticas; portanto, a avaliação do impacto das condições climáticas na produção de alimentos é essencial (NÄÄS et al., 2010; RENAudeau et al.; 2011). As condições climáticas afetam todos os ciclos da produção de suínos desde a reprodução animal até a fase de terminação. Os suínos são altamente afetados pelo clima quente (KEPHART et al., 2014b). De acordo com Renaudeau et al. (2011), o principal fator das perdas na produção de suínos é devido ao estresse térmico por calor durante a criação e o transporte.

O Brasil é um país dividido em cinco regiões com condições climáticas diferentes, mas, em geral, é considerado um país tropical (PIRES et al., 2003). Nääs et al. (2010) apontaram que o aquecimento global parece ser menos intenso nos países de clima temperado do que para o Brasil. Aproximadamente 50% da produção brasileira de suínos está localizada na região Sul do país e isso se justifica por diversas razões. Na região, há uma grande imigração de europeus, muitas indústrias de alimentos, estrutura logística e condições climáticas mais amenas (BARCELLOS et al., 2011; EMBRAPA, 2013a). A produção brasileira de suínos está estimada em 38 milhões de cabeças, o processamento de carne suína de 3,3 milhões de toneladas, e aproximadamente 83% destinado ao consumo do mercado interno e 17% para o mercado externo (IBGE, 2014; FAS/USDA, 2015).

O sistema de qualidade na produção brasileira de carne suína tem-se desenvolvido gradualmente nas últimas cinco décadas. No Brasil, a qualidade desse tipo de alimento é assegurada pelo Serviço de Inspeção Federal (S.I.F), que foi fundada em 1919 (MAPA, 2015a). O S.I.F está vinculado ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que estabelece normas, regulamentos, práticas e procedimento para a proteção da saúde e controle de doenças de produtos de origem animal (MAPA, 2015a). No entanto, a qualidade dos produtos deve ser analisada considerando uma visão ampla, para garantir a segurança alimentar e reduzir as perdas de alimentos na cadeia de produção animal.

As perdas de alimentos são consideradas como uma redução do volume de alimentos ao longo da cadeia de suprimentos para o consumo humano (FAO, 2011). Para prevenir as causas das perdas de alimentos, a cadeia de suprimentos precisa ser estudada profundamente, para desenvolver estratégias de mitigação dos problemas.

O sistema de gestão da qualidade de alimentos deve buscar o atendimento das exigências e expectativas dos consumidores considerando a segurança alimentar, a rastreabilidade e a produção (TRIENEKENS e WOGNUM, 2013). De acordo com Dora et al. (2013), a gestão da qualidade tem tido um crescimento no setor de alimentos devido ao aumento das expectativas dos consumidores, regulamentações governamentais e o intensivo mercado competitivo.

Apesar dessas iniciativas e do esforço da indústria para o controle do processo e melhorar a qualidade, a dificuldade no controle do processamento da carne consiste devido à complexidade do processo. A qualidade da carne suína envolve atributos intrínsecos e extrínsecos, tais como: sensoriais, técnicos, nutrientes, sanitários e éticos (TERLOUW, 2005; PEREZ et al., 2009; WELKER et al., 2010; DIAS et al., 2011; TRIENEKENS e WOGNUM, 2013).

Em 2014, a produção mundial foi de aproximação de 110 milhões de toneladas de carne suína, onde a União Europeia, os EUA e o Brasil contribuíram com 74% (FAS/USDA, 2015). Certamente, esses números poderiam ter sido maiores com um sistema de gestão da qualidade eficiente adotado pela cadeia de suprimentos, principalmente, num sistema integrado entre granja, empresas envolvidas com a logística pré-abate e a indústria de processamento. Além disso, a melhoria do processo de produção na fazenda e na indústria poderia reduzir essas perdas e contribuir para os desafios da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO, 2011).

A proposta do presente estudo é identificar e classificar as principais causas das condenações de carcaça suína e estabelecer as perdas financeiras devido aos problemas de qualidades na granja, na logística pré-abate e no frigorífico. Além disso, verificar se há diferenças entre estações do ano nas condenações ocorridas na indústria da carne suína brasileira.

4.2.2 Materiais e Métodos

Para compreensão das principais razões de condenações de carcaça suína na indústria brasileira foram estudo os procedimentos adotados pelo S.I.F., considerando os potenciais riscos para contaminação da carne ou razões que tornem a carne inadequada para o consumo humano (Tabela 15).

Tabela 15. Procedimento para condenações de carcaças suína total ou parcial durante o processo de abate

Etapas	Procedimento	Indicação para condenação
1	Recepção de suínos	Suínos mortos na chegada; carcaça quebrada; lesões severas; sinais de estresse (suínos fatigados)
2	Limpeza de suínos	Suínos não limpos adequadamente antes do processo de abate são rejeitados pelo S.I.F.
3	Atordoamento	O incorreto processo de atordoamento pode causar lesões severas na carcaça.
4	Sangria	A sangria aplicada incorretamente causa sérios danos a carcaça.
5	Escaldagem	Escaldagem excessiva.
6	Depilação	Lesões severas na carcaça.
7	Evisceração	Evisceração retardada causa contaminação de carcaça. Depois do processo de evisceração, partes são inspecionadas pelo S.I.F. e se identificado algum tipo de doença ou parte fora do padrão da qualidade, as partes são também rejeitadas pelo S.I.F.
8	Corte	Durante a inspeção pelo S.I.F se for identificado algum tipo de doença ou fora do padrão da qualidade, a carcaça é rejeitada pelo S.I.F.
9	Refrigeração	S.I.F. controla a qualidade dos produtos refrigerados e inspecionam antes de liberar para a comercialização.
10	Corte e desossa	O processo de corte e desossa também é inspecionado pelo S.I.F e se for identificado algum tipo de doença ou cortes fora do padrão da qualidade, as partes são rejeitadas pelo S.I.F.

Base de dados e variáveis analisadas

O presente estudo utilizou duas bases de dados. A primeira base de dados (BASE1) foi obtida por meio do Sistema de Informação do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que mantém os registros de todas as causas de condenações ocorridas na indústria de carne suína, durante o período de 2010 a 2014 (MAPA, 2015b). A segunda base de dados (BASE2) foi providenciada pelo Instituto Nacional de Meteorologia que registra as condições climáticas do Brasil. Para determinação das estações do ano, a base foi selecionada por mês para o período 2010 a 2014 (INMET, 2015).

A BASE1 foi organizada em duas partes:

- a) As partes das carcaças suínas rejeitadas pelo S.I.F, tais como: pulmão (PL), rins (RI), fígado (FI), coração (CR), intestino (IT), Baço (BA), língua (LI), Cabeça (CB), carcaça (CC), estômago (ET), pé (PE), cauda (CD), quarto traseiro (QT), meia carcaça (MC), quarto dianteiro (QD), miolo (MI), pâncreas (PC), esôfagos (ES) e diafragma (DI);
- b) As principais razões (diagnósticos) para rejeição das partes de carcaça suína durante o período, baseado na Análise de Pareto: Contaminação (CO); Cisto Urinário (CRR); Nefrites (NEF); Pneumonia (PNU); Congestão (COG); Enfisema (EFA); Pericardites (PCD); Suínos asfixiados (SAX); Perihepatites (PHP).

A BASE2 foi organizada pelas estações verão, outono, inverno e primavera para o período de 2010 a 2014. As variáveis consideradas foram a temperatura máxima (TMAX), temperatura mínima (TMIN), amplitude térmica (ATC) e o índice de temperatura e umidade máximo (ITU), calculado baseado na temperatura máxima (Tabela 16). Para calcular o índice de temperatura e umidade máximo, a Equação 14 foi aplicada como sugerido por Roller e Goldman (1969).

$$ITU = 0,45 \, tbu + 1,35 \, tbs + 32 \quad (14)$$

Em que, tbu = temperatura de bulbo úmido ($^{\circ}\text{C}$) e tbs = temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$)

Para determinar o conforto térmico dos animais para o período, foram consideradas as faixas de conforto para ITU calculado abaixo de 75 (CF), zona de alerta para ITU acima de 75 (AL), zona de perigo entre 79 e 83 (PR) e emergência acima de 84 (EM) (BARBARI e CONTI, 2009).

Tabela 16. Resumo das médias das condições climáticas brasileiras no período 2010 a 2014.

Estação	Ano	TMAX*	TMIN	ATC (°C)	VAR TMAX (°C)	ITUM	ITUM ⁺ (grupo)
Verão	2010	30,97	21,66	9,30		86,24	EM
	2011	29,99	21,32	8,67	-0,98	84,73	EM
	2012	30,06	20,82	9,24	0,07	84,62	EM
	2013	30,26	20,95	9,38	0,20	84,97	EM
	2014	30,70	21,39	9,28	0,44	85,75	EM
Outono	2010	27,20	17,40	9,80		79,53	PR
	2011	26,98	17,27	9,72	-0,22	79,24	PR
	2012	26,97	17,79	9,19	-0,01	79,36	PR
	2014	27,34	18,21	9,13	-0,25	79,92	PR
Inverno	2010	26,93	16,22	10,71		78,47	AL
	2011	26,88	16,06	10,73	-0,05	78,32	AL
	2012	27,23	16,37	10,86	0,35	79,21	PR
	2013	27,30	15,90	11,08	0,07	79,35	PR
	2014	27,40	17,10	10,30	0,10	79,58	PR
Primavera	2010	28,97	19,67	9,30		82,55	PR
	2011	28,55	19,59	8,96	-0,42	81,94	PR
	2012	30,01	20,60	9,41	1,46	84,34	EM
	2013	29,22	20,05	8,96	-0,79	83,18	EM
	2014	29,78	20,40	9,37	0,56	84,07	EM

*De acordo com Kephart et al. (2014b), temperatura $\geq 26,7^{\circ}\text{C}$ para condição quente; ⁺De acordo com Barbari e Conti (2009), EM = Emergência; PR = Perigo; AL = Alerta. Fonte: Adaptado de INMET (2015).

Análise estatística dos dados

No primeiro momento foi realizada a estatística descritiva usando o banco de dados 2010 a 2014. Para proceder à análise, os dados foram tabulados usando o MS Excel e aplicado à análise de Pareto. Adotando a regra de 80/20 foi identificado que 20% das partes de carcaças suínas rejeitadas são responsáveis por mais de 80% das rejeições realizadas pelo S.I.F.

Posterior, o teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para analisar a normalidade dos dados. A ANOVA foi aplicada para as variáveis com distribuição normal: TMIN, ITUM, PL, RI, FI, CR, IT, BA, LI, CB, ET, PE, QD, MI, ES, CO, CRR, NEF, PNU, COG, EFA, SAX e PHP, classificado como grupo Normal. O teste Kruskal-Wallis foi aplicado para as variáveis TMAX, ATC, CC, CD, QT, MC, PC e DI classificado como grupo Não-Normal.

Para a análise do grupo Normal aplicou-se o teste Tukey (significância de 95%) e a Correlação de Person para verificar as associações entre ITUM (Grupo EM, PR e AL) com as partes condenadas da carcaça suína. Para o grupo Não-Normal foi

aplicada Correlação de Spearman. A análise de correlação foi aplicada utilizando a classificação do ITUM: Emergência (> 84), Perigo (79 a 83) e Alerta (75 a 78). A ANOVA foi processada considerando as estações do ano como variáveis categorias e o grupo Normal como variáveis dependentes (Equação 15).

$$Y_{ir} = \mu + E_i + \varepsilon_{ir} \quad (15)$$

Em que, Y_{ir} = variável dependente grupo Normal ($i = 1, 2, 3$ e 4 ; $r = 5$), μ = media geral, E_i = efeito da estação do ano i , ε_{ir} = erro aleatório ir .

A análise estatística foi executada usando o *MS Excel* e o *software STATISTICA*, versão 7 (STATSOFT, 2015).

Estimativa das perdas financeiras

Para identificar as principais perdas foi aplicada a Análise de Pareto, com base na regra 80/20. Para estimar as perdas financeiras foi estabelecido o peso por unidade e preço unitário. O preço foi pesquisado no varejo, considerando supermercado, açougue e feiras livres na cidade de São Paulo, Brasil. O valor foi convertido para dólares. Para determinar o total de perdas para a cadeia de suprimentos da carne suína em quilogramas (kg) e em valores monetários (US\$), as Equações 16 e 17 foram aplicadas, respectivamente.

$$TLK (kg) = QUR \times UW \quad (16)$$

$$TLD (\$) = TLK \times PK \quad (17)$$

Em que, TLK = total de perdas em kg, QUR = quantidade de unidades rejeitadas, UW = peso por cada unidade, TLD = total de perdas em US \$ e PK = preço por kg.

4.2.3 Resultados e Discussão

As condições climáticas estão mudando (NAAS et al., 2010; IPCC, 2014). No presente estudo, para o período analisado, as estações do outono, inverno e primavera apresentaram um aumento na temperatura e isso está tornando o clima mais quente em algumas regiões do Brasil. Os dados do verão confirmam maior temperatura mínima e índice de temperatura e umidade máximo do que a primavera, outono e inverno ($p < 0,05$). Ocorreram mais doenças renais durante o inverno, outono e primavera do que no verão ($p < 0,05$; Tabela 17).

O controle da variação da temperatura é essencial para oferecer um ambiente estável para os suínos principalmente em condições de clima tropical (RENAUDEAU et al., 2011). O controle do ambiente deve ser baseado no comportamento dos suínos devido muitos problemas de doenças ocorrerem por controles que não atendem as necessidades térmicas dos animais (SHAO et al., 1998).

Tabela 17. Efeito da estação do ano nas variáveis do grupo Normal: temperatura mínima, índice de temperatura-umidade máximo, e as principais partes das carcaças rejeitadas pelo S.I.F, 2010 a 2014.

Estação	TMIN	ITUM	PL ⁺	RI ⁺	FI ⁺	CR ⁺	IT ⁺	BA ⁺
Verão	21,22 ^a	85,26 ^a	2.235	2.072 ^c	1.077	564,0	408,9	262,1
Outono	17,68 ^c	79,67 ^c	2.461	2.238 ^{ab}	1.155	593,6	440,5	265,7
Inverno	16,33 ^d	78,98 ^c	2.614	2.276 ^a	1.222	643,9	470,7	287,1
Primavera	20,06 ^b	83,21 ^b	2.541	2.163 ^{ab}	1.152	628,3	453,0	287,8
Estação	LI ⁺	CB ⁺	ET ⁺	PE ⁺	QD ⁺	MI ⁺	ES ⁺	
Verão	196,3	175,7	78,77	26,17	0,785	1,731	1,054	
Outono	205,1	190,2	91,36	29,40	1,083	1,512	1,011	
Inverno	232,5	192,1	88,60	28,04	1,201	2,250	1,323	
Primavera	219,6	188,2	89,79	25,68	1,092	1,997	1,293	

Na coluna, medias com a mesma não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); ⁺Valores médios em 1000 unidades.

A temperatura máxima foi mais alta durante o verão e primavera do que durante o outono e o inverno ($p < 0,001$). Os valores de temperatura durante o inverno apresentaram maior amplitude térmica do que as estações do verão, outono e primavera ($p < 0,001$; Tabela 18).

Tabela 18. Efeito da estação do ano nas variáveis do grupo Não-normal: temperatura máxima, amplitude térmica e as partes das carcaças rejeitadas pelo S.I.F, 2010 a 2014.

Estação	TMAX	ATC	CC ⁺	CD ⁺	QT ⁺	MC ⁺	PC ⁺	DI ⁺
Verão	30,39	9,17	73,747	7,288	7,480	0,258	0,718	0,816
Outono	27,21	9,52	84,146	8,717	1,065	0,812	0,858	0,864
Inverno	27,14	10,73	87,001	7,840	1,196	1,810	1,097	1,005
Primavera	29,30	9,20	105,21	7,687	1,201	0,372	2,536	1,239
Chi-Square*	17,27	15,67	5,08	2,17	3,41	2,08	3,05	1,37
p-value	0,001	0,001	0,166	0,536	0,332	0,554	0,382	0,711

* Teste Kruskal-Wallis; ⁺Valores médios em 1000 unidades.

Não foram observadas diferenças entre as estações do ano para condenações de pulmão, fígado, coração, intestino, baço, língua, cabeça, estômago, pé, quarto dianteiro, miolo e esôfagos (Tabela 17). Nem para os valores de condenações de carcaça, quarto traseiro, meia carcaça, cauda, pâncreas e diafragma pelo teste Kruskal-Wallis (Tabela 18). A maioria das condenações das partes das carcaças suínas ocorreram durante o inverno (55,5%), seguido pela primavera (22,2%), outono (16,8%) e verão (5,5%). O inverno é a estação caracterizada pela incidência de baixa temperatura e umidade relativa. Correa et al. (2014) avaliaram a qualidade da carne de suínos transportados por longas distâncias e encontrou maior frequência cardíaca, concentração de lactato e creatina-quinase no sangue durante inverno do que no verão. Enquanto Quiñonero et al. (2009) encontraram alta variação nas concentrações de cortisol e cortisona durante o verão e associou o fato aos picos desses hormônios quando os suínos enfrentaram uma situação de estresse.

O presente estudo apresentou um volume de condenações de carcaça suína e suas partes pelo S.I.F. estimado em 172,35 milhões de unidades (média = 43 milhões de unidades/ano). Desse total 73,9% foi associado com a região Sul do país, 15,4% com a região Sudeste e 10,2% com o Centro-Oeste (MAPA, 2015b). Além disso, das condenações de carcaças suínas, 91,7% foram totalmente rejeitadas e 8,3% foram destinadas para o processamento de outros produtos industrializados de carne suína. As partes condenadas e reutilizadas pela indústria de carne suína são livres de doenças. Regularmente, essas partes são condenadas pelo S.I.F. devido não se encontrarem dentro do padrão de mercado.

Em geral, a temperatura na região Sul variou de 16,6 a 24,6°C (UR média = 80,9%), Sudeste de 16,1 a 27,3°C (UR média = 73,7%) e o Centro-Oeste de 18,7 a 31,4°C (UR média = 70,1%) durante o período estudado de 2010 a 2014. A região Sul apresentou uma temperatura máxima mais baixa e umidade relativa maior alta que as

regiões Sudeste e Centro-Oeste para todas as estações do ano. A região Sudeste apresentou temperatura de inverno de 1,12°C maior que outono, e para a região Centro-Oeste o valor foi de 0,63°C maior que o verão. Além disso, a região Centro-Oeste apresentou o inverno mais seco que as demais regiões (UR média = 57,1%) (Figura 25).

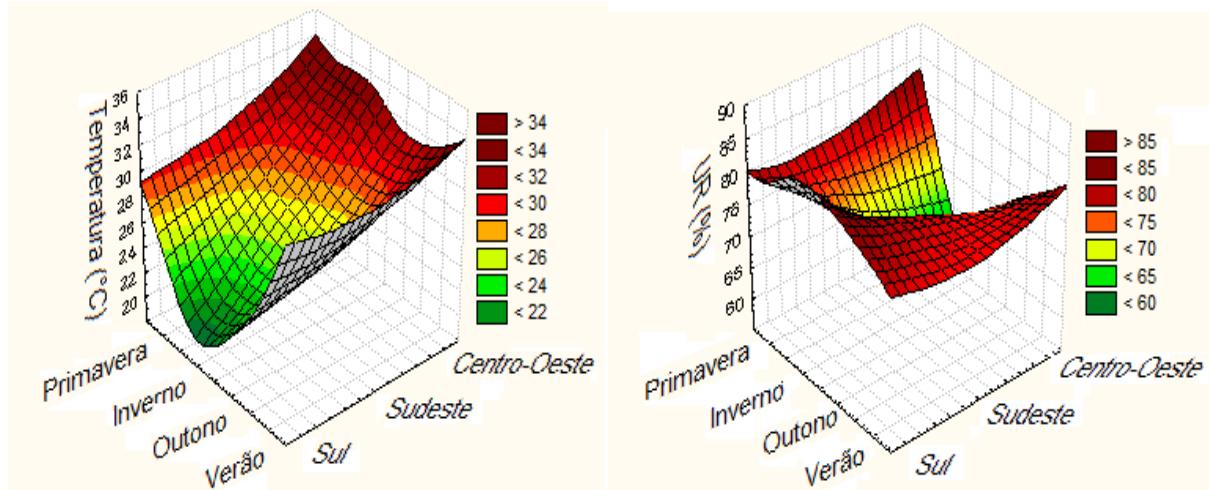


Figura 25. Temperatura máxima media (°C) e umidade relativa do ar (%) para cada estação por região Sul, Sudeste e Centro-Oeste, período de 2010 a 2014.

Renaudeau et al. (2011) relataram que os suínos mais pesados apresentaram dificuldades para dissipar o calor devido ao aumento da taxa metabólica em relação ao alto consumo de ração. Huynh et al. (2005) apontaram uma média menor de ganho diário de peso para suínos submetidos à umidade relativa (UR) de 80%, e maior ganho diário médio para o grupo de suínos sob UR de 50% que cresceram mais rápido do que os suínos submetidos a 65% e 80% de umidade relativa. As pesquisas de Renaudeau et al. (2011) apontaram que o aumento da temperatura levou a redução do consumo diário de ração e o ganho médio diário de peso.

Não apenas as condições climáticas afetam a produção de suínos, como outros fatores que contribuem para o aumento das perdas na indústria de carne suína e coloca em risco a qualidade do produto, tais como o sistema de produção adotado, manejo, qualidade da água e da ração, condição do ambiente do galpão, comportamento dos tratadores, logística pré-abate, processo de abate (TERLOUW, 2005; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012; KEPHART et al., 2014b; MCGLONE et al.; 2014a). A preocupação com o bem-estar animal em sistemas intensivos de produção está relacionada a vários fatores (emissão de gases, temperatura, umidade, densidade). Esses fatores não só podem afetar a saúde dos

animais durante a criação, mas também a qualidade do produto final devido ao tempo de exposição desses animais às condições impróprias (CAGIENARD et al., 2005; QUIÑONERO et al., 2009; BERG, 2010; ZHANG et al., 2012). Geralmente, o controle do ambiente produtivo de suínos considera os indicadores sugeridos na literatura, tornando-se um ponto crítico para manter o conforto térmico, saúde e desempenho dos animais (SHAO et al., 1998). Como exemplo, Huynh et al. (2005) sugerem que a temperatura de criação para favorecer o desempenho produtivo ótimo de suínos em terminação é de 18 a 21°C.

Perdas financeiras para a indústria da carne suína brasileira

As principais partes de carcaças suínas rejeitadas pelo S.I.F. durante 2010 a 2014 foram relacionadas às doenças pulmonares (31,3%), doenças renais (28,3%), fígado (14,7%), coração (8,1%), intestino (5,6%), baço (3,5%), língua (2,7%) e outras. No presente estudo, o método de Pareto apontou que quatro principais partes de carcaças condenadas representam mais de 80% das rejeições, perdas para a indústria brasileira da carne suína (Tabela 19).

Tabela 19. Perdas financeiras estimadas para a indústria da carne suína baseada nos produtos inspecionados pelo S.I.F. durante 2010 a 2014 (Milhões / US\$).

Partes de carcaça	Partes ⁺ (milhões, un)	Peso total [*] (milhões, kg)	Preço unitário [§] (US\$/kg)	Perda total [§] (milhões, US\$)	Perda média/ano [§] (milhões, US\$)
Pulmão	49,690	19,879	1,55	30,813	7,703
Rins	44,87	8,974	1,55	13,910	3,477
Fígado	23,36	39,713	1,55	61,556	15,389
Coração	12,97	3,244	1,55	5,028	1,257
Total	130,89	71,810	1,55	111,309	27,827

⁺Quantidade de unidades durante 2010-2014, milhões. ^{*}Resultados obtidos pela Equação 3. [§]Preço unitário médio estimado, por quilo (US\$); [§]Resultados obtidos pela Equação 4. [§]Resultados do total de perdas por ano analisado, milhões (US\$). Fonte: Adaptado de (MAPA, 2015b; BRIGANÓ et al., 2008; FRUET et al., 2013).

Considerando os produtos com mais impacto nas perdas, a indústria de carne suína apresentou uma perda estimada de 71,81 mil toneladas e uma perda econômica de US\$ 111,309 milhões durante o período analisado 2010 a 2014. A estimativa anual de 17,95 mil toneladas representa 0,54% do total de carne suína processada pela indústria brasileira anualmente e perdas econômicas de US\$ 27,827 milhões. De acordo com Fruet et al. (2013), as perdas econômicas foram estimadas em

aproximadamente 3,100 dólares, considerando o número de suínos abatidos de 6,193, para um frigorífico localizado em Santa Maria, estado de Rio Grande do Sul.

As principais razões para a rejeição da carcaça suína ou suas partes pelo S.I.F foram contaminação (24,3%), cisto urinário (9,3%), nefrites (9,1%), pneumonia (7,7%), congestão (6,5%), enfisema (5,6%), pericardites (5,1%), suínos asfixiados (4,3%), e perihepatites (4,1%).

Muitas razões contribuem para a condenação desse tipo de alimento nos últimos quatro anos, afetando a indústria da carne suína. No período analisado, o S.I.F. registrou mais de 290 diagnósticos sobre as condenações ocorridas para a indústria. Aproximadamente 85% das razões estão relacionados à produção de suínos (doenças, distúrbios ou animais fora do padrão de mercado), 10% referem-se ao processo de abate (problemas com o processamento, embalagem, armazenagem, data de validade), 0,67% relacionadas ao transporte pré-abate (morte na chegada), e 4,33% para diagnósticos que envolvem tanto a produção, o transporte como o processamento.

A qualidade da carne suína é responsabilidade do abatedouro e distribuidor usando tratamentos adequados aos produtos, seguindo as normas de boas práticas de produção (BERG, 2010). As perdas na produção de suínos são associadas com as doenças que afetam os indicadores técnicos e econômicos, como a taxa de mortalidade e produtividade (DIAS et al. 2011). Perdas associadas à logística pré-abate ocorrem devido o estresse animal, como lesões leves ou severas, fraturas na carcaça, mortes na chegada e contaminação. O transporte e o processo de abate são fontes potenciais de estresses que causam desconforto físico, fadiga, dor e impacta na qualidade da carne (TERLOUW, 2005). No frigorífico, os problemas estão associados com o processo de evisceração retardada, escaldagem excessiva e também contaminação devido aplicação de processos inadequados. Berg (2010) recomendou especial atenção durante a escaldagem da carcaça e o processo de refrigeração, devido à aplicação do tempo inadequado que promove a redução da qualidade.

O conceito da cadeia de suprimentos da carne suína envolve empresas do mercado de carne suína que abrange diferentes demandas do produto (ZHANG et al., 2012). Também, é importante entender que as perdas ocorridas na granja podem afetar a indústria e consequentemente o mercado de carne suína. O impacto das perdas atinge toda a cadeia de suprimentos da carne suína (REIS et al., 2015b).

Influência das estações do ano nas perdas para a indústria da carne suína

As condenações ocorridas por cisto urinário foram maiores durante o inverno e outono do que primavera e verão ($p < 0,05$). Já as condenações por pneumonia foram elevadas durante o inverno diferenciando das demais estações ($p < 0,05$); outono e primavera apresentaram resultados similares pelo teste Tukey ($p > 0,05$). Condenações por PNU foram mais frequentes durante o inverno enquanto as condenações por cisto urinário pelo inverno e outono (Tabela 20). Nenhuma diferença foi observada pelas condenações por pericardites entre as estações do ano (Chi-Sq. 1.26, $p > 0,05$). A influência direta das condições climáticas (temperatura, radiação solar e umidade relativa) nas funções fisiológicas dos animais que envolve a manutenção e o equilíbrio da temperatura corporal; e indiretamente por um ambiente que permita ou não a proliferação de doenças infecciosas e parasitárias (PIRES et al., 2003). Cagienard et al. (2005) sugerem que o produtor pode detectar previamente sinais de desconforto e nível de doenças usando testes clínicos individuais nos animais. Esse tipo de ação adotada pelo produtor poderia reduzir as perdas na indústria da carne suína.

Tabela 20. Efeito das estações do ano as principais causas de condenação carcaça suína pelo S.I.F, 2010 a 2014.

Estações	CO ⁺	CRR ⁺	NEF ⁺	PNU ⁺	COG ⁺	EFA ⁺	SAX ⁺	PHP ⁺
Verão	1.728	672,4 ^b	648,6	557,7 ^c	647,4	383,2	318,0	296,4
Outono	1.827	740,5 ^a	727,2	608,7 ^{ab}	673,6	458,9	347,3	322,4
Inverno	1.940	772,9 ^a	715,6	667,9 ^a	755,3	442,4	365,4	356,5
Primavera	1.930	708,1 ^{ab}	669,8	608,2 ^{ab}	691,4	489,1	340,7	331,3

CO = Contaminação; CRR = Cisto Urinário; NEF = Nefrites; PNU = Pneumonia; COG = Congestão; EFA = Enfisema; SAX = Suíno asfixiado; PHP = Perihepatitis. Na coluna, médias com a mesma letra não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); ⁺Valores médios em 1000 unidades.

As perdas por condenações de carne suína na indústria foram lideradas por problemas pulmonares e 23,1% está relacionada com a pneumonia. Isso pode justificar pela maior frequência ter ocorrido durante o inverno ($p < 0,05$). Os efeitos sazonais sobre as perdas ocorreram na indústria de carne suína e são relacionadas com o aumento e redução da temperatura do ambiente (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012). Suínos são afetados pela variação da temperatura principalmente quando se encontram fora da zona termoneutra (HUYNH et al., 2005). De acordo com McGlone et al. (2014a), as mortes na chegada ao frigorífico, suínos inaptos, e a porcentagem de mortes aumentaram conforme o aumento da temperatura

do ar. Além disso, os autores identificaram um aumento acentuado nas mortes de suínos quando a temperatura superficial dos animais excedeu os 32°C.

Cerca de 23% do diagnóstico de condenações associados aos pulmões, pâncreas (28,1%), esôfagos (23,3%) e diaframas (28,4%) foram por pneumonia. Do mesmo modo que 32,5% das rejeições dos rins por custo urinário; 27,7% dos fígados por perihepatites; 62,4% dos corações por pericardites. Além disso, 65,3% das condenações dos intestinos, 66,3% dos baços, 89,2% das línguas, 77,2% dos estômagos, 56,5% dos pés e 53,8% das caudas devido à contaminação, que podem ter ocorridas durante o processo de criação, transporte ou abate.

Aproximadamente 33% das condenações de carcaças suínas inteiras e 34,1% das meias carcaças são devido aos problemas de escoriações e lesões; 48,6% dos quartos traseiros por nefrites; 76,9% das rejeições dos quartos dianteiros e 62,6% dos miolos por outras questões sanitárias como pleurite e linfadenites, respectivamente.

A qualidade da carne é determinada por processos técnicos, higiênicos e sanitários aplicados durante a produção e o abate que representa um fator indutor de estresse, afetando diretamente a qualidade final da carne (TERLOUW, 2005; BONESI e SANTANA, 2008). Estudos conduzidos por Cagienard et al. (2005) em granjas na Suíça apresentaram altos sinais de pneumonia, pleurites, doenças do fígado e lesões musculares, assim como infecção parasitária no fígado e abscessos nos suínos terminados para abate.

Tanto para o grupo de ITUM-Emergência e ITUM-Perigo, as condenações por doenças pulmonares apresentaram correlações positivas com as doenças do fígado e do coração ($p < 0,05$), assim como as condenações do fígado também mantiveram correlações positivas com as do coração ($p < 0,05$). Comparando os coeficientes de correlação entre os grupos é possível verificar que associação entre as condenações ocorridas em grupos submetidos a ITUM > 84 (emergência) foram mais fortes do que os grupos submetidos a ITUM < 84 (perigo) (Tabela 21).

Tabela 21. Coeficientes de correlação para ITUM Grupo Emergência e Perigo para as principais condenações ocorridas pelo S.I.F.

Pulmão		Rins		Fígado		Coração		
ITUM+	EM	PR	EM	PR	EM	PR	EM	PR
Pulmão	-	-	0,451	0,520	0,886*	0,780*	0,921*	0,832*
Rins	0,451	0,520	-	-	0,314	0,256	0,324	0,480
Fígado	0,886*	0,780*	0,314	0,256	-	-	0,922*	0,915*

⁺ ITUM Grupos: EM = Emergência; PR = Perigo; * Significância = $p < 0,05$.

Por outro lado, correlações de Spearman apresentaram-se negativa entre a temperatura máxima e a amplitude térmica ($p < 0,0001$). Existem diversos tipos comuns de doenças em áreas tropicais e subtropicais que envolvem a produção de suínos, sendo uma preocupação para muitos suinocultores devido ao impacto financeiros (ZHANG et al., 2012). Assim, a higiene durante o processo de abate é essencial para garantir um produto saudável ao consumo humano (MAPA, 2009; BONESI e SANTANA, 2008). Além disso, o armazenamento e o transporte adequado com controle de temperatura são prioridade para um produto seguro e saudável.

A segurança alimentar e a redução das perdas na cadeia de suprimentos da carne suína são resultado da observância das normas e boas práticas de produção, de manejo pré-abate, e processo de abate. O controle e o monitoramento da indústria da carne suína pelo S.I.F é necessário para assegurar a qualidade dos produtos que as empresas de alimentos oferecem aos consumidores. A função do sistema de gestão da qualidade envolve políticas de Qualidade e estratégias para melhorias aplicadas ao processo de produção, transporte, abate e distribuição no mercado. Portanto, considera-se que o aprimoramento e evolução do sistema de gestão da qualidade para a indústria da carne suína pode reduzir as perdas e aumentar a segurança alimentar. Dessa forma, a indústria da carne suína deve investir mais num Sistema de gestão da Qualidade que incorpore desde o fornecedor até o consumidor final, de forma a prevenir e planejar a produção de suínos com ação direta nos agentes infecciosos (vírus, bactéria e parasitas) (ZHANG et al., 2012), assim como no eficiente controle do ambiente para atender as necessidades térmicas dos animais.

4.2.4 Conclusão

Os altos valores de perdas na indústria brasileira de carne suína estão associados com problemas que ocorrem durante a produção de suínos, o transporte e o processo de abate. Assim, melhorar o controle de processo nestas três fases poderia reduzir os problemas de saúdes, e aumentar qualidade e garantir a segurança alimentar. Outro ponto importante, o controle da variação de temperatura para proporcionar o conforto térmico dos animais pode reduzir as perdas na indústria de carne suína decorridas do estresse térmico.

A indústria brasileira de carne suína tem um impacto estimado em US\$ 27,827 milhões por ano considerando as principais partes das carcaças rejeitadas: pulmão, rins, fígado e coração. Os principais diagnósticos das condenações foram contaminação, cisto urinário, nefrites, pneumonia, congestão, enfisema, pericardites, suínos asfixiados e perihepatites.

Portanto, é essencial o aprimoramento do sistema de gestão da qualidade que conecte os produtores, os transportadores, a indústria abatedora e processadora de carne para ajudar a controlar e reduzir as perdas.

4.3 Gestão da logística pré-abate na cadeia produtiva de suínos brasileira: um estudo de caso do período de jejum, transporte e descanso

Submetido ao periódico *Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America*, texto original em inglês e intitulado “***Pre-slaughter logistics management in Brazilian pigs' chain: a Case-study of fasting time, transportation process and lairage period***”.

Este artigo foi elaborado para responder o objetivo específico 2, quanto à contextualização da gestão da logística pré-abate de suínos em regiões tropicais. O estudo buscou estabelecer o processo de planejamento, manejo, monitoramento e desempenho que resultam no controle da qualidade do processo. Para tanto, compreendeu o estudo o período de jejum, o transporte em si e o período de descanso no frigorífico antes do abate dos animais.

4.3.1 Introdução

Os suínos durante o período pré-abate são afetados por problemas multifatoriais, como: tempo de jejum, privação de água, interação entre tratador-animal, carroceria do caminhão, novo ambiente, condições climáticas, embarque e desembarque, tempo de transporte, densidade e barulhos (BORELL e SCHAFFER, 2005; DALLA COSTA et al., 2007a; EDGE e BARNETT, 2009; RITTER et al., 2009; EDWARDS et al., 2010; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012; MIRANDA DELA LAMA, 2013). Perdas na cadeia de suprimentos da carne suína estão relacionadas com mortes de animais na chegada no frigorífico (MA), animais condenados por lesões, inaptos, sinais de estresse (CI), perdas de peso corporal (PPC), carne pálida, macia e exsudativa (PSE), carne escura, firme e seca (DFD) (RITTER et al., 2009; SANTIAGO et al., 2012; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012; KEPHART et al., 2014b; MCGLONE et al., 2014a).

As perdas na cadeia de suprimento da carne suína em países em desenvolvimento são altas. Há pouco conhecimento sobre o manejo de animais, falta de tecnologia aplicada nas operações logísticas (REIS et al., 2015b). Ritter et al.

(2009) explanaram que as perdas do processo de transporte não é um novo problema para a indústria de carne suína. Países desenvolvidos têm as orientações adequadas e os códigos de boas práticas de produção e operações (BORELL e SCHÄFFER, 2005).

A cadeia logística é um conjunto de atividades e processos que começam com o fornecimento de matéria-prima até a entrega do produto final (ABNT, 2009). A logística pré-abate é definida como um grupo de atividades para prover as condições adequadas dos animais para o abate (PEREZ et al., 2009; RITTER et al., 2009; MIRANDA DE-LA LAMA, 2013; TRIENEKENS e WOGNUM, 2013). O suíno é o direcionador para determinar as operações de transporte, tais como o tipo de caminhão, capacidade, densidade, quantidade, comportamento dos tratadores e motoristas. Além disso, informações sobre origem e destino, rota (distância de transporte e tempo de viagem), data e horário de coleta e os demais procedimentos essenciais para controle da qualidade (Figura 26).

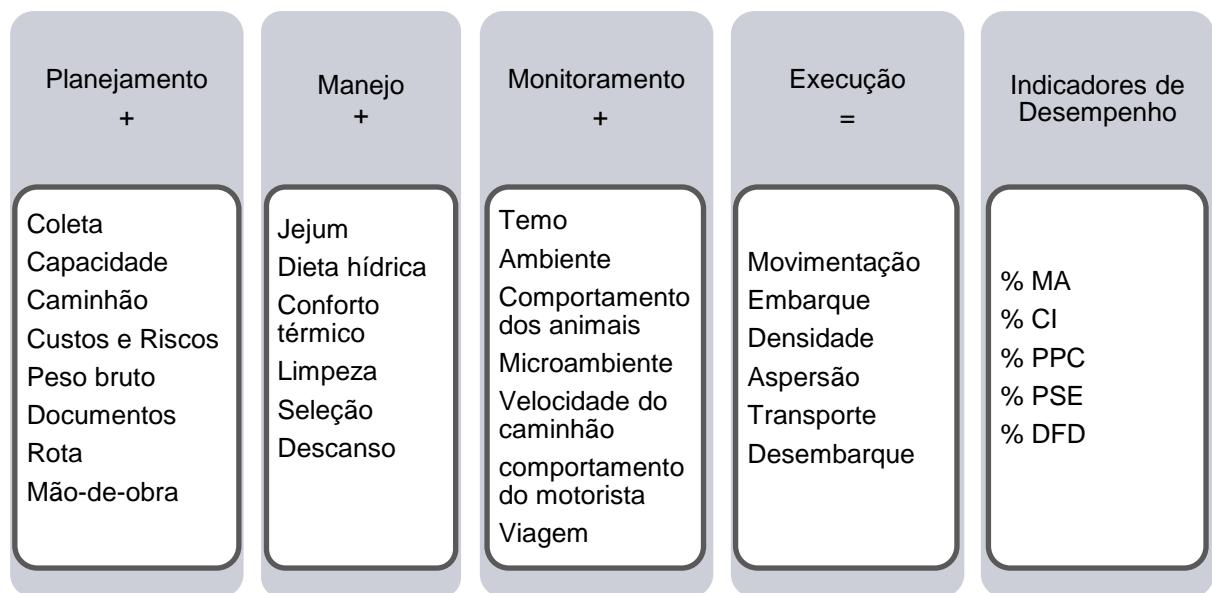


Figura 26. Base de Informação da Gestão de Logística pré-abate.

Fonte: Adaptado de ABNT (2009), Ritter et al. (2009), Miranda de-la Lama (2013), Trienekens e Wognum (2013), Reis et al. (2015b).

Os conceitos de bem-estar animal e da qualidade da carne abrangem os problemas multifatoriais do transporte rodoviário. É difícil apontar um único fator por falhas eventuais ocorridas durante o processo (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012). O sucesso do controle da qualidade depende do planejamento, manejo, monitoramento e desempenho das atividades.

O presente estudo busca investigar o efeito de três fases da logística pré-abate: tempo de jejum, transporte e descanso no conforto térmico dos suínos terminados para abate.

4.3.2 Materiais e Métodos

O estudo de caso foi conduzido numa granja comercial localizada no Estado de Espírito Santo, na região Sudeste do Brasil ($20^{\circ}50'58''$ S, $41^{\circ}6'48''$ W) durante três diferentes períodos. Um total de 70 animais foram observados durante o tempo de jejum, transporte e tempo de descanso, no período de fevereiro de 2015.

Manejo pré-abate e gestão da logística

O tempo de jejum, padronizado em seis horas, foi aplicado nos 70 suínos terminados antes do transporte para o abate. A água foi fornecida até o momento do embarque (SILVEIRA, 2010). As informações sobre o manejo pré-abate e a gestão logística são apresentadas na Tabela 22.

Durante o embarque, não ocorreu a mistura de lotes e seis animais foram manejados cuidadosamente, conforme sugerido por Dalla Costa et al. (2012). Os animais foram conduzidos por corredor com piso e paredes de concreto com 1,0 m de largura. Para o transporte foi utilizado um caminhão com carroceria de madeira com 7 m de comprimentos e 2,45 m de largura, dois pisos com dois compartimentos por piso. A capacidade do veículo é de 8.400 kg e a densidade de transporte foi padronizada em 245 kg/m² (DIAS et al., 2011; KEPHART et al., 2014b). No frigorífico, os animais foram conduzidos para área de descanso. Os animais foram mantidos em jejum com acesso apenas para água até o momento do abate

Tabela 22. Descrição do gerenciamento da logística pré-abate aplicada no presente estudo.

Gestão	Descrição
Planejamento	Coleta = tarde (13:00 h); Capacidade = 70 animais; Caminhão = carroceria de madeira, dois pisos com dois compartimentos; Custos e Riscos = Custos, Seguro e Frete – venda CIF [produtor assume todos os custos e riscos da operação]; Peso líquido = 8,4 toneladas; Documentos = Nota Fiscal e GTA (Guia de Trânsito Animal); Rota = 45 km; Tratadores = 3 empregados no galpão de terminação e 1 motorista.
Manejo	Seleção = escolha dos animais que atenda as características do cliente; Tempo de Jejum = remoção da ração, aplicada por 6 h; Dieta hidrica = animais foram mantidos apenas com o fornecimento de água; Limpeza = animais foram limpos para o transporte; Tempo de descanso = no frigorífico, animais ficaram em descanso por no mínimo 8 h antes do abate.
Monitoramento	Tempo = prover o correto tempo de jejum, transporte e descanso; Ambiente = melhorar o conforto térmico e bem-estar animal; Comportamento dos Animais = evitar brigas entre animais, lesões e escoriações nas carcaças; Micro-ambiente = relacionado ao controle da temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, densidade de transporte dentro do caminhão; Velocidade do Caminhão = prevenir freias bruscas, curvas perigosas para reduzir as lesões e mortes; Comportamento do Condutor = respeitar as condições dos animais durante o transporte; Viagem = distância e tempo de viagem para o frigorífico.
Execução	Movimentação = animais foram movimentados das baías até o caminhão em grupo de 6 suínos; Embarque e Desembarque = respeitar o comportamento dos animais and direcioná-los com calma usando guias de embarque; Densidade = até 250 kg/m ² ; Aspersão = aplicado antes do transporte na granja e depois da chegada no frigorífico; Transporte = realizar o transporte dos suínos cuidadosante.

Variáveis e Procedimentos

A temperatura de bulbo seco (Ta), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv) e temperatura superficial dos suínos (Ts) foram registradas. Um data logger (Testo modelo 174H; Testo AG, Lenzkirch, Germany) registrou a variação da Ta e UR e um anemômetro (Krestel, Nielsen-Kellerman Co., US) registrou a velocidade do vento a cada 5 minutos dentro da granja, caminhão e área de descanso no frigorífico (MCGLONE et al., 2014a). A Ts dos suínos foi registrada usando a câmera termográfica (Testo modelo 875, Testo AG, Lenzkirch, Germany) em três intervalos de tempo (ITP) para cada fase: 1 h, 2 h e 3 h depois de iniciar o processo de jejum e

de descanso. Para o transporte, a Ts foi medida durante o embarque, a viagem e o desembarque. O registro das imagens termográficas durante a viagem foi estabelecido para ser realizada após o veículo de transporte percorrer a metade da quilometragem entre a granja e o frigorífico.

Para avaliação do conforto térmico dos suínos durante a operação de logística pré-abate, adotou-se o índice de temperatura e umidade (ITU) usando a Equação 18 (ROLLER e GOLDMAN, 1969).

$$ITU = 0,45 \text{ } tbu + 1,35 \text{ } tbs + 32 \quad (18)$$

Em que, tbu = temperatura de bulbo úmido ($^{\circ}\text{C}$) e tbs = temperatura de bulbo seco ($^{\circ}\text{C}$).

Análise Estatística

O modelo estatístico utilizado na análise foi executado incluindo os efeitos dos níveis de logística pré-abate (LPA), dos intervalos de tempo (ITP, em horas), e a interação entre a logística pré-abate e o intervalo de tempo na Ts dos suínos. A análise de variância foi processada usando *General Linear Model*, por meio do software estatístico SAS, versão 9,0 (SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2014) usando 95% de probabilidade.

Para processar a análise de variância aplicou-se o modelo estatístico conforme Equação 19 (DUARTE, 1996).

$$Y_{ijr} = \mu + LPA_i + ITP_j + (LPA \text{ } ITP)_{ij} + \varepsilon_{ijr} \quad (19)$$

Em que,

Y_{ijr} = observação individual ($i = 1, 2$ e 3 para o fator L; $j = 1, 2$ e 3 para o fator T e r = repetições);

μ = média geral;

LPA_i = efeito do nível da Logística Pré-Abate i ;

ITP_j = efeito do nível do Intervalo de Tempo j ;

$LPA \text{ } ITP_{ij}$ = efeito da interação entre a Logística Pré-Abate i e o Intervalo de Tempo j ;

ε_{ijr} = erro aleatório associado a observação ijr .

4.3.3 Resultados e Discussão

A Ta média durante o embarque foi maior em relação a tempo de jejum, viagem, desembarque e tempo de descanso. Durante o tempo de jejum os animais foram submetidos a uma variação de Ta de 30,7 para 34,3°C (média = $32,3 \pm 1,2^\circ\text{C}$), UR variando de 42 para 51% (média = $46,6 \pm 2,2\%$), Vv variando de 0,3 para 0,9 m/s (média = $0,6 \pm 0,1 \text{ m/s}$) e Ts dos suínos variando de 27,4 para 38°C (média = $33,5 \pm 2,9^\circ\text{C}$). Durante o transporte, as variações de Ta foram de 33,2 para 41,4°C (média = $37,7 \pm 2,2^\circ\text{C}$), UR de 27,8 para 57,6% (média = $34,4 \pm 7,9\%$), Vv de 0,3 para 1,3 m/s (média = $0,9 \pm 0,3 \text{ m/s}$) e Ts de 34,8 para 40,3°C (média = $38 \pm 1,4^\circ\text{C}$). Para o descanso no frigorífico, as variações de Ta foram de 32,4 para 37,6°C (média = $34,3 \pm 1,42$), UR variando de 42,5 para 62,3% (média = $48,7 \pm 3,8\%$), Vv de 0,1 para 3,7 m/s (média = $0,5 \pm 0,5 \text{ m/s}$) e Ts dos suínos de 33,1 para 40,5°C (média = $36,5 \pm 1,3^\circ\text{C}$) (Tabela 23).

Tabela 23. Valores médios para temperatura do ar (Ta), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), temperatura superficial dos suínos (Ts) e índice de temperatura e umidade (ITU) para cada escala de tempo nas fases da logística pré-abate.

Condições	Logística Pré-abate								
	Jejum (Manhã)			Transporte (Tarde)			Descanso (Noite)		
	9 h	10 h	11 h	Embarque	Viagem	Desembarque	5 h	6 h	7 h
N	22	24	26	24	13	15	20	19	18
Ta (°C)	31,2	31,7	33,7	39,5	35,1	37,0	35,8	34,0	33,0
UR (%)	47,2	48,0	44,8	35,9	36,6	29,9	46,3	50,8	48,9
Vv (m/s)	0,6	0,7	0,5	0,0	0,8	0,0	0,4	0,79	0,1
Ts (°C)	29,9	33,9	36,2	37,5	38,5	38,1	37,1	35,8	36,5
ITU	84,2	85,0	88,3	97,1	89,8	92,3	91,9	89,2	87,4

n = número de suínos observados.

Os principais efeitos foram observados para as fases da logística pré-abate, a escala do tempo e a interação entre os fatores na temperatura superficial de suínos transportados em condições tropicais ($p < 0,0001$). Alta Ta e baixa UR apresentou significante variação para todas as fases da logística pré-abate e período de tempo ($p < 0,0001$), com destaque para o processo de transporte que apresentou maior Ts (37,94 °C) do que o período de jejum e descanso (Tabela 24).

Tabela 24. Efeito da logística pré-abate (LPA), intervalo de tempo (ITP) e a interação entre LPA e ITP na temperatura superficial de suínos em condições tropicais.

Condição	Nível da logística pré-abate (LPA)			p - value		
	Jejum	Transporte	Descanso	LPA	ITP	LPA x ITP
N	72	52	57			
Ts (°C)	33,3	37,9	36,4	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Ta (°C)	32,1	37,2	34,2	<0,0001	<0,0001	<0,0001
UR (%)	46,7	34,1	48,7	<0,0001	<0,0001	0,0019
Vv (m/s)	0,6	0,8	0,4	0,0072	<0,0001	0,0032

N = números de suínos por fase.

No presente estudo, a Ts dos suínos apresentou um aumento médio de 1,03°C ± 0,07 para o aumento de 1,0 °C na Ta. Contudo, para suínos transportados em clima temperado, a Ts apresentou um aumento de 0,37 °C para o aumento de 1,0 °C Ta (MCGLOONE et al., 2014a). A variação na Ts dos suínos entre as fases da logística pré-abate ($p < 0,0001$) resultam da exposição dos animais ao estresse por calor, temperatura média acima de 30°C. Depois do embarque, os animais foram aspergidos com água e essa ação resultou na redução da temperatura do ar de 4,4 °C, assim como na Ts dos suínos de 2,7 °C (Figura 27).

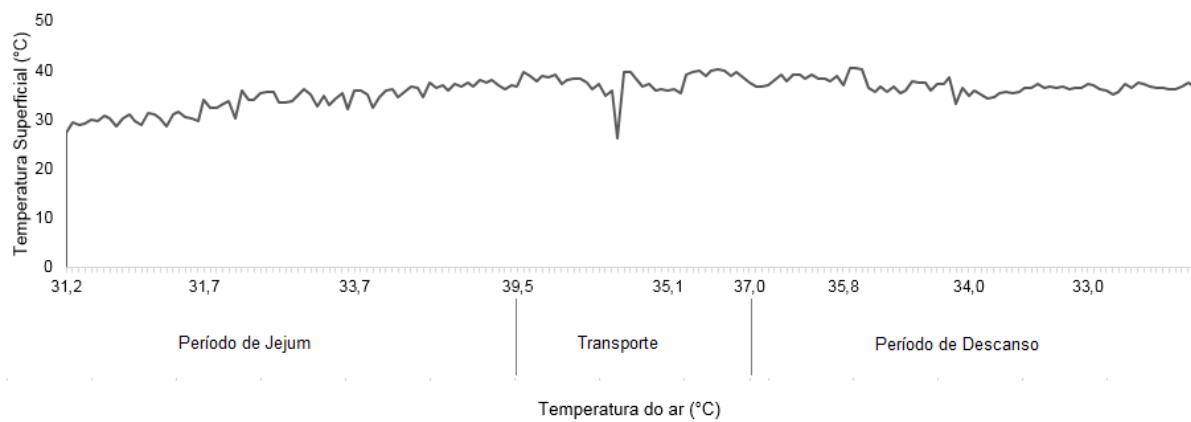


Figura 27. Variação na temperatura superficial dos suínos durante a logística pré-abate logística por média de temperatura do ar para cada fase.

A variação da temperatura superficial dos suínos do tempo de jejum em relação ao transporte apresentou um aumento de 4,59°C ($p = 0,008$), para um tempo curto (< 2 h) e 3,14 °C em relação ao tempo de descanso ($p = 0,015$). Os animais foram expostos a uma alta variação na Ta e UR devido a rápida mudança ocorrida no ambiente em curto tempo entre a granja, caminhão e frigorífico. Kephart et al. (2014b)

observaram sinais de estresse por calor em suínos durante desembarque em clima quente com o aumento do valor do ITU. A Ts dos suínos apresentou uma redução de 1,45°C após o transporte em relação ao tempo de descanso ($p < 0,0001$).

O conforto térmico dos suínos é afetado pelas mudanças na Ta, UR e Vv (MCGLONE et al., 2014a). Cerca de 43% dos animais foram expostos a ITU entre 87 e 91 ($p < 0,0001$) (Figura 28). De acordo com a classificação de conforto térmico de Barbari e Conti (2009), os animais sob $ITU = 79$ e 83 estão em situações de perigo e $ITU > 84$ os animais se encontram em situações críticas, de emergência.

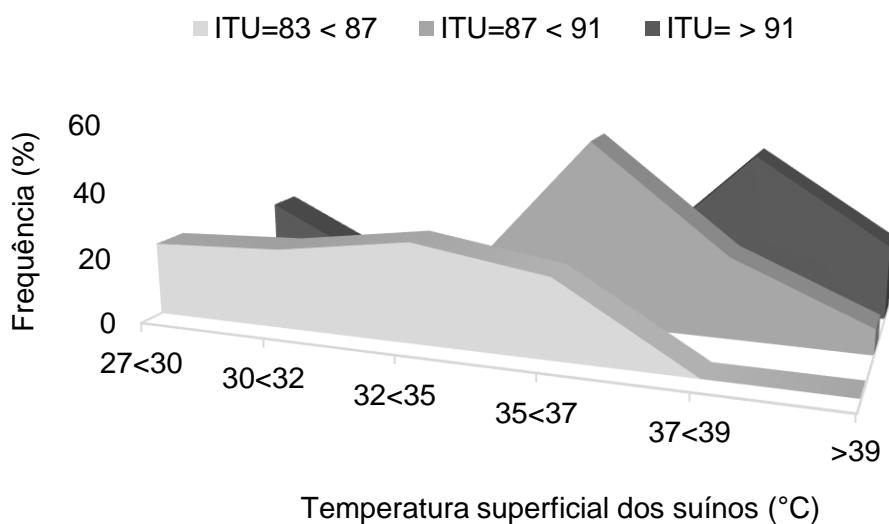


Figura 28. Efeito do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) durante a logística pré-abate na temperatura superficial de suínos transportados em condições tropicais (Ts).

A alta porcentagem de animais em condições térmicas críticas podem ser associadas ao transporte, com ITU médio de $93,9 \pm 3,5$. Durante o tempo de jejum, o valor de ITU foi $85,9 \pm 1,8$, e para o tempo de descanso foi de $89,6 \pm 2,2$. O transporte é uma fonte de estresse, principalmente em climas quentes, devido os suínos não terem um mecanismo adequando para a troca de calor (MCGLONE et al., 2014b). O transporte oferece riscos ao bem-estar dos animais e aos tratadores envolvidos no processo (DALLA COSTA et al., 2007a; RITTER et al., 2009; MCGLONE et al., 2014b). O transporte inadequado dos animais pode aumentar a concentração de lactato no sangue e, consequentemente, impacta na qualidade da carne final (EDWARDS et al., 2010). Além disso, a saúde dos suínos é afetada pelo transporte (BROENS et al., 2011). A preocupação com a segurança alimentar tem sido a base para a integração de um sistema de gestão da qualidade para a cadeia de suprimentos

da carne suína que conecte os vários estágios da indústria da carne suína, com rastreabilidade, logística e otimização de processos (TRIENEKENS e WOGNUM, 2013).

O transporte é uma conexão importante na cadeia de suprimentos da pecuária (EDGE e BARNETT, 2009), requerendo gestão e coordenação de todos os pontos críticos que incluem a logística, como as operações na granja, transportadores e frigoríficos (MIRANDA-DE LA LAMA, 2013). O monitoramento do processo de transporte e das condições ambientais é um item crucial para alcançar o bem-estar animal adequando durante as operações pré-abate, principalmente de suínos em regiões tropicais (OCHOVE et al., 2010). Os interessados na cadeia de suprimentos da carne suína em países em desenvolvimento, como o Brasil, devem rever os guias de manejo e boas práticas aplicadas à produção agropecuária e transporte de animais em ordem de incorporar os conceitos de um transporte de animais humanitário²⁶ para atender as exigências e expectativas do mercado interno e global de carne suína. Os aspectos da logística pré-abate devem também ser estudados para prover uma operação adequada contribuindo para as perdas ocorridas na cadeia de suprimentos brasileira de carne suína.

4.3.4 Conclusão

Promover o conforto térmico de suínos durante a produção e operação pré-abate em regiões tropicais é um grande desafio para os produtores, empresas de transporte e indústrias de abate. A rápida mudança ambiental entre a granja e o frigorífico resulta numa acentuada variação de temperatura e umidade relativa, aumentando a temperatura superficial dos suínos, bem como os conduzindo para fora da zona termoneutra e os colocando em situações críticas de risco. Dessa forma, uma redução do bem-estar animal ocorre principalmente durante o transporte.

²⁶ Neste estudo, o termo está sendo utilizado diferente do termo da Logística Humanitária, que está relacionada ao fluxo de pessoas e materiais com objetivo de atender e dar assistência às pessoas em situações emergenciais (SANTOS et al., 2012). Assim, o transporte de animais humanitário corresponde as práticas e técnicas humanitárias aplicadas durante o manejo e movimentação de animais no período pré-abate, respeitando as condições dos animais para abate, com sentido semelhante ao termo Abate Humanitário do Programa Steps, utilizado pela WSPA e pelo MAPA.

O transporte de animais humanitário é uma medida preventiva às perdas ocorridas na cadeia. Assim, a melhoria do gerenciamento dos suínos durante o período pré-abate é importante avanço para assegurar a qualidade do produto final oferecido pela cadeia de suprimentos.

A logística pré-abate conecta dois principais elos da cadeia de suprimentos da carne suína, o produtor e a indústria de abate e processamento. A qualidade da carne suína depende das condições impostas aos animais durante essas operações, que é a chave para o sucesso dos interessados da cadeia.

4.4 Problemas de transporte na indústria suinícola: efeitos do microambiente no conforto térmico de suínos

Publicado por *IFIP International Federation for Information Processing, Springer*, v. 459, n. 1, p. 136-143, 2015, texto original em inglês e intitulado “**Logistics Issues in the Brazilian Pig Industry: A Case-study of the Transport Micro-environment**”, DOI: 10.1007/978-3-319-22756-6_17.

Este artigo busca responder o objetivo específico 3: verificar as operações de transporte pré-abate de suínos, considerando: embarque, trajeto, desembarque. Para tanto, foram observadas as atividades de embarque e desembarque em duas programações de transporte de suínos; posterior, realizou uma análise do efeito do microambiente sobre o conforto térmico dos animais.

4.4.1 Introdução

O fator chave na cadeia logística pré-abate é o sistema de transporte. A principal ligação na cadeia entre a granja e a planta de abate. O processo de transporte é essencial durante a produção. Usualmente, os animais são enviados para o abate pelo produtor por intermediários que não são responsáveis pelo bem-estar ou cuidados com o peso vivo (MIRANDA-DE LA LAMA et al., 2014). Maximizar o gerenciamento entre cada elo dos atores da cadeia de suprimentos pode ajudar na redução das perdas; portanto reduzir as perdas decorrentes do transporte de animais é um elemento essencial para a cadeia de suprimentos de produtos cárneos.

O microclima dentro da carroceria afeta a produção pecuária e o bem-estar animal. O impacto na mudança climática tem levado ao aquecimento global de aproximadamente de 1°C nos últimos 30 anos afetando o sistema hidrológico regional e agronegócios incluindo a produção pecuária (NÄÄS et al., 2010; IPCC, 2014). Mundialmente, o Brasil é o quarto maior produtor e exportador de carne suína (FAS/USDA, 2014), e está geograficamente localizado em região tropical e subtropical. O rebanho brasileiro de suíno está estimado em 40 milhões de cabeças,

e aproximadamente 80% da produção está concentrada em três regiões principais Sul, Sudeste e Centro-Oeste (IBGE, 2011).

A alta temperatura e umidade relativa do ar impacta negativamente na produção pecuária e no bem-estar dos animais (SILVA et al., 2009; NÄÄS et al., 2010). A logística pré-abate ultrapassa as fronteiras da granja envolvendo principalmente o transporte de animais (AMARAL et al., 2006; OLIVEIRA et al., 2006). O microambiente da carroceria de transporte pode levar ao estresse térmico, especialmente em animais grandes durante o transporte de longa distância (SILVA e VIEIRA, 2010).

Um dos maiores problemas enfrentados por produtores e frigoríficos é a determinação do alinhamento entre a capacidade da linha de produção do frigorífico com a logística pré-abate, no atendimento dos padrões de bem-estar animal (OLIVEIRA et al., 2006; KEPHART et al., 2014b). Diversas plantas de abate adotam o transporte de suínos durante a noite, devido à alta temperatura durante o dia (BENCH et al., 2008a). Às vezes, para atender a capacidade da produção do frigorífico implica no transporte de suínos durante o dia submetendo os animais a temperaturas elevadas.

No frigorífico, frequentemente os veículos tem de esperar em filas para o desembarque de animais. Longas filas nos abatedouros, pontos de entregas, causam diversos problemas para os motoristas e também afetam negativamente o bem-estar dos animais. Por essas razões, a programação de coleta e transporte de animais deve ser previamente planejada e alinhada com a programação da produção da indústria.

A legislação brasileira requer um tempo total de jejum pré-abate até 24 h (BRASIL, 1952) e animais sob jejum pré-abate acima de 24 h deve ser alimentado. Essa condição implica em gerenciamento extra da logística pré-abate, portanto geralmente é evitada. O desempenho da logística pré-abate brasileira tem seguido dois caminhos diferentes: 1) animais entregues ao frigorífico no período noturno são abatidos no dia seguinte pela manhã; e 2) animais entregues pela manhã são abatidos no período da tarde.

É um problema crítico a duração do transporte e o microambiente da carroceria em que os animais estão submetidos. Este estudo tem como objetivo avaliar a variação do conforto térmico durante o transporte de suínos pré-abate testando duas programações de coleta no período da tarde.

4.4.2 Materiais e Métodos

O estudo foi conduzido com suínos híbridos terminados de uma granja comercial, localizada no Estado de Espírito Santo, Brasil ($20^{\circ} 50' 58''$ S, $41^{\circ} 6' 48''$ W). O experimento foi realizado durante o mês de Fevereiro/2015. Os suínos foram transportados em caminhões *truck* com 7 m de comprimentos e 2,45 m de largura, carroceria de madeira, dois pisos contendo dois compartimentos por cada piso, capacidade total de 70 animais (Tabela 25). A distância da granja até a planta de abate é de 45 km. Duas programações de transporte foram monitoradas no período da tarde: início aproximadamente às 13:00 h e às 16:00 h.

Tabela 25. Característica do processo de transporte da granja até o frigorífico.

Período (h)	Suínos (kg)	1º piso (kg/m ²)	2º piso (kg/m ²)	Embarque (min)	Trajeto (min)	Desembarque (min)
13:11-14:57	123	260	246	24	75	7
15:45-17:18	120	254	240	18	60	15

Um total de 140 suínos terminados, híbridos da raça *Landrace* e *Large White*, permaneceram em jejum por 6 horas, sendo transportados 70 animais por viagem realizada. Durante o processo de embarque os animais foram movimentados em grupos de 6 suínos por vez. Os suínos foram movidos das baías até o caminhão por um corredor com o piso de concreto e rampa de madeira. Os animais pararam em frente a rampa de embarque, devido a diferença entre o material do piso. Nessa ocasião, os tratadores usaram o chocalho para guiarem os animais até o caminhão. Em geral, a densidade dos animais foi estimada em 250 kg/m² (AMARAL et al., 2006; KEPHART et al., 2014b). Os suínos foram aspergidos com água antes do caminhão iniciar o transporte para o frigorífico. Na planta de abate, os suínos foram desembarcados do caminhão e direcionados as baías de descanso. Os animais permanecem em descanso por no mínimo 8 horas até o abate. Durante o tempo de jejum, o processo de transporte e o tempo de descanso, os animais tiveram acesso apenas a água.

A temperatura do ar (Ta), a umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), velocidade do caminhão (Vc), nível de ruídos (R), e a temperatura superficial (Ts) foram monitoradas e registradas dentro do veículo de transporte durante o embarque, o trajeto e o desembarque. O *data logger* (Testo modelo 174 H) registrou a variação

da temperatura do ar e a umidade relativa dentro do caminhão durante o transporte de suínos. Para o registro da velocidade do vento e o nível de ruídos foi usado um anemômetro (Krestel, Nielsen-Kellerman Co., US) e um decibelímetro (Testo modelo 815, Texto Co., Alemanha). A temperatura superficial dos suínos durante a viagem foi avaliada usando uma câmera termográfica (Testo modelo 875, Testo Co., Alemanha).

As medições foram realizadas a cada 5 minutos (MCGLONE et al., 2014b), durante a operação de logística pré-abate, com exceção da temperatura superficial que foi medida durante o embarque e o desembarque dos animais. As imagens termográficas dos suínos foram tiradas aleatoriamente da lateral do caminhão. As medições da temperatura e umidade relativa do ar iniciaram com o embarque do primeiro animal na granja e finalizada com o desembarque do último animal no frigorífico (KEPHART et al., 2014b). As medições da velocidade do vento, velocidade do caminhão e nível de ruídos foram iniciadas quando o caminhão começou a se mover da granja até a planta de abate.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU) permitiu a avaliação do conforto térmico dos suínos durante o transporte. A temperatura de bulbo úmido (t_{bu} , em °C) foi calculada usando as informações de temperatura de bulbo seco (t_{bs} , em °C) e umidade relativa do ar (%), por meio do software *Psicrom* (RORIZ, 2003). O ITU foi calculado como sugerido por (ROLLER e GOLDMAN, 1969), Equação 20.

$$ITU = 0,45 t_{bu} + 1,35 t_{bs} + 32 \quad (20)$$

O valor médio da temperatura superficial (°C) dos suínos foi determinado por meio da seleção aleatória de 40 pontos na imagem termográfica usando o software Testo *IRSoft*, versão 2.5 adotando a emissividade da pele de suínos de 0,95. As medições dos dados climáticos do microambiente realizadas pelo *data logger* foram transferidas para uma planilha *Excel* e analisada usando o software de estatística SAS, versão 9,0 (SAS, 2014), por meio dos procedimentos *MEANS* e *General Linear Model* (GLM). Os valores de ITU foram calculados para a região climática e para os locais de estudo (granja, caminhão e frigorífico). As médias de ITU e T_s dos animais foram testadas usando o teste T adotando o nível de significância de 5%.

4.4.3 Resultados e Discussão

Nenhuma diferença foi encontrada entre as variáveis avaliadas durante o transporte de animais, exceto a umidade relativa do ar ($p = 0,018$). De acordo com a recomendação de Leal e Nääs (1992), o ITU deve estar entre > 57 e < 62 . No presente estudo, a programação do transporte de suínos durante o período da tarde em condições de clima tropical é inapropriada para os animais (Tabela 26).

Tabela 26. Valores médios de temperatura (Ta), umidade relativa (UR), índice de temperatura e umidade (ITU), velocidade do vento (Vv), velocidade do caminhão (Vc) e nível de ruído (R) durante a logística pré-abate.

Período (h)	Ta (°C)	UR (%)	ITU	Vv (m/s)	Vc (km/h)	R (dB)
13:11-14:57	36,3	35,7 ^b	91,7	0,9	47,0	81,1
15:45-17:18	36,0	41,0 ^a	91,8	0,7	40,6	84,4

*Na coluna, médias com a mesma letra não diferem pelo Teste T ($p < 0,05$).

O microambiente do caminhão é determinado pela temperatura, umidade relativa e velocidade do vento (MCGLONE et al., 2014b). Contudo, outras variáveis também afetam o microambiente da carroceria durante o transporte, tais como densidade, tamanho, peso e idade dos animais, a movimentação do veículo. O monitoramento mostrou uma variação da temperatura e umidade relativa do ar no transporte de suínos em três momentos para as duas programações: embarque, trajeto e desembarque (Figura 29 e Figura 30).

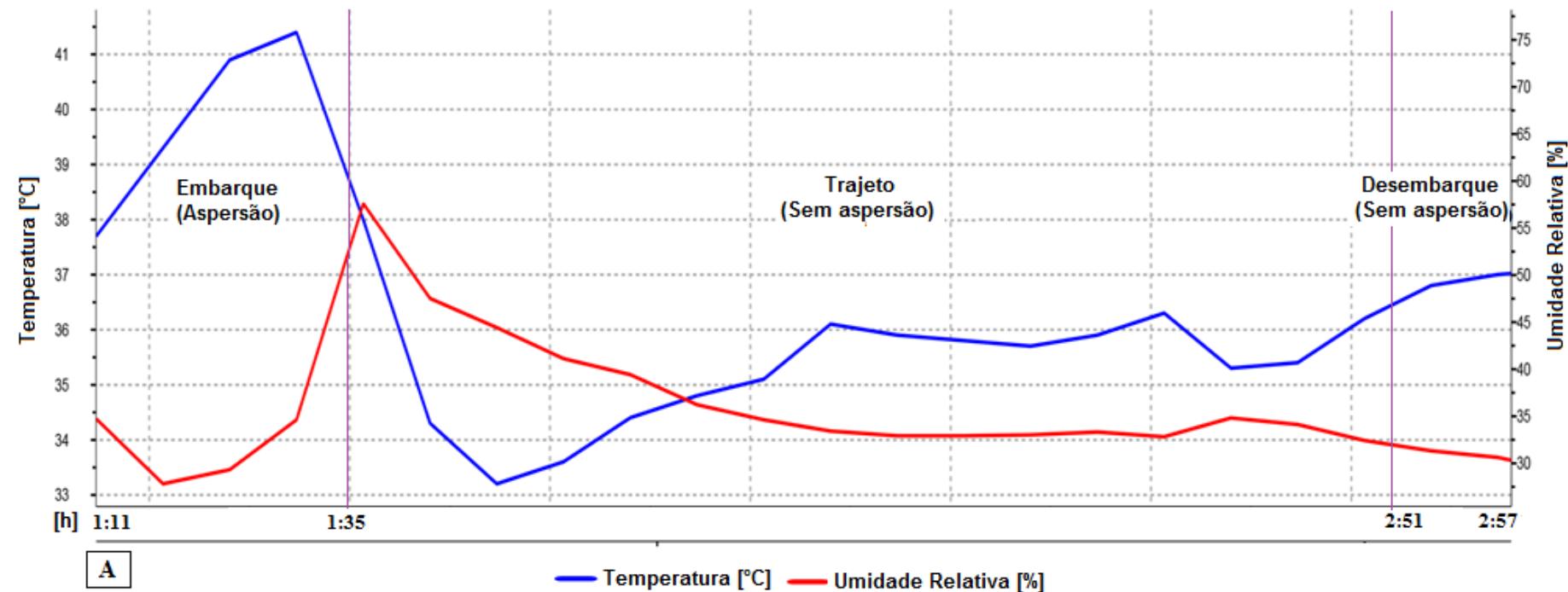


Figura 29. Monitoramento da temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (%) durante o transporte de suínos da granja até o frigorífico das 13:11 às 14:57 (A).

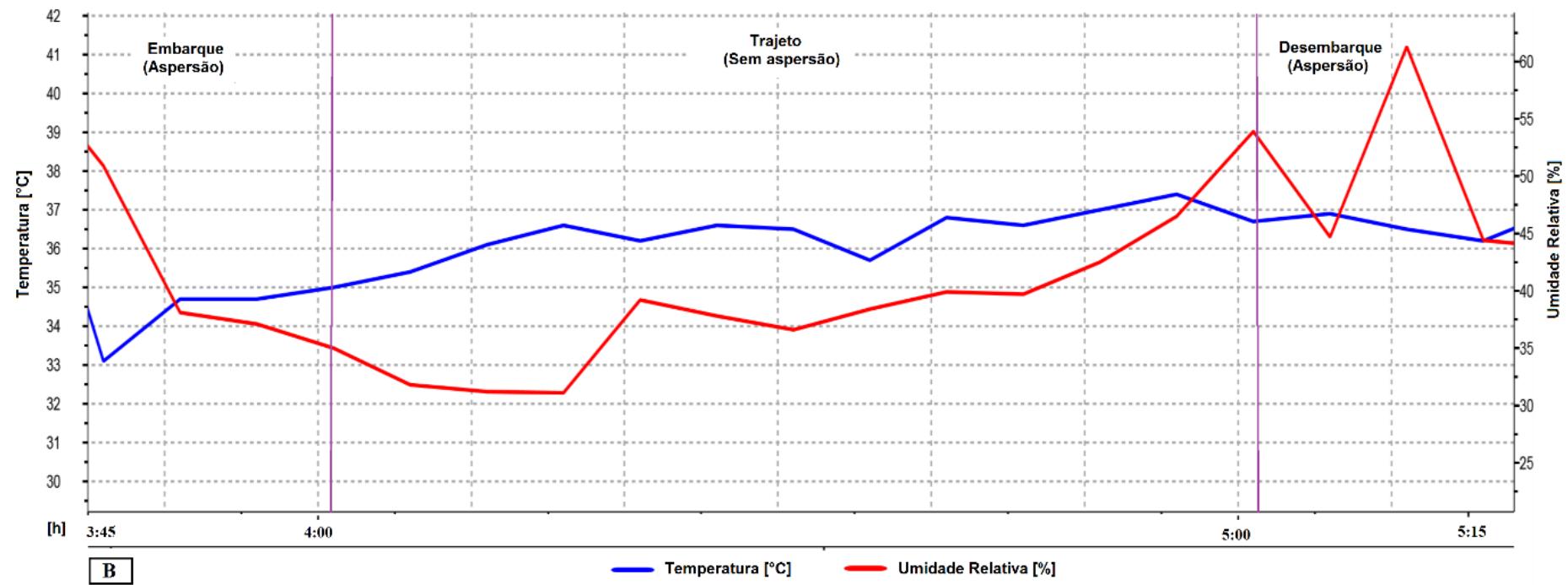


Figura 30. Monitoramento da temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (%) durante o transporte de suínos da granja até o frigorífico das 15:45 às 17:18 (B).

Apesar da variação ser similar para ambas as programações de transporte, na primeira operação de transporte, durante o embarque dos animais a temperatura do ar aumentou em 4,1°C. Com a aspersão durante o embarque, a temperatura dentro da carroceria reduziu 8,2°C impactando na Ts dos suínos. Resultados diferentes foram obtidos por Kephart et al. (2014b), observando que as temperaturas superficiais dos animais não foram afetadas pela aspersão, mas os animais apresentaram sinais de estresse. No presente estudo, durante o processo de transporte de suínos para abate a temperatura do ar aumentou gradualmente em 2,5°C. Durante o desembarque a temperatura aumentou em 1°C.

Durante a segunda programação de transporte (15:45 h), a Ta aumentou 1,9°C durante o embarque e 1,7°C durante o trajeto. A Ta dentro da carroceria reduziu 0,7°C quando os animais foram aspergidos com água antes do desembarque na planta de abate. O conforto térmico variou 4,63 entre a granja e o frigorífico ($p < 0,0489$). Esta variação pode ser associada às operações de transporte.

Nenhuma diferença foi observada entre as condições do microambiente da carroceria do caminhão e do frigorífico. Entretanto, as condições do caminhão e do frigorífico diferiram dos valores médios de ITU apresentados pela região (Tabela 27). Os valores sugerem que ambos, produtores e indústrias de processamento, devem investir no controle do ambiente para garantir o bem-estar dos animais no pré-abate.

Tabela 27. Valores do Índice de Temperatura e Umidade (ITU) para o local, granja, caminhão e frigorífico.

Região	Granja	Caminhão	Frigorífico
ITU*	84,8 ^b	86,7 ^{ab}	90,9 ^a

*Médias com a mesma letra não diferem ($p < 0,05$).

Temperatura e umidade relativa do ar são variáveis responsáveis pelo conforto térmico e bem-estar da pecuária, e podem afetar a temperatura superficial dos animais ($p < 0,0001$) (Figura 31).

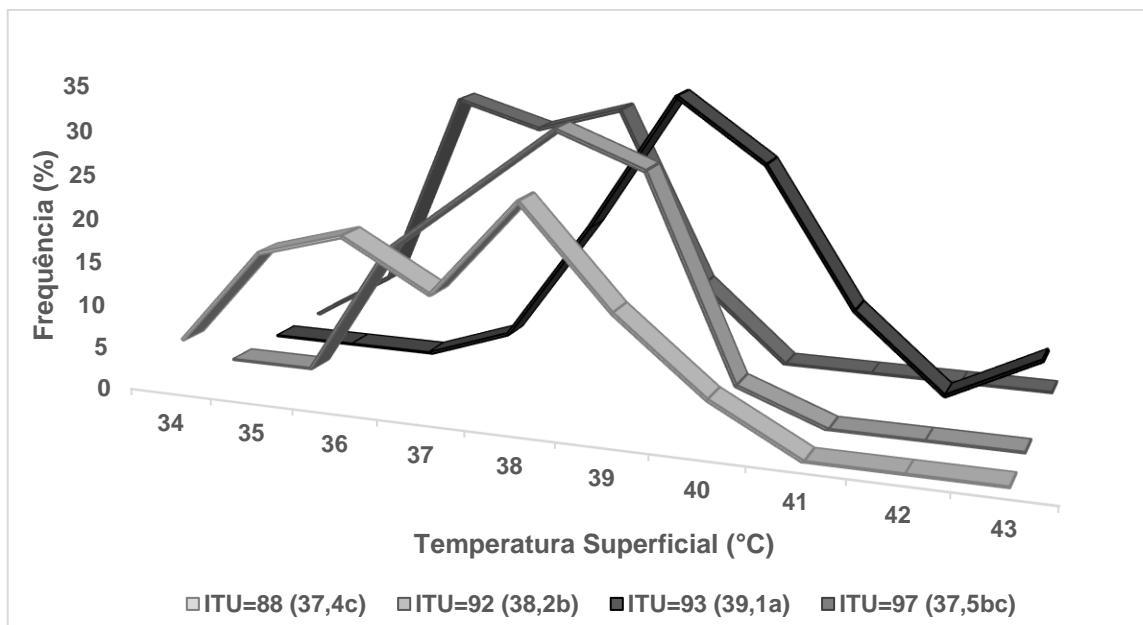


Figura 31. Efeito do ITU na temperatura superficial dos suínos durante a logística pré-abate de duas programações de transporte.

Animais terminados têm dificuldade de dissipar calor sensível, sendo mais afetados quando estão submetidos ao clima quente, devido ao estresse por calor. Para a redução desse problema algumas ações necessitam ser aplicadas pela cadeia produtiva suinícola, tais como aspersão, ventilação, materiais térmicos de construção de carrocerias de transporte. Temperatura superficial dos suínos aumentou 0,7°C na primeira programação de transporte e 1,7°C na segunda programação (Tabela 28).

Tabela 28. Valores médios da temperatura superficial (TS) dos suínos durante o embarque e o desembarque.

Período (h)	n	Atividade	Mínimo/°C	Máximo/°C	Média/°C	ITU
13:11-14:57	34	Embarque	35,1	39,6	37,5 ^c	95,0 ^a
	26	Desembarque	36,5	40,0	38,2 ^b	
15:45-17:18	36	Embarque	34,4	40,1	37,4 ^c	91,6 ^b
	34	Desembarque	37,0	43,0	39,1 ^a	

n = total de animais avaliadas por atividade. Na coluna, médias com a mesma letra não diferem pelo teste T ($p < 0,05$).

Resultados concordam com as faixas de temperatura superficial observadas por (KEPHART et al., 2014b) no transporte de suínos durante o clima quente (30,1 e 38,7°C). Atividades de embarque antecede o processo de transporte e a temperatura superficial dos suínos tem sido afetado pelo ITU da granja. As atividades de

desembarque ($p < 0,027$) ocorrem depois o transporte e a Ts dos suínos foi influenciada pelo microambiente dentro do caminhão, conforme estudos prévios sobre o impacto do microambiente e das condições climáticas no estresse térmico dos animais (BENCH et al., 2008a; SILVA et al., 2010). Além disso, a Ts dos suínos transportados no segundo piso (média = 40,1°C) apresentou uma diferença de 1,2°C quando comparados com os suínos localizados no primeiro piso (média = 38,9°C). McGlone et al. (2014b), apresentaram um aumento de suínos mortos na chegada com aumento da temperatura superficial depois do transporte.

4.4.4 Conclusão

O transporte de animais requer cuidados especiais, tornando a logística pré-abate um ponto crítico para a cadeia. Em países em desenvolvimento, desprovido de infraestrutura de transporte, com rodovias e estradas em más condições, devido à falta de manutenção adequada. Os serviços de logística inadequados estão associados não apenas com as perdas de produtos, mas também com a propagação de doenças em diferentes estágios da cadeia de suprimentos de alimento.

Apesar dos riscos logísticos da produção de animais abrangerem campo mais vasto, este estudo investigou os elementos do transporte do ponto de origem (granja) para o destino (planta de abate), com o foco no conforto térmico dos animais durante o trajeto, influenciado pelo microambiente do caminhão.

Medidas de controle do microambiente pode reduzir os efeitos do ITU na temperatura superficial dos suínos e pode contribuir para o aumento do conforto térmico e bem-estar animal. O presente estudo conclui que os produtores de suínos e as indústrias de processamento deve planejar melhor a logística pré-abate e a realização do transporte de animais durante o período da manhã ou a noite, devido ao período da tarde em regiões tropicais se apresentar inapropriado para o conforto térmico.

4.5 Efeito do embarque, viagem e desembarque na temperatura superficial de suínos: um estudo de caso em duas condições climáticas

Submetido ao *Italian Journal of Animal Science*, texto original em inglês e intitulado “***Effect of loading, journey and unloading on pig surface temperature: Case-Study in two climate condition***”.

Este artigo pretende responder o objetivo específico 4: comparar as operações de transporte pré-abate em condições climáticas diferentes. Os dados de duas granjas comerciais na região sudeste foram analisados e comparados quanto ao impacto das condições climáticas no conforto térmico dos suínos terminados durante o transporte pré-abate.

4.5.1 Introdução

A variação climática tem efeitos negativos na produção agropecuária e consequentemente na indústria de carne. Os animais interagem diretamente com as condições do meio ambiente e reagem com respostas fisiológicas e comportamentais sob condições adversas (BAÊTA e SOUZA, 2010; RENAUDEAU et al., 2012). Para a produção animal em regiões quentes, os conceitos de bem-estar requerem a indução do conforto térmico. Considerando o conforto térmico para as regiões, os produtores devem planejar as atividades da produção baseada na variação climática e nas características dos animais. O controle da variação do ambiente ajudará os animais na termorregulação e aumentar a produtividade animal (RENAUDEAU et al., 2011).

Nas últimas duas décadas, o Brasil apresentou uma grande variação na média de temperatura do ar e ao longo dos anos a produção agrícola e pecuária brasileira vem enfrentando climas mais quentes (Figura 32). Os efeitos das mudanças climáticas são um sério problema que coloca em risco a produção agropecuária (NÄÄS et al., 2010). De acordo com Sarubbi et al. (2012), o bem-estar dos suínos é influenciado pela variação climática e há estações do ano que excedem os limites das condições de conforto dos animais. Considerando o clima quente do Brasil, o processo de produção apresenta necessidades diferentes de outras regiões, como: certos períodos do ano, os produtores não precisam utilizar aquecedores artificiais e o conforto térmico

pode ser realizado com o manejo de cortinas em sistemas semi-abertos (CAMPOS et al., 2009).

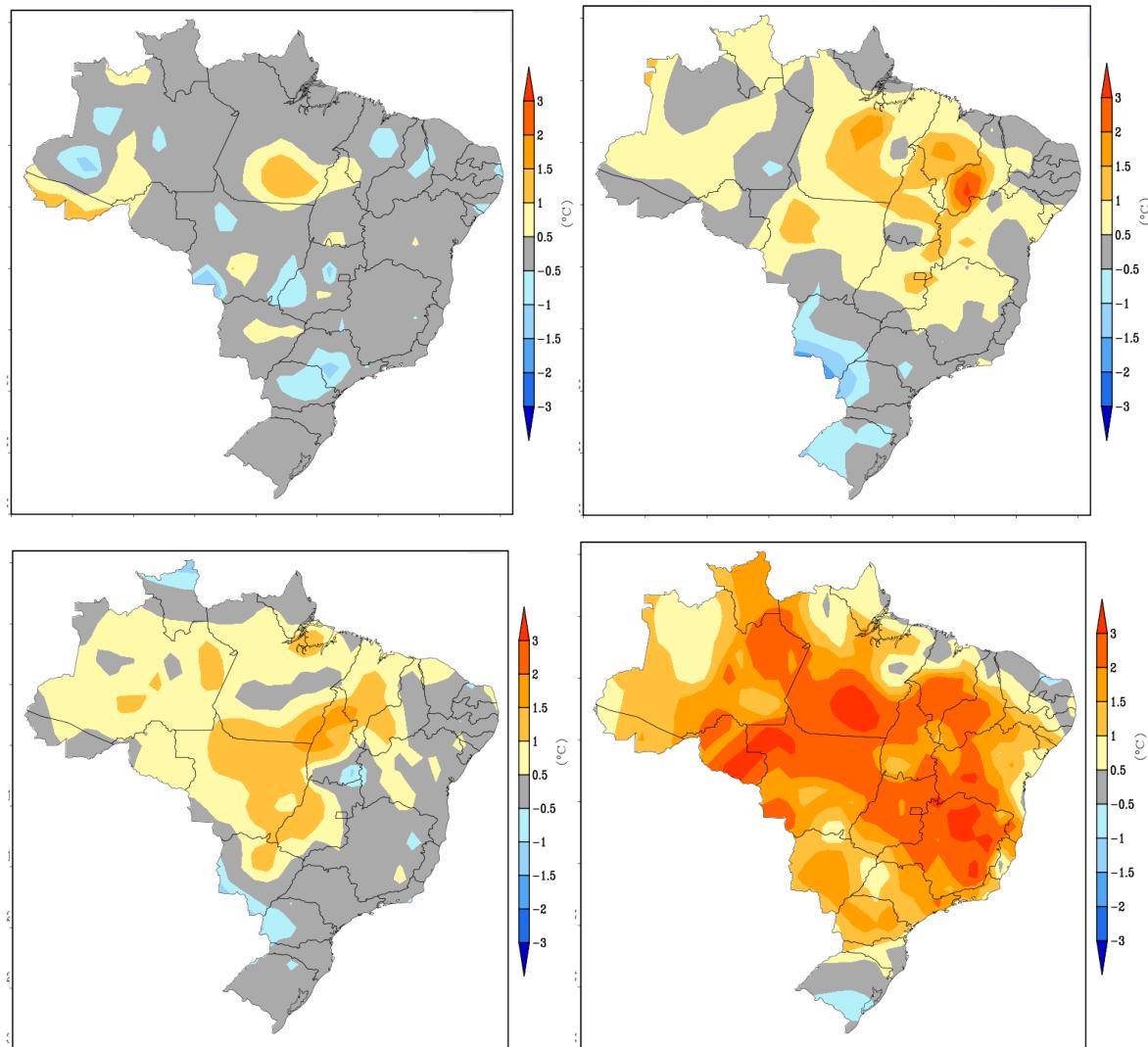


Figura 32. Anomalias ocorridas na media de temperatura do ar durante Setembro, Outubro e Novembro: 1995, 2005, 2010 e 2015, respectivamente.

Fonte: Adaptado de INMET (2016).

Geralmente, nos países em desenvolvimento como o Brasil, os animais são confinados em sistema semi-abertos (RENAUDEAU et al., 2011). As condições do ambiente, temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, gases e poeiras suspensos, são controlados por cortinas (CAMPOS et al., 2009). Contudo, o sistema de cortinas requer um árduo trabalho manual e depende totalmente da atenção dos tratadores. As condições ambientais adequadas para os animais podem ser comprometidas. De acordo com Sarubbi et al. (2012), se as unidades produtivas de suínos no Brasil tiverem sistemas de aclimatização, são acionados de maneira manual

e o manejo não considera as condições climáticas acima das zonas de conforto termoneutra para períodos noturnos ou matutinos.

Por outro lado, a variação climática não afeta apenas o planejamento da produção como as atividades relacionadas ao período pré-abate. De acordo com Borell e Schaffer (2005), em países desenvolvidos tem guias de bem-estar animal com os mínimos requisitos para produção animal. A principal diferenciação entre países em desenvolvimento e desenvolvidos não são a fixação dos guias de bem-estar animal, mas a gestão da produção e o planejamento do período pré-abate que envolve altos custos, falta de conhecimento dos recursos humanos, cultura, baixo nível de tecnologia e sistema de informação.

O transporte pré-abate brasileiro ocorre diferente dos demais países que apresentam clima temperado. Por exemplo, a carroceira do caminhão pode facilitar ou dificultar a movimentação dos animais durante o transporte, o microambiente, os índices de escoriações e fraturas. Países como Canadá, Estados Unidos e Europeus usam os caminhões modelo *pot-belly*, *straight-deck* ou outros veículos mais sofisticados para o transporte de suínos (LAMBOOIJ, 2007; BENCH et al., 2008a; SUTHERLAND et al., 2009; KEPHART et al., 2014b). Geralmente, no Brasil, os suínos são transportados em veículos com carroceria de madeira de um piso ou dois pisos e abertos no teto, ou ainda, carrocerias metálicas duplas ou triplas com tetos cobertos e aberturas laterais para ventilação natural (DALLA COSTA et al., 2007a; TRIEL-HT, 2016). Outra diferença entre os países desenvolvidos e o Brasil no transporte de suínos é aplicação de forragem nas carrocerias. Alguns estudos reportam a aplicação de forragem no transporte de suínos para evitar lesões, quedas, e propor mais conforto aos animais (BENCH, 2008a; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012; KEPHART et al., 2014a).

O planejamento do transporte de animais tem muitas preocupações como bem-estar, problemas de saúde, rastreamento e sustentabilidade (BORELL e SCHAFFER, 2005; MARAHRENS et al., 2011; TRIENEKENS e WOGNUM, 2013). O transporte humanitário de animais está relacionado à redução do sofrimento dos animais, aumento do bem-estar, atender a qualidade requerida, evitar perdas, obter maiores lucros. O transporte de suínos requer habilidades de tratadores para promover uma movimentação calma, reduzindo a interação entre homem-animal, respeitar o comportamento dos animais; evitar o uso de bastões elétricos ou práticas agressivas; aplicação correta da densidade; veículos desligados e em posição correta; corredor

de embarque e rampas limpas; suínos aspergidos antes do transporte; a programação de transporte deve considerar condições climáticas do dia mais amenos como períodos da manhã e noite (BORELL e SCHAFFER, 2005; DALLA COSTA et al., 2007a; FERGUSON and WARNER, 2008; LUDTKE et al., 2010b; MARAHRENS et al., 2011; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012).

Durante o período pré-abate, os suínos são submetidos às condições adversas, devido ao período de jejum, transporte e descanso. O período pré-abate é a situação que atinge todas as cinco liberdades definidas pelo *Farm Animal Welfare Council*, devido expor os animais a situações de fome e sede, cansaço, medo, desconforto e algumas vezes dor devido a ferimentos (FAWC, 2009; MARAHRENS et al., 2011). Entretanto, apesar dessas situações de risco, o transporte é uma operação essencial para indústria pecuária, pois contribui para conectar os parceiros ao longo da cadeia de suprimentos (KEPHART et al., 2014a). As expectativas para todos os envolvidos da cadeia de suprimentos da carne suína, é melhorar as condições do transporte para reduzir as predas na cadeia e oferecer um produto com qualidade para o mercado consumidor (TRIENEKENS e WOGNUM, 2013).

Apesar da possibilidade do controle do microambiente da carroceria, isso não é uma simples tarefa para as carrocerias utilizadas no Brasil. O microambiente da carroceria é afetado pelas condições climáticas externas (MCGLONE et al., 2014a). Outros fatores também afetam o microambiente como a densidade, o tamanho dos animais, níveis de gases, tipos de carrocerias que representam um risco ao animal (MARAHRENS et al., 2011; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012; FOX et al., 2014). A variação das condições climáticas em regiões subtropicais e tropicais deveria ser controlada para minimizar os efeitos negativos na indústria da carne suína. O presente estudo objetiva analisar se há diferenças entre duas condições climáticas no conforto térmico de suínos durante as operações do transporte pré-abate.

4.5.2 Materiais e Métodos

Para investigar os efeitos do clima no conforto térmico de suínos durante o transporte, o estudo de caso foi conduzido em duas granjas comerciais de suínos. A primeira granja está localizada em Cachoeiro de Itapemirim, Estado do Espírito Santo (CIES), Brasil com 20°50'58"S latitude, 41°06'48"W longitude. Um total de 70 animais

foram observados durante o período pré-abate em Fevereiro, 2015. As características do clima tropical apresentam duas estações distintas, seca entre Abril-Setembro e chuvosa entre Outubro-Março (INCAPER, 2011). A segunda está localizada em Águas de Santa Bárbara, Estado de São Paulo (ASSP), Brasil com 22°52'52"S latitude, 49°14'21"W longitude. Um total de 160 animais foram observados em Maio, 2015. De acordo com a Embrapa (2015), a região é caracterizada como tropical de altitude, quente e seco durante o inverno.

Animais

Duzentos e trinta suínos terminados, híbridos da raça *Landrace* e *Large White* foram observados durante o transporte pré-abate. Tempo de jejum foi estabelecido em seis horas antes do transporte, mas com acesso a água. O ciclo de produção dos suínos com origem de Cachoeiro de Itapemirim/ES está estimado em 156 dias com peso médio de 123 kg e os suínos de Águas de Santa Bárbara/SP em 160 dias com peso médio de 120,6 kg.

Características do transporte pré-abate

O produtor de CIES utilizou um caminhão com carroceria de madeira, aberto no teto com 7 m de comprimentos e 2,45 m de largura, dois pisos e dois compartimentos por piso. O produtor de ASSP utilizou um caminhão metálico com teto fechado, aberto nas laterais com 16 m de comprimentos e 2,45 m de largura e oito compartimentos por piso. A densidade de transporte foi 0,40 e 0,41 m²/suínos, respectivamente. Durante o embarque dos suínos de CIES foram movidos em grupos de seis e o tempo registrado por grupo foi de 2,06 minutos, assim como os suínos de ASSP foram movidos em grupos de dez animais e o tempo registrado foi 2,46 minutos (Tabela 29). As coletas dos suínos ocorreram no período da tarde às 1 h 11 min e às 1 h 47 min respectivamente.

Tabela 29. Características do transporte de suínos de duas regiões tropicais em condições diferentes

Origem	Destino	N	Distância (km)	Peso líquido (t)	Embarque (min)	Viagem (min)	Desembarque (min)
A	C	70	45	8,6	24	76	07
B	D	160	60	19,3	39	129	25

A = Cachoeiro de Itapemirim/ES; **B** = Águas de Santa Bárbara/SP; **C** = Atílio Vivacqua/ES; **D** = Cerqueira César/SP.

Variáveis e procedimentos

As variáveis analisadas foram temperatura de bulbo seco (Ta, °C), umidade relativa (UR, %), velocidade do vento (Vv, m/s), temperatura superficial dos suínos terminados (Ts, °C), Índice de Temperatura e Umidade (ITU) e Índice Bioclimático (IB) (Tabela 30).

Para calcular o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) foi aplicada a Equação 21, como sugerido por Roller e Goldman (1969). Texier et al. (1979) sugerem a Equação 22 para estimar o Índice Bioclimático (IB).

$$ITU = 0,45 \ tbu + 1,35 \ tbs + 32 \quad (21)$$

Em que, tbu = temperatura de bulbo úmido (°C), tbs = temperatura de bulbo seco (°C).

$$IB = 0,89 \ Ta + 0,05 \ UR - 1,81 \ Vv + 0,02 \ P - 21,15 \quad (22)$$

Em que, Ta = temperatura do ar (°C), UR = umidade relativa (%), Vv = velocidade do vento (m/s) e P = peso dos suínos (kg)

Tabela 30. Resumo dos valores médios de temperatura do ar (Ta), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), temperaturas superficiais dos suínos (Ts), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice bioclimático (IB) para cada atividade de transporte.

Condições	Características do transporte pré-abate					
	Cachoeiro de Itapemirim [#]			Águas de Santa Bárbara [§]		
Embarque	Viagem	Desembarque	Embarque	Viagem	Desembarque	
n	24	13	15	35	37	20
Tempo (min)	24	76	07	39	129	25
Ta (°C)	39,5±1,5	34,9±0,9	37,0±0,0	21,7±0,7	22,9±1,2	19,8±0,7
UR (%)	35,9±10,3	36,6±4,9	29,9±0,7	84,9±5,5	81,4±5,1	90,9±3,8
Vv (m/s)	-	0,85±0,2	-	-	0,88±0,6	-
Ts (°C)	37,1±2,6	38,1±1,7	38,0±0,8	26,4±1,1	27,8±2,8	19,9±1,2
ITU	97,1±2,2	89,8±1,2	92,3±0,0	70,3±1,4	72,5±2,1	67,2±1,3
IB	18,2±1,2	12,8±0,7	15,7±0,0	4,8±0,7	4,2±1,5	3,4±0,6

[#]Total de suínos carregados = 70; [§]Total de suínos carregados = 160; n = números de suínos observados por cada fase.

Para o presente estudo, o ambiente dos suínos foi monitorado em três fases de transporte: embarque na granja, viagem (caminhão) e desembarque no frigorífico. Um *data logger* (modelo Testo 172H) foi instalado no centro da carroceria do caminhão e registrou a variação da temperatura e umidade relativa do ar. A velocidade do vento foi registrada usando um anemômetro (Krestel, Nielsen-Kellerman Co., US). Os dados foram registrados a cada cinco minutos como sugerido por McGlone et al. (2014a).

Para registrar a temperatura superficial dos suínos foi utilizada uma câmera termográfica (Testo modelo 875, Testo Co., Germany). As imagens termográficas foram registradas dos dois lados da carroceria aleatoriamente durante o embarque, viagem e desembarque. As imagens termográficas registradas no embarque ocorreram na granja antes da saída do veículo para o frigorífico e as imagens registradas no desembarque ocorreram após a chegada do veículo no frigorífico. Para registrar as imagens termográficas durante a viagem, foi estabelecido a metade da distância percorrida entre a granja e o frigorífico. As imagens termográficas dos suínos de CIES foram registradas após o percurso de 22,5 km e para os suínos de ASSP após o percurso de 30 km.

Análise estatística

Para análise estatística o modelo incluiu os efeitos das fases do transporte pré-abate: embarque, viagem e desembarque em duas regiões com condições climáticas diferentes: Cachoeiro de Itapemirim/ES e Águas de Santa Bárbara/SP na temperatura superficial dos suínos. A análise de variância foi processada usando *General Linear Model* (GLM) e o teste Tukey, por meio do programa computacional SAS, versão 9,0 (SAS, 2014). A significância foi estabelecida em $p < 0,05$.

O modelo matemático aplicado para análise estatística está representado pela Equação 23 (BANZATTO e KRONKA, 2006).

$$Y_{ijr} = \mu + TA_i + CC_j + \varepsilon_{ijr} \quad (23)$$

Em que, Y_{ijr} = variável dependente (Ta, UR, Vv, ITU e IB); μ = media geral, TA_i = efeito das atividades de transporte i ; CC_j = efeito das condições climáticas j ; e ε_{ijr} = erro aleatório associado para cada observação.

4.5.3 Resultados e Discussão

Diferença significativa foi observada na temperatura do ar e no índice bioclimático durante o embarque, trajeto e desembarque ($p < 0,05$). O índice bioclimático se apresentou mais sensível para estimar o conforto térmico dos suínos do que o ITU. É provável que este resultado seja explicado pela Equação do IB incluir a variação da velocidade do vento. A umidade relativa do ar apresentou diferença significativa entre a viagem (trajeto) e os demais processos de embarque e desembarque ($p < 0,05$). A Ts dos suínos apresentou resultados similares entre o processo de embarque e a viagem, diferenciando-se apenas durante o processo de desembarque ($p < 0,05$). Essa diferença pode ser explicada pelas condições climáticas da localização dos frigoríficos e pelo processo de aspersão dos animais. Já o ITU foi similar para o processo de viagem e desembarque e diferiu durante o processo de embarque dos suínos na granja ($p < 0,05$), o que pode estar relacionado ao pico de temperatura do ar durante o embarque dos suínos de CIES (Tabela 31).

O estresse térmico por calor ocorre quando os animais produzem mais calor do que podem dissipá-lo para o ambiente impactando direto no conforto térmico (BROWN-BRANDL et al., 2012). O balanço térmico é influenciado pelas condições internas e externas dos animais. As condições internas estão associadas à produção de calor pelo tempo de alimentação, taxa metabólica, e as condições externas com o meio ambiente (LAMBOOIJ, 2007; BENCH, 2008a).

Tabela 31. Valores médios de temperatura (Ta), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), temperatura superficial dos suínos (Ts), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice de bioclimático (IB) para cada atividade de transporte.

Condição	Embarque	Viagem	Desembarque
N	59	50	35
Ta (°C)	$30,6 \pm 0,1^a$	$29,1 \pm 0,1^b$	$28,4 \pm 0,1^c$
UR (%)	$60,4 \pm 0,7^b$	$59,0 \pm 0,9^a$	$60,4 \pm 1,0^b$
Vv (m/s)	-	$0,8 \pm 0,0$	-
Ts (°C)	$31,7 \pm 0,2^a$	$33,1 \pm 0,3^a$	$29,0 \pm 0,3^b$
ITU	$83,7 \pm 0,2^a$	$81,1 \pm 0,2^b$	$79,7 \pm 0,2^b$
IB	$11,5 \pm 0,1^a$	$8,5 \pm 0,1^c$	$9,6 \pm 0,1^b$

a, b, c = medias com a mesma letra na mesma linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

O período pré-abate inclui desafios que perturbam a homeostase dos animais, sendo necessárias respostas adaptativas para restaurar o equilíbrio interno

(FERGUSON and WARNER, 2008). A combinações de diversos estressores é responsável pelo bem-estar animal e a qualidade da carne pós operação de transporte (SCHWARTZKOPF-GENSWEIN et al., 2012). Medo, desidratação e fome, aumento da atividade física, cansaço e lesões são algumas consequências do período pré-abate (FERGUSON and WARNER, 2008). Durante o transporte, os suínos são expostos a diversos fatores e sua variação pode desestabilizar o equilíbrio interno dos animais e comprometer a qualidade da carne, e contribui com as perdas para a cadeia de suprimentos.

No presente estudo, a temperatura do ar, a umidade relativa, temperatura superficial, o ITU e o IB apresentaram diferenças significativas entre as condições climáticas de CIES e ASSP ($p < 0,05$; Tabela 32). O microambiente da carroceria de transporte depende das condições climáticas, que são afetadas pela localização e estação do ano (LAMBOOIJ, 2007).

Os suínos transportados de CIES enfrentaram uma variação na Ta de 33,2 a 41,4°C, UR de 27,8 a 57,6% e a Ts dos suínos variou de 34,8 a 40,3°C (amplitude = 5,5°C). Para os suínos de ASSP, Ta variou de 18,8 a 24,8°C, UR de 74,8 a 95,7% e Ts de 17,7 a 33°C (amplitude = 15,3°C). Em condições climáticas diferentes, Kephart et al. (2014a) reportaram que em condições de clima ameno a temperatura superficial variou de 29,3°C a 36,2°C (amplitude = 6,9°C) e em clima quente de 30,1°C a 38,7°C (amplitude = 8,6°C).

Tabela 32. Valores médios de temperatura (Ta), umidade relativa (UR), velocidade do vento (Vv), temperatura superficial dos suínos (Ts), índice de temperatura e umidade (ITU) e índice bioclimático (IB) para CIES e ASSP regiões.

Condições	Cachoeiro de Itapemirim (CIES)	Águas de Santa Bárbara (ASSP)
n	52	92
Ta (°C)	$37,2 \pm 0,1^a$	$21,5 \pm 0,1^b$
UR (%)	$34,3 \pm 0,8^b$	$84,8 \pm 0,6^a$
Ts (°C)	$37,9 \pm 0,2^a$	$25,7 \pm 0,2^b$
ITU	$93,9 \pm 0,2^a$	$70,5 \pm 0,1^b$
IB	$15,6 \pm 0,1^a$	$4,3 \pm 0,1^b$

a, b = media com a mesma letra na mesma linha não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

A Ts dos suínos apresentou correlações positivas com Ta, ITU e IB (0,8474, 0,8352 e 0,7867 respectivamente; $p < 0,05$) e correlação negativa com a umidade relativa do ar (-0.8178, $p < 0.05$). Correlações positivas do ITU e do IB com a Ta (0,9954 e 0,91 respectivamente, $p < 0.05$) e negativas com a umidade relativa (-0,8028 e -0,7187 respectivamente, $p < 0.05$). Os resultados sugerem que a Ts foi afetada positivamente por Ta, ITU e IB e inversamente pela umidade relativa do ar. Esse resultado concorda com Kephart et al. (2014b), que reportaram o aumento da temperatura superficial dos suínos após o aumento o ITU para ambas condições climáticas: ameno e quente.

Influência da aspersão na variação da temperatura do ar e da umidade relativa

Durante o embarque, transporte e desembarque os suínos transportados da granja de CIES enfrentaram uma maior variação de temperatura que os suínos de ASSP. Nos primeiros 20 minutos do embarque a temperatura do ar aumentou 4,1°C e após a aplicação da aspersão a Ta sofreu uma redução de 8,2°C. Durante o trajeto (viagem) a Ta aumentou gradualmente 2,5°C e 1,0°C durante o desembarque (Figura 33). Resultados diferentes foram reportados por Sutherland et al. (2009), que registraram uma redução na temperatura e na umidade do ar depois dos primeiros 30 minutos de transporte. O objetivo da aspersão de água é controlar o microambiente da carroceria do caminhão e reduzir a temperatura corporal dos suínos no intuito de melhorar o bem-estar (FOX et al., 2014).

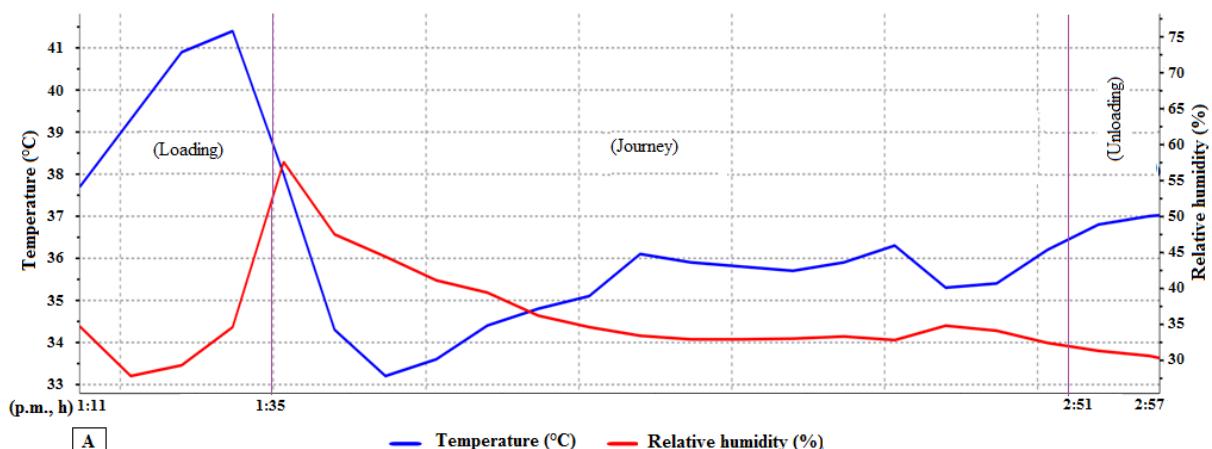


Figura 33. Variação da Ta (°C) e UR (%) durante o transporte pré-abate em carroceria dupla de madeira com teto aberto (tempo total = 107 min / densidade = 0,40 m²/suínos).

A temperatura do ar reduziu 2,1°C nos primeiros 20 minutos durante o embarque dos suínos de ASSP e na sequência aumentou gradualmente até 1,7°C. A redução ocorrida na temperatura é resultado do processo de aspersão adotado pela granja, sendo aplicado antes do embarque dos suínos no caminhão e posterior o carregamento dos animais. Durante o transporte, a Ta apresentou uma média de 22,8°C com uma variação de 20 a 24,8°C. A primeira hora de transporte, a Ta foi maior do que os 45 minutos restantes. Resultados similares foram apresentados por Sutherland et al. (2009). Após 85 minutos de viagem, a Ta começa a reduzir gradualmente até 4,2°C. Além disso, durante o desembarque, a Ta apresentou uma redução de 2,0°C (Figura 34).

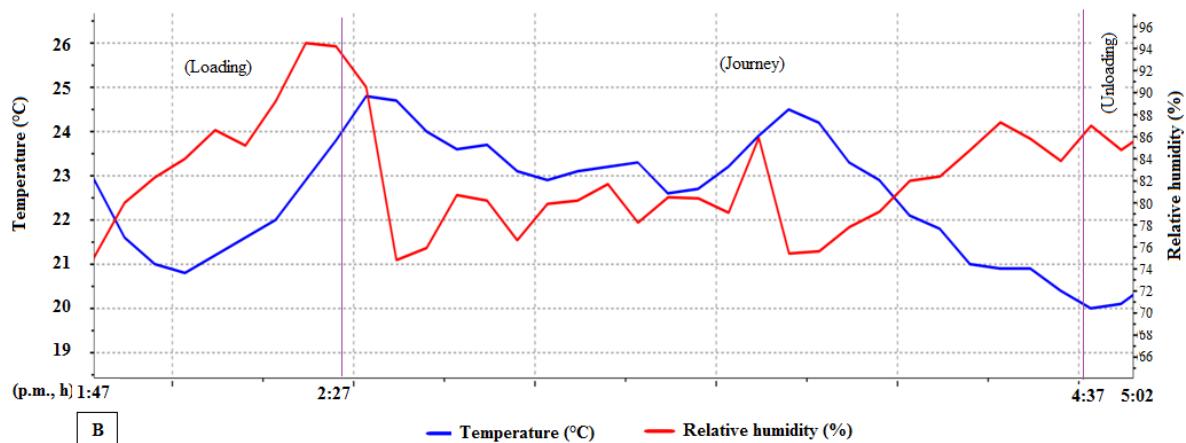


Figura 34. Variação da Ta (°C) e UR (%) durante o transporte pré-abate em carroceria dupla metálica com teto coberto e aberta nas laterais (tempo total = 193 min / densidade = 0,41 m²/suínos).

Nesse contexto, não se pode afirmar que a temperatura do ar, durante o transporte pré-abate, sob as condições de ASSP apresentaram uma redução mais lenta do que a ocorrida pela CIES, mas no momento que ocorreu, dada a elevada temperatura em CIES, os resultados foram mais acentuados devido o processo de aspersão. De acordo com Fox et al. (2014), nenhum efeito foi encontrado para suínos aspergidos submetidos em ambientes acima de 23°C, sendo o comportamento dos suínos afetados quando aspergidos em ambientes abaixo de 23°C. A grande variação da temperatura afeta o conforto térmico dos suínos e pode afetar a qualidade da carne. Submetidos em estresse extremo durante o pré-abate, os animais respondem com o aumento dos níveis de cortisol e ácido láctico, resultando numa brusca queda do glicogênio muscular, consequentemente, afetando a qualidade da carne (LUDTKE et al., 2010b).

Apesar dos suínos serem animais aptos para se adaptar as novas situações (BECERRIL-HERRERA et al., 2010), o transporte de animais deve considerar a exposição e o tempo às situações de riscos como: hematomas, feridas, fraturas resultados de carrocerias ou manejo inadequados; desidratação por falta de água; agressividade devido a mistura de animais de outros lotes (MARAHRENS et al., 2011). Essas condições de riscos contribuem para as perdas ocorridas na cadeia da carne suína.

De acordo com Dalla Costa et al. (2007a), o embarque, transporte e desembarque são responsáveis por quase o dobro de problemas com lesões na pele do que o período de desanco no frigorífico. Ferguson e Warner (2008) argumentam que durante o processo de transferência dos animais da granja até o frigorífico, as consequências do estresse são inevitáveis. Além disso, as condições em que os suínos são expostos, manejados e transportados tem direto impacto no seu bem-estar (KEPHART et al., 2014a). O estresse pode ser reduzido e gerenciado se os procedimentos durante o pré-abate seguirem as normas e exigências para o bem-estar animal e das empresas envolvidas no processo, observando as boas práticas de manejo animal durante todo o período. Uma equipe de tratadores treinada sob a ótica do transporte humanitário de animais, pode gerenciar o estresse e reduzir os impactos dos efeitos do transporte sobre os animais.

Haley et al. (2008) alertam para o risco da morte de suínos em trânsito devido a exposição à elevada temperatura e recomenda realizar a operação à noite para promover um ponto de equilíbrio entre as questões financeiras e as requisições de bem-estar animal durante o transporte.

Índice de temperatura e umidade (ITU) e Índice bioclimático (IB)

Aparentemente, no dia que os suínos foram transportados para o abate, as condições climáticas de ASSP pareceram favorecer mais o conforto térmico dos suínos do que as condições climáticas em CIES. A faixa de ITU para ASSP aumentou de 65,5 para 76,0 (amplitude = 10,5) e a Ts dos suínos aumentou em 8,16°C durante o processo pré-abate. Resultados similares foram encontrados por Kephart et al. (2014b), em condições amenas, um aumento no ITU de 17 a 19 resultou em um aumento de 7°C na temperatura superficial de suínos, e em clima quente o ITU aumentou de 20 a 24 e a temperatura superficial em 9°C. A faixa de ITU para CIES

aumentou de 87,3 para 100,2 (amplitude = 12,9) e a Ts apresentou uma redução de -0,1°C.

Considerando a classificação de conforto térmico por Barbari e Conti (2009), no presente estudo, 97,8% dos suínos transportados de ASSP estavam dentro da faixa de conforto térmico (ITU > 75) e 2,2% estavam na zona de alerta do conforto térmico, ou seja, os animais estavam acessando a faixa de estresse (ITU 75 < 79) e 100% dos suínos transportados de CIES estavam na zona de emergência, ou seja, em estresse térmico (ITU > 84; Tabela 33). Enquanto a Ts dos suínos de ASSP seguiram o aumento do ITU, a Ts dos suínos de CIES apresentaram uma redução mesmo com o aumento do ITU. Uma hipótese desse resultado é que os suínos de CIES estavam fora zona de conforto e usaram as funções fisiológicas para retornar o equilíbrio térmico e manter a temperatura corporal.

Tabela 33. Média, desvio padrão e a variação da temperatura superficial dos suínos (°C) por índice temperatura e umidade, para ambas as regiões: CIES e ASSP.

ITU (ASSP)	n	Média (°C)	DP (°C)	Mínimo (°C)	Máximo (°C)
65 < 68*	16	20,3 ^c	2,57	17,7	27,7
68 < 71*	33	25,3 ^b	2,42	20,0	29,3
71 < 74*	34	27,8 ^a	2,65	22,9	33,0
> 74**	9	28,5 ^a	2,89	24,4	31,7
ITU (CIES)	n	Média (°C)	DP (°C)	Mínimo (°C)	Máximo (°C)
87 < 90 ⁺⁺	7	37,7	1,95	35,2	39,9
90 < 93 ⁺⁺	21	38,5	1,05	36,6	40,3
93 < 96 ⁺⁺	10	37,5	1,25	35,9	39,5
> 96 ⁺⁺	14	37,6	1,45	34,8	39,5

a, b, c, d = médias com a mesma letra dentro da coluna não diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$); n = número de suínos observados por faixa de ITU; DP = desvio padrão. *(> 75) conforto térmico; **(75 < 79) alerta, conforto térmico crítico; + (79 < 83) perigo, estresse térmico crítico e ++(> 83) emergência, estresse térmico muito crítico (BARBARI e CONTI, 2009).

O índice bioclimático para CIES variou de 11,5 a 19,9 (amplitude = 8,4) e para ASSP variou de 1,12 a 6,95 (amplitude = 5,8). Ambas as regiões apresentaram um índice bioclimático maior durante o embarque do que para viagem e desembarque.

Um aumento acentuado, 1,4°C e 1,0°C, ocorreu na Ts dos suínos durante a viagem para ASSP e CIES respectivamente (Tabela 34).

Tabela 34. Média, desvio padrão e variação da temperatura superficial dos suínos (°C) e índice bioclimático por atividade pré-abate: ASSP e CIES.

Região	Embarque		Viagem		Desembarque		
	ASSP	Média ± DP	Variação	Média ± DP	Variação	Média ± DP	Variação
IB	4,8±0,7		3,9~6,3	4,2±1,5	1,1~6,9	3,4±0,6	2,7~4,5
Ts (°C)	26,4±1,1		22,9~29,3	27,8±2,8	24~33	19,9±1,2	17,7~21,6
CIES	CIES	Média ± DP	Variação	Média ± DP	Variação	Média ± DP	Variação
IB	18,2±1,2		16,6~19,8	12,8±0,7	11,4~13,9	15,7±0,0	15,7~15,8
Ts (°C)	37,1±2,6		34,8~39,5	38,1±1,7	35,2~40,3	38,0±0,8	36,6~39,2

ASSP apresentou uma redução do IB ao longo do período pré-abate, de 4,8 durante o embarque para 3,4 no desembarque (amplitude = 1,4). Diferentemente, CIES apresentou uma redução no IB do embarque para o transporte de 5,4, e posterior, um aumento de 2,9 durante o desembarque. O estudo sugere que durante a viagem, a velocidade do ar pode ter afetado o índice bioclimático. Além disso, a região CIES apresentou maior variação no IB do que ASSP.

Quanto mais próximo de zero o índice bioclimático se encontrar mais perto estará da zona termoneutra, resultando em condições climáticas favoráveis aos animais, assim como quanto mais distante o IB estiver de zero mais fora da zona de conforto os animais estarão resultando em condições climáticas estressantes para os animais (TEXIER et al., 1979). Texier et al. (1979) encontraram IB entre 0 e 4 como indicador ótimo para o desempenho dos animais o que corresponde a temperatura efetiva de 17 a 21°C. Assim, pode-se inferir que os suínos transportados de ASSP estão mais próximo da zona de conforto térmico do que os suínos transportados de CIES.

Quando os animais estão fora da zona termoneutra, eles usam seus mecanismos fisiológicos para controlar a temperatura do corpo, caso não consigam restabelecer o equilíbrio térmico, os animais se encontrarão em risco. De acordo com Fox et al. (2014), durante o processo de transporte os suínos são frequentemente submetidos em condições que os levam para fora da zona termoneutra resultando em baixo nível de bem-estar e aumento das perdas. Fernandes et al. (2011) compararam dois períodos do dia, manhã e tarde, e encontrou IB abaixo de 4 para o período da

manhã e acima de 4 para o período da tarde. Esse é um resultado especial porque sugere que os produtores de ASSP e CIES devem alterar a programação de transporte de suínos de tarde para o período da manhã ou noite, no intuito de promover o bem-estar animal.

Conforto térmico de suínos durante o transporte pré-abate

Embarque

Observou um aumento na Ta durante o embarque dos suínos em CIES, de 37,7 a 41,4°C, e a Ts aumentou 1,27°C. Provavelmente, o aumento da temperatura está relacionado à atividade física e acomodação dos animais no caminhão combinado com a aplicação da aspersão após 20 minutos do carregamento. Por outro lado, a redução da temperatura durante o embarque dos suínos de ASSP variou de 20,8°C a 22,9°C, resultando numa redução de 0,80°C na Ts dos animais (Figura 35). A granja em ASSP adota um processo de aspersão diferente. Os manejadores aplicam a aspersão dos suínos e da carroceria antes de iniciar o embarque e após o carregamento total dos animais no veículo. A redução observada na Ta ocorreu devido o processo de aspersão do microambiente antes do embarque. Estudando o efeito do processo de aspersão, Fox et al. (2014) encontraram diferenças apenas durante a partida e o desembarque, assim como ambos os tratamentos (carroceria aspergida e não aspergida) apresentaram um aumento na temperatura desde o embarque até o desembarque.

Considerando o tempo de embarque, Machado et al. (2014b) encontraram efeito direto na qualidade da carne suína para suínos carregados abaixo de 1 h. Assim, os autores alertam para aplicação de adequado embarque observando a necessidade dos animais, movimentando com calma e evitando desordem entre os animais. Para ambos os embarques, CIES e ASSP, o embarque foi realizado muito rápido: 0,34 e 0,24 min por animal, respectivamente.

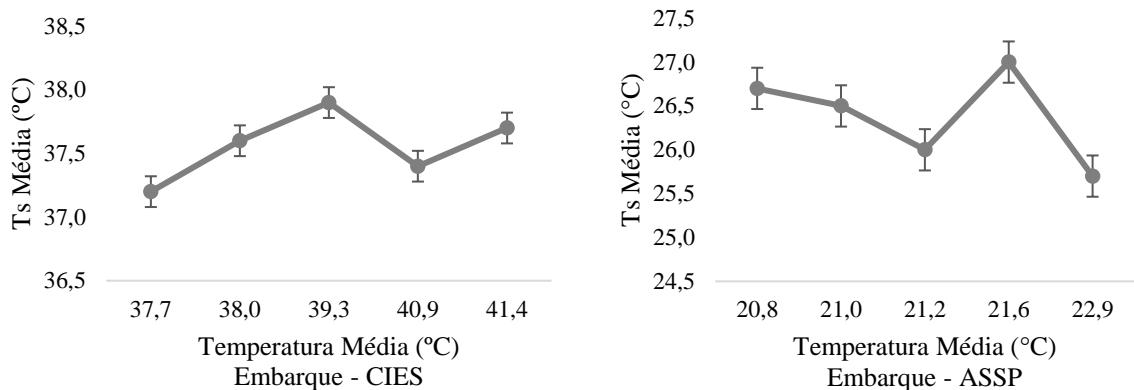


Figura 35. Valores médios para a temperatura e temperatura superficial dos suínos (Ts) durante embarque (CIES tempo total = 24 min; ASSP tempo total = 39 min).

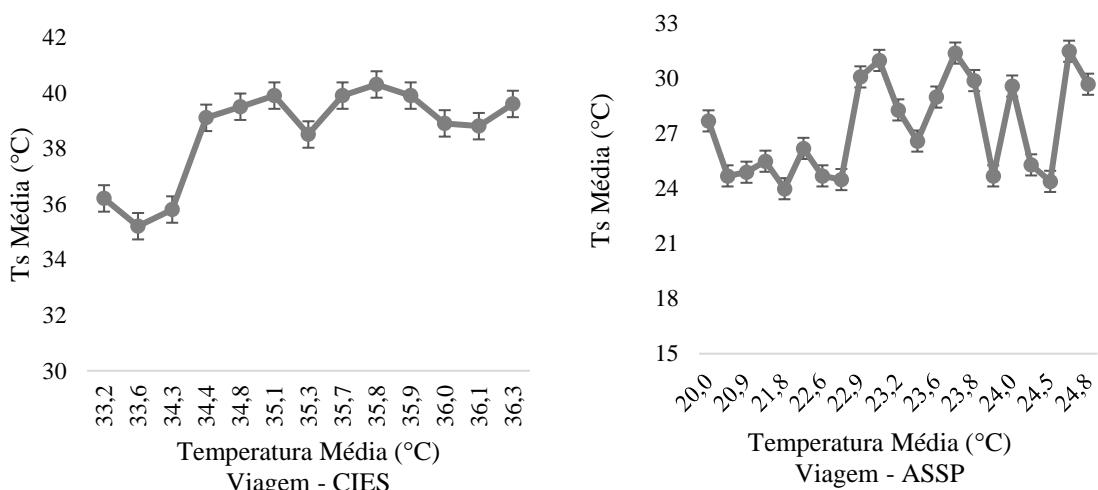
O embarque é considerado uma das atividades mais estressoras para os animais durante o transporte pré-abate devido a sua transferência de um ambiente familiar para um ambiente novo e desconhecido. Além disso, um fator que aumenta o calor por estresse durante o embarque, além do esforço físico, é a densidade de transporte. As normas de bem-estar brasileiras requerem a observação de densidade de 230 kg/m² ou 0,43 m²/suíno (DIAS et al., 2011). A recomendação é a mesma praticada pelos países desenvolvidos como Canadá, Europeus e Estados Unidos (DEFRA, 2007; CORREA et al., 2014; KEPHART et al., 2014b), que apresentam condições climáticas diferentes do Brasil. Como sugerido por Schwatzkopf-Genswein et al. (2012) a densidade de transporte deve ser testada em países com temperaturas quentes para reduzir o estresse por calor e melhorar o bem-estar animal durante o transporte.

A temperatura corporal do animal pode aumentar com as respostas fisiológicas como a frequência cardíaca. Durante o embarque no verão, suínos apresentaram uma frequência cardíaca maior em relação ao inverno (CORREA et al., 2014). O processo de embarque é associado aos estressores, tais como: transferência do animal para ambiente desconhecido, esforço físico devido as rampas, maior interação homem-animal, densidade, tipo de carroceria que pode facilitar ou dificultar o embarque dos animais. Correa et al. (2014) encontraram diferenças na frequência cardíaca durante o verão para suínos que esperavam o embarque. Os autores associaram com o esforço físico para acessar os compartimentos do caminhão. Quando os suínos aumentam a frequência cardíaca, os animais reduzem o fluxo de sangue para pele, gerando descoloração e aumento da temperatura da pele (KEPHART et al., 2014a).

Viagem (trajeto)

Durante o transporte de suínos, ambas as regiões apresentaram um aumento da Ta, variando para CIES de 33,2 a 36,3°C e ASSP de 20 a 24,8°C. Suínos transportados de CIES tiveram um aumento da Ts em 1,64°C e os suínos transportados de ASSP um aumento da Ts em 1,56°C (Figura 36). Apesar da diferença nas condições climáticas entre as regiões, ambas as operações de transporte apresentaram aumento similar no conforto térmico dos animais. A viagem da granja até o frigorífico está associada com diversos estressores que colocam em risco os animais, como: comportamento do condutor, vibração do caminhão, trepidação, velocidade do caminhão, velocidade do vento, pavimento das rodovias, curvas acentuadas, lombadas, exposição à radiação solar e chuva, tempo de exposição a ambiente adverso (LUDTKE et al., 2010b). De acordo com Haley et al. (2008), temperaturas acima de 30°C aumentam as perdas relacionadas ao transporte. Seguindo esse argumento, pode-se sugerir que os suínos transportados em CIES apresentaram mais risco de perdas para a cadeia da carne suína do que os suínos transportados de ASSP.

O tempo de transporte para ASSP foi similar com estudos prévios de 138 minutos (KEPHART et al., 2014a). De acordo com Borell e Schaffer (2005), as normas Europeias limitam o tempo de transporte em 8 h e após esse período, os animais devem ser desembarcados e descansarem pelo mínimo de 24 h. O código do Canadá estabelece que os animais transportados por viagens acima de 12 h devem ter o apropriado acesso à ração e água (BENCH, 2008a).



A morte na chegada (MA), animais inaptos (CI) e outras perdas aumentaram com a temperatura do ar e da temperatura superficial dos suínos que aumentaram linearmente com a temperatura externa (MCGLONE et al., 2014a). Além disso, os autores reportaram que acima de 30°C, as perdas aumentaram linearmente com a temperatura superficial, sugerindo que a temperatura superficial pode ser um indicador de perdas após o transporte de suínos.

A temperatura superficial pode ser relacionada as condições do microambiente da carroceria (temperatura, umidade, velocidade do vento), assim como a densidade, esforço físico, brigas entre os animais, frequência cardíaca, tipo de carroceria, localização na carroceria (CORREA et al., 2014; KEPHART et al., 2014b; MCGLONE et al., 2014a). O compartimento traseiro da carroceria apresentou um maior sinal de estresse para suínos do que os compartimentos centrais e dianteiros (DALLA COSTA et al., 2007a). Depois do tempo de transporte, os suínos apresentaram maior índice de lesão e o peso corporal tendeu a reduzir, independente do espaço disponível (SUTHERLAND et al., 2009). Kephart et al. (2014a) encontraram 1,5% mais sinais de estresse em suínos transportados com maior nível de forragem do que os animais transportados com menor nível de forragem. Todos esses fatores resultam na qualidade da carne suína para ambos os países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

Por exemplo, Becerril-Herrera et al. (2010) encontraram um aumento na frequência cardíaca resultante no aumento de consumo de oxigênio e temperatura do corpo e uma redução do pH e acumulação de ácido láctico durante dois tempos de transporte. Essas condições afetam a qualidade da carne suína e resulta em perdas para a indústria. PSE (pálida, macia e exsudativa) e DFD (escura, dura e seca) são associadas com os sinais de estresse ocorridos durante o período pré-abate. A carne PSE é um sério problema para a cadeia de suprimentos da carne suína brasileira (MACHADO et al., 2014b; 2014c). Machado et al. (2014b) reportaram 8,07% de incidência de carne PSE para a indústria brasileira da carne suína para uma amostra de 854 suínos abatidos.

Perdas abaixo de 1% (0,17%) para o mercado de carne suína foram encontrados por Haley et al. (2008), reportando que mais da metade dessas perdas ocorrem durante o transporte, 24% no frigorífico, 14% no pátio de espera e 4% nos produtores.

Desembarque

Temperatura do ar para CIES durante o desembarque variou de 36,8 a 37,2°C e para ASSP 18,8 a 20,8°C. Suínos transferidos da granja de CIES até o frigorífico apresentaram uma redução na Ts de 0,25°C durante o desembarque. O processo de aspersão associado ao tempo curto de desembarque resultou na redução da Ts. Suínos de ASSP apresentaram um aumento na Ts de 1,45°C durante o desembarque (Figura 37). Esses resultados refletem o tempo e o tipo de manejo aplicado durante o processo de desembarque. Em CIES, dois manejadores de suínos executaram a atividade. Um aspergia os animais e o outro estimulava os suínos para saírem do veículo. Já em ASSP, os suínos foram manejados por um único tratador que abriu as portas do veículo e esperou a movimentação dos animais. Após 10 minutos, o tratador começou a estimular os animais para fora do veículo. Kephart et al. (2014a) encontraram um aumento acentuado na temperatura superficial dos suínos de quase 14°C para ITU variando de 13 a 23.

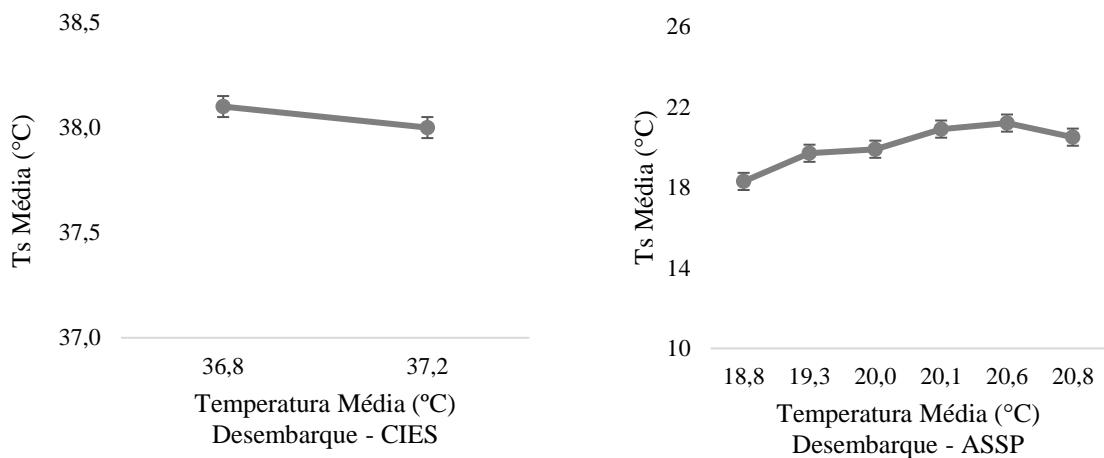


Figura 37. Valores médios para a temperatura e temperatura superficial dos suínos (Ts) durante desembarque (CIES tempo total = 07 min; ASSP tempo total = 25 min).

O tempo de desembarque pode refletir o estresse animal. Kephart et al. (2014a) reportaram uma média de 16 minutos para o desembarque. Esse tempo de desembarque foi mais que o dobro praticado pelos tratadores de CIES para o desembarque dos animais e menor que o tempo praticado pelos tratadores de ASSP. O desembarque está relacionado ao esforço físico do animal, transferência para um novo ambiente com misturas de lotes, interação humana, rampas, condições climáticas dos frigoríficos, aspersão, novos ruídos (equipamentos industriais). Devido

esses fatores durante o desembarque os animais podem ficar agitados, propiciando situações para aumento de perdas. Alta porcentagem de hematomas na pele ocorreu em suínos durante o desembarque (DALLA COSTA et al., 2007a). De acordo Kephart et al. (2014a), os sinais de estresse no desembarque foram 1,5% maior para suínos transportados com maior nível de forragem do que os transportados com menor forragem.

Considerando o impacto da qualidade da carne suína, Machado et al. (2014c) reportaram que o tempo de transporte, o ITU e o tempo de desembarque tiveram efeitos na incidência de carne PSE, devido às condições de fadiga e estresse térmico.

4.5.4 Conclusão

Clima quente promove o acesso dos suínos ao limite crítico superior da zona termoneutra, comprometendo o conforto térmico. A temperatura foi o principal fator para o desconforto térmico durante o transporte pré-abate. Entre as atividades, o embarque e a viagem representaram as condições mais críticas para o conforto térmico dos suínos transportados para abate. O controle adequado do microambiente pode contribuir para melhorar o bem-estar, consequentemente, a qualidade da carne suína. Suínos são animais muito sensíveis e reagem às condições climáticas.

No presente estudo, notou-se que em ambas as condições climáticas, os produtores devem adotar novas estratégias para o transporte e alterar a programação de coleta para períodos mais amenos do dia: manhã ou noite, e melhorar os métodos e gerenciamento do transporte pré-abate considerando conforto térmico dos animais. O transporte de animais humanitário aplicado durante o pré-abate é uma medida preventiva e atende as expectativas de todos os envolvidos na cadeia de suprimentos da carne suína.

4.6 As perdas de alimentos na cadeia de suprimentos de carne suína: efeito da distância de transporte e estação do ano em suínos produzidos em condições tropicais

Submetido à *Environment Science and Police* texto original em inglês e intitulado “***Food losses in the pork supply chains: effect of transport distance and season in pigs produced under tropical conditions***”.

Este artigo foi elaborado buscando atender o objetivo específico 5: determinar a distância econômica para o transporte de suínos em regiões tropicais. Para tanto, um banco de dados de uma granja comercial na região Centro-Oeste foi utilizado para quantificar as perdas ocorridas durante o transporte pré-abate, e identificar a distância com a menor perda de peso vivo, mortalidade e animais inaptos para o abate.

4.6.1 Introdução

Recentemente, as perdas e os desperdícios nas cadeias produtivas de alimentos têm chamado atenção devido ao aumento da demanda global, tornando-se um ‘hot-topic’ para o desenvolvimento de estudos voltados a sua redução (FAO, 2013). Entretanto, a mensuração dessas perdas, que ocorrem ao longo da cadeia produtiva de abastecimento, tem sido um desafio para os diversos pesquisadores (FERREIRA et al., 2006; RITTER et al., 2009). Para a cadeia produtiva da carne esse desafio não é diferente. Na América Latina, estima-se que as perdas e os desperdícios para a cadeia da carne correspondem a 22 % da produção (FAO, 2011). As perdas da cadeia produtiva de alimentos brasileira estão estimadas em \$ 12 bilhões por ano (BCFN, 2012).

A cadeia produtiva da carne suína brasileira é um caso interessante para entender essa realidade. O rebanho efetivo brasileiro apresenta mais de 38 milhões de cabeças de suínos (IBGE, 2011), com predominância das raças *Landrace* e *Large White*. O Brasil é o quarto maior produtor de suíno do mundo, representando 3 % da produção global (FAS/USDA, 2014). A produção brasileira está concentrada em nas regiões Sul com aproximadamente 50 %, Sudeste com 18 % e Centro-Oeste com 13 % (ABPA, 2015). Estabelecer uma política para identificar as perdas e os desperdícios

na cadeia produtiva da carne suína devido à competição de mercado tem-se apresentado como uma tarefa árdua. Principalmente devido à falta de compartilhamento da informação entre os envolvidos na cadeia de suprimentos de carne suína.

As principais perdas na cadeia suinícola são registradas durante o processo de produção na granja, operações de transporte pré-abate e no frigorífico, implicando numa crença, pelos gerentes industriais, que as perdas financeiras ocorridas na cadeia produtiva são praticamente nulas, e por isso, aceitáveis. Santos et al. (2013) estimaram perdas para o produtor brasileiro de 14 % ao ano, o que representou US\$ 32,604, e considerando a cadeia de fornecimento de carne suína o valor foi de US\$ 105,046. Contudo, apenas estudos voltados as perdas financeiras na cadeia não são suficientes. É necessário a avaliação da eficiência do processo, a qualidade da carne e o adequado tratamento do animal durante o processo produtivo.

O Brasil é um país de clima predominantemente tropical e tamanho continental; portanto, a combinação entre altas temperaturas e umidades relativas associada a longas distâncias entre os pontos de origem e destino podem afetar negativamente o bem-estar animal causando desidratação corporal e, consequentemente, aumento dos índices de perda de peso vivo para a indústria, e taxas de mortalidade durante as operações de transporte. Além disso, os problemas multifatoriais relacionados à gestão, tais como jejum, embarque, comportamento dos motoristas, condições de transporte e a falta de bem-estar de suínos no pré-abate podem impactar nas perdas (FERREIRA et al., 2006; FERGUSON e WARNER, 2008; FITZGERALD et al., 2009; RITTER et al., 2009; MARAHRENS et al., 2011).

Este estudo concentra-se nas operações de transporte de suínos entre produtores e plantas de abate, quais as perdas ocorridas são devido ao estresse animal, altas temperaturas e privação de água (SUTHERLAND et al., 2012). O estresse animal ocorre durante as atividades de embarque, condições do trajeto e desembarque, e podem resultar em perdas quantitativas por taxas de mortalidade, ferimentos e animais condenados (KAPELANSKI et al., 2009; MARAHRENS et al., 2011). Apesar do transporte ser uma fonte de riscos para o animal e aumento das perdas na cadeia da carne, representa uma operação essencial para a cadeia produtiva da carne suína (BRYER et al., 2011).

Este trabalho teve como objetivo investigar os efeitos da estação do ano e das distâncias de transporte entre produtores e plantas de abate, nas perdas ocorridas em

suínos da raça *Landrace* e *Large White* transportados em clima quente, e verificar a existência de interação entre as estações do ano e a distância de transporte.

4.6.2 Materiais e Métodos

Para identificar os efeitos da estação do ano e da distância de transporte nas perdas em suínos transportados em clima tropical, o presente estudo se utilizou de um banco de dados obtido de uma granja comercial, localizada em Brasilândia, MS, Brasil ($21^{\circ}14'10"S$, $52^{\circ}01'34"W$) (SEMADE, 2015). Um total de 350 carregamentos com 68.588 suínos terminados, híbridos das raças *Landrace* e *Large White* foram observados no primeiro semestre de 2013. Neste estudo, foram consideradas os carregamentos das duas estações: verão e outono. Além disso, o banco de dados apresenta as perdas de peso vivo e taxas de mortalidade dos animais registrados pelo frigorífico.

O estado de Mato Grosso do Sul foi escolhido devido a sua importância e experiência na produção de suínos com alta disponibilidade de ração, reduzindo os custos de produção da granja (SANTOS et al., 2011). O estado também tem clima tropical com médias quentes durante o verão e frio e seco durante o inverno; portanto, a média de temperatura é de 26°C (ZAVATTINI, 2009). Este estudo obteve os dados de temperatura e umidade da região providos pela Embrapa (EMBRAPA, 2013b).

Logística pré-abate

Os 350 carregamentos foram realizados em 139 caminhões com carrocerias duplas de madeira e 211 em caminhões com carrocerias triplas de metal. As carrocerias duplas contém 12 compartimentos (seis no primeiro piso e seis no segundo piso). Dez suínos terminados foram alocados por compartimento, dependendo do peso do animal, até 120 animais foram transportados por carregamento. Cada compartimento ofereceu um espaço de 1,20 m de largura por 4,0 m de comprimento. A Equação 24 foi usada para determinação da densidade de transporte:

$$D = \frac{P \times N}{A} \quad (24)$$

Em que, D = densidade (kg/m^2); P = peso médio dos animais (kg); N = número dos animais transportados; A = área do piso da carroceria de transporte (m^2).

Para atender os requisitos de bem-estar animal, considerou-se a densidade de transporte de 250 kg/m^2 . De acordo com Grandin (2010), os animais devem ter espaço suficiente para deitar sem ficar sobre os demais.

As carrocerias triplas de metal têm oito compartimentos por piso, totalizando 24 áreas de carga, com capacidade para até 10 animais por compartimento; assim, apresenta condições para transportar no mínimo 240 e no máximo 280 animais, dependendo do peso dos suínos. O número de cabeças de suínos variou, aproximadamente, entre 110 e 240 por veículo, respectivamente, totalizando 68.588 cabeças, com peso variando de 90 a $130 \pm 7,3 \text{ kg}$.

O tempo de descanso aplicado aos animais na granja foi padronizado em seis horas previamente a coleta, com fornecimento de água para os animais até o momento do embarque. Durante o embarque, os lotes de animais não foram misturados sendo manejados dez animais de cada vez, usando saco de sisal para orientação dos animais.

A rampa de embarque na granja apresenta largura de 0,80 m e construída com ardósia e piso de concreto, com algumas partes de metal (barras e painel), podendo distrair os animais durante o embarque. A parte fixa da rampa de embarque foi construída de concreto e a parte móvel de metal, com piso ripado para impedir que o animal deslize sobre a superfície. Os embarques dos animais ocorrem duas vezes ao dia, usualmente às sete horas da manhã e às quinze horas da tarde.

Na chegada ao frigorífico, os animais são conduzidos para as baías de descanso com fornecimento de água até o momento do abate. Esse procedimento está de acordo com a espera de oito horas de descanso determinado pela legislação brasileira (BRASIL, 1952).

É importante destacar que durante o jejum na granja e no descanso no frigorífico os animais são mantidos com a dieta hídrica, e durante o transporte não há o fornecimento de água. O ganho de peso dos suínos durante o tempo de descanso no frigorífico após o transporte não foi avaliado neste estudo.

Tratamentos

O delineamento utilizado neste estudo foi o método fatorial 2×4 : estação do ano em dois níveis (1 = verão e 2 = outono) e distância de transporte em quatro níveis: 1 = < 100 km, 2 = $100 < 300$; 3 = $300 < 500$ e 4 = $500 < 800$) (Tabela 35).

Tabela 35. Características dos tratamentos por nível de fator

Estação do ano e Condições	Distância de transporte (km)				Total
	1 (< 100)	2 ($100 < 300$)	3 ($300 < 500$)	4 ($500 < 800$)	
1 (verão)	12*(1,320)**	61(7,320)	59(13,720)	57(13,855)	189(36,215)
2 (outono)	17(2,040)	32(3,531)	56(13,560)	56(13,242)	161(32,737)
Total	29(3,360)	93(10,851)	115(27,280)	113(27,097)	
Duração (h)	Até 2	3 < 4	4 < 8	8 < 11	

*Número de carregamento; ** Total de números de suínos por cada combinação, representada em parêntesis

Perda no transporte de suínos

A perda durante o transporte foi mensurada por número de animais mortos na chegada (MA), animais inaptos (CI) e perda de peso corporal (PPC). MA é o número de suínos que chegaram mortos no frigorífico; CI é o número de suínos que apresentam sintomas de fadiga, lesões graves, escoriações, sendo condenados pelo frigorífico. A perda de peso corporal é mensurada pela diferença encontrada entre os pesos dos animais embarcados na granja e desembarcados no frigorífico.

As variáveis analisadas foram as médias de peso dos suínos na granja (PSG), peso dos suínos na chegada no frigorífico (PSF) e perda de peso corporal dos suínos durante o transporte (PST). Todas as variáveis são apresentadas em quilograma. A perda de peso corporal dos suínos durante o transporte foi obtida com a pesagem do veículo após o embarque dos animais na granja e antes do desembarque no frigorífico. A Equação 25 foi utilizada para calcular o PSG e PSF e a Equação 26 para calcular a PPC.

$$PSG \text{ ou } PSF = \frac{(Peso \text{ bruto} - Tara)}{(Número \text{ de suínos})} \quad (25)$$

Em que, *Peso bruto* é a soma dos valores do peso do veículo (*Tara*) e do peso dos animais (peso líquido); *Tara* é o peso do veículo; e *Número de animais* é o número de cabeças de suínos carregados no veículo.

$$PST = PSG - PSF \quad (26)$$

Em que, *PST* é a média de perda de peso corporal durante o transporte; *PSG* é a média de peso dos animais na origem (granja), após embarque; e *PSF* é a média de peso dos animais no destino (frigorífico), antes do desembarque.

O rendimento do transporte foi calculado de acordo com as recomendações de Gosálvez et al. (2006), Equação 27.

$$RT(%) = \left(\frac{PMF}{PMG} \right) \times 100 \quad (27)$$

Em que, *RT* = rendimento do transporte (%).

Análise estatística

O modelo estatístico aplicado incluiu os efeitos da estação do ano, distância de transporte e interação entre esses fatores na perda de peso corporal de suínos durante o transporte da granja até a planta de abate. Para proceder a análise de variância utilizou-se *General Linear Model* (GLM) por meio do SAS, versão 9,0 (SAS, 2014). Neste estudo, a significância foi estabelecida em $p < 0,05$. O modelo matemático utilizado para a análise estatística é representado pela Equação 28 (BANZATTO e KRONKA, 2006).

$$Y_{ijr} = \mu + E_i + D_j + (ED)_{ij} + \varepsilon_{ijr} \quad (28)$$

Em que, Y_{ijr} é a variável dependente; μ é a média geral; E_i = efeito da estação do ano i ; D_j = efeito da distância de transporte j ; $(ED)_{ij}$ = efeito da interação entre estação do ano i e a distância de transporte j ; ε_{ijr} é o erro aleatório associado com cada observação.

4.6.3 Resultados e Discussão

Esta sessão resume os principais resultados e discute o efeito da estação do ano e da distância de transporte nas perdas da cadeia da carne suína por MA, CI e PPC.

O primeiro resultado apresentou diferenças na média de temperatura e umidade relativa (UR) entre o verão e o outono foram de 4,3 °C e 6,6%, respectivamente. Durante o verão, a temperatura variou 19,9 °C e no outono, a variação foi de 28,6 °C (Tabela 36). O Brasil é um país de tamanho continental e tem clima predominantemente tropical, que pode afetar o bem-estar animal devido à combinação de altas temperaturas e UR. Essa condição cria um cenário adverso à produção animal, devido os impactos diretos na eficiência do sistema, bem-estar dos suínos e qualidade da carne suína (SILVA et al., 2009; EDWARDS et al., 2010). Dessa forma, o conceito de ambiente térmico deve expandir além dos limites das instalações rurais e permanecer quando possível durante o processo de produção para reduzir as perdas e desperdícios (SILVA e VIEIRA, 2010). A temperatura do ar e UR são as variáveis chaves responsáveis pelo conforto térmico dos animais e bem-estar (MCGLONE et al., 2014c); assim como afetam a temperatura superficial dos animais (KEPHART et al., 2014b).

Tabela 36. Média e limites de temperaturas e umidade relativa durante verão e outono.

Estação	Temperatura (°C)			Umidade Relativa (%)		
	Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Verão	16,9	36,8	25,6 ± 1,5	16,0	100,0	71,4 ± 12,3
Outono	5,1	33,7	21,3 ± 2,8	16,0	100,0	78,0 ± 10,1

Suínos são sensíveis ao estresse térmico, que pode iniciar com a temperatura acima de 16 °C, e temperaturas > 27 °C e UR > 80% se tornam condições críticas para os suínos (GRANDIN, 2013). O transporte é uma fonte de estresse e representa um risco para suínos durante o período pré-abate. Suínos requerem cuidados especiais durante climas quentes devido não terem respostas fisiológicas eficientes para autoesfriamento; assim, tais condições ambientais podem causar estresse térmico e eventualmente a morte (KEPHART et al., 2014b). A qualidade da carne suína depende das condições aplicadas em cada fase do período pré-abate, tais como

o manejo na granja, o jejum, as estações do ano, a operação de transporte, distância e tempo de jornada, e modelo de careceria (EDWARDS et al., 2010; VERMEULEN et al., 2015).

Um segundo resultado apresentou diferentes efeitos na PST entre as estações ($p < 0,0001$) e distância de transporte ($p < 0,0001$). A perda de peso corporal foi 1,04% superior para suínos transportados durante o outono em relação aos transportados no verão. Nenhuma interação ocorreu entre estação do ano e a distância de transporte na perda de peso vivo ($p = 0,74$) (Tabela 37). Essa falta de interação com PST sugere que esses fatores têm efeitos similares e sua combinação não contribui para perdas de peso vivo de suínos durante o transporte.

Tabela 37. Efeitos da estação e distância de transporte na perda de peso vivo de suínos
p – valores⁺

Condição	Verão	Outono			
			Estação	Distância	Estação x Distância
N*	189	161			
N**	36.215	32.373			
PST (kg)	2,3 ± 1,4	3,5 ± 2,8	< 0,0001	< 0,0001	0,25
MA (un)	1,4 ± 0,9	1,1 ± 0,4	0,46	0,53	0,85
CI (un)	2,5 ± 2,9	3,4 ± 7,2	0,46	0,46	0,73

* Número de carregamento por estação; ** Número de cabeças de suínos por estação; + $p > 0,05$ não é significativo.

Na maioria dos casos, as perdas no transporte são associadas com o baixo nível de bem-estar animal durante a logística pré-abate. Considerando o número total de suínos MA e CI, nenhuma diferença foi observada para ambas as estações ($p = 0,462$) ou distância ($p = 0,536$ e $p = 0,468$ respectivamente). De acordo com Grandin (2010), o baixo nível de bem-estar animal é associado com mal gerenciamento, negligência, abuso aplicado aos animais, ou equipamentos mal projetados. O transporte de animais demanda particular procedimento, sendo crucial a observação de regulamentos, guias nacionais e internacionais para o bem-estar animal, segurança alimentar, e redução de impactos ambientais (BORELL e SCHÄFFER, 2005; TRIENEKENS e WOGNUM, 2013).

Outro resultado interessante da pesquisa demonstrou que suínos transportados acima de 500 km apresentam alta perda de peso corporal (3,9%, $p < 0,0001$), enquanto suínos transportados entre 100 < 300 km e de 300 < 500 km apresentaram perdas similares (2,4% e 2,3%, respectivamente, $p < 0,01$) (Tabela 38). Esses resultados são consistentes com os estudos de Kapelanski et al. (2009) que observaram alta perda de peso corporal para suínos transportados acima de 100 km dos suínos transportados entre 30 a 100 km (2,09% e 1,16%, respectivamente). Além disso, também concordam com os resultados obtidos por Silva e Kalubowila (2012). Os autores afirmam que as distâncias, de transporte, para suínos transportados da origem até o destino não devem exceder 55 km. Portanto, os resultados sugerem que distâncias acima de 100 km devem ser evitadas para o transporte de suínos em regiões tropicais.

Tabela 38. Média de peso vivo de suínos na granja, no frigorífico e a média de perda durante o transporte por distância

Distância (k)	Suínos (cabeças)	PSG (kg)	PSF (kg)	PST (kg)	R (%) [*]
< 100	115,0 ± 15,7 ^b	102,3 ± 6,0 ^c	102,3 ± 6,0 ^b	0,0 ± 0,0	100
100 < 300	115,1 ± 10,3 ^b	105,3 ± 6,1 ^c	102,7 ± 6,2 ^b	2,6 ± 2,3 ^b	97,5
300 < 500	237,3 ± 10,0 ^a	114,9 ± 7,8 ^a	112,2 ± 8,4 ^a	2,7 ± 1,2 ^b	97,6
500 < 800	239,7 ± 43,8 ^a	107,8 ± 6,5 ^b	103,6 ± 6,7 ^b	4,2 ± 2,1 ^a	96,1

^{a, b, c} Dentro da coluna, média de quadrado mínimo com mesma letra não difere a $p < 0,05$. * Rendimento do transporte conforme Equação 28.

A logística pré-abate representa um risco para a qualidade da carne e para a receita da cadeia de suprimentos do suíno (PEREZ et al., 2009; EDWARDS et al., 2010; MIRANDA-DE LA LAMA et al., 2014). Por isso, as atividades logísticas requerem ser melhor desenvolvidas para superar os desafios apresentados pelos mercados dinâmicos (TRIENEKENS e WOGNUM, 2013). A operação de transporte é uma atividade estratégica da logística e desempenha um papel fundamental no fluxo de matérias-primas e produtos ao longo da cadeia de abastecimento (EDGE e BARNETT, 2009). As perdas no transporte na cadeia de suprimentos da carne suína ocorrem por animais mortos na chegada, doenças, lesões, fadiga, sintomas de estresse (RITTER et al., 2008; FITZGERALD et al., 2009), e perda de peso corporal.

As crescentes perdas de peso vivo ocorreram conforme o aumento da distância de transporte (Figura 38). Neste estudo, suínos transportados abaixo de 100 km em condições tropicais não apresentam perda de peso vivo. Esses resultados discordam das observações de Fitzgerald et al. (2009) que identificaram perda de peso dentro de três faixas diferentes de distâncias da granja até o frigorífico. Essas perdas foram acima de 1,0% durante o transporte de animais acima de 80 km e abaixo de 0,5% para distâncias entre 40 km e 80 km; e distâncias abaixo de 40 km não apresentaram perdas.

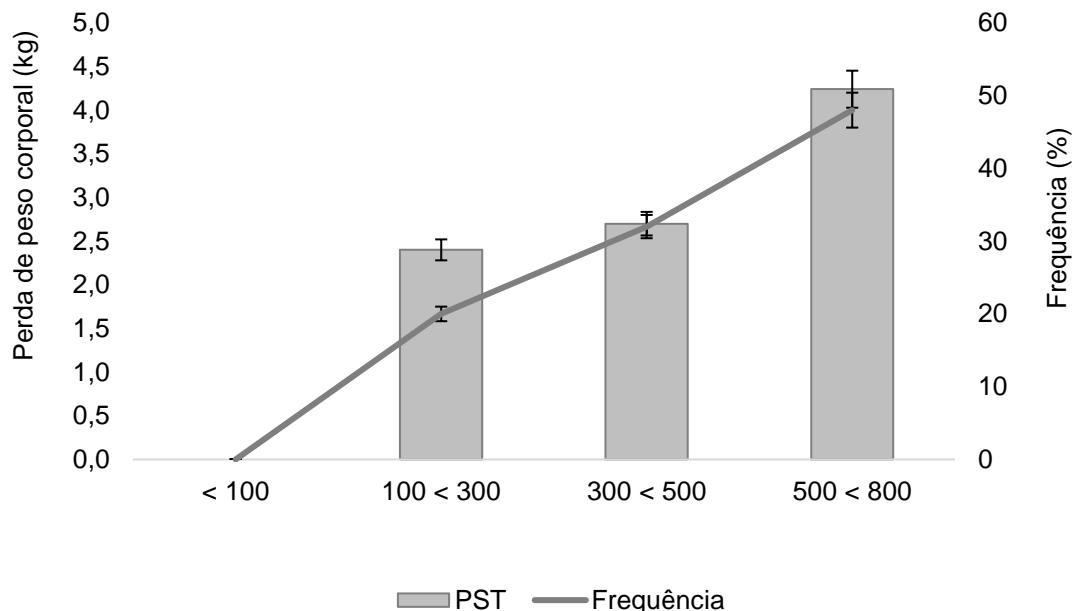


Figura 38. Perda de peso vivo de suínos durante o transporte da granja até o frigorífico relacionado a distância (km)

Geralmente, as perdas ocorrem devido os animais transportados serem expostos às variações de temperatura, umidade do ar, velocidade do vento, além de períodos sem alimentação e água. Por exemplo, em condições tropicais suínos apresentam alta taxa de respiração no período da tarde e uma taxa moderada no período da manhã (HUYNH et al., 2006). Os autores ainda reportaram, como esperado, que os suínos sob o tratamento controle apresentaram a maior temperatura que os suínos sob outros tratamentos com instalações de refrigeração. Suínos sob condições tropicais reagem para manter a alta taxa de respiração e temperatura da pele; portanto, é importante proporcionar sistemas de arrefecimento para reduzir o estresse térmico animal em climas tropicais.

O presente estudo revelou ainda que a porcentagem de suínos MA e CI durante o verão foi de 0,10% e 0,40% respectivamente e durante o outono de 0,02% e 0,36% respectivamente (Figura 39).

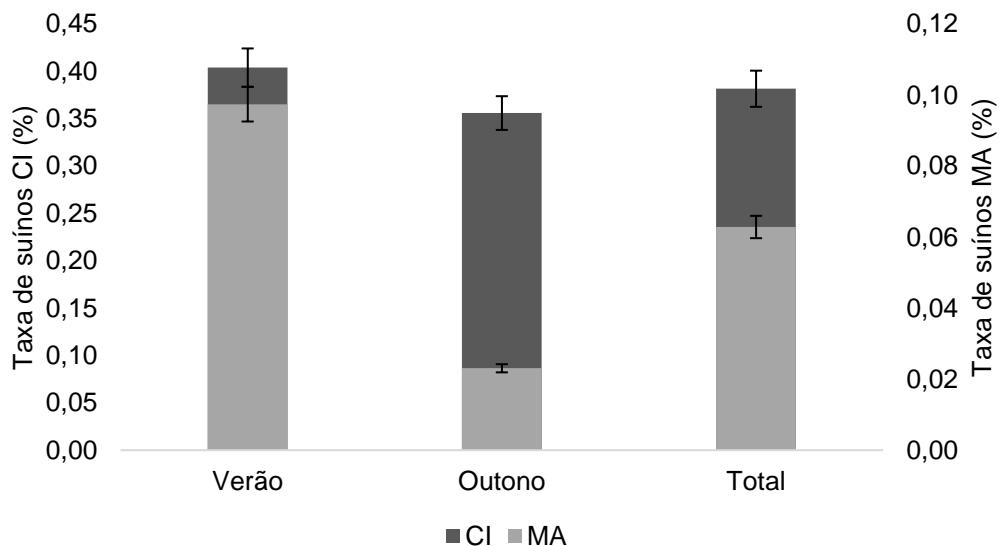


Figura 39. Porcentagem de suínos mortos na chegada (MA) e suínos condenados e inaptos (CI) durante o transporte relacionados a estação do ano.

Total de perdas (MA + CI) durante o verão = 175 suínos (0,50%) e outono = 115 suínos (0,38%).

Durante o verão, março apresentou maior frequência de suínos MA (46%) e resultados similares foram observados entre Fevereiro e Maio para suínos CI (34%). Os dados meteorológicos para março indicam condições climáticas singulares em comparação com outros meses, com uma média de temperatura $> 25,6^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa menor que 71%. O aumento na temperatura pode causar sérios danos para fisiológico, metabolismo e saúde dos animais (NARDONE et al., 2010; GRANDIN, 2013).

Do mesmo modo, os resultados não apresentaram diferenças para MA ($p = 0,29$) ou CI ($p = 0,76$) quando comparado por quilometro percorrido (Figura 40). Esses resultados são inconsistentes com os estudos de Gosálvez et al. (2006), considerando os efeitos da distância de transporte na taxa de mortalidade, perda de peso vivo e rendimento. McGlone et al. (2014c) encontraram taxas médias de MA e CI de aproximadamente 0,30% e 0,04%, respectivamente, para suínos depois do transporte. De acordo com Ritter et al. (2009), a porcentagem de suínos mortos decorrentes do transporte para as plantas de abate dos Estados Unidos, no período de 1993 a 1998,

aumentaram para 0,20%; já em 2009, a porcentagem de suínos MA foi 0,22% e CI foi 0,44%.

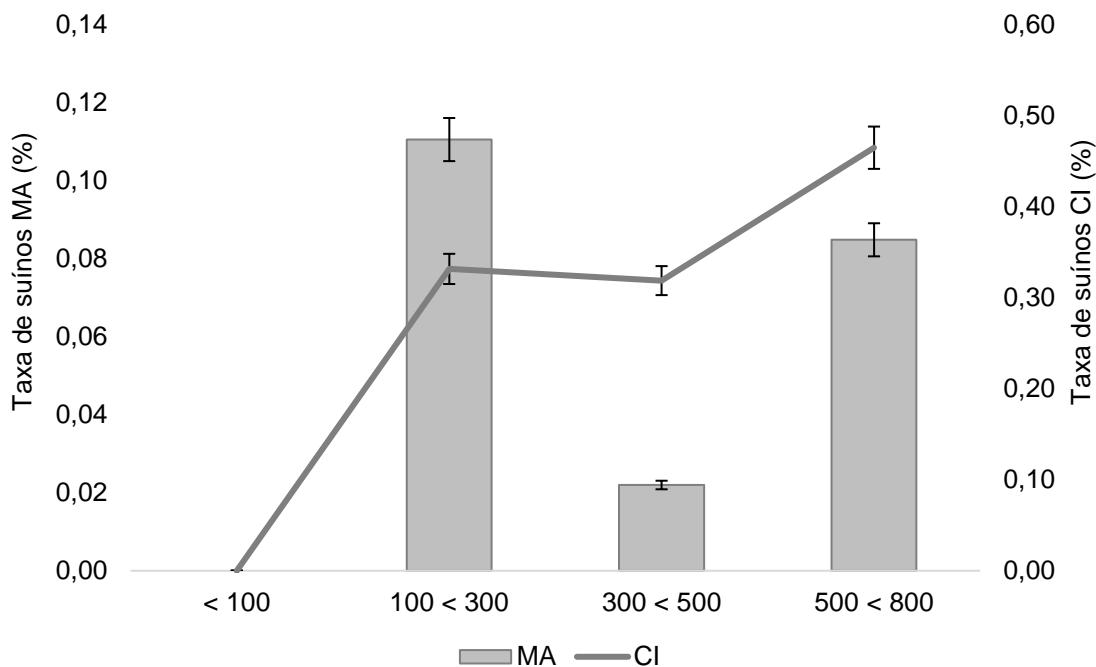


Figura 40. Porcentagem de suínos mortos na chegada (MA) e suínos condenados e inaptos (CI) relacionados a distância de transporte.
Total de perdas (MA + CI): < 100 km (n = 0; 0,0%); 100 < 300 km (n = 48, 0,44%); 300 < 500 km (n = 93, 0,34%); e 500 < 800 km (n = 149, 0,55%).

Outro fator importante para ser considerado no transporte de suínos são os estressores, tais como a mistura de lotes; interação homem-animal; mudanças físicas como rampa, piso, veículos, exposição às condições do ambiente (temperatura, umidade e radiação); jejum e descanso (FITZGERALD et al., 2009). As condições do microambiente são fatores importantes na redução de peso vivo durante o transporte de animais, pois estes perdem grandes quantidades de calor e fluidos devido a ofegação e suor (MIRANDA-DE LA LAMA et al., 2014). Lewis (2008) reportou que os animais aumentam o seu consumo de água após as operações de transporte para repor as perdas de água ocorridas pela desidratação corporal.

Além desses fatores, há também desafios iniciais associados ao estresse fisiológico induzido pela gestão, embarque e novidade do transporte, considerando o tempo de jornada, especialmente o risco de desidratação e fadiga física e metabólica (FERGUSON e WARNER, 2008; FISHER et al., 2008). No Brasil, os animais transportados da granja até o frigorífico não recebem alimentação ou água (mesmo

em longas distâncias), condição similar com Austrália (FISHER et al., 2008). Por exemplo, Bryer et al. (2011) reportaram que marrãs transportadas por 30 h apresentaram aumento das medidas fisiológicas de estresse agudo, desidratação, e ruptura muscular, resultando em perdas de peso vivo.

Este estudo observou que o verão e outono tiveram efeitos similares na perda de peso corporal (PST) para suínos transportados acima de 500 km ($p < 0,0001$). Além disso, suínos transportados durante verão acima de 100 km e menor que 500 km não apresentaram efeitos nas perdas de peso corporal ($p = 0,834$); entretanto, suínos transportados durante o outono acima de 100 km apresentaram diferença significativa ($p < 0,01$). A logística pré-abate realizada em regiões de clima tropical combinada com longas distâncias de transporte representa um risco ao bem-estar animal e contribui para MA, CI e PPC de suínos.

Os pesquisadores recomendam que quando possível, o transporte de suínos deve ser limitado para curtas distâncias. Tempos de jornada acima de quarto horas têm induzido alto nível de estresse em animais (FISHER et al., 2008; DIAS et al., 2011; DALLA COSTA et al., 2012). Grandin (2010) sugere que a indústria adote protocolos de avaliação das condições dos animais na chegada no frigorífico, registrando as condições físicas, taxas de mortalidade, animais limpos, graves lesões, escoriações e problemas de saúde negligenciada pelos produtores. Isso é importante para determinar a origem dos problemas, ou seja, se os problemas são baseados em questões de gestão fora da indústria, esta deve repassar e pressionar particularmente o produtor ou transportador.

4.6.4 Conclusão

As perdas decorrentes de transporte na cadeia de suprimentos da carne suína afetam negativamente a indústria, particularmente em regiões de clima quente. Este estudo observou que o número de suínos MA ou CI não foram afetados pela estação do ano e nem pela distância de transporte, contudo as perdas de peso corporal foram altas durante o outono. O potencial efeito das perdas de peso corporal durante o transporte é indicado pela distância de transporte entre granja e frigorífico acima de 500 km. Esses resultados fornecem uma clara indicação de que os animais

transportados acima de 500 km requerem um cuidado especial para reduzir as condições de estresse e manter as condições adequadas ao bem-estar.

Baseado nos resultados, as perdas de peso corporal aumentam gradualmente para distâncias de transporte acima de 100 km. Dessa forma, sugere-se para os produtores desenvolver uma estratégia de *marketing* para comercializar seus animais entre as plantas de abate localizados em curtas distâncias, de forma a otimizar as operações de logística pré-abate. Considerando que os produtores são pagos pelo peso do animal entregue no frigorífico, essa estratégia contribui para o aumento do lucro do produtor.

É necessário pensar sobre o bem-estar animal porque a produção de suínos em regiões tropicais é afetada diretamente, em termos da fisiologia do suíno e perda de peso devido à desidratação corporal. A redução das distâncias de transporte aplicadas aos suínos contribui para minimização da perda de peso vivo.

Neste estudo, a hipótese relacionada aos efeitos da estação do ano e da distância de transporte sobre as perdas em suínos transportados foi confirmada; entretanto, a hipótese de interação entre esses fatores não foi observada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As operações pré-abate em climas tropicais influenciam diretamente no conforto térmico dos animais e nas perdas da cadeia de suprimentos da carne suína. A rápida mudança ambiental entre a granja e o frigorífico resulta numa acentuada variação de temperatura e umidade relativa, aumentando a temperatura superficial dos suínos, e conduzindo-os para fora da zona termoneutra e colocando-os em situações críticas de risco. O transporte pré-abate eleva a temperatura superficial dos animais desequilibrando o balanço térmico, influenciando o bem-estar dos animais e a qualidade do produto final, comprometendo a competitividade da carne suína.

Medidas de controle do microambiente podem reduzir os efeitos das condições climáticas no conforto térmico dos suínos e contribuir para o transporte humanitário que respeite as condições e necessidades dos animais durante o período pré-abate. A logística pré-abate é o momento em que os animais são expostos a diversos fatores estressantes e as cinco liberdades determinadas pelo *Farm Animal Welfare Council* não são atendidas, devido os procedimentos prévios ao transporte.

O transporte de animais requer cuidados especiais, o que torna a logística uma operação complexa ao longo da cadeia, principalmente em países em desenvolvimento, desprovidos de infraestrutura de transporte, com rodovias e estradas em más condições, devido à falta de manutenção adequada. Os serviços de logística inadequados estão associados não apenas com as perdas de produtos, mas também com a propagação de doenças em diferentes estágios da cadeia de suprimentos de alimento.

Embora os riscos logísticos na produção animal abrangem campo mais vasto, este estudo investigou os elementos do transporte do ponto de origem (granja) para o destino (planta de abate), com o foco no conforto térmico dos animais durante o pré-abate, influenciado pelo microambiente do caminhão.

A indústria brasileira de carne suína registra perdas estimadas em US\$ 28 milhões por ano e, dentre os diversos problemas relacionados, a logística se encontra abaixo de 1% das perdas. A contaminação é o principal problema enfrentado pela cadeia e pode ocorrer durante a produção de suínos na granja, durante o transporte e o processo de abate no frigorífico.

As perdas decorrentes das operações de transporte pré-abate na cadeia de suprimentos da carne suína afetam negativamente a indústria. Percebe-se que, apesar do número de suínos mortos na chegada ou inaptos estarem abaixo de 1%, os valores poderiam ser reduzidos se os multifatores que afetam os animais durante os procedimentos pré-abate fossem gerenciados, contribuindo com a cadeia como um todo e com o objetivo da FAO quanto à redução das perdas e desperdício das cadeias produtivas de alimento. As perdas de peso corporal foram altas durante o outono, indicando a desidratação dos animais transportados por longas distâncias.

As perdas e desperdícios na cadeia produtiva da carne suína ocorrem por transporte, por espera, por movimentação, pelo processamento em si, aumentando o custo de produção. O custo de controle da qualidade no processo pré-abate seria inicialmente maior, devido ao investimento inicial com prevenção e avaliação, mas posteriormente poderia ser reduzido, devido à diminuição das falhas no processo e, consequentemente, redução das perdas totais para a cadeia. Os conceitos de qualidade devem ser praticados na cadeia de alimento, para combater efetivamente tais perdas por meio do controle do processo.

É essencial o desenvolvimento e implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade que conecte os produtores, os transportadores, a indústria abatedora e processadora de carne para ajudar a controlar e reduzir as perdas. Os manuais de boas práticas, tanto de produção quanto de transporte pré-abate de suínos, fornecem diversas orientações simples que, se observadas, poderiam contribuir com o bem-estar animal. A grande questão encontra-se no porquê tais medidas não são praticadas?

Os problemas com mão-de-obra não qualificada afetam diretamente as atividades pecuárias, pois os procedimentos humanitários no pré-abate não podem ser aplicados se as pessoas envolvidas na produção, transporte e abate não forem capacitadas com conhecimentos específicos, que possam corrigir as falhas do conhecimento empírico praticados ao longo dos anos. O fator humano na produção e operações da agropecuária é preocupante devido aos novos interesses da população rural, que busca melhores condições de trabalho em ambientes urbanos, sendo um dos motivos que contribui para a rotatividade da mão-de-obra no campo. Atualmente, percebe-se que muitos proprietários de produção agropecuária têm sua vida instalada na cidade e deslocam-se para o campo apenas para a realização do trabalho.

A alta rotatividade da mão-de-obra e o não envolvimento direto dos gerentes, coordenadores e supervisores nas atividades pode ser uma possível resposta para o cenário atual. Melhorar o controle de processo durante a logística pré-abate poderia reduzir os problemas de saúde, aumentar qualidade e garantir a segurança alimentar. Outro ponto importante, o controle da variação de temperatura para proporcionar o conforto térmico dos animais, pode reduzir as perdas na indústria de carne suína decorridas do estresse térmico.

A logística pré-abate conecta dois principais nós da cadeia de suprimentos da carne suína, o produtor e a indústria de abate e processamento. A qualidade da carne suína depende das condições impostas aos animais durante o período pré-abate, que é a chave para o sucesso dos interessados da cadeia. O estudo sugere que os produtores de suínos e as indústrias de processamento devem planejar melhor a logística pré-abate e a realização do transporte, considerando:

- a) Planejar, padronizar e acompanhar os procedimentos de logística pré-abate;
- b) Treinar equipe de tratadores e embarcadores e exigir que os índices de desempenho sejam atendidos;
- c) A programação de coleta dos animais deve ser negociada entre a granja e o frigorífico para a entrega nos períodos mais amenos do dia, ou seja, com temperaturas mais baixas (manhã ou noite);
- d) A entrega pela manhã tem uma vantagem sobre o período da noite, pois indica que suínos transportados pela manhã foram submetidos ao tempo de jejum no período da noite, quando os animais estão menos agitados;
- e) O tempo de jejum deve ser aplicado de acordo com a programação de coleta, para evitar longos períodos de jejum;
- f) O sombrite em veículos com tetos abertos deve ser obrigatório independentemente da temperatura;
- g) A aspersão dos animais antes e depois do embarque, para os casos apresentados, resultou em condições de conforto térmico mais apropriados. Sugere-se testar mais vezes, para comprovar esse resultado;
- h) Estabelecer uma equipe de bem-estar animal para auditar internamente os processos de produção e de logística pré-abate. Assim, para granjas integradas, a equipe deve ser formada por funcionários da granja e do frigorífico; e para granjas independentes, apenas funcionários da granja. A equipe deve observar as normas de bem-estar nacionais e internacionais;

- i) Os suínos chegados no período da manhã no frigorífico devem ser abatidos no mesmo dia, para evitar lesões, fraturas, contaminação, entre outras causas de perdas que afetam a indústria.

O transporte humanitário é uma medida preventiva às perdas ocorridas na cadeia. A melhoria do gerenciamento dos suínos durante o período pré-abate é importante avanço para assegurar a qualidade do produto final oferecido pela cadeia de suprimentos.

5.1 Conclusão geral

Nesta tese foram estudados os principais fatores que afetam a cadeia produtiva da carne suína durante a logística pré-abate. Concluiu-se que a falta de gerenciamento das operações logísticas é o principal problema dos produtores de suínos e da indústria de processamento. Essa falta de gerenciamento está relacionada a diversos fatores como a competência dos gestores, a habilidade da mão-de-obra na execução das atividades que compõem a logística pré-abate e ao ambiente proporcionado pela organização rural. Além disso, a falta de um sistema de monitoramento das atividades logísticas que integre desde o recebimento do pedido até a entrega dos animais no frigorífico, registrando as condições e variações ocorridas no ambiente do jejum pré-abate, do transporte dos animais e do descanso no frigorífico dificulta ainda mais esse gerenciamento.

A conclusão deste trabalho está fundamentada nos resultados obtidos em cada estudo realizado com a finalidade de atender os objetivos específicos da presente tese. Desse modo, conclui-se que:

1. Mais de 80% das perdas ocorridas na indústria da carne suína são oriundas das rejeições de pulmão, rins, fígado e coração, e os principais diagnósticos dessas condenações foram contaminação, cisto urinário, nefrites, pneumonia, entre outros. As perdas oriundas do transporte correspondem a 0,67% das perdas totais estimadas
2. A logística pré-abate conecta dois principais elos da cadeia da carne suína, o produtor e a indústria de abate/processamento, e a qualidade do produto final depende das condições impostas aos animais e as estratégias de

operações logísticas adotadas durante o período pré-abate, principalmente em áreas tropicais, que é a chave para o sucesso dos interessados da cadeia.

3. O trajeto aplicado aos animais em região tropical influenciou no conforto térmico dos animais, assim, medidas de controle do microambiente pode reduzir os efeitos do índice de temperatura e umidade na temperatura superficial dos suínos, contribuindo para a prática de bem-estar animal.
4. A temperatura foi o principal fator para o desconforto térmico durante o transporte pré-abate. Entre as atividades, o embarque e a viagem representaram as condições mais críticas para o conforto térmico dos suínos transportados para abate.
5. As perdas de peso corporal, que resultam no baixo rendimento da carcaça para a indústria, aumentaram gradualmente para distâncias de transporte acima de 100 km. Dessa forma, sugere-se para os produtores desenvolver uma estratégia de *marketing* para comercializar seus animais entre as plantas de abate localizados em curtas distâncias, ou seja, distâncias entre a zona de produção e processamento inferior a 100 km.

5.2 Soluções para o transporte de suínos no Brasil

A relação custo-benefício do transporte de animais precisa ser melhor analisada, principalmente, em países com economia em desenvolvimento. A relação densidade de transporte-custo do frete, conforto térmico-custo da carroceria, capacitação de funcionários-custo de treinamento e qualificação, enfim, o *trade-off* entre nível de bem-estar animal e o custo total do transporte.

O transporte de suínos envolve uma série de fatores que interagem com os animais e podem influenciar positiva ou negativamente no nível de bem-estar, conforme elencados na revisão da literatura (Item 2). Entre os diversos fatores, destacam-se a carroceria do veículo como um ambiente novo, com novos cheiros, ruídos, própria estrutura do caminhão difere do ambiente da baia de criação; a densidade de transporte (quantidade de cabeças por área disponível), restrição de água durante o trajeto, restrição do uso de nebulizadores durante o trajeto são fatores que comprometem o conforto térmico dos animais; os fatores climáticos, chuva,

radiação solar, velocidade do vento que determinam o microambiente da carroceria e causa estresse aos animais; o comportamento dos tratadores durante o embarque e desembarque e do motorista na direção do veículo transportador quanto à velocidade do veículo, freadas bruscas; a distância e o tempo de viagem, entre outros.

A qualidade da infraestrutura de transporte também influencia no bem-estar animal. O fluxo de suínos entre os elos da cadeia produtiva no Brasil ocorre por meio do modal rodoviário, utilizando-se das rodovias e estradas. As condições inadequadas das rodovias brasileiras, principalmente, fora do Estado de São Paulo, contribuem para maior desgaste da frota de veículos, maior consumo de energia, aumento do tempo de viagem, entre outros.

Apesar dos problemas apresentados do modal rodoviário, este ainda é o mais indicado para o transporte de animais, devido suas características de disponibilidade e flexibilidade, principalmente para curtas distâncias. A distância de transporte e o tempo de viagem são fatores importantes na avaliação de bem-estar, pois diz respeito ao tempo de exposição dos animais aos fatores estressores, por isso as recomendações são para evitar longas distâncias de transporte desses animais. Ao longo dos anos, presencia-se cada vez mais o afastamento entre os pontos de produção e consumo, o que contribui para o aumento do tempo de viagem e, consequentemente, maior quantidade de caminhões transitando pelas rodovias e estradas; maior risco de perdas relacionadas à taxa de mortalidade dos animais, de animais lesionados, com fraturas, e a produção de carne com baixa qualidade, devido ao efeito do estresse na transformação do músculo em carne.

Existem diversas soluções para melhorar as condições do transporte de animais no Brasil que dependem do setor público e privado. Provavelmente, o maior desafio a ser superado pelo setor é a questão das políticas públicas, principalmente, em relação à infraestrutura rodoviária brasileira. Contudo, independente das ações estratégicas do governo para a melhoria do setor, o produtor pode iniciar melhorias no transporte de animais com pequenas ações, como a troca de carrocerias padrões, sem sistemas que facilitem o manejo e a movimentação dos animais durante as operações de embarque e desembarque por carrocerias mais sofisticadas. Além disso, o produtor pode melhorar o bem-estar do animal, observando e praticando os procedimentos adequados para transporte de suínos, capacitando seus funcionários envolvidos nas atividades de acordo com as diversas recomendações científicas

apresentados em guias de referência (LUDTKE et al., 2012; PARANHOS DA COSTA et al., 2012).

A principal fabricante de carroceria suineira no Brasil, a TRIEL-HT apresenta diversas soluções de carrocerias para o transporte de animais em diversas fases de produção. A variedade de carrocerias para o transporte dos terminados, animais prontos para abate, parte das mais simples até as mais sofisticadas, com tecnologia que podem contribuir com o desempenho das atividades da logística pré-abate (Tabela 39).

Tabela 39. Soluções de carrocerias metálicas para o transporte de suínos no Brasil.

Descrição	Comprimento (metros)	Capacidade (cabeças)*	Fase de produção
Simples	9	55	Terminados
Dupla Carroceria semiclimatizada, com isolamento em poliuretano, sistema de retirada de calor com exaustores laterais. Plataforma traseira hidráulica	10	75	Reprodutores
Dupla 8 compartimentos/piso	10	120	Terminados
Dupla Levante do segundo piso hidráulico			Terminados
Tripla Piso articulados, com redutor do terceiro para o segundo piso e rampa interna. 8 compartimentos/piso	9,5	170	Terminados
Tripla Semirreboque 3 eixos	15	270	Terminados
Tripla Plataforma traseira hidráulica para embarque	15	270	Terminados
Tripla Piso móvel hidráulicos para elevação da carga			Terminados
Tripla Controle de ar lateral em janelas de alumínio, teto e tampas de inspeção, plataforma hidráulica	10	430	Leitões de 22 kg

* capacidade estimada para terminados com densidade de 100 kg/0,41 m². Fonte: TRIEL-HT (2010)

Além das características apresentadas na Tabela 39, as carrocerias para transporte de leitões e terminados para abate são padronizadas com portão traseiro, sendo de correr ou transpassado, ou ainda, de guilhotina; portões internos de correr ou girar, com tanque de dejetos de 180 litros. As carrocerias podem ser equipadas com sistema de nebulização, composto por tanques de 250 ou 350 litros, tubulação com mangueiras de alta pressão e bicos nebulizadores protegidos por estrutura metálica e sistema de fornecimento de água, com bebedouros tipo chupeta instalados

1 ou 2 por compartimento, nas laterais da carroceria, sendo conectado ao mesmo tanque de nebulização ou tanque somente para o sistema de bebedouros.

A fabricante TRIEL-HT oferece carrocerias com sistema de climatização (controle de ar lateral com lonas), sistema de ventiladores e exaustores. Além disso, as carrocerias podem ser fabricadas com teto isotérmicos com abertura por meio de pistões pneumáticos ou com tampas de inspeção das baias, teto com cobertura em sombrite.

O produtor dispõe de diversas soluções que obviamente encarecem o produto (carroceria) e reduzem a capacidade de carga, em contrapartida oferece melhor nível de bem-estar aos animais devido à facilidade de embarque e desembarque (evitando o esforço dos animais durante a operação de transporte) e, também, proporciona melhores condições de trabalho aos funcionários (mais segurança nas operações), melhora as operações, reduzindo tempo de embarque e desembarque dos animais.

No Brasil, as carrocerias climatizadas são utilizadas somente para o transporte de leitões desmamados, reprodutores e matrizes, mas não se aplica ao transporte de terminados. O argumento que segue no setor é que se torna inviável o transporte de terminados em carrocerias climatizadas, por dois fatores, primeiro devido ao clima tropical do país e, segundo, devido à inviabilidade energética que encareceria muito o valor do frete (alto consumo de combustível). Por esses motivos, adota-se o sistema natural de ventilação com as carrocerias abertas nas laterais e teto.

Diferente das carrocerias utilizadas no Brasil, as carrocerias para o transporte de suínos na Europa (França, Itália, Portugal), nos Estados Unidos e Canadá têm pequenas aberturas nas laterais para reduzir o fluxo de ar, assim como há carrocerias que, além das aberturas, têm ventiladores para aumentar o fluxo de ar dentro da carroceria, e apresentam modelos mais sofisticados.

O ponto de discussão consiste: o transporte de terminados em carrocerias climatizadas é realmente inviável, ou está mais relacionado à capacidade de carga e ao custo de aquisição? O custo da carroceria e a capacidade de carga são variáveis importantes para decisão de compra do produto pelas empresas de transporte ou produtores de animais. Transportadores e produtores buscam por veículos com maior capacidade de carga e com um custo de aquisição razoável. Antes de afirmar a inviabilidade, deve-se realizar um estudo mais aprofundado do problema e uma análise do setor como um todo.

Comercialmente não existe uma padronização das carrocerias fabricadas para transporte de suínos. A empresa fabricante atende as normas de fabricação de veículos, mas as carrocerias não são projetadas baseadas em estudos científicos que garantam que o modelo e o material utilizado proporcionam melhores condições aos animais. A fabricante produz veículos padrões e atende o pedido dos clientes quanto à instalação de sistemas sofisticados nas carrocerias.

Apesar dos diversos tipos de sistemas que podem ser instalados nas carrocerias (a pedido do cliente), o setor suinícola deveria determinar um padrão mínimo de qualidade de carroceria para o transporte de suínos, que proporcionasse menos esforço ao animal durante as operações de transporte e mais facilidade para os tratadores durante a movimentação, como: a obrigatoriedade de rampas com sistema de elevação hidráulico; tetos isotérmicos e lonas móveis nas laterais, com possibilidade de fechamento parcial e total, com janelas de inspeção; escada móvel entre as laterais da carroceria que dê mobilidade aos tratadores sem a necessidade de subir no teto da carroceria para movimentar animais localizados no centro dos veículos.

5.3 Recomendações para o futuro

Para obter uma logística pré-abate humanitária, a implementação de um sistema de gestão de logística é fundamental. O início desse sistema deve ser a quebra de paradigmas dos envolvidos com a formação de uma equipe de bem-estar que promova os treinamentos aos funcionários, monitorando o dia-a-dia até obterem um padrão de programação de coleta de animais, movimentação, embarque, desembarque e tempos de jejum e descanso conforme os manuais científicos de boas práticas.

Além da formação de equipe de bem-estar, deveria haver a criação de um curso obrigatório MOHA – Movimentação e Operação Humanitária de Animais para os tratadores e motoristas de cargas vivas, similar ao curso de produtos perigosos MOPP – Movimentação e Operação de Produtos Perigosos. Antes de qualquer indivíduo trabalhar com movimentação e transporte de animais, deveria ter a comprovação da realização do curso. O curso MOHA deve abranger as principais espécies de animais

transportadas, tais como: aves, bovino, suínos, caprinos e ovinos, asininos, equinos e muares.

O desenvolvimento de um sistema de gestão baseado nos atributos da qualidade da carne suína que possibilite a integração dos elos da cadeia desde o fornecedor de insumos até o cliente, cabendo à indústria de processamento a governança do sistema (Figura 41).



Figura 41. Sistema de gestão da qualidade para a cadeia produtiva da carne suína
Fonte: Klont (2005); Perez et al. (2009); Costa et al. (2011); Dias et al. (2011); Sepúlveda et al. (2011); Trienekens e Wognum (2013).

O sistema de gestão da qualidade deve compreender não só os aspectos da produção dos animais, como também a logística pré-abate e pós-abate, garantindo a rastreabilidade, origem e segurança dos produtos oferecidos no mercado. Os problemas ocorridos durante o período pré-abate são multifatoriais, logo requerem soluções multidisciplinares e multiorganizacionais que abranjam diversas áreas do conhecimento e integrem as empresas para garantirem a eficácia do sistema de gestão.

Existe uma dificuldade ao gerenciar o animal, ser vivo que tem suas próprias respostas adaptativas ao ambiente em que está inserido, sendo o controle dessas reações um desafio para produtores, transportadores e indústrias que fazem da agropecuária o seu negócio de mercado.

Outro estudo importante a ser feito é sobre os tipos de carrocerias utilizados para o transporte de suínos em clima tropical, considerando o bem-estar dos animais e a facilidade para o tratador na realização do seu trabalho. Nas granjas visitadas,

problemas com acidentes de trabalho foram detectados devido às condições das carrocerias, que não fornecem as condições adequadas de manuseio e movimentação dos animais pelo tratador, tendo este que muitas vezes, 'enfrentar' o animal para posicioná-lo na carroceria ou colocar-se em risco para deslocar animais do segundo piso.

As mudanças que envolvem os preceitos de bem-estar animal no setor suinícola vêm ocorrendo timidamente e são inevitáveis, principalmente, sendo o Brasil o quarto maior produtor e exportador de carne suína. A pressão dos consumidores externos não só influencia às mudanças nos meios produtivos, como o comportamento do consumidor interno.

As sugestões elencadas neste estudo, como a criação de uma equipe de bem-estar animal que faça o planejamento, o controle e monitoramento das operações logísticas pré-abate, a padronização das atividades pré-abate, assim como a padronização das carrocerias de transporte no Brasil, o desenvolvimento de cursos de capacitação obrigatória para tratadores e motoristas de carga viva, o desenvolvimento e implementação de um sistema de gestão da qualidade que possibilite a integração da cadeia, facilitando o atendimento das exigências do mercado consumidor são tendências que a cadeia precisa pensar em como se ajustar.

Outro ponto importante é a consolidação dos guias de referências existentes, para a produção e operações pré-abate de suínos. O Brasil ficou quase 60 anos com o mesmo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal, que regem os aspectos sanitários desde a criação até o abate. Dessa forma, diante de mercados cada vez mais dinâmicos, as mudanças nas estruturas da cadeia produtiva precisam ser também dinâmicas e reduzir o tempo de resposta ao consumidor.

Ajustes são necessários para se manter competitivo. O setor suinícola deve buscar a inovação, melhorando continuamente os processos produtivos. Em termos comparativos, os países desenvolvidos apresentam perdas no transporte abaixo de 1%, enquanto neste estudo detectou-se valores superiores. Alternativas para redução de perdas no período pré-abate devem ser praticadas e não só observadas, como a cadeia vem fazendo há anos. As mudanças começam pela conscientização, contudo, quando a conscientização não é protagonista das mudanças, atitudes efetivas precisam ser tomadas e, neste quesito, cabe aos órgãos reguladores brasileiros agirem em favor da produção nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AASLYNG, A. D.; BARTON GADE, P. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. **Meat Science**, v. 57, p. 87-92, 2001.

ABCS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS. **A história da ABCS**. 2015. Disponível em: <<http://www.abcs.org.br/quem-somos>>. Acesso em: 26 Jun. 2015.

ABIPECS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **Estatística: destinação – principal destinação da carne suína brasileira, 2006-2014**. 2015a. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/ingles/destinations/main-destinations/>>. Acesso em: 07 Jul. 2015.

ABIPECS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA. **História da Abipecs: objetivo**. 2015b. Disponível em: <<http://www.abipecs.org.br/pt/institucional/historia.html>>. Acesso em: 26 Jun. 2015.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 28000: Specification for security management systems for the supply chain**. p. 16, 2009.

ABPA, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Saiba mais sobre a ABPA**. Disponível em: <<http://www.abpa-br.org/abpa.html>>. Acesso em: 26 Jun. 2015.

ABRAS, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SUPERMERCADOS. **Apresentação Abras**. Disponível em: <http://www.abras.com.br/abras/>. Acesso em: 26 Jun. 2015.

ACCS, ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Relatório anual 2013**. Disponível em: <<http://www.accs.org.br>>. Acesso em: 10 Abr. 2015.

AMARAL, A. L.; SILVEIRA, P. R. S.; LIMA, G. J. M. M.; KLEIN, C. S.; PAIVA, D. P.; MARTINS, F. KICH, J.D.; ZANELLA, J.R.C.; FÁVERO, J.; LUDKE, J.V.; BORDIN, L.C.; MIELE, M.; HIGARASHI, M.M.; MORÉS, N.; DALLA COSTA, O.A.; OLIVEIRA, P.A.V.; BERTOL, T.M.; SILVA, V.S. Boas práticas de produção de suínos. **Embrapa**, Circular Técnica, nº 50, Concordia, SC, 2006.

ANQEP, AGÊNCIA NACIONAL PARA A QUALIFICAÇÃO E O ENSINO PROFISSIONAL. **Catálogo Nacional De Qualificações: Tratador(a) de animais em cativeiro**. Disponível em: <<http://www.catalogo.anqep.gov.pt/Qualificacoes>>. Acesso em: 11 Jun. 2016.

APPLEBY, M.; CUSSEN, V.; GARCÉS, L.; LAMBERT, L.; TURNER, J. **Long distance transport and welfare of farm animals**. World Society For The Protection Of Animals, 2008. Disponível em: <www.cabi.org/bookshop>. Acesso em: 25 Jun. 2015.

ARAÚJO, A. P.; DALLA COSTA, O. A.; ROÇA, R.O.; GUIDONI, A.L.; ATHAYDE, N.B.; CIOCCA, J.R.P. Comportamento dos suínos nas baías de espera em frigoríficos brasileiros. **Embrapa Suínos e Aves**, Comunicado Técnico, n. 488, 2011.

ASEMG, ASSOCIAÇÃO DOS SUINOCULTORES DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Suinocultura mineira 2010**. Disponível em: <<http://www.asemg.com.br>>. Acesso em: 10 Abr. 2015.

BACCARI JÚNIOR, F.; JOHNSON, H.D.; HAHN, G.L. Environmental heat effects on growth, plasma T3 and postheat compensatory effects on Holstein calves. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, Oakland, v.173, n.3, p.312-318, 1983.

BAÊTA, F.C.; SOUZA, C.F. **Ambiência em edificações rurais**: conforto animal. 2 ed. Viçosa: Ed. UFV, 2010.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**: Logística empresarial. 5 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

_____. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais, distribuição física. São Paulo: Atlas, 2007.

BANZATTO, D. A., AND S. N. KRONKA. **Experimentação agrícola**. FUNEP. Jaboticabal. 237 p, 2006.

BARBARI M.; CONTI L. Use of different cooling systems by pregnant sows in the experimental pen. **Biosystems Engineering**, v. 103, p. 239-244, 2009.

BARBOSA FILHO, J.A.D; VIEIRA, F.M.C.; GARCIA, D. B.; SILVA, M. A.N.; SILVA, I.J.O. **Mudanças e uso das Tabelas de Entalpia**. Núcleo de Pesquisa em Ambiência, ESALQ/USP, Piracicaba, 2007. Disponível em: <http://www.nupea.esalq.usp.br/imgs/tabelas_thumb/mini/NovasTabelas.pdf>. Acesso em: 11 Jun. 2016

BARCELLOS, M. D.; SAAB, M. S. M.; PÉREZ-CUETO, F. A.; PERIN, M. G.; NEVES, M. F.; VERBEKE, W. Pork consumption in Brazil: challenges and opportunities for the Brazilian pork production chain. **Journal on Chain and Network Science**, v. 11, n. 2, p. 99-114, 2011.

BATALHA, M. O. (Coord.). **Gestão agroindustrial**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2012.

BCFN, BARILLA CENTER FOR FOOD AND NUTRITION. **Food waste: causes, impacts and proposals**. BCFN. Italy. 131 p, 2012.

BECERRIL-HERRERA, M.; ALONSO-SPILSBURY, M.; ORTEGA, M. E. T.; GUERRERO-LEGARRETA, I.; RAMÍREZ-NECOECHEA, R.; ROLDAN-SANTIAGO, P.; PÉREZ-SATO, M.; SONÍ-GUILLERMO, E.; MOTA-ROJAS, D. Changes in blood constituents of swine transported for 8 or 16 h to an Abattoir, **Meat Science**, v. 86, p. 945-948, 2010.

BENCH, C.; SCHAEFER; A. L.; RUSHEN, J. P.; PASSILLÉ, A. M.; FAUCITANO, L.; LEWIS, N.; GONYOU, H.; BERGERON, R.; WIDOWSKI, T. **Welfare implication of**

pig transport journey duration: scientific background of current international standards, Agriculture and Agri-Food Canada. Ottawa. 20 p 2008a.

BENCH, C.; SCHAEFER, A.; FAUCITANO, L. The welfare of pigs during transport. In: FAUCITANO, L.; SCHAEFER, A. L. **Welfare of pigs from birth to slaughter.** Versailles: France, p.161-187, 2008b.

BERG, E. P. **Critical points affecting fresh pork quality within the packing plant.** American meat science association fact sheet, 11p., 2010. Disponível em: <<http://articles.extension.org/pages/31116/critical-points-affecting-fresh-pork-quality-within-the-packing-plant>>. Acesso em: 12 Dez. 2015.

BONESI, G.L.; SANTANA, E.H.W. Fatores tecnológicos e pontos críticos de controle de contaminação em carcaças bovinas no matadouro. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 10, n. 2, p. 39-46, 2008.

BORELL, E. VON; SCHÄFFER, D. Legal requirements and assessment of stress and welfare during transportation and pre-slaughter handling of pigs. **Livestock Production Science**, v. 97, p. 81-87, 2005.

BOSONA, T.; GEBRESENBET, G. Food traceability as an integral part of logistic management in food and agricultural supply chain. **Food Control**, v. 33, p. 32-48, 2013.

BRASIL. **Instrução Normativa DAS n. 34, de 6 de novembro de 2009.** MAPA. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 05 Jul. 2015.

BRASIL. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA).** Decreto n. 30.691/1952. 1952. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 05 Jun. 2015.

BRAUN, J.A. O bem-estar animal na suinocultura. EMBRAPA. **Anais.** 1º Conferência internacional virtual sobre qualidade de carne suína: Bem-estar, transporte, abate e consumidor. Concórdia, SC, 2000.

BRAZILIAN PORK. **About the Integrated Sectorial Project.** 2015a. Disponível em: <<http://www.brazilianpork.com/en/brazilian-pork-integrated-sectoral-project/>>. Acesso em: 05 Jul. 2015.

BRAZILIAN PORK. **Suppliers.** 2015b. Disponível em: <<http://www.brazilianpork.com/en/suppliers.html>>. Acesso em: 05 Jul. 2015.

BRIGANÓ, M. V.; PACHECO, G. D.; BRIDI, A. M.; OBA, A.; FONSECA, N. A. N.; SILVA, C. A. Performance and carcass traits of pigs submitted to different programs of feed restriction from 30 to 118 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1398–1404, 2008.

BROENS E. M.; GRAAT E. A. M.; VAN DER WOLF P. J.; VAN DE GIESSEN A. W.; DE JONG M. C. M. Transmission of methicillin resistant *Staphylococcus aureus* among pigs during transportation from farm to abattoir. **The Veterinary Journal**, v. 189, p. 302-305, 2011.

BROOM, D. M. Welfare concepts. In: FAUCITANO, L.; SCHAEFER, A. L. **Welfare of pigs from birth to slaughter**. Versailles: France, p.15-29, 2008.

BROWN-BRANDL, T. M.; EIGENBERG, R. A.; PURSWELL, J. L. Determining heat tolerance in finishing pigs using thermal imaging. In: Ninth International Livestock Environment Symposium, ASABE, Valencia, Spain, 2012.

BRYER, P. J.; SUTHERLAND, M. A.; DAVIS, B. L.; SMITH, J. F.; MCGLONE, J. J. The effect transport and space allowance on the physiology of breeding age gilts. **Livestock Science**, v. 137, p. 58-65, 2011.

BUFFINGTON, D.E.; COLLAZO-AROCCHO, A.; CANTON, G.H.; PITT, D.; THATCHER, W.W.; COLLIER, R.J. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.711-714, 1981.

BURFEIND, O.; SUTHAR, V.S.; HEUWIESER, W. Effect of heat stress on body temperature in healthy early postpartum dairy cows. **Theriogenology**, v. 78, p. 2031-2038, 2012.

CAGIENARD, A.; REGULA, G.; DANUSER, J. The impacto f different housing systems on health and welfare of grower and finisher pigs in Switzerland, **Preventive Veterinary Medicine**, v. 68, p. 49-61, 2005.

CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I.F.F.; BAÊTA, F.C.; CECON, P.R.; MAURI, A.L. Qualidade do ar, ambiente térmico e desempenho de suínos criados em creches com dimensões diferentes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 339-347, 2009.

CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I.F.F.; SILVA, F. F.; PUPA, J. M. R.; SILVA, I. J. O. Enriquecimento ambiental para leitões na fase de creche advindos de desmame aos 21 e 28 dias. **Agrária**, v. 5, n. 2, p. 272-278, 2010.

CANZIANI, J.R.F.; GUIMARÃES, V.D.A.; NOGAS, R. **Apostila de Cadeia produtiva do suíno**. UFP, 51 p, 2012.

CARDOSO, J.C.; ISRAEL, M. Levantamento de espécies da família Orchidaceae em Águas de Sta. Bárbara (SP) e seu cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 169-173, 2005.

CASTRO, P. A.; TOLEDO, L. M.; NUNES, M. L. A.; FARIA, G. A.; GAZONI, M.; DEMSKI, J. B. A influência da distância do foco e do tipo de equipamento na medida da temperatura superficial de novilhas utilizando-se de câmera termográfica e termômetro de infravermelho. In: I Simpósio de Redes de Suprimentos e Logística, Dourados, p. 5, Novembro, 2013.

CATHO. **164 vagas de emprego na área agropecuária/veterinária**. Abril/2016. Disponível em: <<http://www.catho.com.br/vagas>>. Acesso em: 02 Mai. 2016.

CBO, CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA DE OCUPAÇÃO. **Tratadores de animais na agropecuária**. Disponível em: <http://www.ocupacoes.com.br/>. Acesso em: 11 Jun. 2016.

CEPAGRI, CENTRO DE PESQUISAS METEOROLOGICAS E CLIMÁTICAS APLICADAS A AGRICULTURA. **Clima dos municípios paulistas:** Águas de Santa Bárbara. Disponível em: <http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_006.html>. Acesso em: 11 Jun. 2016.

CEPEA, CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA. **Relatório PIBAgro – Brasil, 2014.** Disponível em: <http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/Cepea_PIB_BR_dez14.pdf>. Acesso em: 19 Abr. 2015.

CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas:** o novo papel dos recursos humanos nas organizações. São Paulo: Manole, 2014.

CHRISTOPHER, M. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos: criando redes que agregam valor.** 2 ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

COLD CHAIN MANAGEMENT. **Cold chain management.** Universitatbonn. Disponível em: <<http://ccm.ytally.com/index.php?id=7>>. Acesso em: 25 Juh. 2015.

CORREA, J. A.; GONYOU, H.; TORREY, S.; WIDOWSKI, T.; BERGERON, R.; CROWE, T.; LAFOREST, J-P.; FAUCITANO, L. Welfare of pigs being transported over long distances using a pot-belly trailer during winter and summer. **Animals**, v. 4, p. 200-213, 2014.

COSGROVE, M.; FLYNN, A.; KIELY, M. Consumption of red meat, white meat and processed meat in Irish adults in relation to dietary quality. **British Journal of Nutrition**, v. 93, p. 933-942, 2005.

COSTA NETO, P. L. O.; CANUTO, S. A. **Administração com qualidade: conhecimentos necessários para a gestão moderna.** São Paulo: Blucher, 2010.

COSTA, R.G.; SANTOS, N.M.; SOUSA, W.H.; QUEIROGA, R.C.R.E.; AZEVEDO, P.S.; CARTAXO, F.Q. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1781-1787, 2011.

CSCMP, COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Logistics management: boundaries and relationships.** Disponível em: <<http://cscmp.org/aboutcscmp/definitions.asp>>. Acesso em: 19 Abr. 2015.

CULAU, P. O. V.; LÓPEZ, J.; RUBENSAM, J. M.; LOPES, R. F. F.; NICOLAIIEWSKY, S. Influência do gene halotano sobre a qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 954-961, 2002.

DALLA COSTA, O. A.; COLDEBELLA, A.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J. V.; LUDKE, J. V.; SCHEUERMANN, G. N. Período de descanso dos suínos no frigorífico e seu impacto na perda de peso corporal e em característica do estômago. **Ciência Rural**, v. 36, n. 5, p. 1582-1588, 2006.

DALLA COSTA, O. A.; FAUCITANO, L.; COLDEBELLA, A.; LUDKE, J. V., PELOSO, J. V.; DALLA ROZA, D.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R. Effects of the season of the

year, truck type and location on truck on skin bruises and meat quality in pigs. **Livestock Science**, v. 107, p. 29–36, 2007a.

DALLA COSTA, O. A.; LUDKE, J. V.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J. V.; ROZA, D. D. Modelo de carroceria e seu impacto sobre o bem-estar e a qualidade da carne dos suínos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 5, p. 1418-1422, 2007b.

DALLA COSTA, O.A.; ARAUJO, A.P.; CIOCCA, J.R.; ATHAYDE, N.B.; PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; KLEIN, E.; LUDTKE, C.; BAGGIO, E.E. Avaliação das condições de transporte, desembarque e ocorrência de quedas dos suínos na perspectiva do bem-estar animal. Embrapa Suínos e Aves, **Comunicado Técnico**, n. 459, 2007c.

DALLA COSTA, O. A.; LUDKE, J. V.; PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; FAUCITANO, L.; PELOSO, J. V.; DALLA ROZA, D. Efeito das condições pré-abate sobre a qualidade da carne de suínos pesados. **Archivo Zootecnia**, v. 59, n. 227, p. 391-402, 2010.

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**. Embrapa Suínos e Aves. Concordia. 54p, 2012.

DAY, J. E. L.; SPOOLDER, H. A. M.; BURFOOT, A.; CHAMBERLAIN, H. L.; EDWARDS, S. A. The separate and interactive effects of handling and environmental enrichment on the behaviour and welfare of growing pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 75, p. 177-192, 2002.

DEFRA, DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT FOOD AND RURAL AFFAIRS. **Welfare of animals during transport: advice for transporters of pigs**. 12 p., 2007.

DELEZIE, E.; SWENNEN, Q.; BUYSE, J.; DECUYPERE, E. The effect of feed withdrawal and crating density in transit on metabolism and meat quality of broilers at slaughter weight. **Poultry Science Association**, v. 86, p. 1414-1423, 2007.

DIAS, A. C. (Coord.). **Manual brasileiro de boas práticas agropecuária na produção de suínos**. Brasília: ABCS, MAPA, EMBRAPA Suínos e Aves, 140 p., 2011.

DIEESE, DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIECONÔMICOS. **O mercado de trabalho assalariado rural brasileiro. 2014**. Disponível em: <<http://www.dieese.org.br/estudosepesquisas/2014/estpesq74trabalhoRural.pdf>>. Acesso em: 11 Jun. 2016.

DOKE, S. K.; DHAWALE, S. C. Alternatives to animal testing: a review. **Saudi Pharmaceutical Journal**, (article in press: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsp.2013.11.002>), 2013.

DORA, M.; KUMAR, M.; VAN GOUBERGEN, D.; MOLNAR, A.; GELLYNCK, X. Food quality management system: Reviewing assessment strategies and a feasibility study for European food small and medium-sized enterprises. **Food Control**, v.31, p. 607–616, 2013.

DUARTE, J. B. **Princípios sobre delineamentos em experimentação agrícola.** Especialização em Estatística (Monografia). Universidade Federal de Goiás, Goiás, p. 66, 1996.

DUCAS, C. T. S.; SILVA, L. F. Pesquisa de *Salmonella spp.* e enumeração de coliformes totais e termotolerantes em carcaça de suínos abatidos em matadouro-frigorífico de Uberlândia, Minas Gerais. **Veterinária Notícias**, v. 17, n. 1, p. 54-61, 2011.

EDGE, M. K.; BARNETT, J. L. Development of animal welfare standards for the livestock transport industry: process, challenges, and implementation. **Journal of Veterinary and Behavior**, v. 4, p. 187-192, 2009.

EDWARDS L. N.; GRANDIN, T.; ENGLE, T. E.; RITTER, M. J.; SOSNICKI, A. A.; CARLSON, B. A.; ANDERSON, D. B. The effects of pre-slaughter pig management from the farm to the processing plant on pork quality. **Meat Science**, v. 86, p. 938-944, 2010.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A suinocultura no Brasil.** 2013a. Disponível em: <<http://www.cnpsa.embrapa.br/>>. Acesso em: 12 Nov. 2015.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Guia clima.** 2013b. Disponível em: <<http://www.cpaq.embrapa.br/clima/>>. Acesso em: 10 Dez. 2014.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Condições meteorológicas.** 2015. Disponível em.: <<http://www.cppse.embrapa.br/dados-meteorologicos>>. Acesso em: 10 Jan. 2016.

EUROPEAN COMMISSION (EC). **Report: on the impact of Council Regulation (EU) No 1/2005 on the protection of animal during transport.** Brussels: European Comission, 2005. Disponível em: <http://ec.europa.eu/food/animal/welfare/transport/docs/10112011_report_en.pdf>. Acessado em: 10 Jan. 2015

EUROPEAN COMMISSION (EC). **Conference on the enforcement of animal welfare during transport.** Dublin, 2013. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/>>. Acesso em: 20 Abr. 2015.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS: **Global food losses and food waste.** 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/014/mb060e/mb060e.pdf>>. Acesso em: 02 Dez. 2015.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **FAO statistical yearbook 2013: world food and agriculture.** FAO. Rome. 288 p, 2013.

FAOSTAT, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Report 2013.** Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/>>. Acesso em: 23 Out. 2014.

FAS/USDA, FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE. **Livestock and Poultry: World Markets and Trade**. USDA. Washington. 22 p, 2014.

FAS/USDA, FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE/UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and Poultry: world markets and trade, October 2011**. United States Department of Agriculture. Disponível em: <http://www.minagri.gob.ar/new/0-0/programas/dma/usda/livestock_and_poultry-world_markets_and_trade/dlp-2011-2_octubre.pdf>. Acesso em: 19 Abr. 2015.

FAS/USDA, FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE/UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Livestock and Poultry: world markets and trade, April 2015**. United States Department of Agriculture. Disponível em: <http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 14 Out. 2015.

FAUCITANO, L. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne. **Anais**. 1º Conferência internacional virtual sobre qualidade de carne suína: Bem-estar, transporte, abate e consumidor. Concórdia, SC, 2000.

FAWC, FARM ANIMAL WELFARE COUNCIL. **Farm animal welfare in Great Britain: past, present and future**. London, p. 57, 2009. Disponível em: <<https://www.gov.uk>>. Acesso em: 15 Jan. 2016.

FERGUSON, D. M.; WARNER, R. D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? **Meat Science**, v. 80, p. 12-19, 2008.

FERNANDES, H. C.; MOREIRA, R. F.; LONGUI, F. C.; RINALDI, P. C.; SIQUEIRA, W. C. Efeito do aquecimento e resfriamento de pisos no desempenho de matrizes e leitões. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 701-709, 2011.

FERREIRA, G. B.; ANDRADE, C. L.; COSTA, F.; FREITAS, M. Q.; SILVA, T. J. P.; SANTOS, I. F. Effects of transport time and rest period on the quality of electrically stimulated male cattle carcasses. **Meat Science**, v. 74, p. 459-466, 2006.

FISHER, A. I.; LEE, C. C.; FERGUSON, D. The impact of land transport on animal welfare. In: RSPCA Australia Scientific Seminar. 26 February. Canberra. p: 2, 2008.

FITZGERALD, R. F.; STALDER, K. J.; MATTHEWS, J. O.; SCHULTZ, C. M.; JOHNSON, A. K. Factors associated with fatigued, injured, and dead pig frequency during transport and lairage at a commercial abattoir. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 1156-1166, 2009.

FONSECA, M. C. P.; SALAY, E. Beef, chicken and pork Consumption and consumer safety and nutritional concerns in the City of Campinas, Brazil. **Food Control**, v. 19, p. 1051-1058, 2008.

FONT-I-FURNOLS, M.; GUERRERO, L. Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: an overview. **Meat Science**, v. 98, p. 361-371, 2014.

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 behavior, gastrointestinal tract temperature and trailer micro-climate. **Livestock Science**, 160, p. 113-123, 2014.

FRUET, A. P. B.; SCORTEGAGNA, A.; FABRICIO, E. DE A.; KIRINUS, J. K.; DÖRR, A.C.; NÖRNBERG, J. L. Perdas econômicas por condenação de órgãos suínos em matadouros sob serviço de inspeção municipal. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v.11, p. 2307-2312, 2013.

GENTRY, J.G.; JOHNSON, A.K.; MCGLONE, J.J. The welfare of growing-finishing pigs. In: FAUCITANO, L.; SCHAEFER, A. L. **Welfare of pigs from birth to slaughter**. Versailles: France, p.133-152, 2008.

GOMES, F. P. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba: Potafo, 160p, 1984.

GOSÁLVEZ, L. F.; AVERÓS, X.; VALDELVIRA, J. J.; HERRANZ, A. Influence of season, distance and mixed loads on the physical and carcass integrity of pigs transported to slaughter. **Meat Science**, v. 73, p. 553-558, 2006.

GRANDIN, T. Auditing animal welfare at slaughter plants. **Meat Science**, v. 86, p. 56-65, 2010.

GRANDIN, T.; JOHNSON, C. **O bem-estar dos animais**. Rio de Janeiro: Rocco, 2010

GRANDIN, T. Recommended animal handling guidelines & audit guide: a systematic approach to animal welfare. **American Meat Institute Foundation**. p. 01-122, 2013.

GUÀRDIA, M. D.; ESTANY, J.; BALASCH, S.; OLIVER, M. A.; GISPERT, M.; DIESTRE, A. Risk assessment of DFD meat due to pre-slaughter conditions in pigs. **Meat Science**, v. 70, p. 709-716, 2005.

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

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.

HUYNH, T.T.T., AARNINK, A.J.A., VERSTEGEN, M.W.A., GERRITS, W.J.J., HEETKAMP, M.J.W., KEMP, B., TRUONG, C.T. Effects of increasing temperatures on pigs' physiological changes at different relative humidities, **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1385-1396, 2005.

HUYNH, T. T. T.; AARNINK, A. J. A.; TRUONG, C. T.; KEMP, B.; VERSTEGEN, M. W. A. Effects of tropical climate and water cooling methods on growing pigs responses. **Livestock Science**, v. 104, p. 278-291, 2006.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Tendências demográficas no período de 1940/2000**. 2000. Disponível em: <

http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/tendencia_demografica/analise_populacao/1940_2000/comentarios.pdf. Acesso em: 11 Jun. 2016.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População, residente, por situação de domicílio – Brasil 2010.** 2010. Disponível em: <<http://7a12.ibge.gov.br/vamos-conhecer-o-brasil/nosso-povo/caracteristicas-da-populacao.html>>. Acesso em: 11 Jun. 2016.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da Pecuária Municipal.** Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Brasília. 60 p, 2011.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pecuária 2013a.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat>>. Acesso em: 10 Out. 2015.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@. 2013b.** Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 11 Jun. 2016.

IBGE, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa Trimestral do Abate de Animais 2014.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/producaoagropecuaria>>. Acesso em: 10 Abr. 2015.

ICONE, INSTITUTO DE ESTUDO DO COMÉRCIO E NEGOCIAÇÕES INTERNACIONAIS. **O que são medidas sanitárias e fitossanitárias?** Disponível em: <<http://www.iconebrasil.com.br/biblioteca/perguntas-e-resposta/barreiras-sanitarias-e-fitossanitarias>>. Acesso em: 06 Jul. 2015.

INCAPER, INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. **Programa de assistência técnica e extensão rural Proater 2011-2013:** Cachoeiro de Itapemirim, 2011. Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br/proater/municípios/Caparao/Cachoeiro.pdf>>. Acesso em: 11 Nov. 2015.

INEP, INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Evolução do Número de Matrículas no Primeiro Semestre Segundo a Região e a Unidade da Federação. 2014. Disponível em: <<http://download.inep.gov.br/>>. Acesso em: 10 Mai. 2016.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Anomalias de temperaturas medias mensais.** Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/anomaliaTempMediaMensal>>. Acesso em: 04 Jan. 2016.

INMET, INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa (2010 a 2014).** 2015. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 4 Nov. 2015.

INMETRO, INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Manual de Barreiras Técnicas às Exportações: conceitos fundamentais e serviços oferecidos pelo Inmetro.** 2014. Disponível em:

<http://www.mdic.gov.br/sistemas_web/aprendex/public/arquivo/arq1406897770.pdf>
. Acesso em: 11 Dez. 2015.

IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2014: Synthesis Report**, Geneva, Switzerland, 151 pp. 2014. Disponível em: <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf>. Acesso em: 15 Jun. 2016.

KAPELANSKI W., A. HAMMERMEISTER, S. GRAJEWSKA, M. BOCIAN, AND J. WISNIEWSKA. Effect of pre-slaughter handling on body weight loss and carcass and meat quality in crossbred fatteners. **Animal of Science Papers and Reports**, v. 27, p. 343-351, 2009.

KEPHART, R.; JOHNSON, A.; SAPKOTA, A.; STALDER, K.; MCGLONE, J. Establishing bedding requirements on trailers transporting market weight pigs in warm weather. **Animal**, v. 4, p. 476-493, 2014a.

KEPHART, R.; JOHNSON, A.; SAPKOTA, A.; STALDER, K.; MCGLONE, J. Establishing sprinkling requirements on trailers transporting market weight in warm and hot weather. **Animals**, v. 4, p.164-183, 2014b.

KILKENNY, C.; PARSONS, N.; KADYSZEWSKI, E. D.; FESTING, F. W.; CUTHILL, I. C.; FRY, D.; HUT-TON, J.; ALTMAN, D. G. Survey of the quality of experimental design, statistical analysis and reporting of research using animals, **Plos One**, v. 4, n. 11, p. e7824 (1-12), 2009.

KLONT, R. **Influence of Ultimate pH on meat quality and consumer purchasing decisions. 2005**. Disponível em: <<http://www.thepigsite.com/articles/?Display=1506>>. Acesso em: 01 Mar. 2015.

KLOOSTER, J. V. T.; WINGELAAR, A. **Criação de porcos nas regiões tropicais**. 5^a Ed. Agrodoek 1: Tradução de Rob Barnhoorn. Agromisa, 2011.

KUMMU, M.; MOEL, H.; PORKKA, M.; SIEBERT, S.; VARIS, O.; WARD, P.J. Lost food, wasted resources: global food supply chain losses and their impacts on freshwater, cropland, and fertilizer use. **Science of the total environment**, v. 438, p. 477-489, 2012.

LAMBOOIJ. E. Transport of pigs. In: GRANDIN, T. **Livestock handling and transport**. 3 ed. 2007.

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.

LEWIS, N. J. Transport of early weaned piglets. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 110, p. 128-135, 2008.

LOPES, Luis Felipe. **Apostila de Treinamento Sistema S.A.S**. Departamento de Estatística, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 147p, 2006.

LUDTKE, C. B.; CIOCCA, J. R. P.; DANDIN, T.; BARBALHO, P. C.; VILELA, J. A.; DALLA COSTA, O.A. **Abate humanitário de suínos**. Rio de Janeiro: WSPA, 132p, 2010a.

LUDTKE, C. B.; SILVEIRA, E.T.F.; BERTOLONI, W.; ANDRADE, J.C.; BUZELLI, M.L.; BESSA, L.R.; SOARES, G.J.D. Bem-estar e qualidade de carne de suíno submetidos a diferentes técnicas de manejo pré-abate. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 1, p. 231-241, 2010b.

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**, vol. 42, n. 3, pp. 532-537, 2012.

MACHADO, S. T.; NAAS, I. A.; REIS, J. G. M.; CALDARA, F. R.; SANTOS, R. C. Impacts da renda familiar e do preço no consumo da carne suína. **Enciclopédia Biosfera**, v.10, n.18, p. 1912-1928, 2014a.

MACHADO, S. T.; SANTOS, R. C.; CALDARA, F. R.; GONÇALVES, M. C.; JORDAN, R. A.; REIS, J. G. M. Operação de transporte e tempo de Descanso na incidência de carne PSE em suínos, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 10, p. 1065-1071, 2014b.

MACHADO, S. T.; SANTOS, R.C.; CALDARA, F. R.; GONÇALVES, M. C.; NAAS, I. A. Integrated multivariate analysis to evaluate effects of pre-slaughter handling on pork quality. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 3, p. 435-444, 2014c.

MADDEN, J. C.; HEWITT, M.; PRZYBYLAK, K; VANDEBRIEL, R. J.; PIERSMA, A. H.; CRONIN, M. T. D. Strategies for the optimisation of in vivo experiments in accordance with the 3Rs philosophy. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 63, p. 140-154, 2012.

MAGANHINI, M. B.; MARIANO, B.; SOARES, A. L. et al. Carnes PSE (Pale, Soft, Exudative) e DFD (Dark, Firm, Dry) em lombo suíno numa linha de abate industrial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, supl., p. 69-72, 2007.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Manual de Legislação: programas nacionais de saúde animal do Brasil – manual técnico**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/SDA/DAS, 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Animamal/Manual%20de%20Legisla%C3%A7%C3%A3o%20-%20Sa%C3%BAde%20Animal%20-%20low.pdf>. Acesso em: 26 Jun. 2015.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Projeções do agronegócio: Brasil 2012/2013 a 2022/2023 projeções de longo prazo**. Brasília, junho de 2013. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/projcoes%20-%20versao%20atualizada.pdf>. Acesso em: 14 Abr. 2015.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Serviço de Inspeção Federal**. 2015a. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 12 Nov. 2015.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Condenação de animais por espécie (2010 a 2014)**. 2015b. Disponível em: <http://sigsif.agricultura.gov.br/sigsif_cons/!sigsif.ap_condenacao_especie_rep_cons>. Acesso em: 12 Nov. 2015.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Internacional: acordos comerciais**. 2015c. Disponível em: <<http://agricultura.gov.br/internacional/acordos-comerciais>>. Acesso em: 12 Nov. 2015.

MARAHRENS, M.; KLEINSCHMIDT, N.; DI NARDO, A.; VELARDE, A.; FUENTES, C.; TRUAR, A.; OTERO, J. L.; DI FEDE, E.; DALLA VILLA, P. Risk assessment in animal welfare – especially referring to animal transport. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 102, p. 157-163, 2011.

MCCARTHY, M.; O'REILLY, S.; COTTER, L.; BOER, M. DE. Factors influencing consumption of pork and poultry in the Irish market. **Appetite**, 43, 19-28, 2004.

MCGLONE, J.; JOHNSON, A.; SAPKOTA, A.; KEPHART, R. Establishing Bedding Requirements during Transport and Monitoring Skin Temperature during Cold and Mild Seasons after Transport for Finishing Pigs. **Animals**, v. 4, p. 241-253, 2014a.

MCGLONE, J.; JOHNSON, A.; SAPKOTA, A.; KEPHART, R. Temperature and Relative Humidity inside trailers during finishing pig loading and transport in cold and mild weather. **Animals**, v. 4, p. 583-598, 2014b.

MCGLONE, J.; SAPKOTA, A.; JOHNSON, A.; KEPHART, R. Establishing trailer ventilation (boarding) requirements for finishing pigs during transport. **Animals**, v. 4, p. 515-523, 2014c.

MDIC, MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. **Barreiras comerciais**. 2015. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/sistemas_web/aprendex/default/index/conteudo/id/28>. Acesso em: 11 Dez. 2015.

MENDES, A. A.; KOMIYAMA, C. M. Estratégias de manejo de frangos de corte visando qualidade de carcaças e carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, p. 352-357, 2011.

MIRANDA-DE LA LAMA, G. C. Transporte y logística pre-sacrificio: principios y tendencias en bienestar animal y su relación con la calidad de la carne. **Veterinaria México**, v. 44, n. 1, p. 31-56, 2013.

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

MOI, M.; NAAS, I. A.; CALDARA, F. R.; PAZ, I. C. L. A.; GARCIA, R. G.; CORDEIRO, A. F. S.; SENO, L. O. Vocalização como indicador do bem-estar de suínos submetidos a situações de estresse. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 3, 2015.

MORMÈDE, P. Assessment of pig welfare. In: FAUCITANO, L.; SCHAEFER, A. L. **Welfare of pigs from birth to slaughter**. Versailles: France, p.33-55, 2008.

MOTA-ROJAS, D.; BECERRIL, M.; LEMUS, C.; SÁNCHEZ, P.; GONZÁLEZ, M.; OLMOS, S. A.; RAMÍREZ, R.; ALONSO-SPILSBURY, M. Effects of mid-summer transport duration on pre and post-slaughter performance and pork quality in Mexico. **Meat Science**, v. 73, p.404-412, 2006.

MOURA, A. K.; NEGRÃO, F. M.; DANTAS, C. C. O.; GERON, L. J. V.; CAPOVILLA, L. C. T.; VARGAS, M. A. Influências bioclimáticas e de ambiência no bem-estar de vacas leiteiras. **PUBVET**, v. 4, n. 32, ed. 137, art. 926, 2010.

NAAS, I. A.; ROMANINI, C. E. B.; SALGADO, D. D.; LIMA, K. A. O.; VALE, M. M. D.; LABIGALINI, M. R.; SOUZA, S. R. L. D.; MENEZES, A. G.; MOURA, D. J. D. Impact of global warming on beef cattle production cost in Brazil. **Scientia Agricola**, v. 67, n. 1, p. 1-8, 2010.

NANNI COSTA, L.; FIEGO, D. P. L.; DALL'OLIO, S.; DAVOLI, R.; RUSSO, V. Combined effects of pre-slaughter treatments and lairage time on carcass and meat quality in pigs of different halothane genotype. **Meat Science**, v. 61, p. 41-47, 2002.

NARDONE, A.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; RANIERI, M. S.; BERNABUCCI, U. Effects of climate changes on animal production and sustainability of livestock systems. **Livestock Science**, v. 130, p. 57-69, 2010.

NAZARENO, A.C.; PANDORFI, H.; ALMEIDA, G.L.P.; GONGO, P.R.; PEDROSA, E.M.R.; GUISELINI, C. Avaliação do conforto térmico e desempenho de frangos de corte sob regime de criação diferenciado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n.6, 2009.

NC3RDs, NATIONAL CENTRE FOR THE REPLACEMENT, REFINEMENT AND REDUCTION OF ANIMAL IN RESEARCH. **The 3Rs**. Disponível em: <https://www.nc3rs.org.uk/the-3rs>. Acesso em: 12 Mai. 2015.

OCHOVE, V. C. C.; CARAMORI JUNIOR, J. G.; CORREA, G. S. S.; BERTOLONI, W.; ROÇA, R.O.; SILVA, G. S.; CRUZ, R. A. S. 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.

OKTOBERFEST BLUMENAU. **A história começou há quase 200 anos na Baviera**. Disponível em: <<http://www.oktoberfestblumenau.com.br/oktoberfest/historia>>. Acesso em: 25 Jun. 2015.

OLIVEIRA, L. M. F. D.; YANAGI JUNIOR, T.; FERREIRA, E.; CARVALHO, L. G. D.; SILVA, M. P. D. Bioclimatic mapping of Southern Brazilian region for animal and human thermal comfort. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 823-831, 2006.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. **Higiene dos alimentos – textos básicos.** Organização Pan-Americana da Saúde, ANVISA, FAO, Brasília, 64 p., 2006.

PARANHOS DA COSTA, M. J. R.; HUERTAS, S. M.; GALLO, C.; DALLA COSTA, O. A. Strategies to promote farm animal welfare in Latin America and their effects on carcass and meat quality traits. **Meat Science**, v. 92, p. 221-226, 2012.

PERES, F.C.; GUIMARÃES, V. DI A.; CANZIANI, J.R. **Programa empreendedor rural:** elaboração e análise de projetos. Curitiba: SEBRAE, 264p, 2010.

PEREZ, C.; CASTRO, R.; FURNOLS, M. F. The pork industry: a supply chain perspective. **British Food Journal**, v. 111, n. 3, p. 257-274, 2009.

PINHEIRO, M. S. M.; SANTOS, L. C.; KIRSCH, H. M.; MIGUEL, G. Z.; ANGREVES, G. M. Levantamento do perfil da suinocultura no município de Pontos e Lacerda – MT. In: 47 Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Porto Alegre, 2009.

PIRES, M. F. A.; SILVA JÚNIOR, J. L. C.; CAMPOS, A. T.; COSTA, L. C.; NOVAES, L. P. **Zoneamento da região Sudeste do Brasil, utilizando o índice de temperatura e umidade.** Embrapa Gado de Leite, 21 p., 2003.

QUIÑONERO, J.; GARCÍA-SANTAMARÍA, C.; MARÍA-DOLORES, E.; ARMERO, E. Physiological indicators of stress in gestating sows under different cooling systems. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 11, p. 1549-1552, 2009.

REIS, J. G. M.; MOLLO NETO, M.; VENDRAMETTO, O.; COSTA NETO, P.L.O. **Qualidade em redes de suprimentos:** a qualidade aplicada ao supply chain management. São Paulo: Atlas, 2015a.

REIS, J. G. M.; MACHADO, S. T.; SANTOS, R. C.; NAAS, I. A.; OLIVEIRA, R. V. Financial Losses in pork supply chain: a study of the pre-slaughter handling impacts. **Revista Engenharia Agrícola**, v. 35, n.1, p. 163-170, 2015b.

RENAUDEAU, D.; GOURDINE, J.L.; ST-PIERRE, N.R. A meta-analysis of the effects of high ambient temperature on growth performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2220-2230, 2011.

RENAUDEAU, D.; COLLIN, A.; YAHAV, S.; BASILIO, V.; GOURDINE, J.L.; COLLIER, R.J. Adaptation to hot climate and strategies to alleviate heat stress in livestock production. **Animal**, v. 6, n. 5, p. 707-728, 2012.

RESANO, H.; PEREZ-CUETO, F. J. A.; BARCELLOS, M. D.; VEFLEN-OLSEN, N.; GRUNERT, K. G.; VERBEKE, W. Consumer satisfaction with pork meat and derived products in five European countries. **Appetite**, 56, 167-170, 2011.

RITTER, M. J.; ELLIS, M.; BOWMAN, R.; BRINKMANN, J.; CURTIS, S. E.; DEDECKER, J. M.; MENDOZA, O.; MURPHY, C. M.; ORELLANA, D. G.; PETERSON, B. A.; ROJO, A.; SCHLIPF, J. M.; WOLTER, B. F. Effects of season and distance moved during loading on transport losses of market-weight pigs in two commercially available types of trailer. **Journal of Animals Science**, v. 86, p. 3137-3145, 2008.

RITTER, M. J.; ELLIS, M.; BERRY, N. L.; CURTIS, S. E.; ANIL, L.; BERG, E.; BENJAMIN, M.; BUT-LER, 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. Transport losses in market weight pigs: I. A review of definitions, incidence, and economic impact. **The Professional Animal Scientist**, v. 25, p. 404-414, 2009.

ROLLER, W. L.; GOLDMAN, R. F. Response of swine to acute heat exposure, **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 12, n. 2, p. 164-169, 1969.

RORIZ, M. Psicrom 1.0 – **Relações Psicométricas**. Programa computacional desenvolvido para cálculos de relações psicométricas. Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. São Carlos, 2003.

SANTIAGO, J. C.; CALDARA, F. R.; SANTOS, V. M. O.; SENO, L. O.; GARCIA, R. G.; ALMEIDA PAZ, I. C. L. Resting time pre-slaughter and sex on the incidence of PSE (pale, soft, exsudative) meat in pigs. **Aquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 64, p. 1739-1746, 2012.

SANTOS, F. J. D.; TALAMINI, D.; MARTINS, F. **Distribuição espacial da produção de suínos no Brasil**. Embrapa Suínos e Aves. Concórdia. 2 p., 2011

SANTOS, E. A.; VILLAR, C. B.; BURGARELLI, E. Logística humanitária: conceitos, relacionamentos e oportunidades. In: Anais Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais (SIMPOI), 2012.

SANTOS, C. R.; REIS, J. G. M.; MACHADO, S. T.; JORDAN, R. A.; VIEIRA, R. O.; DE MOURA, G. B. Perdas econômicas decorrentes do transporte de suínos em Mato Grosso do Sul: estudo de caso. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, p. 1682-1697, 2013.

SARUBBI, J.; ROSSI, L. A.; MOURA, D. J.; OLIVEIRA, R. A.; MAIA, A. P. A. Nocturnal thermal comfort in facilities for growing swines. **Engenharia Agrícola**, v. 32, n. 6, p. 1034-1040, 2012.

SAS, STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS/STAT 13.2 User's Guide**. N.C., USA. 9284 p., 2014.

SCHAEFER, A. L.; COOK, N. J.; BENCH; C.; CHABOT, J. B.; COLYN, J.; LIU, T.; OKINE, E. K.; STEWART, M.; WEBSTER, J. R. The non-invasive and automated detection of bovine respiratory disease onset in receiver calves using infrared thermography. **Research in Veterinary Science**, v. 93, p. 928-935, 2012.

SCHNETTLER, B.; VIDAL, R.; SILVA, R.; VALLEJOS, L.; SEPÚLVEDA, N. Consumer willingness to pay for beef meat in a developing country: the effect of information regarding country of origin, price and animal handling prior to slaughter. **Food Quality and Preference**, v. 20, p. 156-165, 2009.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K.S.; FAUCITANO, L.; DADGAR, S.; SHAND, P.; GONZÁLEZ, L.A.; CROWE, T.G. Road transport of cattle, swine and poultry in North

America and its impact on animal welfare, carcass and meat quality: A review, **Meat Science**, v. 92, p. 227-243, 2012.

SEBRAE, SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. **Agronegócio: bom jogo para a suinocultura, 2014**. Disponível em: <<http://www.sebrae2014.com.br/Sebrae/Sebrae%202014/Boletin>>. Acesso em: Apr. 19, 2015.

SEIXAS, F. N.; TOCHETTO, R.; FERRAZ, S. M. Presença de *Salmonella* sp. em carcaças suínas amostradas em diferentes pontos da linha de processamento. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 634-640, 2009.

SEMADE, SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE, DO PLANEJAMENTO, DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MATO GROSSO DO SUL. **Vértice geodésico da rede de GPS do Estado de Mato Grosso do Sul**. Campo Grande. 2 p., 2015.

SENTANDREU, M. A.; SENTANDREU, E. Authenticity of meat products: tools against fraud. **Food Research International**, v. 60, p. 19-29, 2014.

SEPÚLVEDA, W.S.; MAZA, M.T.; PARDOS, L. Aspects of quality related to the consumption and production of lamb meat. Consumers versus producers. **Meat Science**, v. 87, p. 366-372, 2011.

SHAO, J.; XIN, H.; HARMON, J. D. Comparison of image feature extraction for classification of swine thermal comfort behavior, **Computers and Electronics in Agriculture**, 19, 223-232, 1998.

SILVA, B. A. N.; NOBLET, J.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; PRIMOT, Y.; GOURDINE, J. L.; RENAudeau, D. Effects of dietary protein level and amino acid supplementation on performance of mixed-parity lactating sows in a tropical humid climate. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 4003–4012, 2009.

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 of Zootecnia**, v. 59, p. 113-131, 2010.

SILVA, P.; KALUBOWILA, A. Relationship of transport distance, sex on live weight loss of pigs during transit to slaughter house. **Veterinary World**, v. 5, p. 150-154, 2012.

SILVEIRA, E. T. F. Manejo pré-abate de suínos e seus efeitos na qualidade da carcaça e carne. **Suínos & Cia**, ano VI, n.34, 2010.

SIMÕES, A. R. P.; SANTOS, T. M. B.; CAPII, N.; KIEFER, C. Aspectos da comercialização da carne suína no varejo no município de Aquidauana-MS. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 5, n. 18, p. 417-427, 2012.

SINE. Pesquisa Salarial. Disponível em: <http://www.sine.com.br/media-salarial-paratratador-de-animais>. Acesso em: 2 Mai. 2016.

SOERENSEN, D. D.; CLAUSEN, S.; MERCER, J. B.; PEDERSEN, L. J. Determining the emissivity of pigs skin for accurate infrared thermography. **Computer and Electronics in Agriculture**, v. 109, p. 52-58, 2014.

SOMBERGER, G. P.; NANTES, J. F. D. Mensuração e controle dos custos na cadeia interna de valor: um estudo de caso na suinocultura da região norte de Mato Grosso. **Informações Econômicas**, v. 41, n. 7, 2011.

SOUSA, L.; CALDARA, F. R.; GARCIA, R. G.; LOPPA, L. NAAS, I. A.; MACHADO, S.T. Sows' parity and coconut oil postnatal supplement on piglets performance. **MVZ Córdoba**, v. 20. n. 2, p. 4513-4521, 2015.

STATSOFT. **Statistica: list of statistical analyses.** Disponível em: <<http://www.statsoft.com/Products/STATISTICA-Features/Analytic-Modules>>. Acesso em: 10 Nov. 2015.

STEWART, M.; WEBSTER, J. R.; VERKERK, G. A.; SCHAEFER, A. L.; COLYN, J. J.; STAFFORD, K. J. Non-invasive measurement of stress in dairy cows using infrared thermography. **Physiology and Behavior**, v. 92, p. 520-525, 2007.

SUTHERLAND, M. A.; KREBS, N.; SMITH, J. S.; DAILEY, J. W.; CARROLL, J. A.; MCGLONE, J. J. The effect of three space allowances on the physiology and behavior of weaned pigs during transportation. **Livestock Science**, v. 126, p. 183-188, 2009.

SUTHERLAND, M. A.; BRYER, P. J.; DAVIS, B. L.; SMITH, J. F.; MCGLONE, J. J. The combined effects of transport and food and water deprivation on the physiology of breeding age gilts. **Livestock Science**, v. 144, p. 124-131, 2012.

TERLOUW, C. Stress reactions at slaughter and meat quality in pigs: genetic background and prior experience A brief review of recent findings, **Livestock Production Science**, v. 94, p.125-135, 2005.

TESTO. **Termografia: IRSof.** Disponível em: <<https://www.testo.com.br/pt/home/products/termografia/termografia.jsp>>. Acesso em: 05 Fev. 2015.

TEXIER, C.; DE LA FARGE, B.; GRANIER, R. Influence des variations des principaux facteurs de l'ambiance en porcherie d'engraissement, **Journées Rech. Porcine en France**, p. 153-164, 1979.

THOM, E.C. Cooling degree – day air conditioning, heating and ventilating. **Transact. ASAE**, v.55, p.65-72, 1958.

TRIEL-HT. **Batabook: carroceria de suínos.** Vendas & Marketing, 38p., 2010.

TRIEL-HT. Carroceira metálica para transporte suínos-abate. Available at: <<http://pt.trielht.com.br/logistica-agroindustrial/produtos>>. Acesso em: 11 Jan. 2016.

TRIENEKENS, J.; WOGNUM, N. Requirements of Supply Chain Management in differentiating European pork chains. **Meat Science**, v. 95, p. 719-726, 2013.

VERMEULEN, L.; PERRE, V. VAN DE; PERMENTIER, L.; DE BIE, S.; VERBEKE, G.; GEERS, R. Pre-slaughter handling and pork quality. **Meat Science**, v. 100, p. 118-123, 2015.

WEHMEIER, S.; MCLINTOSH, C. TURNBULL, J.; ASHBY, M. **Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English**. 7 ed. United Kingdom: Oxford University Press, 2005.

WELKER, C. A. D.; BOTH, J. M. C.; LONGARAY, S. M.; HAAS, S.; SOEIRO, M. L.T.; RAMOS, R. C. Análise microbiológica dos alimentos envolvidos em surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) ocorridos no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 8, 2010.

WITTE, K. Development of the Australian animal welfare standards and guidelines for the land transport of livestock: process and philosophical considerations. **Journal of Veterinary Behavior**, v. 4, p. 148-156, 2009.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul**. Editora Unesp. São Paulo. 212 p., 2009.

ZHANG, Y.; YIN, Y.; FANG, J.; WANG, Q. Pig production in subtropical agriculture. **Journal of Science Food Agriculture**, v. 92, p. 1016-1024, 2012.

APÊNDICE A

Demais trabalhos elaborados durante o Programa de Pós-Graduação que direta ou indiretamente contribuíram com a tese.

Título	Periódico/ Base	Trabalho	Status
Uma análise do cenário suinícola brasileiro e seus desafios	AveSui 2014	Resumo	Publicado
Tempo de descanso em suínos após as operações pré-abate	CONBEA 2014	Resumo Expandido	Publicado
Brazilian Consumers' Preference towards Pork	APMS 2014	Artigo	Publicado
Impactos da renda familiar e do preço no consumo da carne suína	BIOSFERA	Artigo	Publicado
Logística aplicada na produção de aves de corte: desafios no manejo pré-abate	BIOSFERA	Artigo	Publicado
Sows And Piglets Thermal Comfort: A Comparative Study Of The Tiles Used In The Farrowing Housing	ENGENHARIA AGRÍCOLA	Artigo	Submetido: 11/09/2015
Distance of Transportation and Weight Losses From Dehydration in Pigs	ENGENHARIA AGRÍCOLA	Artigo	Submetido: 27/03/2015
How the transport of pigs effect in food losses in the pork supply chain?	II Global Food Security Conference	Resumo	Publicado
Quality Economic Losses in Brazil's Pork Industry	ILS	Artigo	Publicado
Meat Supply Chains: How the retailers analyze the influence of consumer behavior in the meat sales?	ILS	Artigo	Publicado

ANEXO