

Universidade Federal de Minas Gerais

**ESTRESSE EM CORDEIROS PELO TRANSPORTE
RODOVIÁRIO E SEU EFEITO SOBRE CARACTERÍSTICAS
DA CARCAÇA E CARNE**

Fredson Vieira e Silva

Belo Horizonte

2014

Fredson Vieira e Silva

**Estresse em cordeiros pelo transporte rodoviário e seu efeito sobre características da
carcaça e carne**

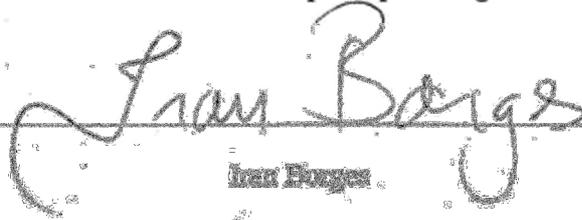
Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para Obtenção do grau de Doutor em Zootecnia

Área de concentração: Produção Animal
Prof. Orientador: Iran Borges

Belo Horizonte

Tese defendida e aprovada em 26/02/2014

pela comissão examinadora composta pelos seguintes membros:

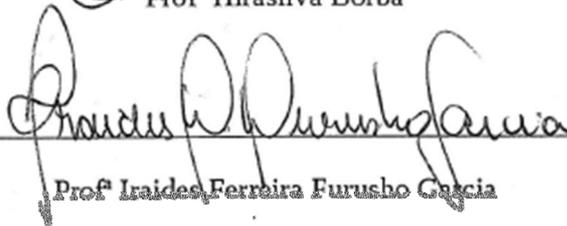


Ivan Borges

Professor Orientador



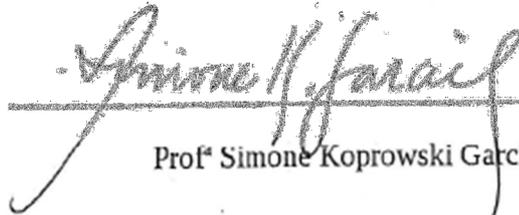
Profª Hirasilva Borba



Profª Iraides Ferreira Furusho Garcia



Prof Fabiano Alvim Barbosa



Profª Simone Koprowski Garcia

“A regra da igualdade não consiste senão em quinhoar desigualmente aos desiguais, na medida em que se desigalam. Nesta desigualdade social, proporcionada à desigualdade natural, é que se acha a verdadeira lei da igualdade. O mais são desvios da inveja, do orgulho, ou da loucura. Tratar com desigualdade a iguais, ou a desiguais com igualdade, seria desigualdade flagrante, e não igualdade real. Os apetites humanos conceberam inverter a norma universal da criação, pretendendo, não dar a cada um, na razão do que vale, mas atribuir o mesmo a todos, como se todos se equivalessem.”

Trecho de “Oração aos Moços”

Rui Barbosa

Dedico a minha família.

AGRADECIMENTOS

A Deus, eterno protetor!

A Laura e meu pequeno Pedro por iluminar o meu caminho. Amores da minha vida!

A minha mãe Ilse e meu pai Jocílio (*in memoriam*) por sempre se dedicarem ao crescimento da nossa família; amo vocês. As minhas irmãs Jeine e Ludmilla e aos meus sobrinhos Melissa, Roger, Flavinha, Bernardo e Cecília por alegrarem minha vida. A Dona Zete, Seu Francisco, Almerinda e Idy pelo carinho. Aos meus cunhados, Rogério e Flávio.

Ao Prof. Iran Borges pelos ensinamentos e por ter acreditado que poderíamos fazer um bom trabalho e Dona Neuza por sempre nos tratar com carinho.

A todos os integrantes do Núcleo de Extensão e Pesquisa em Pequenos Ruminantes que contribuíram para execução deste trabalho.

A Aylle, Amilton, Anna Luísa e Ana Clara por sempre ajudarem com dedicação e profissionalismo. Espero que possamos aprender mais...

Ao grupo de estudo formado por Alexandre, Fernando e Vandenberg. Muito deste trabalho saiu de nossos esforços.

Aos professores Venício José de Andrade, Sidnei Tavares dos Reis e Simone Koprowski Garcia pelas constantes contribuições.

A todos da Fazenda Experimental da UFMG em Igarapé e aos funcionários da Escola de Veterinária da UFMG pelo profissionalismo e boas conversas, em especial ao Roberto e Seu Nilson.

Ao Pedro Nobre pela contribuição durante todo o experimento. Ao Geraldo Júnior e família por sempre nos receberem tão bem em sua casa.

Ao Sensei Antônio Fernando Pinto, eterna inspiração.

Ao Jean, Márcio, Marcos, Dido e Marcelo (e agregados), amigos de toda vida.

Aos amigos, Dorismar, Andréia, Mário Neto, Gabriel, Duda, Vicente, Luciana, Davi, Penha, Ted e Antônia que sempre estão dispostos a ajudar.

Aos amigos, Vandenberg, Hemilly, Alexandre Araújo, Alexandre, Hélio, André, Jeânio, Tássia, Leo, Celso e Jizênio pelos bons momentos que passamos nesta Escola.

Aos meus professores, em especial a Professora Lucy.

À Universidade Estadual de Montes Claros por liberar-me para o doutoramento. À Universidade Federal de Minas Gerais por receber-me. Ao CNPq por custear este projeto. À FAPEMIG por conceder-me bolsa para dedicação a este treinamento. Espero que o investimento que nos concederam dê frutos positivos à sociedade.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....	7
LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	13
RESUMO	18
ABSTRACT	19
INTRODUÇÃO GERAL	18
CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA	20
1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
CAPÍTULO 2 - COMPORTAMENTO DE CORDEIROS DURANTE O TRANSPORTE RODOVIÁRIO.....	40
2.1 RESUMO	40
2.2 ABSTRACT	40
2.3 INTRODUÇÃO	41
2.4 MATERIAL E MÉTODOS	41
2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
2.6 CONCLUSÕES	62
2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPÍTULO 3 - PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E HEMATOLÓGICOS EM CORDEIROS APÓS O TRANSPORTE RODOVIÁRIO E ANTES DO ABATE.....	66
3.1 RESUMO	66
3.2 ABSTRACT	66
3.3. INTRODUÇÃO	67
3.4 MATERIAL E MÉTODOS	67
3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
3.6 CONCLUSÕES	112
3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	113
CAPÍTULO 4 - PERDAS DE PESO VIVO E CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DE CARÇAÇAS EM CORDEIROS APÓS O ESTRESSE PELO TRANSPORTE.....	116
4.1 RESUMO	116
4.2 ABSTRACT	116
4.3 INTRODUÇÃO	116
4.4 MATERIAL E MÉTODOS	117

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	124
4.6 CONCLUSÕES	134
4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
CAPÍTULO 5 - QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS APÓS O ESTRESSE PELO TRANSPORTE	137
5.1 RESUMO	137
5.2 ABSTRACT	137
5.3 INTRODUÇÃO	138
5.4 MATERIAL E MÉTODOS	138
5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	146
5.6 CONCLUSÕES	158
5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	159
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	162
Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética em Experimentação animal da UFMG	164
Anexo 2. Quadro-resumo do Capítulo 2 - Comportamento de cordeiros durante o transporte rodoviário em diferentes áreas disponíveis e durações das jornadas.....	165
Anexo 3 – Quadro-resumo - Interação da área disponível por animal e da duração da jornada para as variáveis do Capítulo 3*	166
Anexo 4 – Quadro-resumo - Desdobramento da área disponível por animal em função da duração da jornada (de 1h45min a 10h30min) do Capítulo 3*	167
Anexo 5 – Quadro-resumo - Desdobramento da duração da jornada em função área disponível por animal (de 0,180 a 0,277 m ² animal ⁻¹) do Capítulo 3*.....	168
Anexo 6 – Quadro-resumo - Parâmetros hematológicos em cordeiros após o transporte rodoviário e antes do abate em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações do traslado (Capítulo 3) que apresentaram equações múltiplas significativas (P<0,050).....	169
Anexo 7 – Quadro-resumo - Comparação dos parâmetros hematológicos em cordeiros após o transporte rodoviário e antes do abate referentes ao Capítulo 3****	169

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA	20
Tabela 1. Indicadores fisiológicos de bem-estar; problemas de curto prazo.....	23
Tabela 2. Densidade de estocagem de ovinos submetidos ao transporte rodoviário.....	32
Tabela 3. Recomendação de densidade durante o transporte	32
CAPÍTULO 2 - COMPORTAMENTO DE CORDEIROS DURANTE O TRANSPORTE RODOVIÁRIO	40
Tabela 1. Composição bromatológica (%) do feno de Tifton 85 e do concentrado em base de material seca fornecido aos cordeiros na Escola de Medicina Veterinária da UFMG	42
Tabela 2. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de temperatura do ar (°C) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário	46
Tabela 3. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário	46
Tabela 4. Descrição dos eventos e estado utilizados para avaliação do comportamento de cordeiros durante o transporte rodoviário.....	47
Tabela 5. Variável “deitar”, em minutos, de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte	50
Tabela 6. Percentagem de cordeiros deitados quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte nas linhas e crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal nas colunas	50
Tabela 7. Variável “deitar”, em minuto^{-1} , de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal.....	51
Tabela 8. Número de ocorrências da variável “andar” de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte	52
Tabela 9. Percentagem de cordeiros que andaram quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte nas linhas e crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal nas colunas	53
Tabela 10. Número de ocorrências, em um minuto, da variável “andar” de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal	53
Tabela 11. Número de ocorrências da variável “ruminar” de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte	54
Tabela 12. Percentagem de cordeiros que ruminaram quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte nas linhas e crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal nas colunas	55

Tabela 13. Número de ocorrências, em um minuto, da variável “ruminar” de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal	56
Tabela 14. Número de ocorrências da variável “saltar sobre” de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte	57
Tabela 15. Percentagem de cordeiros que saltaram sobre outro animal quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte nas linhas e crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal nas colunas.....	57
Tabela 16. Número de ocorrências, em um minuto, da variável “saltar sobre” de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal	58
Tabela 17. Número de ocorrências da variável “perda de equilíbrio” de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte	59
Tabela 18. Número de ocorrências, em um minuto, da variável “perda de equilíbrio” de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal.....	60
CAPÍTULO 3 - PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E HEMATOLÓGICOS EM CORDEIROS APÓS O TRANSPORTE RODOVIÁRIO E ANTES DO ABATE.....	66
Tabela 1. Composição bromatológica (%) do feno de Tifton 85 e do concentrado em base de material seca fornecido aos cordeiros na Escola de Medicina Veterinária da UFMG	68
Tabela 2. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de temperatura do ar (°C) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário	72
Tabela 3. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário	73
Tabela 4. Frequência respiratória (FR) de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	75
Tabela 5. Temperatura retal de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário	79
Tabela 6. Concentrações plasmáticas de proteínas totais (g dL ⁻¹) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	81
Tabela 7. Concentrações plasmáticas de albumina (g dL ⁻¹) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e durações do transporte.....	82
Tabela 8. Concentrações plasmáticas de adrenalina e noradrenalina (ng mL ⁻¹) de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e durações do transporte.....	87
Tabela 9. Concentrações plasmáticas de glicose (mg dL ⁻¹) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	90

Tabela 10. Concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados (NEFA), em mmol L ⁻¹ , em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	93
Tabela 11. Concentrações plasmáticas de β-hidroxibutirato (βHB) (mmol L ⁻¹) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário..	94
Tabela 12. Concentrações plasmáticas de ureia (mg dL ⁻¹) de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	99
Tabela 13. Concentrações plasmáticas de cortisol (ug dL ⁻¹) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	102
Tabela 14. Concentrações plasmáticas de creatina quinase (g dL ⁻¹) de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	106
Tabela 15. Concentrações plasmáticas de lactato (mg dL ⁻¹) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	107
CAPÍTULO 4 - PERDAS DE PESO VIVO E CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DE CARCAÇAS EM CORDEIROS APÓS O ESTRESSE PELO TRANSPORTE.....	116
Tabela 1. Composição bromatológica (%) do feno de Tifton 85 e do concentrado em base de material seca fornecido aos cordeiros na Escola de Medicina Veterinária da UFMG ..	118
Tabela 2. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de temperatura do ar (°C) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário ..	121
Tabela 3. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário ..	122
Tabela 4. Escore de cobertura de gordura de carcaças de cordeiros ..	123
Tabela 5. Peso vivo, perda de peso vivo de cordeiros em função do peso vivo sem jejum, quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário ..	125
Tabela 6. Pesos da carcaça quente, fria e perdas de peso por resfriamento de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário	127
Tabela 7. Rendimentos da carcaça quente e fria de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	131
CAPÍTULO 5 - QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS APÓS O ESTRESSE PELO TRANSPORTE	137
Tabela 1. Composição bromatológica (%) do feno de Tifton 85 e do concentrado em base de material seca fornecido aos cordeiros na Escola de Medicina Veterinária da UFMG ..	139
Tabela 2. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de temperatura do ar (°C) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário ..	143
Tabela 3. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário ..	143

Tabela 4. Caracterização dos hematomas nas carcaças de cordeiros após transporte rodoviário	144
Tabela 5. pH inicial e final da carcaça e capacidade de retenção de água (CRA) da carne de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e tempos percorridos	149
Tabela 6. Perdas de peso por descongelamento e cozimento e força de cisalhamento de carne de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e tempos percorridos	152
Tabela 7. Coloração da carne de cordeiros quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário.....	155

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA	20
Figura 1. Concentrações plasmáticas de cortisol em ovinos durante 15h de período experimental. Nos primeiros 180 minutos do período, mas não subsequentemente, as concentrações hormonais foram diferentes ($P < 0,01$). ■ = veículo em movimento; □ = veículo parado	25
CAPÍTULO 2 - COMPORTAMENTO DE CORDEIROS DURANTE O TRANSPORTE RODOVIÁRIO	40
Figura 1. Veículo utilizado para o transporte dos cordeiros.....	43
Figura 2. Grades de madeira colocadas paralelas à cabine do veículo que caracterizaram as áreas disponíveis por grupo de 5 animais.....	44
CAPÍTULO 3 - PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E HEMATOLÓGICOS EM CORDEIROS APÓS O TRANSPORTE RODOVIÁRIO E ANTES DO ABATE.....	66
Figura 1. Veículo utilizado para o transporte dos cordeiros.....	70
Figura 2. Grades de madeira colocadas paralelas à cabine do veículo que caracterizaram as áreas disponíveis por grupo de 5 animais.....	70
Figura 3. Esquema de paisagem e jejum de todos os transportes.....	71
Figura 4. Frequência respiratória no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão	76
Figura 5. Frequência respiratória no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão	77
Figura 6. Frequência respiratória pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão	78
Figura 7. Frequência respiratória pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	78
Figura 8. Temperatura retal no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal durante o traslado e sua equação de regressão...	79
Figura 9. Concentrações plasmáticas de proteínas totais no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão.....	82
Figura 10. Concentrações plasmáticas de albumina no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão.....	83

Figura 11. Concentrações plasmáticas de proteínas totais no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	83
Figura 12. Concentrações plasmáticas de albumina no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	84
Figura 13. Concentrações plasmáticas de proteínas totais pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão.....	85
Figura 14. Concentrações plasmáticas de proteínas totais pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	85
Figura 15. Concentrações plasmáticas de albumina no pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão.....	86
Figura 16. Concentrações plasmáticas de adrenalina de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão.....	88
Figura 17. Concentrações plasmáticas de noradrenalina de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão.....	89
Figura 18. Concentrações plasmáticas de noradrenalina de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	89
Figura 19. Concentrações plasmáticas de glicose pós-transporte em função da duração do transporte e sua equação de regressão.....	91
Figura 20. Concentrações plasmáticas de glicose pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão.....	91
Figura 21. Concentrações plasmáticas de glicose pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	92
Figura 22. Concentrações plasmáticas de NEFA no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão.....	95
Figura 23. Concentrações plasmáticas de β HB no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão.....	95

Figura 24. Concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados (NEFA) pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão.....	96
Figura 25. Concentrações plasmáticas de β -hidroxibutirato pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão.....	97
Figura 26. Concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados (NEFA) pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	98
Figura 27. Concentrações plasmáticas de β -hidroxibutirato pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	98
Figura 28. Concentrações plasmáticas de ureia no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão.....	100
Figura 29. Concentrações plasmáticas de ureia pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão	100
Figura 30. Concentrações plasmáticas de ureia no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	101
Figura 31. Concentrações plasmáticas de ureia pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão	101
Figura 32. Concentrações plasmáticas de cortisol no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão.....	103
Figura 33. Concentrações plasmáticas de cortisol no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	104
Figura 34. Concentrações plasmáticas de cortisol pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão	105
Figura 35. Concentrações plasmáticas de cortisol pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão	105
Figura 36. Concentrações plasmáticas de creatina quinase no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão.....	108

Figura 37. Concentrações plasmáticas de creatina quinase no momento pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão.....	109
Figura 38. Concentrações plasmáticas de lactato no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	110
Figura 39. Concentrações plasmáticas de lactato pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão	110
Figura 40. Concentrações de lactato pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	111
CAPÍTULO 4 - PERDAS DE PESO VIVO E CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DE CARÇAÇAS EM CORDEIROS APÓS O ESTRESSE PELO TRANSPORTE.....	116
Figura 1. Veículo utilizado para o transporte dos cordeiros	119
Figura 2. Grades de madeira colocadas paralelas à cabine do veículo que caracterizaram as áreas disponíveis por grupo de 5 animais	120
Figura 3. Esquema de pesagem e jejum de todos os transportes.....	120
Figura 4. Peso vivo de cordeiros em função da duração do transporte e sua equação de regressão.....	125
Figura 5. Perda de peso vivo de cordeiros transportados em viagens com durações crescentes e diferentes áreas disponíveis por animal durante o traslado e suas equação de regressão.....	126
Figura 6. Peso de carcaça quente em função da duração do transporte e sua equação de regressão.....	128
Figura 7. Peso de carcaça fria em função da duração do transporte e sua equação de regressão.....	128
Figura 8. Perda no resfriamento da carcaça de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão	130
Figura 9. Escore de cobertura de gordura de carcaça de cordeiros (0 ponto = ausente; 5 pontos = excessiva)	130
Figura 10. Rendimento de carcaça quente de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão	132
Figura 11. Rendimento de carcaça fria de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão	132

Figura 12. Rendimento de carcaça quente de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	133
Figura 13. Rendimento de carcaça fria de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão.....	133
CAPÍTULO 5 - QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS APÓS O ESTRESSE PELO TRANSPORTE	137
Figura 1. Veículo utilizado para o transporte dos cordeiros	140
Figura 2. Grades de madeira colocadas paralelas à cabine do veículo que caracterizaram as áreas disponíveis por grupo de 5 animais	141
Figura 3. Esquema de pesagem e jejum de todos os transportes.....	141
Figura 4. Número de carcaças de cordeiros com hematomas em função da duração do transporte.....	147
Figura 5. Número de carcaças de cordeiros com hematomas em função da densidade de estocagem durante o transporte	148
Figura 6. pH inicial da carcaça de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão	149
Figura 7. Perdas de peso durante o descongelamento da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão.....	153
Figura 8. Perdas de peso durante o cozimento da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão.....	153
Figura 9. Força de cisalhamento da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão	154
Figura 10. Perdas de peso durante o descongelamento da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão.....	155
Figura 11. Luminosidade da carne de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão	156
Figura 12. Intensidade de vermelho da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão	156

RESUMO

Objetivou-se avaliar cordeiros durante e após transporte rodoviário e suas carcaças e carnes. Foram utilizados oitenta cordeiros distribuídos num delineamento casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro grupos com diferentes áreas disponíveis (0,180; 0,208; 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹ de 36,64±2,13 kg) durante cada traslado e quatro transportes distintos com durações crescentes (105, 232, 452 e 630 min). Dividiu-se este experimento em quatro seções, na primeira discute-se sobre o comportamento dos cordeiros durante os transportes, depois sobre as variações fisiológicas e hematológicas, em seguida sobre perdas de peso vivo e das carcaças e, por último, as características qualitativas das carnes. Cordeiros transportados no grupo 0,180 m² animal⁻¹ tiveram menores possibilidades de deitar e do grupo 0,208 m² animal⁻¹, quando deitaram, tiveram dificuldades em se levantar. Estes resultados levaram a dois casos de hematomas em toda a extensão da carcaça. As concentrações de adrenalina e perdas de peso vivo aumentaram com a duração das jornadas e foram amenizadas com o acréscimo de espaço. A equação $\hat{Y} = 426,5976 + 8,4825\text{tempo} - 0,0371(\text{área} \times \text{tempo}^2)$ pode ser utilizada para determinação destas perdas, em gramas. O cortisol e a creatina quinase apresentaram maiores concentrações em transportes mais longos (universo de 105 a 630 min) no pré-abate. O acréscimo de espaço durante o transporte não afetou as características das carcaças. Transportes mais longos aumentaram intensamente as perdas nas carcaças quentes e frias; foram encontrados acréscimos nas perdas na ordem de 0,28 e 0,30 kg para cada 100 km percorridos, respectivamente. As perdas de peso da carne durante o descongelamento foram crescentes com aumento da duração das jornadas e também em cordeiros que estavam alocados em maiores espaços (universo de 0,180 a 0,208 m² animal⁻¹), mesmo não havendo diferença no pH final. Cordeiros que foram transportados por mais tempo apresentaram carnes com maiores perdas durante o cozimento e maiores forças de cisalhamento. Não se recomenda que o transporte, para qualquer duração, seja realizado em áreas disponíveis por animal abaixo de 0,21 m² animal⁻¹. Cordeiros que foram transportados abaixo deste valor apresentaram resultados comportamentais e hematológicos que evidenciaram o aumento do estresse. Alternativas devem ser buscadas para diminuir a duração do deslocamento da fazenda ao frigorífico. As perdas decorrentes desta etapa devem fazer parte da planilha de custos para cálculo da margem bruta do produtor.

Palavras chave: ovino, bem-estar, abate

ABSTRACT

The transport of lambs, when in an inappropriate way, cause problems in the animals' welfare and losses on carcass and meat traits. In this context, we aimed to evaluate lambs during and after road transport, and their carcasses and meat subjected to different areas occupied by animals and driven transport times. We used eighty lambs distributed into a randomized design in a 4 x 4 factorial scheme, four groups with different occupied areas (0.180, 0.208, 0.235 and 0.277 m² animal⁻¹ of 36,64±2,13 kg) during each journey and four different trips with increasing driven times (105, 232, 452 and 630 min). This work was divided into four sections, in the first one it is discussed on the behavior of lambs during transportation, after that on physiological and hematological changes, and finally, loss of body weight and carcass and meat quality characteristics. Lambs transported in the group 0.180 m² animal⁻¹ had lower chances to lie, in the group 0.208 m² animal⁻¹, when they laid, they had difficulty in getting up. These results led to two cases of severe bruises on carcasses. The enlargement of space during the trip did not increase the number of injuries, or loss of balance and falls. The concentrations of adrenaline increased with the duration of the journey and they were softened with the enlargement of space. Same behavior was observed for loss of body weight. The equation $\hat{Y} = 426.5976 + 8.4825 \text{ time} - 0.0371 (\text{area} \times \text{time}^2)$ can be used to determine these losses in grams. The cortisol and creatine kinase showed higher concentrations for longer journeys in the pre slaughter. The enlargement of space during the transportation did not affect carcass traits. Longer transportations significantly increased losses in hot and cold carcass: they were found increases in losses about 0.28 and 0.30 kg for every driven 100 km, respectively. Weight losses of meat during thawing were increasing with longer journeys and also in lambs that were allocated in larger spaces, even with no difference in the ultimate pH. Lambs in longer transportation had meat with the larger losses during cooking and larger shear forces. The longer transportation the more decreased the meat red content.

Key-words: sheep, welfare, slaughter

INTRODUÇÃO GERAL

O bem-estar animal deve ser considerado item primordial no desenvolvimento de tecnologias para a criação de animais de interesse zootécnico, pois interfere nas variáveis que determinam a produtividade. Além disso, todas as pessoas envolvidas na cadeia produtiva de carnes devem evitar sofrimento no manejo dos animais.

No período em que antecede o abate, várias são as etapas nas quais os animais domésticos não são familiarizados. Por este motivo, por mais que os procedimentos sejam realizados de acordo com as normas técnicas, os animais podem ter seu bem-estar diminuído.

Jejum de sólidos na fazenda, embarque e desembarque, tempo e densidade de estocagem durante o transporte, descanso e jejum de sólidos no pré-abate, são alguns dos procedimentos que, na maioria das vezes, são desconhecidos dos animais. Além da importância da estrutura física, ainda há o manejo exercido pelo ser humano, que muitas vezes desconhece, ou ignora, essas etapas. Manejo correto, bem como equipamentos e instalações adequados, podem diminuir acidentes também com o ser humano, comuns em planejamentos mal realizados. Portanto, devido ao relativo curto tempo que acontecem, não por isso menos complexa, cada fase deve ser analisada com critérios científicos.

Apesar da normatização vigente, como exemplo as disponíveis nos “sites” da Organização Mundial da Saúde Animal (OIE) e da União Europeia, existe a necessidade de especificidade das recomendações, já que cada país possui suas distintas características edafoclimáticas, condições de deslocamento, área territorial e as características dos animais criados. Além disso, os artigos científicos disponíveis, geralmente, desvinculam o tempo de transporte e a densidade de estocagem durante o transporte, o que pode levar a conclusões menos precisas.

Como resultado de manejos errôneos, neste caso, tempos de deslocamento aliados a áreas disponíveis por animal mal delineados, foco específico desta pesquisa, possíveis alterações dos produtos gerados podem ser fundamentais para diminuir as receitas. Geralmente, considerando-se o transporte rodoviário de ovinos no Brasil, não se dá a devida importância a este procedimento.

Face às observações, optou-se por fazer um estudo de alguns parâmetros fisiológicos e hematológicos, aliados às observações comportamentais, para que os resultados relacionados

às características das carcaças de cordeiros e qualidade de suas carnes sejam devidamente entendidos.

CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA

1.1 OVINOCULTURA NO BRASIL

O rebanho de ovinos no Brasil é de 16,8 milhões de cabeças, onde 55,6% estão na região Nordeste, 30% no Sul, 6,4% no centro-oeste, 4,4% no Sudeste e 3,6% no Norte (IBGE, 2012). Apesar do número expressivo de cabeças e crescimento do rebanho nacional (de 2006 para 2012 o aumento foi em torno de 18% (IBGE, 2012)), o consumo de carne *per capita* de 0,65 kg ano⁻¹ (FAO, 2005) ainda é pequeno.

A coordenadora da Câmara Técnica da Ovinocultura e Caprinocultura de Minas Gerais, Prof. Aurora Maria Gouveia, enfatiza a necessidade de especializar-se no setor de produção de carne e combater o abate clandestino, que, segundo ela, não existem informações oficiais a esse respeito no estado (<http://www.caprtec.com.br>). A “Agenda Estratégica de Caprinos e Ovinos” do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011), por meio da Secretaria Executiva, também relatou diretrizes para o setor, dentre elas: desenvolver estudos relacionados ao bem-estar animal adequados à realidade brasileira, ampliar o número de pesquisadores dedicados ao setor, contemplar a classificação de carcaças; diretrizes essas previstas neste projeto.

Em Minas Gerais, sob o ponto de vista econômico, a exploração de caprinos e ovinos de corte é encontrada principalmente nas regiões norte e nordeste, onde são verificadas tendências semelhantes à caprinocultura e ovinocultura nordestina, com os animais criados em pastoreio extensivo, de forma consorciada (principalmente caprinos com ovinos), para produção de pele e carne, enquanto nas regiões central, oeste e sul há uma maior concentração de rebanhos leiteiros (Gouveia, 2001). E tem-se mostrado importante fonte de geração de emprego e renda em pequenas e médias propriedades rurais do Estado.

Segundo dados da FAO (2005), a produção mundial de carne caprina e ovina é da ordem de 12.829,23 mil toneladas. A partir do efetivo (25 milhões) e da produção estimada de carnes caprina e ovina no Brasil, chega-se aos seguintes números: 104 mil toneladas; R\$ 288 milhões; 0,01% do PIB.

Mesmo apresentando um rebanho expressivo, o Brasil ainda apresenta índices produtivos aquém de uma atividade que pode ser considerada competitiva, devido a uma série de problemas e/ou falhas na cadeia produtiva como um todo.

Portanto, tornam-se necessárias estratégias de manejo, sempre aliadas ao conhecimento científico e às oportunidades comerciais, que busquem o aumento da

lucratividade atual da pecuária de corte. Para atender às exigências do mercado consumidor, que, por sua vez, é diversificada e passível de mudanças, o setor produtivo precisa conhecer os fatores que interferem nas características do animal *in vivo* e na qualidade da carne (Osório et al. 2006).

Neste País, de grande área territorial, o número de frigoríficos credenciados para o abate desta espécie é pequeno, o que leva a longas jornadas até o destino. Além disso, as condições edafoclimáticas brasileiras e genótipos utilizados na produção de carne têm suas particularidades, portanto, devem ser investigadas.

1.2 A ESPÉCIE OVINA

Chessa et al. (2009), por meio de um extenso trabalho multidisciplinar, relataram que a domesticação dos ovinos ocorreu a aproximadamente a 11 mil anos no Sudoeste da Ásia, para depois expandir-se a Europa e demais localidades. Nessa pesquisa, confirmou-se que a origem dos ovinos modernos deu-se por meio de duas domesticações distintas. A primeira foi realizada no período Neolítico voltados para produção de carne; animais produtores de leite e lã foram resultados de uma segunda domesticação. O muflão e ovelhas consideradas primitivas, de acordo com sua morfologia, que são: Orkney, Soay e ovinos de cauda curta Nordic, estavam envolvidos neste episódio migratório. Após este processo, houve diferenciação das principais raças que existem hoje com suas respectivas características de produção.

Nos dois últimos séculos, a produção ovina foi progressivamente especializando-se e adaptando-se as peculiaridades geográficas da onde são criadas. Os sistemas de produção variam enormemente de um país para outro, como reflexo da diversidade das condições ambientais, que determinam uma grande variabilidade de raças, sistemas de alojamento, níveis de intensificação produtiva (Astiz, 2008).

No Brasil, algumas das raças de corte encontradas são: Ile de France, Texel, Suffolk, Dorper, White Dorper e Santa Inês. Cada uma com suas especificidades e melhores respostas em uma determinada condição, de acordo com as vastas possibilidades que o território brasileiro impõe, aliadas as circunstâncias do manejo. Em muitas regiões opta-se por cruzamentos de raças menos especializadas, ou sem raça definida, com reprodutores específicos para corte. Essa possibilidade de cruzamento amplia o número de fenótipos existentes e diversifica a carne de ovinos brasileira.

1.3 AVALIAÇÃO DO BEM-ESTAR ANIMAL

O termo bem-estar animal é abrangente e inclui muitos elementos que contribuem para a qualidade de vida do animal, inclusive aqueles descritos nas “cinco liberdades”, que são: liberdade de fome, sede e má-nutrição; de medo e angústia; de desconforto físico e térmico; de dor, injúria e doença; e liberdade para expressar os padrões normais de comportamento (OIE, 2013).

O bem-estar de um indivíduo é o seu estado no que diz respeito as suas tentativas de lidar com o seu ambiente (Broom, 1986). O termo ambiente envolve estímulos físicos e sociais, e a atividade do organismo envolve respostas manifestas e encobertas (Andery et al., 2009). Caso o enfrentamento seja realizado com pouco esforço e dispêndio de recursos, se diz que o bem-estar do indivíduo é satisfatório; caso haja fracasso em lidar com o meio, o seu bem-estar é pobre. Se o indivíduo não lidar com as condições apresentadas, pode ser por dificuldade em tomar decisões, devido ao dispêndio de energia e tempo, portanto, neste caso, também o seu bem-estar é pobre. Contudo, pode ser que, nessa última hipótese, o indivíduo não lide com as condições apresentadas devido à facilidade da situação (Broom, 1986).

Os métodos de enfrentamento incluem alterações fisiológicas no cérebro, nas glândulas adrenais e no sistema imunológico e, associadas a algumas dessas alterações, as mudanças comportamentais (Broom e Fraser, 2010). A taxa de mortalidade, respostas reprodutivas, atividade adrenal, estereotipias, severidade de ferimentos, grau de imunossupressão ou ocorrência de doenças podem ser medidos e serem utilizados para mensuração do bem-estar (Broom e Fraser, 2010; Broom, 1991).

O meio estimula reações integradas no comportamento e nos hormônios, os quais são intimamente relacionados. Os hormônios podem afetar o comportamento e o comportamento específico em que o sujeito se envolve é importante para a qualidade e intensidade da resposta hormonal (Dantzer e Mormède, 1983).

Broom e Fraser (2010) citaram alguns comportamentos anormais visualizados em ovinos, que são: lambar, arrancar e engolir os próprios pelos e lã; lambar, arrancar e engolir os pelos e lã de outro indivíduo; a busca e ingestão de madeira, tecido, ossos velhos; sede excessiva.

A vocalização, período em que se encontram deitados ou em pé, micção e defecação, comendo e bebendo, locomoção são medidas comumente realizadas nos experimentos em que se avalia o bem-estar dos ovinos (Baldock e Sibly, 1990; Kim et al., 1994; Deiss et al., 2009; Beausoleil et al., 2012). As medidas realizadas para avaliação do medo devem ter alta

repetibilidade para eficácia da avaliação. A vocalização, locomoção, defecação e micção são medidas que possuem essa característica (Forkman et al., 2007).

No entanto, nem sempre a resposta é a mesma, mesmo causando diminuição do bem-estar (Rushen, 1990). A defesa ativa (cabeçadas, por exemplo), esquiva ou ficar imóvel são comportamentos possíveis frente ao medo, que pode ser potencializado ou minimizado de acordo com experiência prévia (Forkman et al., 2007), já que os ovinos possuem capacidade de aprendizagem (Broom e Fraser, 2010).

Forkman et al. (2007) citaram que, devido a complexidade das respostas, deve-se avaliar o evento utilizando-se, concomitantemente, comportamento, fisiologia e farmacologia.

Broom e Fraser (2010) citaram e descreveram indicadores fisiológicos para ajudar na interpretação do bem-estar que estão envolvidos com problemas de curto prazo (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores fisiológicos de bem-estar; problemas de curto prazo

Agente estressante	Variável(is) fisiológica(s)
Privação de alimento	AGL, β -OHB, glicose, ureia
Desidratação	Osmolalidade, proteína total, albumina, VGM
Esforço físico/contuses	CK, LDH5, lactate
Medo/excitação	Cortisol, VGM, frequência cardíaca, variabilidade da frequência cardíaca, frequência respiratória, LDH5
Enjoo durante o transporte	Vasopressina
Inflamação, respostas imunológicas grandes	Proteínas da fase aguda, por exemplo, haptoglobulina, proteína reativa C, soroamiloide A
Hipotermia/hipertermia	Alteração da temperatura do corpo e da pele, prolactina

AGL, ácidos graxos voláteis; β -OHB, beta-hidroxibutirato; VGM, volume globular médio; CK, creatina quinase; LDH5, lactato desidrogenase enzima 5.

1.3.1 COMPORTAMENTO ANIMAL DURANTE O TRANSPORTE

Knowles et al. (1999), avaliando o comportamento de bovinos durante uma jornada de trinta e uma horas de transporte rodoviário, utilizaram as variáveis deitado e em pé para auxiliar na descrição do bem-estar animal. Os autores mencionaram que os animais deitaram durante os últimos estágios da jornada; evidenciaram que podiam deitar-se apenas com um pouco de dificuldade e relataram que ao deitar-se, aumentava-se o risco para si, por causa da proximidade com outros animais e do movimento do veículo. Earley et al. (2013), também em bovinos, relataram que nas primeiras nove horas dos transportes dos animais, o tempo em que

estavam deitados foi de 26,9%. Estes mesmos animais foram desembarcados e descansaram por 12 horas para, depois, serem submetidos à nova jornada de 9 horas. Neste segundo percurso, os animais não deitaram.

Knowles et al. (1998) mostraram que o número de ovinos deitados, quando em densidade de estocagem permissível, aumentou com o tempo. Contudo, os animais não deitaram imediatamente; isso ocorreu, com maior frequência, após a quarta hora de viagem. Estes mesmos autores utilizaram as concentrações da enzima creatina quinase para evidenciar que o seu aumento está associado com a fadiga física. Além da creatina quinase, Knowles (1998) citaram a lactato desidrogenase para caracterizar aumento da atividade muscular. Knowles et al. (1993) citaram aumento de ambas após o transporte de ovinos.

A porcentagem de creatina quinase aumentou 37% em cordeiros que foram submetidos ao transporte rodoviário por 75 minutos (densidade de estocagem de $0,38\text{m}^2$ animal⁻¹ com peso vivo médio de 30,69 kg) e foram submetidos a período de descanso pré-abate de 18 horas (Ekiz et al., 2012).

Tarrant et al. (1988), trabalhando com 3 áreas disponíveis por animal de bovinos (200, 300 e 600 kg/m²), encontraram maiores perdas de equilíbrio nos animais que estavam na maior densidade; este mesmo grupo apresentou maiores concentrações sanguíneas de cortisol, creatina quinase e glicose. Jones et al. (2010) recomendaram utilizar $0,30\text{ m}^2$ para cordeiros com 32,5 kg em viagens que duram seis horas; destacaram ainda que, se o espaço for suficiente, os ovinos equilibraram-se sem tocar nos seus vizinhos, sendo, portanto, possível sustentar-se melhor no balanço do veículo quando ligeiramente comprimidos do que apertados.

Quando Cockram et al. (2010) avaliaram diferentes densidades por animal durante o transporte (0,22; 0,27; 0,31 e $0,41\text{m}^2$ por animal de 35 kg), mostraram que a soma dos eventos potencialmente traumáticos (perda de equilíbrio, quedas de joelho etc) foi menor do que 5 eventos hora⁻¹ e não encontraram evidências de que o aumento do espaço diminuiu o risco injúrias.

O único trabalho encontrado em que se avaliou, concomitantemente, tempo de deslocamento e áreas disponíveis por animal foi realizado por De la Fuente et al. (2012). Os autores avaliaram o transporte de cordeiros (viagens com tempo de 50 min e 285 min, incluindo embarque e desembarque; e três diferentes áreas disponíveis por animal, 0,12, 0,20 e $0,25\text{ m}^2$ animal⁻¹ de 12 a 14 kg). Os autores encontraram efeito da jornada para cortisol, lactato desidrogenase, glicose e albumina. Para o efeito das áreas disponíveis por animal

encontraram diferenças para proteínas totais e albumina. Não houve interação das áreas disponíveis por animal e tempos de viagem.

Outro evento ligado à avaliação do bem-estar é a ruminação. Para Das et al. (2001), a ruminação é uma atividade de conforto que acontece quando o animal está relaxado. Estes autores, trabalhando com caprinos, citaram que a frequência deste evento foi de 22% por um período menor que 1 minuto para animais transportados com densidade de 0,70 a 1,0 m² animal⁻¹ com peso vivo de 25 a 35 kg.

1.3.2 RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE O TRANSPORTE

O cortisol é comumente utilizado para avaliar situações experimentais que envolvem o bem-estar animal. Broom et al. (1996), avaliando o efeito do estresse do transporte sobre a produção de cortisol, realizaram experimento com um grupo de ovinos em que os submeteram a um transporte terrestre de 15 horas (densidade de estocagem de 0,23 m² animal⁻¹) em jejum de sólidos e água. Os autores confrontaram os resultados com os animais confinados no mesmo veículo em outro dia, porém estacionado, e relataram que o cortisol após 180 minutos foi semelhante entre os grupos; até este tempo, o grupo que estava em movimento obteve valores superiores (Figura 1).

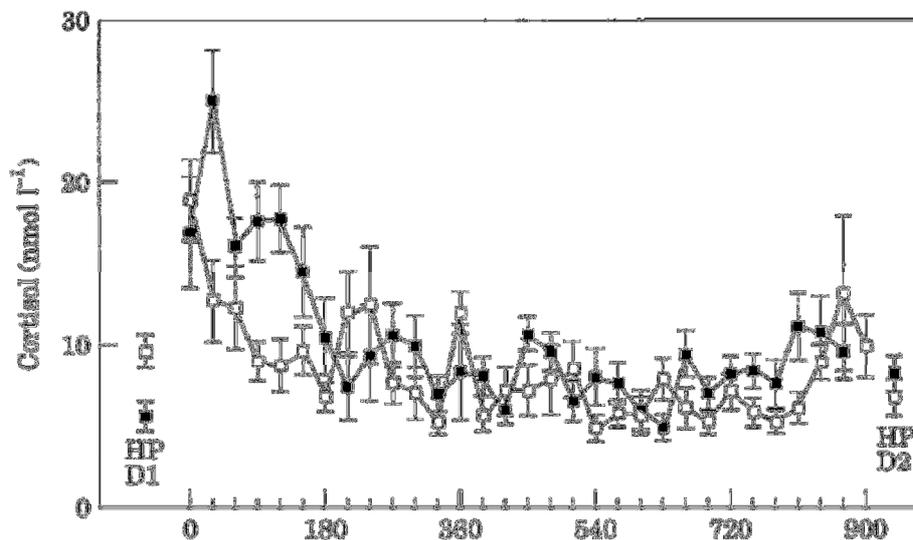


Figura 1. Concentrações plasmáticas de cortisol em ovinos durante 15h de período experimental. Nos primeiros 180 minutos do período, mas não subsequentemente, as concentrações hormonais foram diferentes ($P < 0,01$). ■ = veículo em movimento; □ = veículo parado

No período pós-absortivo e no caso de necessidade de glicose extra para emergências, a regulação metabólica é necessária para manter as concentrações de glicose sanguínea em uma faixa normal (Brockman e Laarveld, 1986).

Os glicocorticoides amplificam a mobilização de energia induzida pelas catecolaminas, apesar de a resposta ser tipicamente mais lenta. A secreção de catecolaminas resulta em mudanças significativas no metabolismo de energia, incluindo a lipólise, glicogenólise no músculo e gliconeogênese. Além disso, eles têm um efeito anabólico sobre o metabolismo proteico muscular, por meio da diminuição da degradação da proteína (Ferguson e Warner, 2008). Contudo, para Knowles et al. (1999), o aumento crescente de ureia plasmática indica que, com o aumento da duração do transporte, aumentou-se a degradação de proteínas.

Os glicocorticoides redistribuem a glicose para alguns tecidos, enquanto, ao mesmo tempo, estimulam a gliconeogênese e aumentam a entrega de glicose para o músculo esquelético e para o cérebro (Ferguson e Warner, 2008).

Parrott et al. (1994), simulando transporte de ovinos, dentre outros tipos de estresse, não encontraram efeito sobre as concentrações de noradrenalina. Os autores relataram aumento significativo de adrenalina e explicaram que as situações impostas de “luta-ou-fuga” influenciaram essa resposta; eles citaram que o aumento é similar à liberação de adrenalina em humanos quando em atividade extenuante. Para todos os procedimentos testados, houve aumento de cortisol.

Quando o fornecimento energético é inadequado, há estímulo para a degradação de glicogênio hepático e ocorre síntese de nova glicose no fígado, e quando o balanço energético se torna negativo, há estímulo para mobilização de triglicerídeos para fornecer ácidos graxos como fonte de energia e glicerol como precursor de glicose hepática (González e Silva, 2008).

O glicogênio hepático, no momento pós-absortivo, contribui pouco com a glicemia do ruminante devido a sua pequena quantidade existente (cerca de 3% do peso seco do fígado) (Kozloski, 2002); o glicogênio muscular não contribui para o aumento da glicemia, devido à ausência da enzima glicose 6-fosfatase neste tecido, portanto, este fato, resulta na impossibilidade de formação de glicose livre no músculo (Nelson e Cox, 2006). O glicogênio muscular, quando degradado a glicose-6-fosfato, é catabolizado via glicólise a piruvato e lactato. Ambos são liberados no sangue e recuperados no fígado, onde podem ser convertidos em glicose (Reece, 2006).

Quando os hormônios sinalizam que o organismo necessita de energia metabólica, os lipídios neutros armazenados em adipócitos na forma de gotículas lipídicas são mobilizados

(Nelson e Cox, 2006) e transportados para todos os tecidos do organismo, exceto para o tecido nervoso, e entram no ciclo de Krebs, onde são oxidados a dióxido de carbono e água (Reece, 2006). Após a fosforilação da pirilipinas, proteínas que restringem o acesso aos triglicerídeos, à mobilização da gordura é ativada. Quando os ácidos graxos estão livres, ligam-se as albuminas e são dissociados quando chegam ao tecido alvo. Os ácidos graxos livres são responsáveis por 95% da produção de energia dos triglicerídeos e os 5% restantes são derivados da oxidação do glicerol, que é convertido em diidroxiacetona fosfato. Uma vez nas células, os ácidos graxos são transportados para as mitocôndrias (Nelson e Cox, 2006).

Miranda-de la Lama et al. (2012) relataram que cordeiros aumentaram as concentrações plasmáticas de ácidos graxos livres (NEFA) (1,23 vs. 1,01 nmol L⁻¹) quando foram submetidos a viagens que duraram mais tempo (4 vs. 3 horas) e interrompidas por uma parada e desembarque intermediários (1 hora) no transporte mais longa. Contrastando com este resultado, trabalhando com bovinos, Earley et al. (2013) não encontraram aumento de NEFA quando confrontaram animais que viajaram por 9 horas e outros que não viajaram, nem diferenças nos valores de β -hidroxibutirato (β HB).

O fígado também utiliza os ácidos graxos como fonte de energia durante a fase pós-absortiva. Essa ação poupa os aminoácidos para a gliconeogênese. Muitos dos ácidos graxos que penetram no fígado entram no ciclo de Krebs, mas vários deles são convertidos a corpos cetônicos, devido à capacidade limitada de oxidação deste órgão (Reece, 2006). Os ácidos graxos sofrem hidrólises sucessivas de dois átomos de carbono e os convertem em acetil-CoA (β -oxidação). Os intermediários do ciclo de Krebs são retirados para a gliconeogênese e, por causa disso, o acetil-CoA acumulado é convertido em corpos cetônicos. Acetoacetato e β HB, corpos cetônicos formados no fígado, são transportados pelo sangue para tecidos não hepáticos e, através da oxidação até acetil-CoA e entrada no ciclo de Krebs, utilizados como fontes de energia (Nelson e Cox, 2006). Tadich et al. (2009) relataram que as concentrações plasmáticas de β HB aumentaram 75% após o transporte de cordeiros em uma jornada que durou quarenta e oito horas (0,20 m² animal⁻¹ com peso vivo médio de 29 kg).

1.4 PERDA DE PESO VIVO, CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E DA CARNE DE ANIMAIS APÓS O TRANSPORTE RODOVIÁRIO E MANEJO PRÉ-ABATE

Os animais domésticos passam por períodos variados de jejum de sólidos no período pré-abate. Este jejum estende-se desde antes do embarque, também em períodos variados, até o momento que antecede o abate. Geralmente, no Brasil, os ovinos são submetidos ao jejum de sólidos por mais de 24 horas e restrição de água no período do transporte. Este tempo total

de jejum será de acordo com a logística do evento. Quando o embarque dos animais acontece pela manhã, normalmente, os animais são estabulados na noite anterior, e assim, fazem jejum de sólidos antes do transporte. A distância percorrida entre a fazenda e o frigorífico é variada, e neste período, no geral, os animais fazem jejum de sólidos e líquido. Após o desembarque, o jejum de sólidos continua até o abate dos animais.

A maioria das propriedades rurais espanhóis (82%) retiram a alimentação dos ovinos 5 horas antes do embarque e poucas foram as propriedades que tinham técnico responsável acompanhando o pré-abate (Miranda-de la lama et al., 2010).

Para Warriss (1990), por terem trato gastrointestinal que comporta maior volume, os ruminantes têm menor susceptibilidade a períodos mais longos de jejum que não ruminantes. Em ovinos, a mortalidade não é comum de ser relatada em trabalhos que avaliam essa fase que antecede o abate (Cockram, 2010; Knowles, 1998), mas essa possibilidade é constantemente relatada nos não-ruminantes (Faucitano, 2000; Chevillon, 2000). Contudo, há outras possibilidades que podem alterar as características das carcaças e carnes dos animais no pré-abate.

A mobilização de tecidos para fornecer energia para manutenção das funções vitais do corpo, bem como a desidratação que também pode ocorrer neste período de jejum, conduzem a potenciais perdas nas carcaças, vísceras comestíveis (Warriss, 1990) e qualidade da carne.

Kirton et al. (1967) compararam dois grupos de ovinos sendo que em um deles passou por jejum de sólidos por três dias antes do abate, com curtos períodos de acesso a água e outro grupo que passou por jejum de sólidos por período em torno de 16 horas (controle). Neste trabalho, o peso vivo no momento do abate e o da carcaça quente do grupo controle possuíam 8,84 e 7,67%, respectivamente, mais massa.

Ekiz et al. (2012) estudaram o efeito de dois tratamentos pré-abate em ovinos e avaliaram as perdas de peso vivo e de suas carcaças quentes. Os autores relataram que cordeiros que viajaram por 75 minutos (densidade de estocagem de $0,38\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$) e foram submetidos a período de descanso pré-abate de 30 min tiveram maiores pesos vivo e semelhantes pesos de carcaças quando comparados com animais que viajaram por 75 minutos e foram submetidos a período de descanso pré-abate de 18 horas; relataram que o menor peso vivo se deu devido à diminuição do conteúdo gastrointestinal. Semelhante resultado para peso vivo foi encontrado por Earley et al. (2013) que trabalharam com bovinos Charolês; os autores mostraram que após 9 horas de transporte rodoviário, os bovinos diminuíram seu peso de 496,30 para 432,90 kg.

O fornecimento ininterrupto de água neste período é de suma importância, pois, para Lawrie (2005), essas perdas podem ser potencializadas se ela não estiver disponível. Contudo, o fornecimento de água durante o transporte no Brasil não é prática comum e que, teoricamente, amplia as possibilidades de maior estresse em caso de viagens longas.

No entanto, no rúmen existe um reservatório potencial de nutrientes, inclusive água, que pode chegar a mais de 20% do peso corporal (Warriss, 1990). A água neste compartimento pode prevenir a desidratação em ovinos (Knowles, 1998).

Quando se discute sobre o transporte de animais da fazenda ao frigorífico, além de questões como jejum, coleta, embarque e desembarque, existem variáveis importantes a serem levantadas. Como exemplo, o tipo do veículo e sua manutenção; à distância e tempo percorridos; o ambiente externo e interno dos veículos; densidade de estocagem na carroceria; especificidades das espécies; todas podem interferir no bem-estar dos animais.

O ponto de partida para o desenvolvimento de um projeto de veículo é a segurança para as pessoas e os animais e a necessidade de manutenção da infraestrutura por onde eles passarão, como estradas e pontes (Lapworth, 2008). Detalhes construtivos (dimensões e tipos de madeiras utilizadas para o piso e laterais do reboque, *design* de portas, modelos de veículos foram descritos pelo mesmo autor. Huertas et al. (2010) não encontraram efeito da idade do veículo (caminhões com mais de 10 anos) com a quantidade de hematomas, contudo, relataram que a falta de manutenção dos veículos aumentou as injúrias. Paradas durante o transporte de bovinos aumentaram os riscos de hematomas nas carcaças e presença de carnes DFD (*Dark* (escura), *Firm* (firme) *and Dry* (seca)) em 1,5 e 1,6 vez, respectivamente (Romero et al., 2013). A depleção de glicogênio pode aumentar com o jejum prolongado e diminuir a acidificação da carne e ativação de enzimas proteolíticas, que pode resultar em carnes DFD (Lawrie, 2005).

Portas de guilhotina aumentaram 38% os hematomas em carcaças bovinas (Huertas et al., 2010). Carroceiras com pontas afiadas, pisos escorregadios (detalhes construtivos ver Grandin, 2008), pisos sujos antes do embarque são outras características que diminuem o bem-estar.

Outro ponto também discutido que interfere nas características da carcaça e carne é a densidade de estocagem durante o transporte e a quilometragem percorrida. Tarumán e Gallo (2008) distribuíram as viagens de ovinos em 4 blocos, que foram: 0 a 99, 100 a 199, 200 a 299 e 300 a 400 km; descreveram que o número de contusões nas carcaças aumentou com o crescimento da distância, 6,1; 6,7; 7,6 e 8,1%, respectivamente. Os autores consideraram uma

baixa percentagem de carcaças acometidas por injúrias e atribuíram este fato as curtas distâncias e ao bom estado de conservação dos veículos.

Fisher et al. (2010), avaliando o efeito de crescentes durações do transporte de ovinos (12, 30 e 48h), não encontraram diminuição do peso vivo, valores de proteínas totais e albumina no plasma, β HB e cortisol; somente creatina quinase aumentou.

Suíños que viajaram mais de 1 hora tiveram maior risco de apresentarem carnes pálida, flácida e exsudativa (PSE) (Gajana et al., 2013). Para Hoffman e Lühl (2012), surpreendentemente, a distância percorrida (3 a 8 horas) teve efeito mínimo para o aparecimento de contusões. Os autores destacaram as densidades das cargas, estradas de cascalho e a movimentação do gado após o desembarque como variáveis mais importantes.

Kadim et al. (2006) relataram que, mesmo em viagens curtas (100 km durante 2 horas) perdas na qualidade da carne de caprinos pode acontecer, quando aliadas a altas temperaturas do ambiente, neste caso 37°C. Os autores relataram perdas no cozimento e carnes com maior textura quando os animais passaram por transportes. Além disso, a luminosidade da carne diminuiu, bem como houve alterações nas intensidades das cores amarela e vermelha.

Os hematomas nas carcaças e o risco de DFD nas carnes aumentaram 3,9 e 2,4 vezes, respectivamente, quando a densidade passou de 300 para 350-400 kg/m² em bovinos (Romero et al., 2013). Gajana et al. (2013), avaliando a densidade de estocagem em suínos, encontraram que os animais que viajaram mais folgados (0,40 m²/ 100 kg) apresentaram maiores riscos de carnes pálida, flácida e exsudativa (PSE) do que densidades que variaram de 0,20 a 0,35 m² por 100 kg. Para este parâmetro encontraram como melhor densidade 0,35 m² 100 kg⁻¹.

As carcaças que apresentam pH acima de 6,5 imediatamente após o abate estão dentro da faixa considerada normal para ruminantes (Lawrie, 2005). Nessas carcaças o estabelecimento do *rigor mortis* ocorrerá de forma mais satisfatória em relação aos parâmetros de qualidade de carne. Animais estressados no pré-abate terão suas reservas de glicogênio parcial ou totalmente esgotadas, o que impossibilita a queda do pH da carcaça no processo do estabelecimento do *rigor mortis*. A utilização do glicogênio, nos processos bioquímicos *post-mortem*, faz com que o pH da carcaça diminua por meio da glicólise anaeróbica irreversível e da consequente produção de ácido láctico. O abaixamento do pH pela produção de ácido láctico, além de aumentar a vida de prateleira do produto, ativa enzimas proteolíticas responsáveis pela maciez da carne (Mendes et a., 2012). Amtmann et al. (2006) relataram que novilhos que apresentaram concentrações maiores de creatina quinase e

menores glicogênio hepático e muscular apresentaram maiores valores de pH final ($\geq 5,8$) e as consideraram como carnes DFD.

Bond et al. (2004) encontraram que ovinos submetidos ao exercício físico no pré-abate (10 minutos) possuíam maior pH final (24 horas pós-abate) e que a textura da carne não foi alterada em comparação com um grupo não submetido ao exercício. No mesmo artigo, os autores avaliaram o efeito da aplicação de adrenalina sob a qualidade da carne; relataram que a adrenalina não interferiu nas perdas no resfriamento e cozimento e que a coloração da carne não mudou.

Ferguson e Warner (2008) citaram a necessidade de se expandir as avaliações para determinação da qualidade da carne. Para os autores algumas variações ocorrem independente do pH final e citaram a capacidade de retenção de água como uma das medidas a serem acrescentadas.

Warner et al. (2007) encontraram menor capacidade de água de carne de bovinos quando submetidos ao estresse no pré-abate; foi utilizado descarga elétrica para os animais se moverem e outro grupo não. Neste experimento não foram encontrados diferenças no pH final, textura e coloração da carne.

As variáveis citadas acima que podem interferir na qualidade dos produtos são diversas e o somatório de efeitos pode potencializar perdas e/ou diminuir o bem-estar. Portanto, há a necessidade de planejar cada evento do pré-abate com maiores detalhes.

1.5 NORMAS E LEGISLAÇÕES SOBRE TRANSPORTES RODOVIÁRIOS DE CORDEIROS

O documento “Código Sanitário para Animais Terrestres (2013)” da OIE (Organização Mundial da Saúde Animal) traz recomendações sobre bem-estar dos animais. As diretrizes aplicam-se a bovinos, búfalos, cervos, camelídeos, ovinos, caprinos, suínos e equinos. Nela há detalhes dos princípios básicos fundamentais do bem-estar, bases científicas para as diretrizes, comportamento animal, responsabilidades, competências, planejamento da jornada e documentação necessária. Há também especificações para as espécies.

Destrinjando-se o planejamento da jornada deste documento, constam nas diretrizes considerações sobre o período pré-jornada, o carregamento dos animais, o transporte, descarregamento e o manejo pós-transporte. Durante o transporte rodoviário destaca-se a necessidade da definição prévia do número de animais a serem transportados, levando-se em consideração a necessidade do animal se deitar ou permanecer em pé. Para definição do

espaço necessário por animal, recomendam utilizar documentos nacionais e internacionais relevantes.

O Regulamento (CE) n.º 1/2005 do Conselho, de 22 de Dezembro de 2004, relativo à proteção dos animais durante o transporte e operações afins da União Europeia traz recomendações para o transporte rodoviário de ovinos (Tabela 2). Nela destaca-se a categoria animal e faixa de peso que auxiliarão na área disponível por animal durante o transporte. A legislação enfatiza que a área da superfície pode variar de acordo com a raça, tamanho, condição física e comprimento do pelo dos animais, bem como das condições meteorológicas e da duração do transporte. O documento, além de tratar da densidade de estocagem, detalha procedimentos do pré-abate.

Tabela 2. Densidade de estocagem de ovinos submetidos ao transporte rodoviário

Categoria	Peso (kg)	Área (m ² animal ⁻¹)
Ovinos tosquiados e cordeiros com 26 kg ou mais	< 55	0,20 a 0,30
	> 55	> 0,30
Ovinos sem tosquia	< 55	0,30 a 0,40
	> 55	> 0,40
Ovelhas prenhes	< 55	0,40 a 0,50
	> 55	> 0,50

Como uma indicação para os borregos pequenos, pode ser prestada uma área de menos de 0,20 m² animal⁻¹. Adaptado de União Europeia (2005).

O “Código de práticas para o transporte de ovinos na Austrália (2003)” também enfatiza todos os procedimentos que envolvem o pré-abate de ovinos e especifica medidas para o transporte dos animais (Tabela 3).

Tabela 3. Recomendação de densidade durante o transporte

Peso vivo médio (kg)	Área (m ² animal ⁻¹)
20	0,17
30	0,19
40	0,22
50	0,27
60	0,29

Adaptado do “Código de práticas para o transporte de ovinos da Austrália (2003)”.

O governo brasileiro estabeleceu medidas de proteção aos animais, inclusive com alíneas sobre o transporte, desde o Decreto nº 24645, de 10 de julho de 1934 (Brasil, 1934), do então presidente da República Getúlio Vargas, decreto esse já revogado. O Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (Brasil, 1952) diz que

“Nenhuma empresa de transporte pode permitir o embarque de animais vivos destinados ao abate, em número superior à capacidade normal do veículo”, contudo, o regulamento não especifica os valores.

A Instrução Normativa nº 3, de 17 de janeiro de 2000 (Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue) (Brasil, 2000) também não traz especificações sobre o transporte e determina que o desembarque na chegada ao frigorífico deva ser o mais rápido possível e que o estabelecimento tenha equipamentos apropriados.

A normativa brasileira (Brasil, 2014), ainda não publicada até abril de 2014, que estava em consulta pública até meados de 2013, propõe que:

Art. 7. Os veículos e contentores destinados ao transporte dos animais, instalações e os equipamentos dos estabelecimentos de abate, devem ser construídos e mantidos de modo a poupar os animais de qualquer dor, medo ou agitação evitáveis.

Art. 8. Equipamentos, instalações, veículos e contentores devem ser mantidos de forma a evitar ruídos desnecessários que possam estressar os animais.

Art. 9. Os veículos, contentores, pocilgas, aprisco se currais utilizados no transporte e alojamento dos animais deverão possuir capacidade definidas atendendo aos seguintes requisitos:

I - estar descritas em programa de autocontrole, permitindo o seu monitoramento;

II - estar baseadas em estudos e bibliografia que identificam condições que garantam o bem estar dos animais;

III - respeitar os limites definidos em legislações específicas vigentes; e

IV - respeitar as lotações máximas aprovadas.

Art. 26. Os animais, cujos veículos de transporte sofreram acidente durante o trajeto, devem ser priorizados na sequência de abate.

Mesmo que a legislação brasileira não traga detalhes em relação ao transporte de ovinos, este país segue as normas (Código Sanitário para Animais Terrestres (2013)) propostas pela OIE. Os países europeus e a Austrália, por exemplo, seguem as normas da OIE, contudo, tem especificações de acordo com suas necessidades regionais.

1.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMTMANN, V.A.; GALLO, C.; SCHAİK, G.V. TADICH, N. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Archivo de Medicina Veterinaria*, v.38, n.3. p.259-264, 2006.

ANDERY, A.; SÉRIO, T.M.; MICHELETTO, N. Comportamento e causalidade. In: *Laboratório de Psicologia Experimental Programa de Estudos Pós-graduados em Psicologia Experimental: Análise do Comportamento*, 2009, São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2009, 70p.

ASTIZ, C.S. Calidad de la canal y de la carne ovina y caprina y los gustos de los consumidores. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.143-160, 2008.

AUSTRÁLIA (2003). Department of Agriculture. Department of Local Government and Regional Development Western Australia. Disponível em <<https://www.google.com.br/#q=Department+of+Local+Government+and+Regional+Development+Western+Australia+transport+sheep&spell=1>>. Acesso em 01 de dezembro de 2013.

BALDOCK, N.M.; SIBLY, R.M. Effects of handling and transportation on the heart rate and behaviour of sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, v.28, p.15-39, 1990.

BEAUSOLEIL, N.J.; BLACHE, D.; STAFFORDA, K.J.; MELLOR, D.J.; NOBLE, A.D.L. Selection for temperament in sheep: Domain-general and context-specific traits. *Applied Animal Behaviour Science*, v.139, p.74-85, 2012.

BOND, J.J.; CAN, L.A.; WARNER, R.D. The effect of exercise stress, adrenaline injection and electrical stimulation on changes in quality attributes and proteins in Semimembranosus muscle of lamb. *Meat Science*, v.68, p.469-477, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Decreto Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açogue. Instrução Normativa nº 03/00. 2000. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal>> Acesso em 30/03/2014.

BRASIL. Casa Civil – Subchefia para assuntos Jurídicos. Decreto nº 24.645, de 10 de julho de 1934. Estabelece medidas de proteção aos animais. Revogado pelo Decreto nº 11, de 1991. Disponível em: <<http://legis.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=39567>> Acesso em 30/03/2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Decreto n.30.691, de 29 de maio 1952 e alterado pela última vez pelo Decreto n.7216 de 17 de junho de 2010. Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). Portaria Nº 47, de 19 de Março de 2014. Regulamento Técnico

de Manejo Pré-Abate e Abate Humanitário. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=143662794>> Acesso em 30/03/2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA). Portaria Nº 47, de 19 de Março de 2013. Regulamento Técnico de Manejo Pré-Abate e Abate Humanitário. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=143662794>> Acesso em 30/03/2014.

BROCKMAN, R.P.; LAARVELD, B. Hormonal regulation of metabolism in ruminants; a review. *Livestock Production Science*, v.14, p.313-334, 1986.

BROOM, D.M. Animal welfare: concepts and measurement. *Journal of Animal Science*, v.69, p.4167-4175, 1991.

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

BROOM, D.M.; FRASER, A.F. Comportamento e bem-estar dos animais domésticos.4.ed. Manole : São Paulo, 2010. 438p.

BROOM, D.M.; GOODE, J.A.; HALL, J.G.; LLOYD, D.M.; PARROTT, R.F. Hormonal and physiological effects of a 15 hour road journey in sheep: comparison With the responses to loading, handling and Penning in the absence of transport. *British Veterinary*, p. 593-604, 1996.

CHESSA, B.; PEREIRA, F.; ARNAUD, F.; AMORIM, A.; GOYACHE, F.; MAINLAND, I.; KAO, R.R.; PEMBERTON, J.M.; BERARDI, D.; STEAR M.J.; ALBERTI, A.; PITTAU M.; IANNUZZI L.; BANABAZI M.H.; KAZWALA R.R.; ZHANG Y.P.; ARRANZ J.J.; ALI B.A.; WANG Z.; UZUN M.; DIONE M.M.; OLSAKER I.; HOLM L.E.; SAARMA U.; AHMAD S.; MARZANOV N.; EYTHORSOTTIR E.; HOLLAND M.J.; AJMONE-MARSAN P.; BRUFORD M.W.; KANTANEN J.; SPENCER T.E.; PALMARINI M. Revealing the History of Sheep Domestication Using Retrovirus Integrations. *Science*, v.324, n.5926, p.532-536, 2009.

CHEVILLON, P. O bem-estar dos suínos durante o pré-abate e no atordoamento. In: Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 1. Via Internet: 16 de novembro a 16 de dezembro de 2000. Anais..., CNPSA/Embrapa, p.152-169, 2000. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/>. Acesso em: 01 de outubro de 2013.

COCKRAM, M.S.; KENT, J.E.; GODDARD, P.J.; WARAN, N.K.; MICGILP, I.M.; JACKSON, R.E.; MUWANGA, G.M.; PRYTHERCH, S. Effect of space allowance during transport on the behavioural and physiological responses of lambs during and after transport. *Animal Science*, v.62, n.3, p.461-477, 2010.

DANTZER, R.; MORMÈDE, P. Stress in farm animals: a need for reevaluation. *Journal of Animal Science*, v.57, p.6-18, 1983.

DAS, K.S.; SRIVASTAVA, B.B.; DAS, N. Standing orientation and behaviour of goats during short-haul road transportation. Technical Note, Small Ruminant Research, v.41, p.91-94, 2001.

DE LA FUENTE, J.; CHÁVARRI, E.G.; SÁNCHEZ, M.; VIEIRA, C.; LAUZURICA, S.; DÍAZ, M.T.; PÉREZ, C. The effects of journey duration and space allowance on the behavioural and biochemical measurements of stress responses in suckling lambs during transport to an abattoir. Applied Animal Behaviour Science, v.142, p.30-41, 2012.

DEISS, V.; TEMPLE, D.; LIGOUT, S.; RACINE, C.; BOUIX, J.; TERLOUW, C.; BOISSY, A. Can emotional reactivity predict stress responses at slaughter in sheep? Applied Animal Behaviour Science, v.119, p.193-202, 2009.

EARLEY, B.; DRENNAN, M.; O'RIORDAN, E.G. The effect of road transport in comparison to a novel environment on the physiological, metabolic and behavioural responses of bulls. Research in Veterinary Science, v.95, p.811-818, 2013.

EKIZ, B.; EKIZ, E.E.; KOCAK, O.; YALCINTAN, H.; YILMAZ, A. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. Meat Science, v.90, p.967-976, 2012.

EUROPEAN UNION. 2005. Council Regulation (EC) No 1/2005 of 22 December 2004 on the protection of animals during transport and related operations and amending Directives 64/432/EEC and 93/119/EC and Regulation (EC) No 1255/97. Disponível em: < <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32005R0001:en:NOT>> Acesso em: 22 de fevereiro de 2012.

FAUCITANO, L. Efeitos do manuseio pré-abate sobre o bem-estar e sua influência sobre a qualidade de carne. In: Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 1. Via Internet: 16 de novembro a 16 de dezembro de 2000. Anais..., CNPSA/Embrapa, p.55-75, 2000. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/>. Acesso em: 01 de outubro de 2013.

FERGUSON, D.M.; WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? Review. Meat Science, v.80, p.12-19, 2008.

FISHER, A.D.; NIEMEYER, D.O.; LEA, J.M.; LEE, C.; PAULL, D.R.; REED, M.T.; FERGUSON, D.M. The effects of 12, 30, or 48 hours of road transport on the physiological and behavioural responses of sheep. Journal Animal Science, v.88, p.2144-2152, 2010.

FORKMAN, B.; BOISSY, A.; MEUNIER-SALAÜN, M.C.; CALANI, E.; JONES, R.B. Critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. Physiology & Behavior, n.92, p.340-397, 2007.

GAJANA, C.S.; NKUKWANA, T.T.; MARUME, U.; MUCHENJE, V. Effects of transportation time, distance, stocking density, temperature and lairage time on incidences of pale soft exudative (PSE) and the physico-chemical characteristics of pork. Meat Science, v. 95, p.520-525, 2013.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C.S. Patologia Clínica Veterinária: texto introdutório de apoio ao curso de especialização em Análises Clínicas Veterinárias. Porto Alegre-RS, 2008 disponível em <[http://www.ufrgs.br/lacvet/livros/Analises Clínicas Vet.pdf#page=145](http://www.ufrgs.br/lacvet/livros/Analises_Clinicas_Vet.pdf#page=145)>.

GOUVEIA, A.M.G. Características zoonosológicas da caprinovinocultura em Minas Gerais: Documento Final. EV-UFMG, IMA-DFAMG, GEPPR-NPSA, 2001. 57p (mimeografado).

GRANDIN, T. Engineering and design of holding yards, loading ramps, and handling facilities for land and sea transport of livestock. *Veterinaria Italiana*, v.44, p.235-245, 2008.

HOFFMAN, L.C.; LÜHL, J. Causes of cattle bruising during handling and transport in Namibia. *Meat Science*, v.92, p.115–124, 2012.

HUERTAS, S.M.; GIL, A.D.; PIAGGIO, J.M.; VAN EERDENBURG, F.J.C.M. Transportation of beef cattle to slaughterhouses and how this relates to animal welfare and carcass bruising in an extensive production system. *Animal Welfare*, v.19, p.281-285, 2010.

JONES, T.A.; WAITT, C.; DAWINS, S.M. Sheep lose balance, slip and fall less when loosely packed in transit where they stand close to but not touching their neighbours. *Applied Animal Behaviour Science*, v.123, p.16-23, 2010.

KADIM, I. T.; MAHGOUP, O.; AL-MARZOOQI, W.; KHALAF, S.; AL-SINAWI, S. S. H.; AL-AMRI, I. S. Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. *Meat Science*, v.73, p.626-634, 2006.

KIM, F.B.; JACKSON, R.E.; GORDON, G.D.H.; COCKRAM, M.S. Resting behaviour of sheep in a slaughterhouse lairage. *Applied Animal Behaviour Science*, v.40, p.45-54, 1994.

KIRTON, A.H.; CLARKE, J.N.; CARTER, A.H. Effect of pre-slaughter fasting on liveweight, carcass weight, and carcass composition of Southdown ram lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v.10, p.43-55, 1967.

KNOWLES, G.; WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Effects on cattle of transportation by road for upto 31 hours. *Veterinary Record*, V.145, P.575-582, 1999.

KNOWLES, T.G. A review of the road transport of slaughter sheep. *The Veterinary Record*, v.143, p.212-219, 1998.

KNOWLES, T.G.; WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Effects of stocking density on lambs being transported by road. *Veterinary Record*, v.142, p.503-509, 1998.

KOZLOSKI, G.V. Bioquímica dos ruminantes. Santa Maria: UFSM, 2002. 140p.

LAPWORTH, J.W. Engineering and design of vehicles for long distance road transport of livestock: the example of cattle transport in northern Australia. *Veterinaria Italiana*, v.44, n.1, p.215-222, 2008.

LAWRIE, R.A. Ciência da Carne. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

- MENDES, G.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; RUAS, J.R.M.; SILVA, F.V.; CALDEIRA, L.A.; PEREIRA, M.E.G.; SOARES, F.D.S.; PIRES, D.A.A. Características de carcaça e qualidade da carne de novilhas alimentadas com silagem de capim-marandu. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.47, n.12, p.1774-1781, 2012.
- MIRANDA-DE LA LAMA, G.C.; SALAZAR-SOTELO, M.I.; PÉREZ-LINARES, C.; FIGUEROA-SAAVEDRA, F.; VILLARROEL, M.; SAÑUDO, C.; MARÍA, G.A. Effects of two transport systems on lamb welfare and meat quality. *Meat Science*, v.92, p.554-561, 2012.
- MIRANDA-DE LA LAMA, G.C.; VILLARROEL, M.; LISTE, G.; ESCÓS, J.; MARÍA, G.A. Critical points in the preslaughter logistic chain of lambs in Spain that may compromise the animals welfare. Short communication. *Small Ruminant Research*, v.90, 174-178, 2010.
- NELSON, L.D.; COX, M.M. *Princípios de Bioquímica do Lehninger*. 4.ed. Sarvier: Editora de Livros Médicos Ltda, São Paulo, 2006. 1202p.
- OIE (World Organisation for Animal Health) (2013). – Terrestrial Animal Health Code. In *Terrestrial Animal Health Code*. Disponível em:<www.oie.int>. Acesso em 15 de dezembro de 2013.
- OSÓRIO, J.C.S. OSÓRIO, J.C.S.; JARDIM, R.D.. Aspectos de valorização da carcaça ovina. IN: II Simpósio de Caprinos e Ovinos da Escola de Veterinária da UFMG, Anais... p.1-24, 2006.
- PARROTT, R.F.; MISSON, B.H.; DE LA RIVA, C.F. Differential stressor effects on the concentrations of cortisol, prolactin and catecholamines in the blood of sheep. *Research in Veterinary Science*, v.56, p.234-239, 1994.
- REECE, W.O. *Dukes: Fisiologia dos Animais Domésticos*. 12nd ed. São Paulo: Guanabara, 2006. 352p.
- ROMERO, M.H.; URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; SÁNCHEZ, J.A.; MIRANDA-DE LA LAMA, G.C. Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. *Meat Science*, v. 95, p. 256-263, 2013.
- RUSHEN, J. Use of aversion learning techniques to measure distress in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*,v.28, p.3-14, 1990.
- TADICH, N.; GALLO, C.; BRITO, M.L.; BROOM, D.M. Effects of weaning and 48 h transport by road and ferry on some blood indicators of welfare in lambs. Short communication. *Livestock Science*, v.121, p.132-136, 2009.
- TARRANT, P.V.; KENNY, F.J.; HARRINGTON, D. The Effect of Stocking Density During 4 Hour Transport to Slaughter on Behaviour, Blood Constituents and Carcass Bruising in Friesian Steers. *Meat Science*, v.24, p.209-222, 1988.

TARUMÁN, J.A.; GALLO, C.B. Contusiones en canales ovinas y su relación con el transporte - Bruising in lamb carcasses and its relationship with transport. *Archivo de Medicina Veterinaria*, v.40, p.275-279, 2008.

WARNER, R.D.; FERGUSON, D.M.; COTTRELL, J.J.; KNEE, B. Acute stress induced by the use of electric prodders pre-slaughter causes tougher beef meat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.47, p.782-788, 2007.

WARRISS, P.D. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*, v.28, p.171-186, 1990.

CAPÍTULO 2 - COMPORTAMENTO DE CORDEIROS DURANTE O TRANSPORTE RODOVIÁRIO

2.1 RESUMO

Objetivou-se avaliar o comportamento de cordeiros durante o transporte em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações das jornadas. Foram utilizados oitenta cordeiros com $36,64 \pm 2,13$ kg distribuídos num delineamento casualizado em esquema fatorial 4×4 , sendo quatro grupos com diferentes áreas disponíveis durante cada traslado ($0,180$; $0,208$; $0,235$ e $0,277$ m^2 animal^{-1}) e quatro viagens distintas com tempos percorridos crescentes (105, 232, 452 e 630 min), totalizando dezesseis tratamentos. Para avaliação do comportamento durante o transporte, todo o percurso dos transportes foi filmado. A área disponível por animal durante o transporte tem efeito direto sobre as posturas voluntárias de deitar e andar. Com a mudança na duração do transporte, a frequência e tempo em que cordeiros permanecem deitados aumentaram. Cordeiros que estavam no grupo $0,180$ m^2 animal^{-1} tiveram mais dificuldades em deitar que os do grupo $0,208$ m^2 animal^{-1} , quando deitaram, tinham maior dificuldade em levantar. Somente animais que viajaram no grupo $0,277$ m^2 animal^{-1} , apresentaram maior ocorrência de ruminação na viagem de 630 min em relação aos transportes que duraram 105 e 232 minutos. As perdas de equilíbrio, queda, cabeçada, puxar a lã de outro animal e vocalizar foram eventos raros e não possuíram variações com os tratamentos impostos.

2.2 ABSTRACT

We aimed to evaluate the lambs' behavior during the transport in different occupied areas and driven transport times. We used eighty lambs in a distributed randomized design in a 4×4 factorial scheme, four groups with different areas occupied during every journey and four distinct trips in increasing driven times, totaling sixteen treatments. For assessment of behavior during transport, the whole route was filmed. The area occupied by an animal while traveling has direct effect on voluntary postures "lie" and "walk". With the change in transportation time, frequency, and time in which the lambs stayed lying changed. Lambs that were in 0.180 m^2 animals^{-1} group showed more difficulties in lie, and the ones in $0,208$ m^2 animals^{-1} group, when they laid, they had bigger difficulties in getting up. Only animals in the 0.277 m^2 animal^{-1} group had higher rumination on the longer transportation than 105 and 232

minutes. The loss of balance, fall, headbutts, pull the wool and vocalize were rare events and did not showed variations with treatments applied.

2.3 INTRODUÇÃO

Dentre os diversos eventos que podem afetar o bem-estar dos animais, o transporte é um potencial estressor (Tarrant, 1990). Se mal conduzido, além da diminuição do bem-estar, as carcaças e carnes podem ser afetadas. A avaliação do comportamento animal é amplamente utilizada para o entendimento dessa etapa que antecede o abate (Tarrant et al., 1988; Jones et al., 2010). Na Europa e Oceania, os trabalhos avaliando o transporte não são escassos (Broom et al., 1996; Cockram et al., 2010; Fisher et al., 2010), já o número de artigos nessa vertente é consideravelmente menor na América Latina. A diferença na reatividade dos genótipos aliada às condições edafoclimáticas diversas podem gerar resultados divergentes. Além disso, geralmente, os pesquisadores desvinculam a duração ou quilometragem percorrida e as áreas disponíveis por animal durante o transporte, portanto, avaliados separadamente. Objetivou-se avaliar o comportamento de cordeiros no transporte rodoviário em diferentes durações e áreas disponíveis por animal.

2.4 MATERIAL E MÉTODOS

2.4.1 Ética experimental

Todos os procedimentos realizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob registro CETEA 185/2011 (Anexo 1).

2.4.2 Características dos animais e manejo na fazenda de origem e UFMG

Foram utilizados oitenta cordeiros machos não-castrados, filhos de reprodutores Dorper e matrizes sem raça definida. As fêmeas do rebanho tinham o biótipo próximo de ovelhas da raça Santa Inês. Apesar de filhos de matrizes sem raça definida, os animais possuíam fenótipos semelhantes. Os cordeiros foram criados em confinamento recebendo dieta composta por concentrado comercial para bezerros em crescimento, planta de milho triturada *in natura*, suplemento mineral e água. O sal e a planta de milho foram fornecidos à vontade e o concentrado em torno de 0,4 kg/animal/dia. Os animais possuíam dentição decídua e originavam-se da mesma fazenda, localizada em Carandaí-MG.

Na UFMG, os cordeiros ficavam em piquete coletivo que continha ração, de acordo com as recomendações do NRC (2007), composta por fubá de milho, farelo de soja, bicarbonato de sódio, feno de Tifton 85, suplemento mineral e água, sendo que o volumoso foi fornecido como 50% do total da matéria seca da dieta (Tabela 1).

Tabela 1. Composição bromatológica (%) do feno de Tifton 85 e do concentrado em base de material seca fornecido aos cordeiros na Escola de Medicina Veterinária da UFMG

	Volumoso	Concentrado
Proteína bruta	7,98	11,37
Extrato etéreo	5,00	12,29
Fibra detergente Neutro	59,10	11,32
Fibra detergente Ácido	22,50	1,69
Matéria Mineral	5,96	4,38
Matéria Seca	90,00	90,00

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7 e 16h. Os cordeiros ficaram confinados na UFMG 30 dias até o transporte para o frigorífico.

2.4.3 Descrição dos tratamentos experimentais

Os oitenta cordeiros foram distribuídos num delineamento casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro diferentes áreas disponíveis por animal durante cada traslado e quatro transportes distintos com durações crescentes, totalizando dezesseis tratamentos; o animal foi uma unidade experimental. Em uma viagem transportou-se vinte cordeiros, sendo que foram distribuídos em quatro compartimentos, equivalente a quatro áreas disponíveis por animal. O peso médio dos animais transportados foi de $36,64 \pm 2,13$ kg. O espaço no caminhão foi determinado de acordo com o peso vivo médio do grupo e possuíam áreas de 0,180; 0,208; 0,235 e $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ de $36,64 \pm 2,13$ kg. Em cada transporte foi realizada distribuição de cordeiros aleatória e homogênia. Com o peso vivo médio do grupo, e após o sorteio da área disponível por animal, calculou-se o espaço por lote de cinco animais. As quilometragens percorridas foram 54, 199, 376 e 509 km e a duração foi de 105, 232, 452 e 630 minutos, respectivamente. O quadro-resumo 1 dos tratamentos é apresentado abaixo.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos experimentais

Duração (min)	Duração (h e min)	Distância (km)	Área disponível no veículo (m ² animal ⁻¹ de 36,64±2,13 kg)			
			0,180	0,208	0,235	0,277
105	1h45min	54	n = 5	5	5	5
232	3h52min	199	5	5	5	5
452	7h32min	376	5	5	5	5
630	10h30min	509	5	5	5	5

Variáveis independentes destacadas de cinza.

2.4.4 Estrutura do caminhão e suas adaptações

O mesmo caminhão transportador foi utilizado para as quatro viagens. O veículo utilizado foi um Volkswagen 8140 com um eixo na carroceria e o ano de sua fabricação foi 1997. O veículo estava em bom estado de conservação e manutenção em ordem. A carroceria possuía duas caixas interligadas com 2,5 x 2,14 m cada, sendo que utilizou-se para o experimento a caixa próxima a cabine do motorista. As suas laterais possuíam tábuas justapostas do piso até altura de 0,5 m e, a partir desse ponto, tábuas espaçadas (Figura 1). Utilizou-se o mesmo piso da carroceria para os tratamentos. O piso da carroceria era emborrachado e sua limpeza foi realizada antes de cada transporte. A carroceria não possuía objetos que colocassem os animais sob quaisquer riscos.



Figura 1. Veículo utilizado para o transporte dos cordeiros

As divisões foram realizadas com grades de madeira, semelhantes a lateral da carroceria, colocadas paralelas à cabine do motorista do caminhão. À distância em que as tábuas foram colocadas na carroceria, caracterizou cada grupo com área disponível por animal

distinta. As grades foram fixadas com parafusos e suportes de madeiras (Figura 2), sendo que não mudaram seu posicionamento inicial e não apresentaram quaisquer objetos que acarretariam em danos aos animais, como locais pontiagudos, por exemplo.



Figura 2. Grades de madeira colocadas paralelas à cabine do veículo que caracterizaram as áreas disponíveis por grupo de 5 animais

Para avaliação do comportamento dos cordeiros, todo o percurso dos transportes foi filmado utilizando-se *Kit* DVR Encore® Enxdvr-4c Vigilância Digital. O aparelho possuía quatro câmeras CCD (dispositivo de carga acoplada) com resolução de gravação de 640x272, conectadas a um DVR (gravador de vídeo digital) e a um monitor de vídeo. Cada câmera possuía vinte e quatro LEDs (diodo emissor de luz) que possibilita visão noturna. O DVR possuía um disco rígido Sata com capacidade de 500 *megabytes*. O sistema de alimentação de energia utilizado foi a bateria do próprio caminhão. As quatro câmeras foram fixadas a uma altura em torno de 1,50 m carroceria do caminhão com parafusos e madeira, de modo que não mudaram seu posicionamento ao longo dos transportes. O posicionamento das câmeras permitiu que não houvesse ponto cego nos tratamentos. O DVR e o monitor de vídeo ficaram na cabine do motorista do caminhão. A conexão do DVR e das câmeras foi realizada por meio de quatro cabos de rede. O equipamento possibilitou a visualização, em tempo real, das quatro câmeras no monitor de vídeo. Uma pessoa, que estava na cabine do motorista do caminhão, acompanhou todo o percurso no monitor de vídeo para suporte técnico, se algo acontecesse.

2.4.5 Manejo dos animais próximo e durante ao transporte

Vinte e seis horas antes do início do jejum de sólidos e água, pesou-se os animais que estavam em jejum somente de sólidos por doze horas. Esta primeira pesagem foi utilizada para determinação das áreas disponíveis por animal (Figura 3).

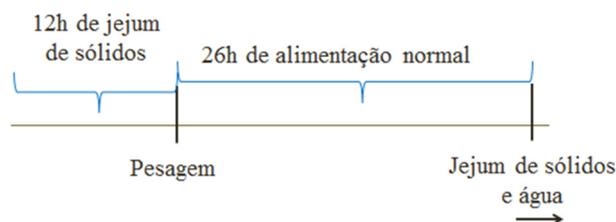


Figura 3. Esquema de pesagem e jejum de todos os transportes

Após este procedimento, o arraaçamento foi normalizado. No dia do transporte, a alimentação foi fornecida às 07h e retirada às 08h, portanto, a partir desse momento, os cordeiros ficaram em jejum de sólidos e água. Por isso, somente os animais que viajaram 630 min alimentaram-se até o momento do embarque. Para os demais transportes, ocorreu jejum de sólidos e água ainda na fazenda em tempos variados de acordo com a duração do traslado. Portanto, todos os cordeiros tiveram a mesma duração de jejum de sólidos e água.

O transporte mais rápido (105 min) deu-se do deslocamento direto da Escola de Veterinária da UFMG até o frigorífico localizado no município de Matozinhos-MG. Os demais transportes foram prolongados para que o tempo planejado fosse alcançado. Todos os deslocamentos se deram em rodovias em bom estado de manutenção. O percurso no município de Matozinhos até o frigorífico, 6 km, foi realizado em estrada de terra em estado de conservação mediano. A velocidade do veículo não ultrapassou 70 km h^{-1} , valor averiguado em seu tacógrafo. As viagens foram realizadas pelo mesmo motorista.

O embarque dos cordeiros procedeu-se seguindo normas técnicas que zelam pelo bem-estar dos animais (Paranhos da Costa et al., 2013^a), por meio de pega pelas regiões do abdômen e externo. Como as estruturas de madeira foram fixadas um dia antes do transporte, os animais foram colocados na carroceira pela parte de cima de cada um dos quatro espaços. Os animais foram desembarcados às 17, 17, 17h e 10 min e 18h e 30 min para as viagens de 105, 232, 452 e 630 min, respectivamente. Segue Quadro 2 do horário de embarque, desembarque e data de cada transporte.

Quadro 2. Descrição do embarque, desembarque e horário de cada transporte

Duração (min)	Embarque (horário)*	Desembarque (horário)*	Data do transporte
105	15h15min	17h	27/06
232	13h08min	17h	11/07
452	9h28min	17h10min	24/10
630	8h	18h30min	07/11

*Nenhum dos transportes seguiu o horário de verão.

Todos os transportes foram realizados no ano de 2012. Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados os dados de temperatura do ar e umidade relativa de cada transporte, ambos medidos por *dataloggers*. Cada *datalogger*, em número de três por viagem, foi colocado, aleatoriamente, no pescoço de um animal. Os aparelhos foram programados para medições a cada 5 minutos. Após, fez-se médias dos três *dataloggers* que continham a temperatura e umidade relativa do ar para representação das características bioclimáticas do transporte.

Tabela 2. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de temperatura do ar (°C) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário

	Viagem (min)			
	105	232	452	630
Mediana	29,30	28,70	31,90	27,90
Mínimo	25,70	24,70	25,50	22,40
Máximo	34,30	32,70	35,50	38,10
Percentil 25%	27,78	27,70	30,35	26,10
Percentil 75%	31,50	29,60	35,50	29,50

Tabela 3. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário

	Viagem (min)			
	105	232	452	630
Mediana	48,15	41,60	54,40	70,45
Mínimo	37,60	33,50	38,60	50,90
Máximo	76,60	57,30	93,80	95,00
Percentil 25%	45,28	39,60	49,05	64,80
Percentil 75%	52,03	43,50	58,05	79,60

2.4.6 Comportamento animal

O registro do comportamento animal deu-se por meio da análise visual dos vídeos. O DVR foi conectado diretamente a uma televisão de quarenta polegadas e os quatro grupos

com diferentes áreas disponíveis foram analisados por quatro pessoas, devido à possibilidade de apresentação das quatro câmeras no monitor. Uma pessoa acompanhou um grupo (uma câmera) e fez o registro das posturas e atitudes de cada animal, o que totalizou cinco cordeiros observados por pessoa em um transporte. Estes registros foram feitos em um etograma previamente elaborado (Quadro 3).

Nos cento e cinco minutos iniciais das quatro viagens, os vídeos foram analisados ininterruptamente. Nos tempos que seguiram, analisaram-se os três primeiros minutos de cada dez minutos até o final. Concomitantemente ao registro dos eventos, também levantou-se o estado em que o animal encontrava-se, deitado ou em pé. Os eventos foram pontuais e o estado foi monitorado em intervalos. Segue abaixo detalhamento das posturas e atitudes levantadas (Tabela 4). O posicionamento da orelha e a dificuldade em se levantar, e que não constaram no etograma, também foram anotados para discussão posterior.

Tabela 4. Descrição dos eventos e estado utilizados para avaliação do comportamento de cordeiros durante o transporte rodoviário

1. Postura	
Andar	Mudança de localização voluntária
Andar sobre	Mudança de localização voluntária sobre um ou mais animais
Deitar	Decúbito lateral ou ventral
Saltar sobre	Saltar sobre outro animal em qualquer circunstância, com exceção de tentativa de cópula
Ruminar	Movimento da mandíbula
2. Perdas de estabilidade	
Desequilibrar	Pequenos movimentos dos pés com rápidos movimentos das cinturas pélvica e escapular
Cair	Queda rápida do corpo, resultando em contato com o chão
3. Agressão	
Lutar	Cabeçadas entre dois ou mais animais
Contato	Contato voluntário da cabeça deste animal em quaisquer partes do corpo de outro
4. Comportamento anormal	
Puxar lã	Puxar lã de outro animal
Puxar lã de si	Puxar a própria lã
Montar	Saltar sobre outro animal para tentativa de cópula
5. Vocalização	
Vocalizar	Abertura da boca que caracteriza a emissão de sons

Os avaliadores foram treinados para que tivessem domínio do etograma e de suas variáveis. Trechos dos vídeos foram assistidos durante o treinamento para visualização e caracterização de todos os eventos. Quando surgiram dúvidas, avaliou-se novamente a gravação para diminuição de erros.

2.4.7 Análises estatísticas

Testou-se a normalidade e a homogeneidade das variáveis de modo que os erros experimentais não tiveram distribuição normal de probabilidade e homogeneidade de variâncias para todas as variáveis. Aplicou-se o teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade para avaliação do número de ocorrências das variáveis. Também foi realizado, para todas as variáveis, o Teste Exato de Fisher a 5% de probabilidade para avaliar a frequência de cordeiros que apresentaram os comportamentos avaliados.

2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis deitado e em pé são utilizadas para auxiliar na descrição do bem-estar animal durante o transporte rodoviário (Knowles, 1998; Knowles et al., 1998; Knowles et al., 1999; Earley et al., 2013). Os dados referentes ao tempo e número de cordeiros deitados estão nas tabelas 5 e 6, respectivamente. Nos transportes com duração de 105 e 232 min mostram que as medianas da variável deitar foram semelhantes para as diferentes áreas disponíveis dentro destas viagens. Nestes deslocamentos, 17,5% dos cordeiros deitaram e isso, quando aconteceu, foi durante pouco tempo.

Quando o transporte foi de 452 min somente um animal não deitou e o tempo em que permaneceram deitados foi semelhante nos quatro grupos que possuíam áreas disponíveis distintas. No transporte de 630 min, os animais que estavam na área disponível $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ deitaram por mais tempo do que os cordeiros que estavam na área $0,180 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, nas demais combinações as medianas foram semelhantes.

Três animais não deitaram na densidade de $0,180 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ no tempo de 630 min. Mesmo com possibilidades de deitar-se nas áreas mais folgadas, os animais não o fizeram até o transporte de 232 min, o que corrobora com os relatos de Knowles et al. (1998) que mostraram que os animais deitaram, com maior frequência, a partir de 240 min. As recomendações internacionais, como a OIE (2013) que tratam do assunto, enfatizam a necessidade de espaço para que os animais deitem; contudo, nas duas jornadas mais curtas neste experimento, o espaço disponível para deitar-se na área mais folgada não foi explorado pelos animais. Possivelmente, as adaptações ao veículo e ao transporte se deram somente após este tempo.

Tabela 5. Variável “deitar”, em minutos, de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte

	Área disponível (m ² animal ⁻¹)			
	0,180	0,208	0,235	0,277
	Duração do transporte (min)			
	105			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	0,0000	13,0000	2,0000	1,5000
	232 min			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	1,5000	0,0000	9,0000	0,0000
	452 min			
Percentil 25%	4,0000	26,0000	10,0000	26,0000
Mediana	20,0000a	35,0000a	82,0000a	88,0000a
Percentil 75%	117,0000	343,0000	109,0000	142,5000
	630 min			
Percentil 25%	0,0000	21,5000	29,5000	48,5000
Mediana	0,0000a	147,0000ab	101,0000ab	204,0000b
Percentil 75%	40,0000	241,5000	130,5000	274,5000

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Percentagem de cordeiros deitados quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte nas linhas e crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal nas colunas

	Área disponível (m ² animal ⁻¹)				Média	Pr>Fc
	0,180	0,208	0,235	0,277		
	Duração do transporte 105 min					
	0,0	40,0	20,0	40,0	25,0	0,6775
	232 min					
	20,0	0,0	20,0	0,0	10,0	0,1316
	452 min					
	80,0	100,0	100,0	100,0	95,0	0,2500
	630 min					
	40,0	100,0	100,0	100,0	85,0	0,0351
Média	35,0	60,0	60,0	60,0		
Pr>Fc	0,0906	0,0009	0,0021	0,0009		

Frequências comparadas nas linhas e colunas pelo Teste Exato de Fisher 5% de probabilidade.

Quando se desdobrou a duração dos transportes dentro de cada grupo com área diferente (Tabela 6 e 7), observa-se que os animais que estavam no compartimento de 0,277 m² animal⁻¹ deitaram mais nas viagens de 452 e 630 min do que os que foram transportados por 105 e 232 min; para ambas as duplas não ocorreram diferenças estatísticas. A partir da área disponível de 0,208 m² animal⁻¹, todos os animais deitaram nos tempos 452 e 630 min.

Na área $0,235 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, dois cordeiros deitaram nos tempos 105 e 232 min e todos deitaram nas jornadas mais longas, contudo, a duração em que permaneceram deitados foi semelhante. Mesmo possuindo espaço para se deitarem na densidade $0,235 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, acredita-se que o risco de serem pisoteados foi maior do que na $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, o que pode ter ocasionado a semelhança das medianas nesse grupo quando se variou as durações das jornadas.

Houve baixa frequência de animais que deitaram na densidade $0,180 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$. Ficou evidente que neste grupo os animais não deitaram com facilidade. Para a densidade $0,208 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, a frequência para essa variável foi maior nas jornadas mais longas, mas, exceto para os tempos 232 e 452 min, não houve diferenças no tempo em que permaneceram deitados. Observou-se que os cordeiros que deitaram nesse grupo também tinham maiores dificuldades em levantar-se.

Todos os cordeiros que deitaram, o fizeram com o pescoço no sentido vertical e com as orelhas em posição de alerta. Forkman et al. (2007) enfatizaram a necessidade de observação de microssinais e destacaram o posicionamento das orelhas como indício de medo, caso estejam nesta posição.

Tabela 7. Variável “deitar”, em minuto^{-1} , de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal

	Duração do transporte (min)			
	105	232	452	630
	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)			
	0,180			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0100	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0400a	0,0000a
Percentil 75%	0,0000	0,0050	0,2600	0,5600
	0,208 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0550	0,0350
Mediana	0,0000ab	0,0000b	0,0800a	0,2300ab
Percentil 75%	0,1150	0,0000	0,7600	0,3850
	0,235 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0200	0,0450
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,1800a	0,1600a
Percentil 75%	0,0150	0,0400	0,2400	0,2050
	0,277 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0550	0,0800
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,1900b	0,3200b
Percentil 75%	0,0150	0,0000	0,3150	0,4350

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Nas viagens de 232, 452 e 630 min, os cordeiros do grupo $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ andaram mais do que os que estavam no grupo $0,180 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ (Tabela 8). Os demais contrastes foram semelhantes. No transporte 105 min, o resultado foi diferente do descrito acima e inconsistente. Todos os cordeiros andaram na área $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ e somente três não andaram no grupo $0,235 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ (Tabela 9). Portanto, os dois grupos mais apertados restringiram este comportamento, o que pode aumentar o estresse, devido à impossibilidade de movimentar-se. Os animais andam para explorar o ambiente e procuram um local mais confortável para ficarem. Animais confinados em baias precisam de espaço para deitarem-se e, quando necessário, fugirem de ataques de animais agressivos; o que também pode ser verdadeiro para animais durante o transporte.

Tabela 8. Número de ocorrências da variável “andar” de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte

	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)			
	0,180	0,208	0,235	0,277
	Duração do transporte (min)			
	105			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	3,0000
Mediana	0,0000ab	0,0000b	0,0000ab	4,0000a
Percentil 75%	3,5000	1,0000	2,5000	7,0000
	232 min			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	5,5000	8,0000
Mediana	1,0000b	0,0000b	8,0000ab	12,0000a
Percentil 75%	1,5000	1,0000	9,5000	17,5000
	452 min			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	4,5000	4,5000
Mediana	0,0000b	0,0000ab	7,0000ab	23,0000a
Percentil 75%	1,0000	7,5000	8,5000	30,5000
	630 min			
Percentil 25%	0,0000	1,5000	1,0000	14,0000
Mediana	0,0000b	3,0000ab	3,0000ab	19,0000a
Percentil 75%	1,0000	4,5000	3,5000	28,0000

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Tabela 9. Percentagem de cordeiros que andaram quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte nas linhas e crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal nas colunas

	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)				Média	Pr>Fc
	0,180	0,208	0,235	0,277		
Duração do transporte 105 min						
	40,0	20,0	40,0	100,0	50,0	0,1137
232 min						
	60,0	40,0	100,0	100,0	75,0	0,0970
452 min						
	40,0	40,0	100,0	100,0	70,0	0,0325
630 min						
	40,0	80,0	100,0	100,0	80,0	0,1280
Média	45,0	45,0	85,0	100,0		
Pr>Fc	1,0000	0,4046	0,0351	1,0000		

Frequências comparadas nas linhas e colunas pelo Teste Exato de Fisher 5% de probabilidade.

Quando a variável andar foi colocada em percentagem e fixaram-se as áreas disponíveis em função dos tempos de viagem, o número de ocorrências no grupo $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ foi semelhante nas diferentes viagens (Tabela 10), portanto, os animais continuaram andando com a mesma frequência independente do tempo percorrido; nota-se que neste grupo todos os cordeiros andaram (Tabela 9).

Tabela 10. Número de ocorrências, em um minuto, da variável “andar” de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal

	Duração do transporte (min)			
	105	232	452	630
Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)				
0,180				
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0070a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	0,0334	0,0105	0,0048	0,0038
0,208 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$				
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0057
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	0,0114a
Percentil 75%	0,0095	0,0070	0,0359	0,0171
0,235 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$				
Percentil 25%	0,0000	0,0385	0,0216	0,0038
Mediana	0,0000a	0,0559b	0,0335ab	0,0114a
Percentil 75%	0,0238	0,0664	0,0407	0,0133
0,277 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$				
Percentil 25%	0,0286	0,0560	0,0215	0,0532
Mediana	0,0381a	0,0839a	0,1100a	0,0722a
Percentil 75%	0,0667	0,1224	0,1459	0,1065

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Em contrapartida, avaliando-se os cordeiros no grupo $0,180 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, o número de ocorrências para a variável andar foi pequeno e semelhante para todas as jornadas, sendo que 55% dos animais não o fizeram; resultado semelhante ocorreu para o grupo $0,208 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$. O comportamento dos animais no grupo $0,235 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ não seguiu o mesmo padrão dos que viajaram no grupo $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$; os que viajaram por menos e mais tempos não diferiram e ambos tiveram menos ocorrências do que os cordeiros que viajaram durante 232 min.

A ruminação indica que o animal está adaptado a um ambiente não familiar (revisado por Brule et al., 2001). Nas viagens 105 e 232 min, o número de ocorrências de ruminação foi semelhante e muito baixo (Tabela 11) para os diferentes grupos em áreas disponíveis distintas; sendo que poucos animais ruminaram (Tabela 12). No transporte 452 min, 25% dos cordeiros não ruminaram e, apesar dessa frequência, o número de ocorrências foi baixa e semelhante. A duração dessas rumações foi curta (menos que 1 minuto), como também relatado por Das et al. (2001) avaliando o transporte de caprinos. No transporte de 630 min, somente a ocorrência de ruminação na densidade $0,180$ foi menor que $0,208 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, possivelmente pelo maior número de cordeiros que ruminaram nessa última.

Tabela 11. Número de ocorrências da variável “ruminar” de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte

	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)			
	0,180	0,208	0,235	0,277
	Duração do transporte (min)			
	105			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	0,5000	0,5000	1,0000	0,0000
	232 min			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	1,5000	0,5000	0,5000	0,0000
	452 min			
Percentil 25%	0,5000	0,5000	0,5000	0,0000
Mediana	1,0000a	1,0000a	1,0000a	1,0000a
Percentil 75%	3,5000	4,5000	2,5000	2,0000
	630 min			
Percentil 25%	0,0000	1,0000	0,5000	1,5000
Mediana	0,0000a	3,0000b	1,0000ab	2,0000ab
Percentil 75%	0,5000	10,0000	1,0000	4,5000

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Percentagem de cordeiros que ruminaram quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte nas linhas e crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal nas colunas

	Área disponível (m^2 animal ⁻¹)				Média	Pr>Fc
	0,180	0,208	0,235	0,277		
Duração do transporte 105 min						
	20,0	20,0	40,0	0,0	20,0	0,8710
232 min						
	40,0	20,0	20,0	0,0	20,0	0,8710
452 min						
	80,0	100,0	80,0	40,0	75,0	0,2905
630 min						
	20,0	100,0	80,0	100,0	75,0	0,0196
Média	40,0	60,0	55,0	35,0		
Pr>Fc	0,3252	0,0021	0,2260	0,0015		

Frequências comparadas nas linhas e colunas pelo Teste Exato de Fisher 5% de probabilidade.

Quando a duração do transporte foi avaliada dentro de cada grupo com diferentes áreas disponíveis (Tabela 12), 60% dos animais não ruminaram no compartimento 0,180 m^2 animal⁻¹ e, quando aconteceu, o número de ocorrências foi baixo e semelhante; resultado próximo foi encontrado nos grupos 0,208 e 0,235 m^2 animal⁻¹. Nota-se que cordeiros que foram transportados no grupo 0,277 m^2 animal⁻¹ tiveram maior número de ocorrências “ruminar” na jornada mais longa quando comparadas aos dois transportes mais curtos, além disso, o número de animais que ruminaram aumentou diretamente com a duração da jornada.

A frequência de ruminação durante o transporte é frequentemente citada como baixa (Kenny e Tarrant, 1987; Das et al., 2001). Apesar de o resultado deste experimento corroborar com os citados, nota-se que apenas em animais que viajaram na densidade 0,277 m^2 animal⁻¹, houve o aumento progressivo e concomitante do número de ocorrências “ruminar” e da porcentagem de animais ruminando; nos demais grupos isso não ocorreu (Tabela 13). O resultado sugere que apenas neste grupo os cordeiros conseguiram encontrar conforto suficiente para, depois de adaptados, ruminarem.

Tabela 13. Número de ocorrências, em um minuto, da variável “ruminar” de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal

	Duração do transporte (min)			
	105	232	452	630
	Área disponível (m² animal⁻¹)			
	0,180			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0024	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0048a	0,0000a
Percentil 75%	0,0048	0,0105	0,0168	0,0019
	0,208 m² animal⁻¹			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0024	0,0038
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0048a	0,0114a
Percentil 75%	0,0048	0,0035	0,0216	0,0380
	0,235 m² animal⁻¹			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0024	0,0019
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0048a	0,0038a
Percentil 75%	0,0095	0,0035	0,0120	0,0038
	0,277 m² animal⁻¹			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0057
Mediana	0,0000b	0,0000b	0,0048ab	0,0076a
Percentil 75%	0,0000	0,0000	0,0096	0,0171

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

O número de ocorrências para a variável “vocalizar” foi baixo e semelhante para cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro dos diferentes grupos e vice-versa. As medianas para todos os tratamentos foram iguais à zero. Somente sete dos oitenta animais vocalizaram e, com exceção de dois cordeiros, apenas uma vez. Para estes animais que vocalizaram não houve efeito dos tratamentos ($P \geq 0,050$). O resultados são semelhantes aos de Cockram et al. (1996) que não encontraram efeito da área disponível por animal na frequência de vocalizações em uma jornada de 12 horas e relataram poucos eventos. Deiss et al. (2009) e Forkman et al. (2007) citaram alta frequência de vocalizações em ovinos quando submetidos ao isolamento social. Supondo que isolamento social e o transporte causam medo, Rushen (1990) destacou que nem sempre as respostas são as mesmas quando o bem-estar diminui.

Quanto à movimentação estereotipada, 47% dos cordeiros saltaram sobre outros animais (Tabela 15), contudo, não houve diferença da duração das jornadas e áreas disponíveis. O número de ocorrências para ambos os desdobramentos também foi baixo e semelhante (Tabelas 14 e 16). Observou-se que os animais saltaram sobre outros na tentativa de busca de conforto, contudo, mesmo os mais folgados também o fizeram. Portanto, no

presente ensaio, a variável não pode ser indicativo de superlotação, contudo, também não indica conforto. Apenas um cordeiro tentou montar em outro.

Tabela 14. Número de ocorrências da variável “saltar sobre” de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte

	Área disponível (m ² animal ⁻¹)			
	0,180	0,208	0,235	0,277
	Duração do transporte (min)			
	105			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	1,0000a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	4,0000	7,5000	3,5000	8,5000
	232 min			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	2,5000	3,5000	0,0000	1,5000
	452 min			
Percentil 25%	1,0000	0,0000	3,0000	0,0000
Mediana	4,0000a	0,0000a	7,0000a	0,0000a
Percentil 75%	9,0000	3,0000	12,5000	4,5000
	630 min			
Percentil 25%	0,0000	1,5000	0,0000	0,0000
Mediana	1,0000a	3,0000a	1,0000a	0,0000a
Percentil 75%	2,5000	5,0000	11,5000	4,5000

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Percentagem de cordeiros que saltaram sobre outro animal quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte nas linhas e crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal nas colunas

	Área disponível (m ² animal ⁻¹)				Média	Pr>Fc
	0,180	0,208	0,235	0,277		
	Duração do transporte 105 min					
	20,0	60,0	20,0	40,0	35,0	0,7420
	232 min					
	40,0	40,0	0,0	20,0	25,0	0,6775
	452 min					
	100,0	40,0	80,0	60,0	70,0	0,3808
	630 min					
	60,0	100,0	60,0	20,0	60,0	0,1115
Média	55,0	60,0	40,0	35,0		
Pr>Fc	0,1129	0,2062	0,0633	0,7420		

Frequências comparadas nas linhas e colunas pelo Teste Exato de Fisher a 5% de probabilidade.

Tabela 16. Número de ocorrências, em um minuto, da variável “saltar sobre” de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal

	Duração do transporte (min)			
	105	232	452	630
	Área disponível (m² animal⁻¹)			
	0,180			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0048	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0191a	0,0038a
Percentil 75%	0,0381	0,0175	0,0431	0,0095
	0,208 m² animal⁻¹			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0057
Mediana	0,0095 ^a	0,0000a	0,0000a	0,0114a
Percentil 75%	0,0714	0,0245	0,0144	0,0190
	0,235 m² animal⁻¹			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0144	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0335a	0,0038a
Percentil 75%	0,0334	0,0000	0,0598	0,0437
	0,277 m² animal⁻¹			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	0,0810	0,0105	0,0216	0,0171

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

A frequência de cordeiros que andaram sobre outros animais foi de 18,75% e não houve efeito dos tratamentos avaliados ($P \geq 0,050$). As medianas deste evento foram iguais à zero ($P \geq 0,050$). Possivelmente, assim como no caso de “saltar sobre”, os animais que andaram sobre os outros buscaram mais conforto, contudo, independente do grupo a que pertenciam, ocorreu este evento. Geralmente este “andar sobre outros animais” é destacado, principalmente em imagens, pelas organizações de proteção aos animais como indício de superlotação.

A porcentagem de cordeiros que perderam o equilíbrio foi de 23,5% e não houve efeito das diferentes jornadas e áreas disponíveis ($P \geq 0,050$) em nenhum dos dois desdobramentos. Avaliando-se o número de ocorrências, quase todas as medianas foram iguais à zero, se não, foram baixas e semelhantes, portanto, sem efeito dos tratamentos (Tabelas 17 e 18). Jones et al. (2010) citaram que existem duas linhas de raciocínio, os animais devem ficar mais apertados para evitar injúrias e a outra é o oposta da primeira; os autores concluíram que para ovinos, se o espaço for suficiente, equilibram-se sem tocar nos seus vizinhos, sendo, portanto, possível sustentar-se melhor no balanço do veículo quando ligeiramente comprimidos do que apertado; recomendaram utilizar 0,30 m² para cordeiros com 32,5 kg, sendo que o transporte durou seis horas. Já Cockram et al. (2010), corroborando

com este experimento, avaliaram diferentes áreas por animal durante o transporte (0,22; 0,27; 0,31 e 0,41m² por animal de 35 kg), mostraram que a soma dos eventos potencialmente traumáticos (perda de equilíbrio, quedas de joelho etc.) foi menor do que 5 eventos hora⁻¹ e não encontraram evidências de que o aumento do espaço diminuiu o risco injúrias.

Todas as medianas, quando se avaliou o número de ocorrências para a variável “queda”, foram iguais à zero ($P \geq 0,050$) para os tratamentos em ambos os desdobramentos. A porcentagem de animais que caíram foi de 17,5%, sem interferências do tempo percorrido e da densidade de estocagem em que se encontraram ($P \geq 0,050$). Contudo, observou-se que os animais que estavam nas áreas disponíveis de 0,180 e 0,208 m² animal⁻¹, quando caíram, tiveram maior dificuldade em se levantar independente do tempo percorrido.

No veículo utilizado neste experimento, o piso emborrachado em que os animais estavam não possuía grade de ferro, como citado como importante para manutenção do equilíbrio por Paranhos da Costa et al. (2013^b). Contudo, mesmo assim, o aumento da jornada e a área disponível por animal não produziram efeitos para as variáveis perdas de equilíbrio e quedas. Cockram et al. (2004) relataram que os eventos relacionados a condução do veículo resultaram em perdas de equilíbrio. Talvez por isso, já que o condutor tomou todos os cuidados para diminuir os eventos ligados a sua função, ocorreram poucas perdas de equilíbrio e quedas.

Tabela 17. Número de ocorrências da variável “perda de equilíbrio” de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal dentro de crescentes durações do transporte

	Área disponível (m ² animal ⁻¹)			
	0,180	0,208	0,235	0,277
	Duração do transporte (min)			
	105			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	1,0000a
Percentil 75%	0,5000	0,5000	0,0000	1,0000
	232 min			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	2,0000a	0,0000a
Percentil 75%	0,0000	0,0000	4,0000	0,5000
	452 min			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,5000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	1,0000a
Percentil 75%	0,0000	1,5000	1,0000	1,5000
	630 min			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0000a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	0,0000	0,5000	0,5000	0,5000

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Tabela 18. Número de ocorrências, em um minuto, da variável “perda de equilíbrio” de cordeiros submetidos a crescentes durações do transporte dentro de diferentes áreas disponíveis por animal

	Duração do transporte (min)			
	105	232	452	630
	Área disponível (m² animal⁻¹)			
	0,180			
Percentil 25%	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000
Mediana	0,0000a	0,00000a	0,00000a	0,00000a
Percentil 75%	0,0048	0,00000	0,00000	0,00000
	0,208 m² animal⁻¹			
Percentil 25%	0,0000	0,00000	0,00000	0,00000
Mediana	0,0000a	0,00000a	0,00000a	0,00000a
Percentil 75%	0,0048	0,00000	0,00718	0,00190
	0,235 m² animal⁻¹			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mediana	0,0000a	0,0140a	0,0000a	0,0000a
Percentil 75%	0,0000	0,0280	0,0048	0,0019
	0,277 m² animal⁻¹			
Percentil 25%	0,0000	0,0000	0,0024	0,0000
Mediana	0,0095a	0,0000a	0,0048a	0,0000a
Percentil 75%	0,0095	0,0035	0,0072	0,0019

Letras iguais na mesma linha não diferem estatisticamente pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

A porcentagem de cordeiros que deram cabeçadas foi de 11,25% e não houve efeito dos tratamentos ($P \geq 0,050$). Avaliando-se o número de ocorrências, todas as medianas foram iguais à zero ($P \geq 0,050$). Nenhum cordeiro revidou as agressões, portanto, não ocorreram lutas.

Resultado semelhante ocorreu para puxar a lã de outro animal, observou-se 10% dos cordeiros fazendo-a, também sem interferência dos tratamentos ($P \geq 0,050$). Da mesma forma, as medianas do número de ocorrências foram iguais à zero. Não se observou cordeiros que puxaram a sua própria lã. Tarrant et al. (1988) citaram que a diminuição de espaço no transporte de bovinos inibiu os comportamentos agressivos; o que difere dessa pesquisa que, independente da jornada e área disponível, os atos agressivos foram escassos durante as viagens, talvez porque os cordeiros eram familiarizados entre si.

Petherick e Phillips (2009) propuseram usar a equação alométrica $\text{Área (m}^2\text{)} = 0,020 \times W^{0,66}$ para avaliação do transporte de ovinos e bovinos, em que W é o peso vivo em kg. Nesta equação, segundo os autores, se a constante 0,020 tiver menor valor o bem-estar diminuirá. Neste experimento, os valores da constante foram 0,0169; 0,0195; 0,0221 e 0,0260 para áreas de 0,180; 0,208; 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹, respectivamente. A equação alométrica proposta pelos autores mostrou-se eficiente para avaliar as áreas disponíveis por animal deste

experimento, já que eventos que diminuem o bem-estar foram mais presentes nas áreas 0,180; 0,208 m² animal⁻¹.

Para facilitar a visualização dos resultados ao leitor, elaborou-se um quadro-resumo deste capítulo que encontra-se no Anexo 2.

2.6 CONCLUSÕES

Os animais ficaram em pé com maior frequência e duração até 232 min.

Os cordeiros que estavam em áreas de $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ deitaram por mais tempo por minuto quando viajaram por 10,5 horas. Cordeiros dos grupos $0,180$ e $0,208 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, quando deitaram, tiveram dificuldades em se levantar.

O grupo $0,180 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ teve dificuldades em andar.

Apenas os cordeiros que foram transportados no grupo $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, apresentaram um aumento progressivo e concomitante do número de ocorrências ruminar e da porcentagem de animais ruminando.

Os animais andaram e saltaram sobre os outros, em baixas frequências, em todos os tratamentos.

As áreas disponíveis por animal e duração das jornadas também não interferiram nas perdas de estabilidade, agressões, comportamentos anormais e vocalizações. Para quaisquer tratamentos, a ocorrência destas variáveis foi baixa.

2.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BROOM, D.M.; GOODE, J.A.; HALL, J.G.; LLOYD, D.M.; PARROTT, R.F. Hormonal and physiological effects of a 15 hour road journey in sheep: comparison With the responses to loading, handling and Penning in the absence of transport. *British Veterinary*, p. 593-604, 1996.

BRULE, A.; CHUPIN, J.M.; CAPDEVILLE, J.; LUCBERT, J.; SANGNAC, C. Le transport routier des bovins - Effets des conditions de transport sur le bien-être des animaux et sur les pertes techniques. *Rencontres Recherche Ruminants*, v.8, 2001.

COCKRAM, M.S.; BAXTER, E.M.; SMITH, L.A.; BELL, S.; HOWARD, C.M.; PRESCOTT, R.J.; MITCHELL, M.A. Effect of driver behaviour, driving events and road type on the stability and resting behaviour of sheep in transit. *Animal Science*, v.79, p.165-176, 2004.

COCKRAM, M.S.; KENT, J.E.; GODDARD, P.J.; WARAN, N.K.; MCGILP, M.; JACKSON, R.E.; MUWANGA, G.M.; PRYTHERCH, S. Effect of space allowance during transport on the behavioural and physiological responses of lambs during and after transport. *Animal Science*, v.62, p.461-477, 1996.

COCKRAM, M.S.; KENT, J.E.; GODDARD, P.J.; WARAN, N.K.; MCGILP, I.M.; JACKSON, R.E.; MUWANGA, G.M.; PRYTHERCH, S. Effect of space allowance during transport on the behavioural and physiological responses of lambs during and after transport. *Animal Science*, v.62, n.3, p.461-477, 2010.

DAS, K.S.; SRIVASTAVA, B.B.; DAS, N. Standing orientation and behaviour of goats during short-haul road transportation. *Technical Note, Small Ruminant Research*, v.41, p.91-94, 2001.

DEISS, V.; TEMPLE, D.; LIGOUT, S.; RACINE, C.; BOUIX, J.; TERLOUW, C.; BOISSY, A. Can emotional reactivity predict stress responses at slaughter in sheep? *Applied Animal Behaviour Science*, v.119, p.193-202, 2009.

EARLEY, B.; DRENNAN, M.; O'RIORDAN, E.G. The effect of road transport in comparison to a novel environment on the physiological, metabolic and behavioural responses of bulls. *Research in Veterinary Science*, v.95, p.811-818, 2013.

FISHER, A.D.; NIEMEYER, D.O.; LEA, J.M.; LEE, C.; PAULL, D.R.; REED, M.T.; FERGUSON, D.M. The effects of 12, 30, or 48 hours of road transport on the physiological and behavioural responses of sheep. *Journal Animal Science*, v.88, p.2144-2152, 2010.

FORKMAN, B.; BOISSY, A.; MEUNIER-SALAÜN, M.C.; CALANI, E.; JONES, R.B. Critical review of fear tests used on cattle, pigs, sheep, poultry and horses. *Physiology & Behavior*, n.92, p.340-397, 2007.

JONES, T.A.; WAITT, C.; DAWINS, S.M. Sheep lose balance, slip and fall less when loosely packed in transit where they stand close to but not touching their neighbours. *Applied Animal Behaviour Science*, v.123, p.16-23, 2010.

KENNY, F.J.; TARRANT, P.V. The physiological and behavioural responses of crossbred Friesian steers to short-haul transport by road. *Livestock Production Science*, v.17, p.63-75, 1987.

KNOWLES, G.; WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Effects on cattle of transportation by road for upto 31 hours. *Veterinary Record*, V.145, P.575-582, 1999.

KNOWLES, T.G. A review of the road transport of slaughter sheep. *The Veterinary Record*, v.143, p.212-219, 1998.

KNOWLES, T.G.; WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Effects of stocking density on lambs being transported by road. *Veterinary Record*, v.142, p.503-509, 1998.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

OIE (World Organisation for Animal Health) (2013). – *Terrestrial Animal Health Code*. In *Terrestrial Animal Health Code*. Disponível em:<www.oie.int>. Acesso em 15 de dezembro de 2013.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; SPIRONELLI, A.L.G.; QUINTILIANO, M.H. *Boas práticas de manejo – Embarque*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasil, 2013. Disponível em:<www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de dezembro de 2013a.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; QUINTILIANO, M.H.; TSEIMAZIDES, S.P. *Boas práticas de manejo – Transporte*. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasil, 2013. Disponível em:<www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de dezembro de 2013b.

PETHERICK, J.C.; PHILLIPS, C.J.C. Space allowances for confined livestock and their determination from allometric principles. *Applied Animal Behaviour Science*, v.117, p.1-12, 2009.

RUSHEN, J. Use of aversion learning techniques to measure distress in sheep. *Applied Animal Behaviour Science*, v.28, p.3-14, 1990.

TARRANT, P.V. Transport of cattle by road. *Applied Animal Behaviour Science*, v.28, p.153-170, 1990.

TARRANT, P.V.; KENNY, F.J.; HARRINGTON, D. The Effect of Stocking Density During 4 Hour Transport to Slaughter on Behaviour, Blood Constituents and Carcass Bruising in Friesian Steers. *Meat Science*, v.24, p.209-222, 1988.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. [2007]. *Pesquisa Pecuária Municipal*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 16/03/2014.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT Database. Disponível em: www.fao.org.

CAPÍTULO 3 - PARÂMETROS FISIOLÓGICOS E HEMATOLÓGICOS EM CORDEIROS APÓS O TRANSPORTE RODOVIÁRIO E ANTES DO ABATE

3.1 RESUMO

Objetivou-se avaliar variações fisiológicas e hematológicas em cordeiros durante o transporte rodoviário em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações das jornadas. Foram utilizados oitenta cordeiros distribuídos num delineamento casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro grupos com diferentes áreas disponíveis durante cada traslado (0,180; 0,208; 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹) e quatro transportes distintos com durações crescentes (105, 232, 452 e 630 min). A frequência respiratória e temperatura retal mudaram pouco com os tratamentos impostos. A temperatura retal se encontrou dentro da faixa normal da espécie. As concentrações plasmáticas de albumina, proteínas totais, glicose, ureia e lactato apresentaram resultados erráticos para todos os tratamentos. Mesmo assim, a uma evidente mudança nas concentrações destes metabólitos depois que passaram pelo descanso pré-abate. As concentrações de adrenalina, cortisol e creatina quinase diminuíram após o descanso pré-abate em todos os tratamentos. As concentrações de β HB, NEFA e ureia aumentaram após o descanso pré-abate. As concentrações de adrenalina aumentaram com a duração das jornadas e foram amenizadas com o acréscimo de espaço. Somente a adrenalina deixou evidente que os cordeiros que estavam no grupo 0,277 m² animal⁻¹ tiveram melhor bem-estar durante o transporte. O cortisol e a creatina quinase apresentaram maiores concentrações em jornadas mais longas no pré-abate.

3.2 ABSTRACT

We aimed to evaluate physiological and hematological changes in lambs during road transportation in different occupied areas and driven transport times. We used eighty lambs distributed into a randomized design in a 4 x 4 factorial scheme, four groups with different areas occupied during every journey and four different trips times with increasing driven times. The different situations imposed by the treatments allowed a number of different reactions and strategies of the organism that resulted in a diverse behavior by various metabolites. In this context, there are concentrations of albumin, total protein, glucose, lactate and urea. Even so, there is a clear change in the post-transportation and pre-slaughter. Adrenaline, cortisol and creatine kinase showed less diffuse results to treatments that allowed a more consistent analysis. The concentrations of adrenaline increased with the duration of the

journeys and were softened with the enlargement of space. The cortisol and creatine kinase showed higher concentrations for longer transportation in the pre-slaughter. There is evidence, not as strong as the effect of the duration of the trip, that the enlargement in the space occupied by animals during transport can alleviate some adverse situations.

3.3. INTRODUÇÃO

Dentre os diversos eventos que podem afetar o bem-estar dos animais, o transporte é um potencial estressor (Tarrant, 1990), mas, se transportados em boas condições, podem tolerar viagens sem comprometer-lo (Fisher et al., 2010). Inúmeras pesquisas que avaliam parâmetros fisiológicos e hematológicos em diferentes durações de transportes foram publicadas; umas envolvendo longas distâncias (Tadich et al., 2009) e outras menores (Leme et al., 2012; Ekiz et al., 2012). A densidade de estocagem durante o transporte também é avaliada (Tarrant et al., 1988; Knowles et al., 1998) e poucos são os trabalhos que avaliaram diferentes jornadas e áreas disponíveis por animal simultaneamente, a exemplo de De la Fuente et al. (2012) que avaliaram cordeiros lactentes; possivelmente, esta característica é um dos pontos que contribui para resultados conflitantes.

Dentre as variáveis hematológicas, o cortisol e catecolaminas são constantemente relacionados ao metabolismo de adaptação ao estresse e regulação do metabolismo basal (Brockman e Laarveld, 1986; Nwe et al., 1996). Contudo, por exemplo, a diminuição da concentração de cortisol não necessariamente indica bem-estar (Smith e Dobson, 2002). Portanto, é necessária avaliação de maior número de variáveis fisiológicas para auxiliar na explicação das diversas situações. Ácidos graxos não esterificados (Earley et al., 2013), betahidroxibutirato (Tadich et al., 2009), glicose (Ali et al., 2006) e ureia são utilizados para avaliação da privação de alimentos; creatina quinase e lactato para estimar esforço físico e contusões (Broom e Fraser, 2010).

Objetivou-se com este trabalho avaliar os parâmetros fisiológicos e hematológicos em cordeiros após o transporte rodoviário e antes do abate em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações do traslado.

3.4 MATERIAL E MÉTODOS

3.4.1 Ética experimental

Todos os procedimentos realizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob registro CETEA 185/2011 (Anexo 1).

3.4.2 Características dos animais e manejo na fazenda de origem e UFMG

Foram utilizados oitenta cordeiros machos não-castrados, filhos de reprodutores Dorper e matrizes sem raça definida. As fêmeas do rebanho tinham o biótipo próximo de ovelhas da raça Santa Inês. Apesar de filhos de matrizes sem raça definida, os animais possuíam fenótipos semelhantes. Os cordeiros foram criados em confinamento recebendo dieta composta por concentrado comercial para bezerros em crescimento, planta de milho triturada *in natura*, suplemento mineral e água. O sal e a planta de milho foram fornecidos à vontade e o concentrado em torno de 0,4 kg/animal/dia. Os animais possuíam dentição decídua e originavam-se da mesma fazenda, localizada em Carandaí-MG.

Na UFMG, os cordeiros ficavam em piquete coletivo que continha ração, de acordo com as recomendações do NRC (2007), composta por fubá de milho, farelo de soja, bicarbonato de sódio, feno de Tifton 85, suplemento mineral e água, sendo que o volumoso foi fornecido como 50% do total da matéria seca da dieta (Tabela 1).

Tabela 1. Composição bromatológica (%) do feno de Tifton 85 e do concentrado em base de material seca fornecido aos cordeiros na Escola de Medicina Veterinária da UFMG

	Volumoso	Concentrado
Proteína bruta	7,98	11,37
Extrato etéreo	5,00	12,29
Fibra detergente Neutro	59,10	11,32
Fibra detergente Ácido	22,50	1,69
Matéria Mineral	5,96	4,38
Matéria Seca	90,00	90,00

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7 e 16h. Os cordeiros ficaram confinados na UFMG 30 dias até o transporte para o frigorífico.

3.4.3 Descrição dos tratamentos experimentais

Os oitenta cordeiros foram distribuídos num delineamento casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro diferentes áreas disponíveis por animal durante cada traslado e

quatro transportes distintos com durações crescentes, totalizando dezesseis tratamentos; o animal foi uma unidade experimental. Em uma viagem transportou-se vinte cordeiros, sendo que foram distribuídos em quatro compartimentos, equivalente a quatro áreas disponíveis por animal. O peso médio dos animais transportados foi de $36,64 \pm 2,13$ kg. O espaço no caminhão foi determinado de acordo com o peso vivo médio do grupo e possuíam áreas de 0,180; 0,208; 0,235 e $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ de $36,64 \pm 2,13$ kg. Em cada transporte foi realizada distribuição de cordeiros aleatória e homogênea. Com o peso vivo médio do grupo, e após o sorteio da área disponível por animal, calculou-se o espaço por lote de cinco animais. As quilometragens percorridas foram 54, 199, 376 e 509 km e a duração foi de 105, 232, 452 e 630 minutos, respectivamente. O quadro-resumo 1 dos tratamentos é apresentado abaixo.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos experimentais

Duração (min)	Duração (h e min)	Distância (km)	Área disponível no veículo ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$ de $36,64 \pm 2,13$ kg)			
			0,180	0,208	0,235	0,277
105	1h45min	54	n = 5	5	5	5
232	3h52min	199	5	5	5	5
452	7h32min	376	5	5	5	5
630	10h30min	509	5	5	5	5

Variáveis independentes destacadas de cinza.

3.4.4 Estrutura do caminhão e suas adaptações

O mesmo caminhão transportador foi utilizado para as quatro viagens. O veículo utilizado foi um Volkswagen 8140 com um eixo na carroceria e o ano de sua fabricação foi 1997. O veículo estava em bom estado de conservação e manutenção em ordem. A carroceria possuía duas caixas interligadas com $2,5 \times 2,14$ m cada, sendo que utilizou-se para o experimento a caixa próxima a cabine do motorista. As suas laterais possuíam tábuas justapostas do piso até altura de 0,5 m e, a partir desse ponto, tábuas espaçadas (Figura 1). Utilizou-se o mesmo piso da carroceria para os tratamentos. O piso da carroceria era emborrachado e sua limpeza foi realizada antes de cada transporte. A carroceria não possuía objetos que colocassem os animais sob quaisquer riscos.



Figura 1. Veículo utilizado para o transporte dos cordeiros

As divisões foram realizadas com grades de madeira, semelhantes a lateral da carroceria, colocadas paralelas à cabine do motorista do caminhão. À distância em que as tábuas foram colocadas na carroceira, caracterizou cada grupo com área disponível por animal distinta. As grades foram fixadas com parafusos e suportes de madeiras (Figura 2), sendo que não mudaram seu posicionamento inicial e não apresentaram quaisquer objetos que acarretariam em danos aos animais, como locais pontiagudos, por exemplo.



Figura 2. Grades de madeira colocadas paralelas à cabine do veículo que caracterizaram as áreas disponíveis por grupo de 5 animais

3.4.5 Manejo dos animais próximo e durante ao transporte

Vinte e seis horas antes do início do jejum de sólidos e água, pesou-se os animais que estavam em jejum somente de sólidos por doze horas. Esta primeira pesagem foi utilizada para determinação das áreas disponíveis por animal (Figura 3).

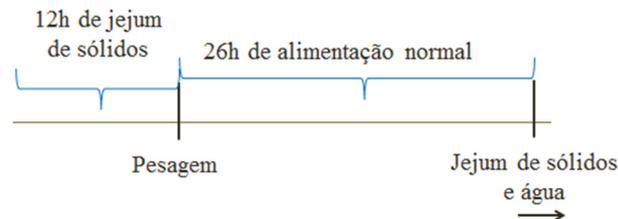


Figura 3. Esquema de pesagem e jejum de todos os transportes

Após este procedimento, o arraçoamento foi normalizado. No dia do transporte, a alimentação foi fornecida às 07h e retirada às 08h, portanto, a partir desse momento, os cordeiros ficaram em jejum de sólidos e água. Por isso, somente os animais que viajaram 630 min alimentaram-se até o momento do embarque. Para os demais transportes, ocorreu jejum de sólidos e água ainda na fazenda em tempos variados de acordo com a duração do traslado. Portanto, todos os cordeiros tiveram a mesma duração de jejum de sólidos e água.

No dia do transporte, mediu-se a frequência respiratória, coletou-se o sangue e aferiu-se a temperatura retal, nessa ordem. Cada animal foi contido por uma pessoa e outras duas fizeram as medidas descritas. As coletas de sangue foram realizadas por punção da veia jugular, utilizando-se o sistema Vacutainer® (BD Diagnostics, São Paulo, Brasil), sendo coletados três tubos sanguíneos, um contendo anticoagulante (EDTA), seguido do tubo contendo fluoreto de potássio e outro sem anticoagulante para medição da concentração das variáveis de acordo com as recomendações de cada *kit*. A frequência respiratória, em movimentos respiratórios por minuto, foi medida por meio da observação direta dos movimentos do flanco durante 30 segundos. O registro da temperatura retal foi realizado por meio de um termômetro clínico introduzido diretamente no reto dos cordeiros. Estes três procedimentos foram realizados às 6h.

O transporte mais rápido (105 min) deu-se do deslocamento direto da Escola de Veterinária da UFMG até o frigorífico localizado no município de Matozinhos-MG. Os demais transportes foram prolongados para que o tempo planejado fosse alcançado. Todos os deslocamentos se deram em rodovias em bom estado de manutenção. O percurso no município de Matozinhos até o frigorífico, 6 km, foi realizado em estrada de terra em estado

de conservação mediano. A velocidade do veículo não ultrapassou 70 km h^{-1} , valor averiguado em seu tacógrafo. As viagens foram realizadas pelo mesmo motorista.

O embarque dos cordeiros procedeu-se seguindo normas técnicas que zelam pelo bem-estar dos animais (Paranhos da Costa et al., 2013^a), por meio de pega pelas regiões do abdômen e externo. Como as estruturas de madeira foram fixadas um dia antes do transporte, os animais foram colocados na carroceira pela parte de cima de cada um dos quatro espaços. Os animais foram desembarcados às 17, 17, 17h e 10 min e 18h e 30 min para as viagens de 105, 232, 452 e 630 min, respectivamente. Segue Quadro 2 do horário de embarque, desembarque e data de cada transporte.

Quadro 2. Descrição do embarque, desembarque e horário de cada transporte

Duração (min)	Embarque (horário)*	Desembarque (horário)*	Data do transporte
105	15h15min	17h	27/06
232	13h08min	17h	11/07
452	9h28min	17h10min	24/10
630	8h	18h30min	07/11

*Nenhum dos transportes seguiu o horário de verão.

Todos os transportes foram realizados no ano de 2012. Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados os dados de temperatura do ar e umidade relativa de cada transporte, ambos medidos por *dataloggers*. Cada *datalogger*, em número de três por viagem, foi colocado, aleatoriamente, no pescoço de um animal.

Tabela 2. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de temperatura do ar (°C) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário

	Viagem (min)			
	105	232	452	630
Mediana	29,30	28,70	31,90	27,90
Mínimo	25,70	24,70	25,50	22,40
Máximo	34,30	32,70	35,50	38,10
Percentil 25%	27,78	27,70	30,35	26,10
Percentil 75%	31,50	29,60	35,50	29,50

Tabela 3. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário

	Viagem (min)			
	105	232	452	630
Mediana	48,15	41,60	54,40	70,45
Mínimo	37,60	33,50	38,60	50,90
Máximo	76,60	57,30	93,80	95,00
Percentil 25%	45,28	39,60	49,05	64,80
Percentil 75%	52,03	43,50	58,05	79,60

Os aparelhos foram programados para medições a cada 5 minutos. Após, fez-se médias dos três *dataloggers* que continham a temperatura e umidade relativa do ar para representação das características bioclimáticas do transporte.

3.4.6 Manejo dos animais depois dos transportes

Na chegada ao frigorífico, a frequência respiratória foi medida, o sangue dos cordeiros foi imediatamente coletado e a temperatura retal foi aferida, nessa ordem. O frigorífico, que possui Serviço de Inspeção Estadual do Estado de Minas Gerais, localiza-se em Matozinhos à 54 km da Escola de Medicina Veterinária. Os cordeiros ficaram em local coberto, com piso cimentado e com acesso a água. No dia do abate, em torno de 15 horas após a chegada, foi coletado sangue e medidas as frequências respiratórias e temperatura retal às 6h.

3.4.7 Determinação dos parâmetros hematológicos

As variáveis cortisol, proteínas totais, albumina, creatina quinase, ureia, glicose, β -hidroxibutirato, lactato e ácidos graxos não esterificados (NEFA) foram determinadas antes do transporte, imediatamente após o transporte (pós-transporte) e antes do abate (pré-abate). As variáveis adrenalina e noradrenalina foram medidas antes e após o transporte (pós-transporte).

Para todas as análises, utilizou-se o método colorimétrico de acordo com as especificações dos manuais dos *kits*. Foi utilizado analisador automático Cobas Mira® Plus para medição no sangue das proteínas totais, albumina, creatina quinase, ureia, glicose, β -hidroxibutirato, lactato e ácidos graxos não esterificados (NEFA), cada qual com seu respectivo *kit* comercial. Para medições das proteínas totais, albumina, creatina quinase, ureia, glicose foram utilizados *kits* da marca Synermed®. Para medições do lactato e NEFA, utilizaram-se *kits* Lactato K084 da Bioclin® e FA 115 da Randox®, respectivamente. O *kit* RB 1007 da empresa Randox® foi utilizado para medir β -hidroxibutirato.

Adrenalina, noradrenalina e cortisol foram determinados no leitor de ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*), cada um com seu respectivo *kit* comercial. Adrenalina e noradrenalina foram determinadas com *kit* da Imuno-Biological Laboratories (IBL-America®) e o cortisol com *kit The EIAsy Way –Cortisol* distribuído por USA Diagnóstica®.

3.4.8 Análises estatísticas

Testou-se a significância das covariáveis para, quando significativas ($P < 0,050$), fossem realizadas as correções nas variáveis dependentes. Para isso, utilizaram-se as medidas realizadas antes do transporte como covariáveis das medidas realizadas depois do transporte e antes do abate. Como exemplo, os valores de adrenalina antes do transporte foram utilizados como covariável deste mesmo metabólito depois do transporte.

Para cada variável dependente, testou-se a normalidade, a homogeneidade e aditividade de modo que não foram significativas ($P \geq 0,050$).

Após a análise de variância e, quando o teste “F” foi significativo, os dados foram submetidos à análise de regressão à 5% de probabilidade pelo Teste T. Os efeitos da área disponível por animal e da duração do transporte sobre as demais características estudadas foram avaliados como as duas variáveis independentes.

Quando a interação das variáveis independentes não foi significativa ($P \geq 0,050$), estudou-se essas variáveis isoladamente. Uma vez detectada a interação, utilizou-se o melhor modelo de regressão múltipla entre os testados. Quando os modelos da regressão múltipla não foram significativos ($P \geq 0,050$) ou algum de seus parâmetros também não foram ($P \geq 0,050$), optou-se por discutir regressões simples, se significativas, e utilizando-se as de maiores coeficientes de determinação. Testaram-se diferentes modelos para escolha daquele adequasse melhor para variáveis estudadas.

Quando a mesma variável dependente foi determinada nos momentos pós-transporte e pré-abate, realizou-se o teste “F” para confrontar os seus valores. A significância deste teste foi de 5% de probabilidade.

3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura retal e a frequência respiratória são consideradas importantes variáveis fisiológicas para estimar a tolerância de animais ao calor (Bianca e Kunz, 1978); ponto que deve ser averiguado já que os animais neste ensaio se encontram em áreas menores que as habituais e, além disso, a geração de calor pode ser intensa principalmente por estarem nos trópicos. Neste experimento, houve interação da área disponível e duração do transporte nos

momentos pós-transporte e pré-abate para frequência respiratória (Tabela 4). No pós-transporte, momento imediatamente após o desembarque, quando os cordeiros estavam no grupo 0,235 m² animal⁻¹, a frequência respiratória teve efeito quadrático negativo (Figura 4). O resultado sugere que após nesse ponto de máxima (350 min) os animais podem ter-se adaptado ao percurso e baixaram a frequência respiratória. O que corroboraria com os resultados do comportamento (Capítulo 2 – Tabelas 7, 10 e 13) que evidenciaram mudanças na postura com o passar do tempo de transporte. Contudo, a hipótese desta possível adaptação não foi confirmada nos grupos 0,180; 0,208 e 0,277 m² animal⁻¹, já que apresentaram frequência respiratória estável após quaisquer jornadas.

Tabela 4. Frequência respiratória (FR) de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	FR pós-transporte (movimento min ⁻¹)	FR pré-abate (movimento min ⁻¹)
105	0,180	53,00	42,50
	0,208	48,80	28,50
	0,235	36,00	43,60
	0,277	55,00	31,80
232	0,180	56,00	34,90
	0,208	39,00	32,10
	0,235	40,00	28,80
	0,277	37,00	40,40
452	0,180	43,00	34,80
	0,208	59,00	36,20
	0,235	49,60	34,60
	0,277	50,80	33,80
630	0,180	51,00	29,60
	0,208	36,00	50,90
	0,235	34,00	30,20
	0,277	45,00	32,20
Média ¹		45,80a	35,30b
Erro padrão		2,070	1,180
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,0019	<0,0001
Tempo		-	-
Área		-	-

1 = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,0001).

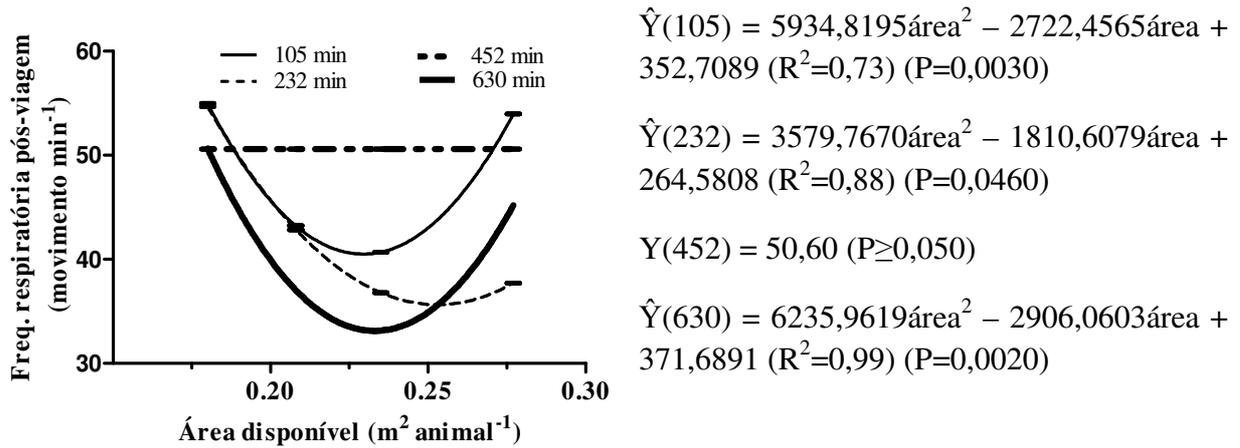
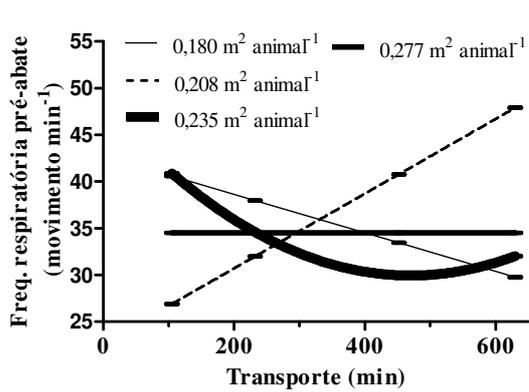


Figura 5. Frequência respiratória no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

Após o descanso, a média geral da frequência respiratória baixou (Tabela 4); contudo, o padrão entre os gráficos foi inconsistente quando se comparou cordeiros em diferentes áreas disponíveis em função da duração do transporte, isto no pré-abate (momento antes da insensibilização) (Figura 6), provavelmente pela maior distância da medição desta variável do transporte e, conseqüente, maior ação do ambiente (temperatura e umidade do ar na baia do frigorífico) em que os cordeiros descansaram. Quando se avaliou o efeito da área disponível nas diferentes jornadas no pré-abate (Figura 7), nota-se que na jornada 232 min, a resposta da frequência respiratória continuou semelhante à chegada dos animais e nas demais jornadas não houve efeito da área disponível por animal.



$$\hat{Y}(0,180) = -0,0206\text{tempo} + 42,7770$$

$$(R^2=0,83) (P=0,0010)$$

$$\hat{Y}(0,208) = 0,0400\text{tempo} + 22,7155$$

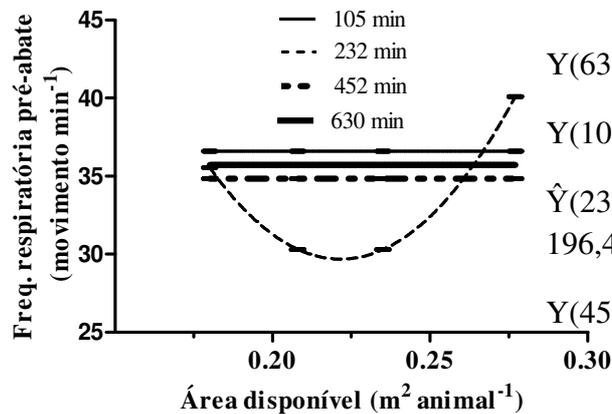
$$(R^2=0,89) (P<0,0001)$$

$$\hat{Y}(0,235) = 8,2E-5\text{tempo}^2 - 0,0771\text{tempo} + 48,0756$$

$$(R^2=0,51) (P=0,0500)$$

$$Y(0,277) = 34,55 (P\geq 0,050)$$

Figura 6. Frequência respiratória pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão



$$Y(630) = 35,73 (P\geq 0,050)$$

$$Y(105) = 36,60 (P\geq 0,050)$$

$$\hat{Y}(232) = 3395,5868\text{área}^2 - 1505,0650\text{área} + 196,4609$$

$$(R^2=0,92) (P=0,0030)$$

$$Y(452) = 34,85 (P\geq 0,050)$$

Figura 7. Frequência respiratória pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

Não houve interação da área disponível e duração do transporte para temperatura retal nos momentos pós-transporte e pré-abate. Portanto, as variáveis independentes serão apresentadas e discutidas isoladamente (Tabela 5). A duração do transporte não mudou a temperatura retal no período pós-transporte ($P\geq 0,050$), isso pode demonstrar que os mecanismos termorreguladores estariam compensando quaisquer efeitos adversos na homeotermia dos animais, tendo-se em conta que respostas rápidas são capazes de auxiliar a termorregulação em curto prazo. Já o aumento da área disponível por animal, neste mesmo período, resultou em elevação linear desta variável (Figura 8). Por terem mais espaço, os animais que estavam nos tratamentos mais folgados deitaram com maior frequência, o que pode ter aumentado sua temperatura corporal (Capítulo 2 – Tabelas 7), já que a circulação de ar neste microambiente foi menor devido à estrutura do caminhão, como já dito.

Tabela 5. Temperatura retal de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	Temperatura retal pós-transporte (°C)	Temperatura retal pré-abate (°C)
105	0,180	39,23	38,91
	0,208	39,36	38,60
	0,235	39,41	38,95
	0,277	39,68	38,77
232	0,180	39,22	38,80
	0,208	38,92	38,68
	0,235	39,03	38,59
	0,277	39,29	38,81
452	0,180	39,08	38,42
	0,208	38,68	38,75
	0,235	39,46	38,35
	0,277	39,53	38,81
630	0,180	39,34	38,74
	0,208	39,22	39,04
	0,235	39,39	38,82
	0,277	39,48	38,93
Média ¹		39,27a	38,75a
Erro padrão		0,098	0,117
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,6497	0,8400
Tempo		0,1059	0,3153
Área		0,0157	0,8149

1 = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,0001).

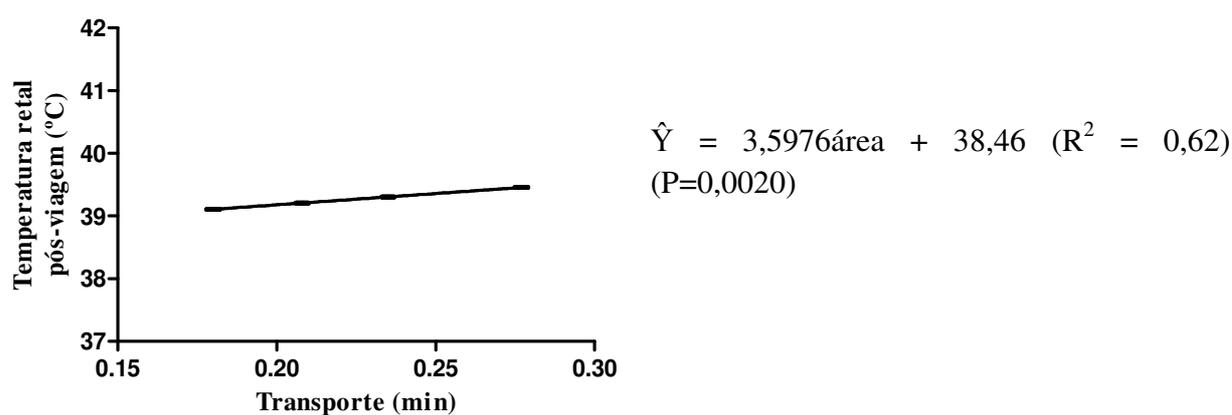


Figura 8. Temperatura retal no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal durante o traslado e sua equação de regressão

Contudo, analisando-se os resultados da equação linear simples da Figura 8, utilizando-se 0,180 e 0,277 m² animal⁻¹, ambos os valores estão na normalidade da temperatura corporal da espécie que, segundo Cunningham (2004), é de 38,5 a 39,9°C. Este aumento de temperatura corporal também não foi encontrado no momento que antecedeu o abate ($P \geq 0,050$). Mesmo havendo aumento da frequência respiratória, a temperatura corporal ficou estável, portanto, houve manutenção da homeostase. Para fortalecimento desta hipótese, quando se confrontou as médias de temperatura retal nos momentos pós-transporte e pré-abate (Tabela 5), nota-se semelhança nos resultados.

Knowles et al. (1998) encontraram diminuição na temperatura corporal em ovinos transportados no verão e relataram que a alta densidade de estocagem amenizou essa perda. Como já apresentado, não foi encontrado essa diminuição, possivelmente pela diferença nas condições bioclimáticas deste experimento (Tabelas 2 e 3). Assim, ensaios realizados durante as estações de inverno e verão, em especial no Brasil Central, merecem atenção dos pesquisadores.

O aumento de proteínas totais e albumina indicam desidratação durante o transporte (Knowles et al., 1995, Knowles, 1998, Al-Haidary et al., 2012), e em condições inflamatórias, as concentrações de albumina podem ter sua síntese prejudicada (De la Fuente et al., 2012) e, conseqüentemente, os valores de proteínas totais. Nos momentos pós-transporte e pré-abate houve interações da duração do transporte e área disponível por animal para proteínas totais e albumina (Tabelas 6 e 7).

Tabela 6. Concentrações plasmáticas de proteínas totais (g dL⁻¹) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	Proteínas totais pós-transporte	Proteínas totais pré-abate
105	0,180	7,15	7,04
	0,208	6,38	7,47
	0,235	6,79	7,03
	0,277	6,69	8,19
232	0,180	5,98	6,64
	0,208	5,90	6,38
	0,235	6,87	6,49
	0,277	6,79	5,78
452	0,180	7,34	6,09
	0,208	7,28	6,96
	0,235	7,02	7,24
	0,277	7,12	6,80
630	0,180	7,12	6,66
	0,208	7,55	6,54
	0,235	7,04	6,38
	0,277	7,09	6,66
Média ¹		6,88a	6,77a
Erro padrão		0,100	0,110
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,0022	0,0002
Tempo		-	-
Área		-	-

1 = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F (P=0,1994).

Para o grupo 0,208 m² animal⁻¹, no pós-transporte, as concentrações de ambos aumentaram em viagens mais longas (Figuras 9 e 10). Para os animais que estavam no grupo 0,180 m² animal⁻¹, não houve aumento das proteínas totais e albumina em função da duração do transporte. Estes cordeiros deste último grupo tiveram resultado semelhante aos dois mais folgados (0,235 e 0,277 m² animal⁻¹) para proteínas totais. Quanto à albumina, na área de 0,235 m² animal⁻¹, os valores diminuíram e após 383 min voltaram a subir. Portanto, para os diferentes grupos, o tempo percorrido agiu sem um padrão consistente no momento pós-transporte para a albumina.

Tabela 7. Concentrações plasmáticas de albumina (g dL^{-1}) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e durações do transporte

Duração do transporte (min)	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)	Albumina pós-transporte	Albumina pré-abate
105	0,180	2,90	2,90
	0,208	2,51	2,50
	0,235	2,68	2,76
	0,277	2,65	2,52
232	0,180	2,50	2,51
	0,208	2,36	2,36
	0,235	2,54	2,63
	0,277	2,80	2,84
452	0,180	2,76	2,68
	0,208	2,63	2,54
	0,235	2,46	2,46
	0,277	2,76	2,66
630	0,180	2,52	2,65
	0,208	2,84	2,80
	0,235	2,66	2,76
	0,277	2,62	2,62
Média ¹		2,64a	2,53a
Erro padrão		0,038	0,040
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,0001	0,0225
Tempo		-	-
Área		-	-

1 = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F ($P=0,1650$).

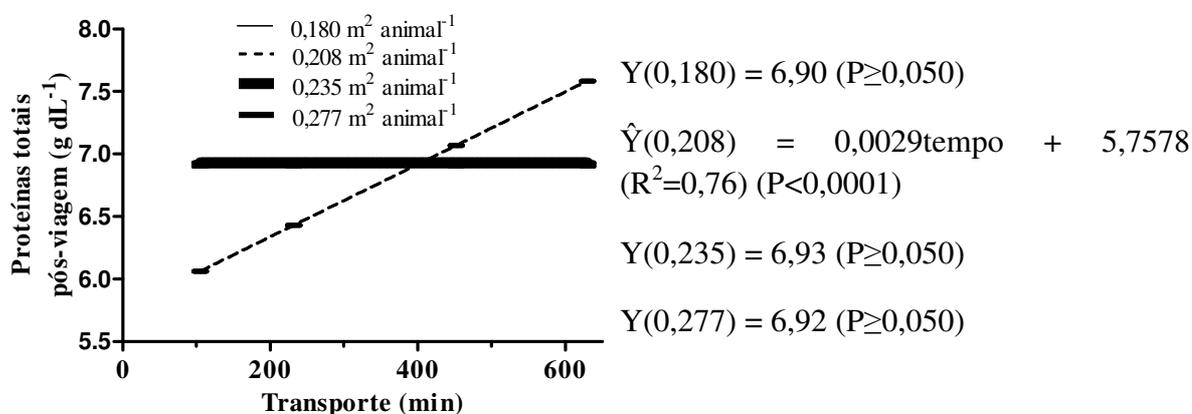


Figura 9. Concentrações plasmáticas de proteínas totais no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

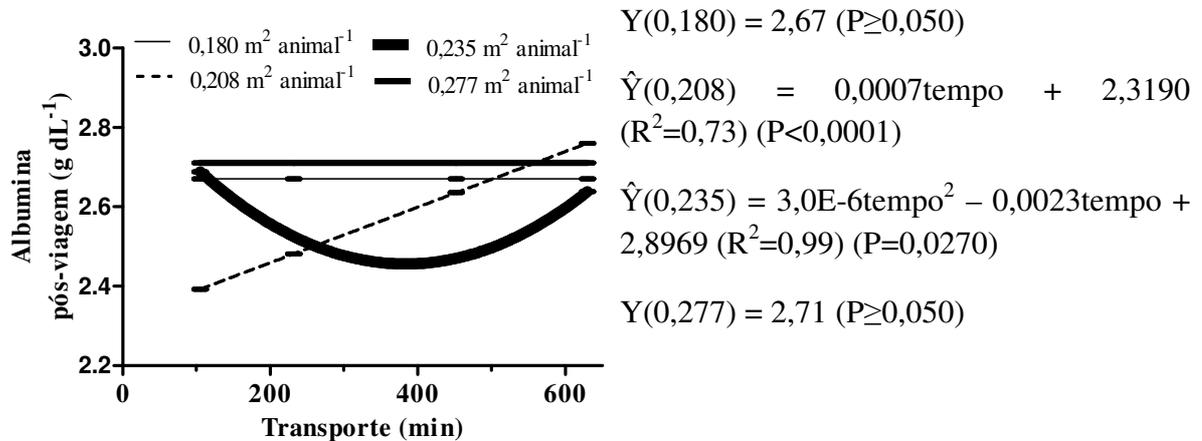


Figura 10. Concentrações plasmáticas de albumina no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

As concentrações plasmáticas de proteínas totais e albumina no pós-transporte em função das áreas disponíveis estão apresentadas nas Figuras 11 e 12. Para os valores de proteínas totais não foi encontrado, com exceção da jornada de 232 min, efeito das áreas disponíveis. Nesse transporte de 232 min, o aumento foi linear com adição de espaço. As menores concentrações de albumina foram encontradas nas áreas disponíveis 0,24; 0,21 e 0,23 $\text{m}^2 \text{animal}^{-1}$ para as jornadas de 105, 232 e 452 min, respectivamente. Na jornada de 630 min não houve efeito da área.

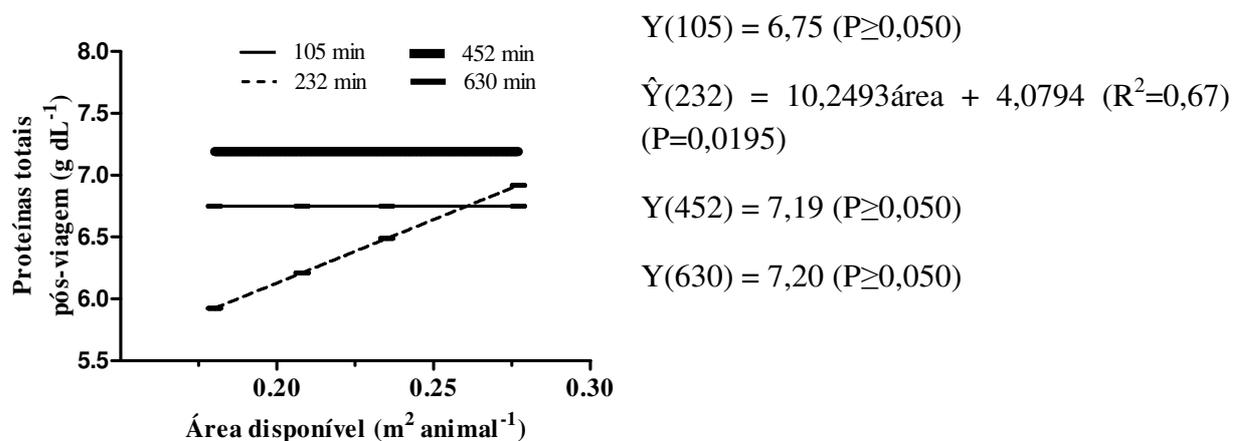


Figura 11. Concentrações plasmáticas de proteínas totais no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

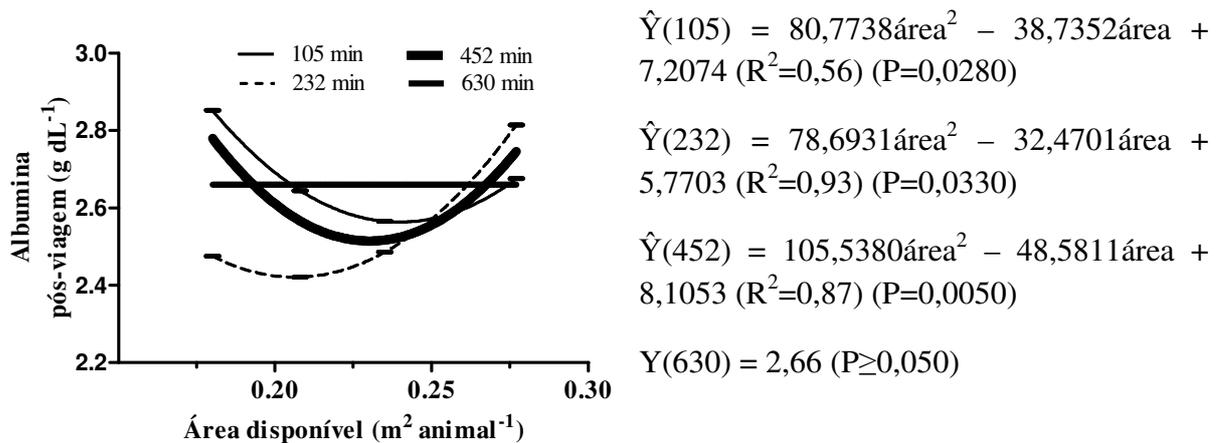


Figura 12. Concentrações plasmáticas de albumina no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

No momento pré-abate, os resultados para as concentrações de proteínas totais também foram ambíguos quando se avaliou os efeitos da duração do transporte e das áreas disponíveis (Figuras 13 e 14), que enfatiza que, as respostas foram diferentes para áreas distintas. Os grupos $0,180$ e $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ tiveram resultados similares, sendo que ambos apresentaram equações quadráticas positivas. Os valores altos nas viagens mais curtas podem ser maior efeito do curto espaço entre embarque e desembarque, dificultando uma possível adaptação; De la Fuente et al. (2012) citaram essa justificativa para explicar maiores valores de albumina em viagens mais curtas para cordeiros lactentes. Os grupos $0,208$ e $0,235 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ não apresentaram variações com o aumento das jornadas. Quando se avaliou o efeito área disponível por animal nas diferentes jornadas, a variação entre os resultados foi ainda maior (Figura 14), provavelmente pela maior pressão do ambiente e menor dos tratamentos nessa variável no momento que antecedeu o abate.

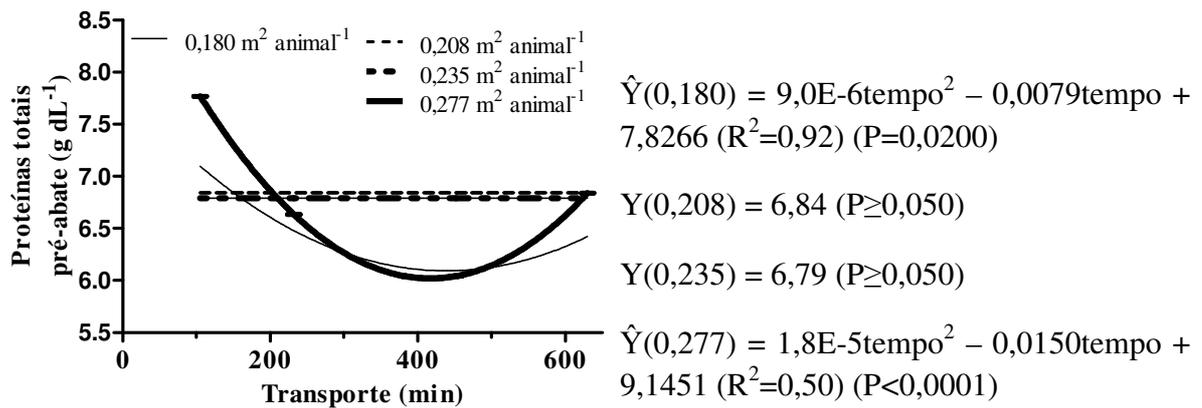


Figura 13. Concentrações plasmáticas de proteínas totais pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

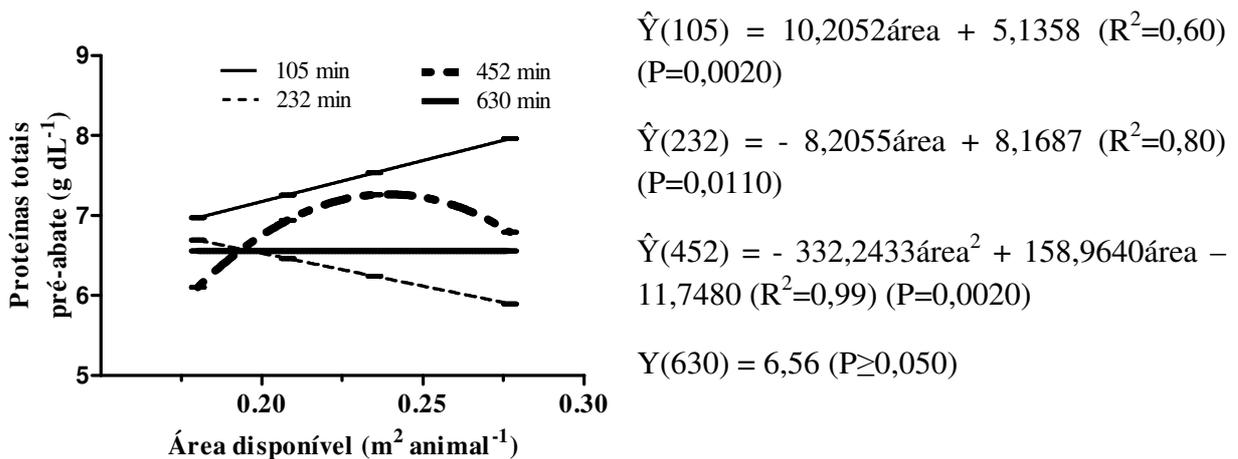


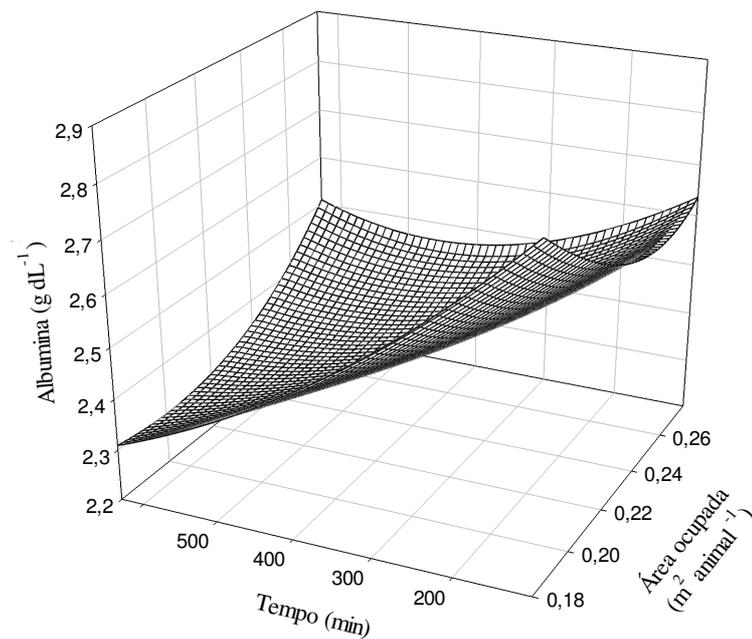
Figura 14. Concentrações plasmáticas de proteínas totais pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

Não houve diferença entre as médias de proteínas totais e albumina nos momentos pós-transporte e pré-abate (Tabelas 6 e 7). Os resultados corroboram com os de Fisher et al. (2010), avaliando 12, 30 e 48 horas de transporte, os autores relataram que os valores de proteínas totais e albumina não mudaram.

As concentrações de albumina no pré-abate diminuíram com o aumento da jornada e este decréscimo foi menor quando os cordeiros foram transportados mais folgados (Figura 15). O resultado sugere que cordeiros transportados durante maiores tempos em menor espaço

podem ter consumido mais água durante o descanso e, condicionalmente, diminuída suas concentrações plasmáticas.

Apesar das alterações de albuminas e proteínas totais, os valores encontram-se dentro dos valores normais citados por Kaneko et al. (1997). Portanto, não se pode afirmar que houve desidratação para quaisquer tratamentos.



$$\hat{Y} = 10,59E-6(\text{área} \times \text{tempo}^2) - 2,1505\text{área} - 0,0024\text{tempo} + 3,4520 \quad (R^2 = 0,58)$$

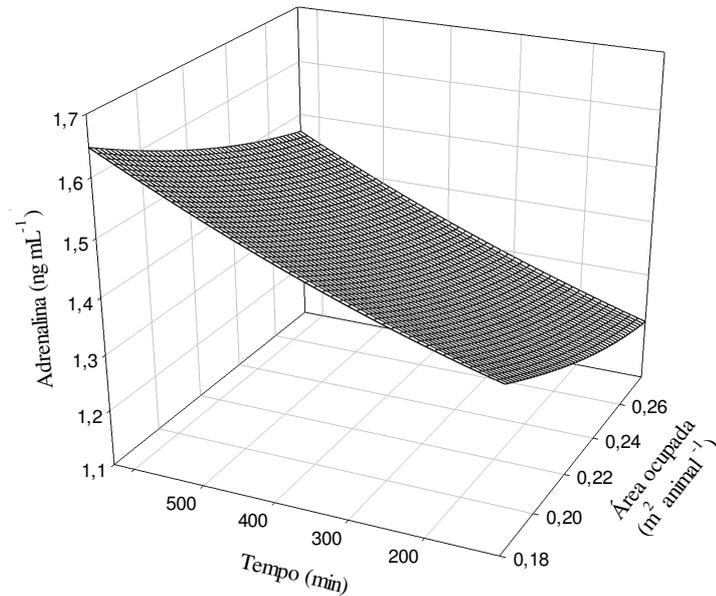
Figura 15. Concentrações plasmáticas de albumina no pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão

A secreção de catecolaminas resulta em mudanças significativas no metabolismo de energia, incluindo a lipólise, glicogenólise no músculo e gliconeogênese (revisado por Ferguson e Warner, 2008). Houve interação da área disponível e duração do transporte para as concentrações sanguíneas de adrenalina (Tabela 8).

Tabela 8. Concentrações plasmáticas de adrenalina e noradrenalina (ng mL^{-1}) de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e durações do transporte

Duração do transporte (min)	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)	Adrenalina	Noradrenalina
105	0,180	1,36	2,85
	0,208	1,46	2,41
	0,235	1,38	2,97
	0,277	1,20	2,74
232	0,180	1,49	3,81
	0,208	1,17	3,16
	0,235	1,40	3,10
	0,277	1,26	3,45
452	0,180	1,60	2,55
	0,208	1,42	3,07
	0,235	1,31	2,55
	0,277	1,19	2,90
630	0,180	1,32	3,10
	0,208	1,97	2,96
	0,235	1,62	2,75
	0,277	1,50	3,57
Erro padrão		0,050	0,095
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,0015	0,0265
Tempo		-	-
Área		-	-

O aumento da duração do transporte elevou as concentrações sanguíneas de adrenalina, contudo, os cordeiros que estavam mais folgados apresentaram menores valores deste hormônio (Figura 16). O tempo despendido para viagens mais longas, resultantes das maiores distâncias, não foi suficiente para estabilização das concentrações deste metabólito. Parrott et al. (1994), simulando transporte de ovinos, dentre outros tipos de estresse, relataram aumento significativo deste hormônio e explicaram que o aumento é similar à liberação de adrenalina em humanos quando em atividade extenuante. Além disso, Hales et al. (1982), trabalhando com ovinos, encontraram que as vias que envolvem adrenérgicos desempenham papel na Termorregulação, portanto, para este experimento pode ter sido importante para a manutenção da homeostase.



$$\hat{Y} = 1,5143 + 6,67E-7\text{tempo}^2 - 4,0549\text{área}^2 \quad (R^2 = 0,39) \quad (P=0,0421)$$

Figura 16. Concentrações plasmáticas de adrenalina de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão

Neste experimento, mesmo havendo poucas situações de perdas de estabilidade, agressões e comportamentos anormais (Capítulo 2), houve crescente aumento deste hormônio. A menor possibilidade de deitar (Capítulo 2 – Tabelas 7) do grupo $0,180 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ pode ter aumentado à demanda energética e aumentado à síntese de adrenalina, já que, com poucas exceções, permaneceram em pé.

Não houve efeito da duração das jornadas sobre os valores de noradrenalina para todos os grupos (Figura 17). Parrott et al. (1994) e Nwe et al. (1996) também não encontraram variação deste hormônio. Quando os transportes foram de 105 e 452 min, as áreas disponíveis por animal não influenciaram os resultados; para jornadas de 232 e 630 min, as concentrações de noradrenalina foram mais baixas nas densidades $0,235$ e $0,22 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$, nessa ordem (Figura 18).

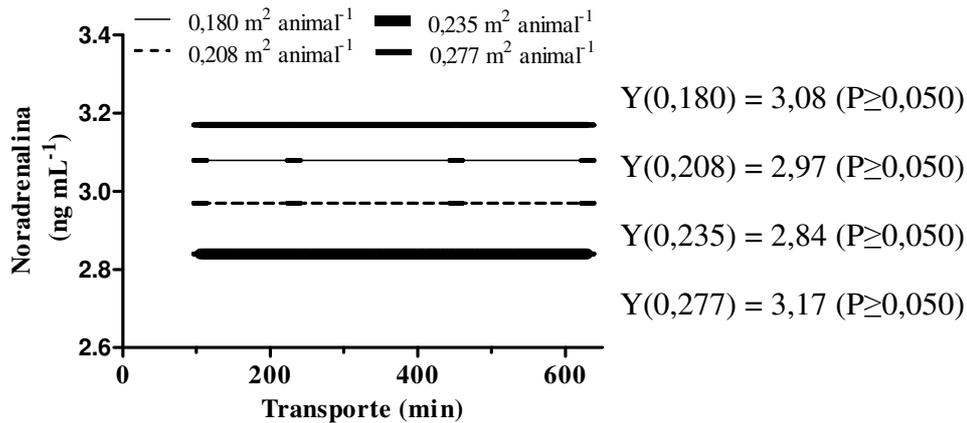


Figura 17. Concentrações plasmáticas de noradrenalina de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

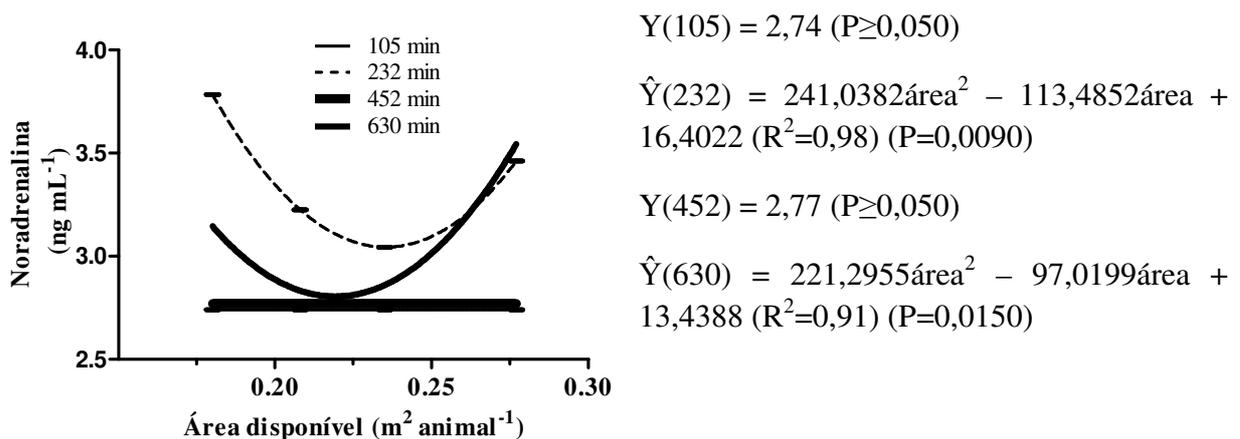


Figura 18. Concentrações plasmáticas de noradrenalina de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

Não houve interação da duração do transporte e área disponível para glicose no momento pós-transporte (Tabela 9). Somente a duração do transporte influenciou as suas concentrações (Figura 19), portanto, a concentração de glicose dos cordeiros não sofreu mudanças para variações das distintas áreas disponíveis ($P \geq 0,050$) no desembarque. Altas concentrações de glicose são constantemente relatadas após transporte de animais (Tarrant et al., 1988; Ekiz et al., 2012) e aliam o fato ao aumento do estresse (Ekiz et al., 2012). Contudo, a duração do transporte deve ser avaliada, pois os valores podem decrescer se a exigência energética perdurar, provavelmente o que aconteceu neste experimento, mesmo com o

aumento da adrenalina (Figura 16), já que este hormônio estimula a gliconeogênese e glicogenólise (Ferguson e Warner, 2008). Contudo, mesmo diminuindo suas concentrações com o aumento da jornada, os valores de glicose estavam mais altos, para todos os tratamentos, do que os valores referenciados por Kaneko et al. (1997) como normais (50 a 80 mg dL⁻¹).

Tabela 9. Concentrações plasmáticas de glicose (mg dL⁻¹) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	Glicose pós-transporte	Glicose pré-abate
105	0,180	85,70	58,10
	0,208	105,00	63,60
	0,235	89,50	59,20
	0,277	106,00	57,50
232	0,180	84,00	64,30
	0,208	123,00	59,10
	0,235	147,00	61,50
	0,277	112,00	58,80
452	0,180	89,30	67,50
	0,208	76,90	59,60
	0,235	76,20	60,20
	0,277	87,80	70,40
630	0,180	88,30	70,60
	0,208	85,90	69,90
	0,235	78,40	66,60
	0,277	80,40	64,20
Média ¹		94,90a	63,19b
Erro padrão		6,980	0,797
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,2500	<0,0001
Tempo		0,0030	-
Área		0,6150	-

¹ = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,0001).

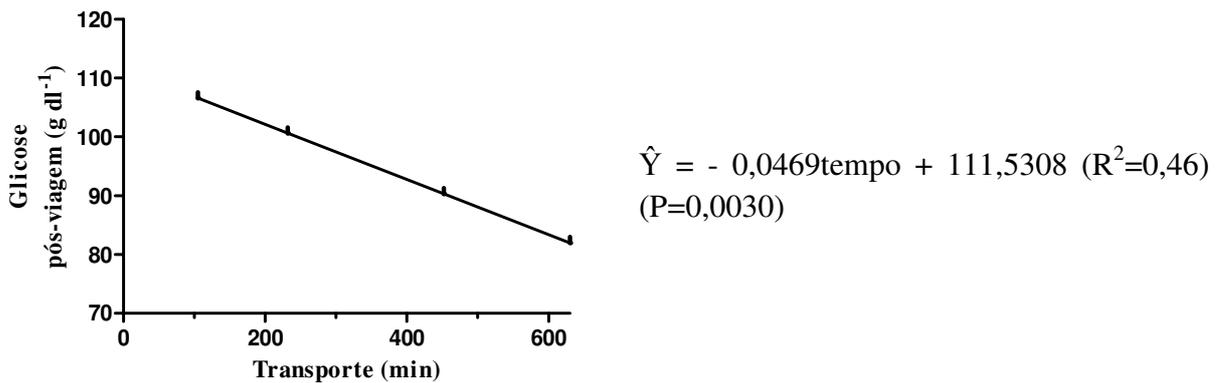


Figura 19. Concentrações plasmáticas de glicose pós-transporte em função da duração do transporte e sua equação de regressão

A média geral das concentrações de glicose diminuiu no momento pós-transporte para o pré-abate (Tabela 9) Apesar do jejum de sólidos no pré-abate as concentrações estavam normais no momento que antecedeu o abate, provavelmente por estarem em um ambiente que proporcionou menos estresse do que o transporte.

Mesmo diminuindo a concentração média de glicose no momento pré-abate, nos grupos $0,180$ e $0,235 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ os valores estavam mais altos para os cordeiros que foram transportados por mais tempo; essa tendência foi acompanhada pelo grupo $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ até 400 min. O resultado do grupo $0,208 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ apresentou comportamento oposto ao $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ (Figura 20).

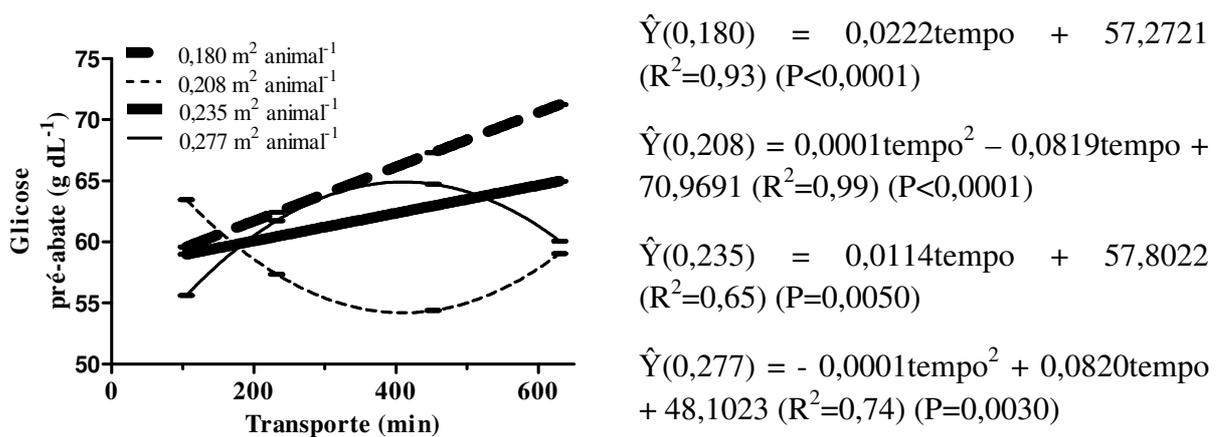


Figura 20. Concentrações plasmáticas de glicose pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

Cordeiros que foram transportados por 105 e 232 min não tiveram efeito das áreas disponíveis por animal no momento pré-abate, o que não ocorreu para 452 e 630 min (Figura 21). Para a jornada de 452 min, o ponto de mínimo valor de glicose encontra-se na área de $0,22 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ e a concentração de glicose declinou linearmente com o acréscimo de espaço para o transporte que durou 630 min.

Os achados de glicose para todos os tratamentos mostram que as vias metabólicas escolhidas para manutenção deste metabólito central podem ser diversas e que este fato pode impossibilitar que um padrão estático ocorra para todas as situações. O mesmo raciocínio pode ser utilizado para albumina e proteínas totais, já que foram vários os resultados erráticos.

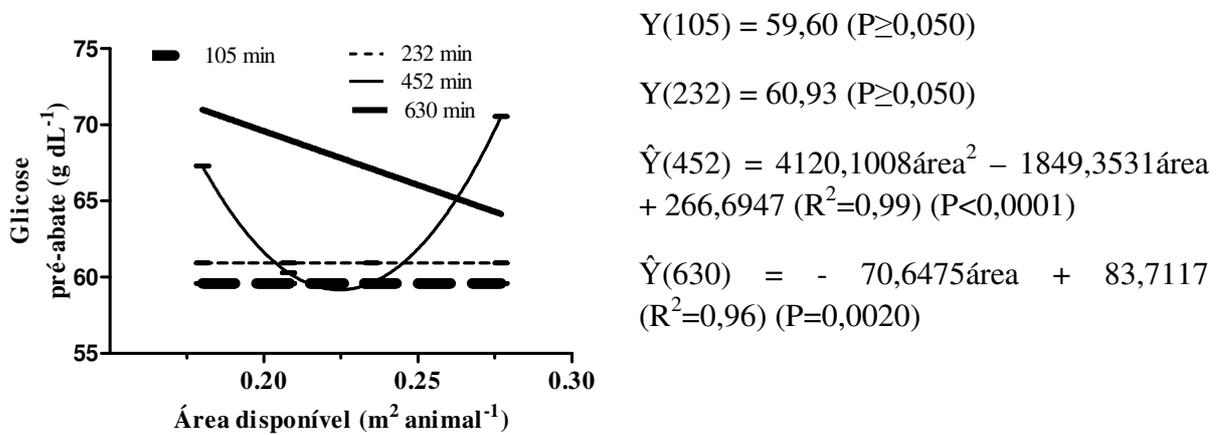


Figura 21. Concentrações plasmáticas de glicose pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

Houve interação da área disponível por animal e duração da jornada para as concentrações sanguíneas de NEFA e β HB (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10. Concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados (NEFA), em mmol L⁻¹, em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	NEFA pós-transporte	NEFA pré-abate
105	0,180	0,1337	0,3707
	0,208	0,1238	0,3060
	0,235	0,0315	0,3959
	0,277	0,0000	0,2546
232	0,180	0,3149	0,4477
	0,208	0,0863	0,2949
	0,235	0,0229	0,3565
	0,277	0,1409	0,6297
452	0,180	0,0213	0,2359
	0,208	0,0383	0,3147
	0,235	0,0697	0,4204
	0,277	0,0000	0,3204
630	0,180	0,0471	0,2113
	0,208	0,0568	0,3977
	0,235	0,0529	0,2718
	0,277	0,0029	0,1989
Média ¹		0,0714a	0,3392b
Erro padrão		0,006	0,015
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		<0,0001	<0,0001

1 = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F (P=0,0008).

As concentrações de NEFA no momento pós-transporte diminuíram quando as jornadas tiveram maior duração; simultaneamente, cordeiros que foram transportados mais folgados tiveram menores concentrações de NEFA (Figura 22).

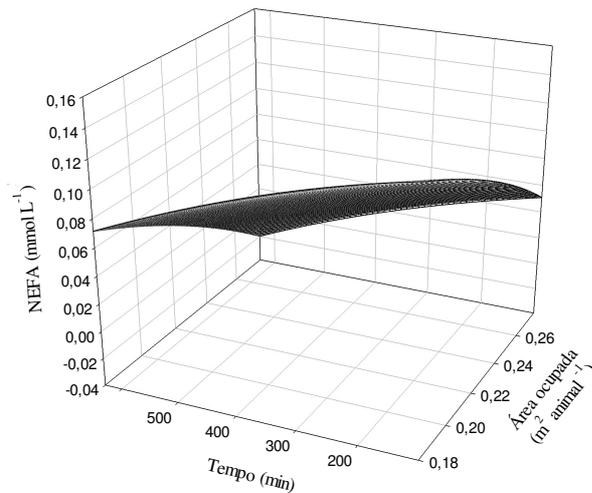
Tabela 11. Concentrações plasmáticas de β -hidroxibutirato (β HB) (mmol L^{-1}) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)	β HB pós-transporte	β HB pré-abate
105	0,180	0,6060	0,5532
	0,208	0,5091	0,5374
	0,235	0,6041	0,6472
	0,277	0,4692	0,4118
232	0,180	0,3514	0,6713
	0,208	0,4699	0,6020
	0,235	0,4235	0,3463
	0,277	0,4274	0,4888
452	0,180	0,3989	0,3514
	0,208	0,5034	0,4626
	0,235	0,3514	0,4519
	0,277	0,3511	0,3395
630	0,180	0,3305	0,2685
	0,208	0,4529	0,4216
	0,235	0,3970	0,5992
	0,277	0,3267	0,3697
Média ¹		0,4358a	0,4702b
Erro padrão		0,020	0,030
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,0244	0,0010

¹ = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F ($P=0,0004$).

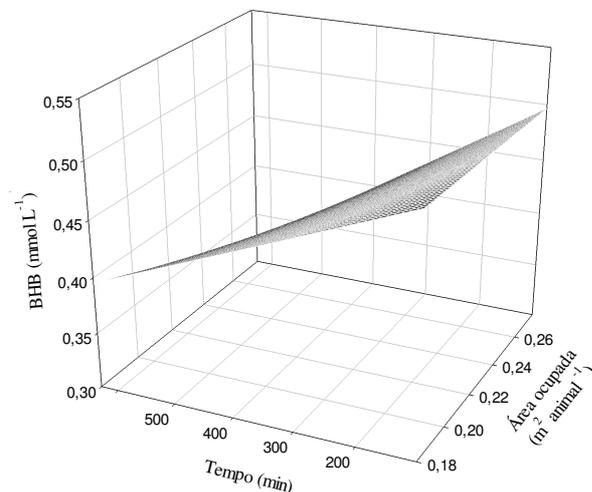
O resultado sugere que os animais podem ter se adaptado ao decorrer do transporte e que a demanda energética diminuiu, principalmente para aqueles que podiam deitar-se (Capítulo 2 – Tabelas 7). Geralmente, as concentrações de NEFA aumentam com o efeito do transporte, como relatado por Earley et al. (2013), contudo, o efeito do embarque e desembarque em viagens mais curtas podem estar mais presentes e causarem aumento da lipólise. Resultado semelhante ocorreu para β HB (Figura 23), o que reforça a hipótese de menor demanda energética com o aumento da duração das jornadas. Já Fisher et al. (2010) não encontraram variações significativas nos valores de β HB para transportes que duraram 12, 30 e 48 horas.

Quando o jejum de sólidos prolongou-se, elevaram-se as concentrações de NEFA e β HB no pré-abate quando comparados com a média geral do momento pós-transporte (Tabelas 10 e 11, respectivamente).



$$\hat{Y} = -1,83E-7\text{tempo}^2 - 0,9386\text{área} + 0,3131 \quad (R^2=0,32)$$

Figura 22. Concentrações plasmáticas de NEFA no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão



$$\hat{Y} = -0,00120(\text{tempo} \times \text{área}) + 0,5314 \quad (R^2=0,45) \quad (P=0,0046)$$

Figura 23. Concentrações plasmáticas de β HB no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão

Os grupos $0,235$ e $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ no pré-abate tinham concentrações de NEFA mais altas quando a jornada tinha até 300 min, após, caíram (Figura 24). A queda das

concentrações de NEFA coincide com o aumento do número de animais deitados nestes espaços durante o transporte (Capítulo 2 – Tabela 7); outra hipótese é que a demanda energética foi menor no último transporte devido as melhores condições bioclimáticas (Tabelas 2 e 3), onde a temperatura do ar foi próxima entre os transportes e a umidade do ar foi maior na jornada mais longa. Ambas as opções, número de animais deitados e melhores condições bioclimáticas, podem ter proporcionado melhor microclima aos animais que estavam nos grupos 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹.

Contudo, a concentração de NEFA diminuiu linearmente no grupo 0,180 m² animal⁻¹, mesmo com a maior dificuldade em se deitar destes cordeiros, portanto, podem ter adaptado-se mesmo quando permaneceram em pé. Os resultados para os diferentes grupos são inconsistentes no momento pré-abate e devem ser analisados com cautela, já que o comportamento foi distinto para cada caso. Para βHB no pré-abate (Figura 25) o resultado também foi diferente para cada grupo de animais.

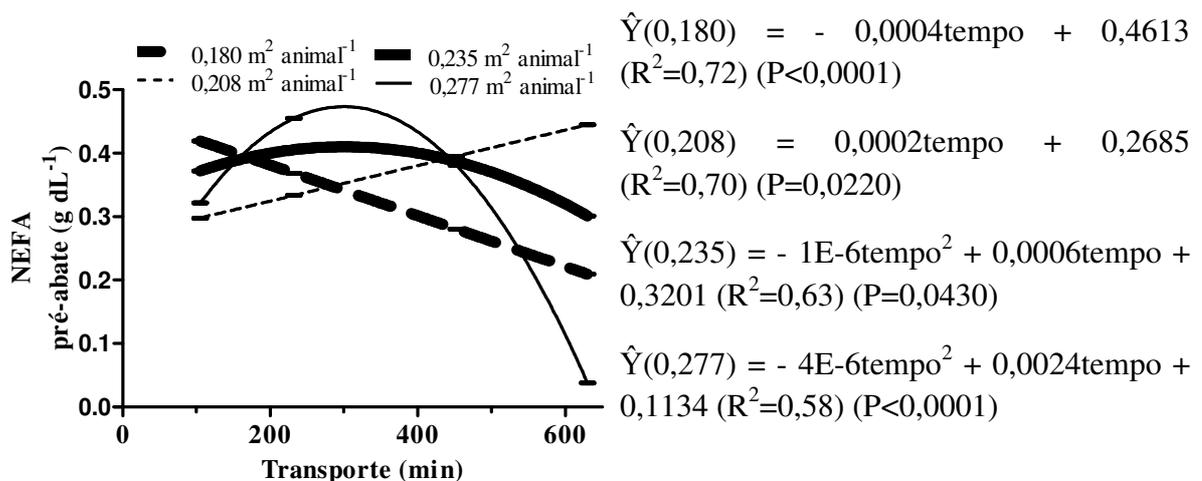


Figura 24. Concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados (NEFA) pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

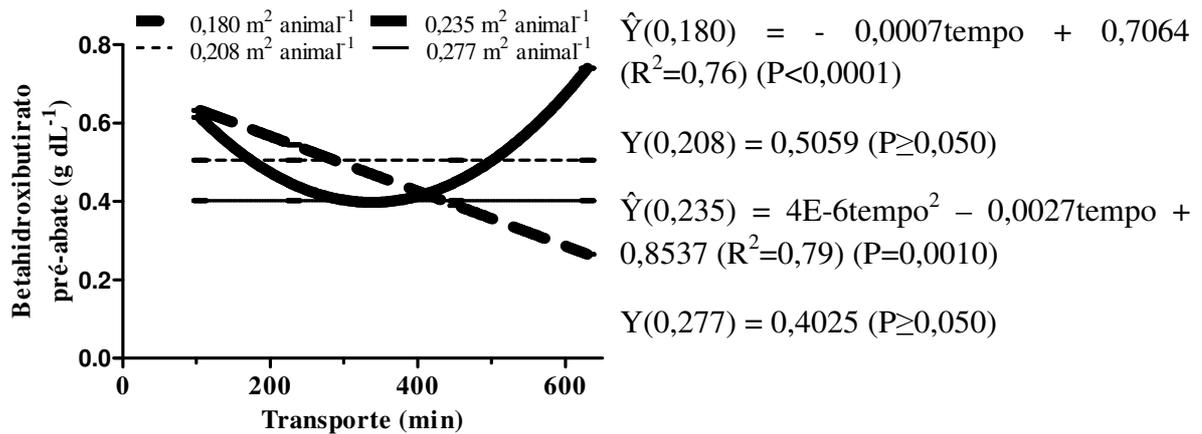


Figura 25. Concentrações plasmáticas de β -hidroxiacetato pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

Para as concentrações de NEFA e β HB, quando se avaliou as diferentes jornadas em função das áreas disponíveis no pré-abate, encontrou-se também resultado difuso (Figuras 26 e 24). Quando a jornada foi de 105 min, não houve efeito da área disponível por animal para NEFA e β HB; para o transporte de 232 min, 0,22 e 0,23 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$ foram os pontos de mínimo valor para NEFA e β HB, respectivamente. Na jornada de 452 min, NEFA aumentou até 0,24 min, portanto, resultado oposto do grupo anterior; no transporte de 630 min também ocorreu efeito quadrático negativo. Estes dados sugerem ser possível utilizar mais espaço para jornadas de maior duração.

Assim como ocorreu com as concentrações de glicose, o padrão dos gráficos de NEFA e β HB foi irregular para os diferentes contextos. O que se nota claramente é que as concentrações de ambas aumentaram após o descanso pré-abate. Observa-se também que o aumento da concentração de adrenalina (Figura 16) em jornadas mais longas não foi acompanhado pela lipólise esperada. No entanto, a resposta deste hormônio pode ter sido mais lenta, já que as concentrações de NEFA e β HB encontraram-se maiores no momento pré-abate quando comparadas a chegada dos cordeiros.

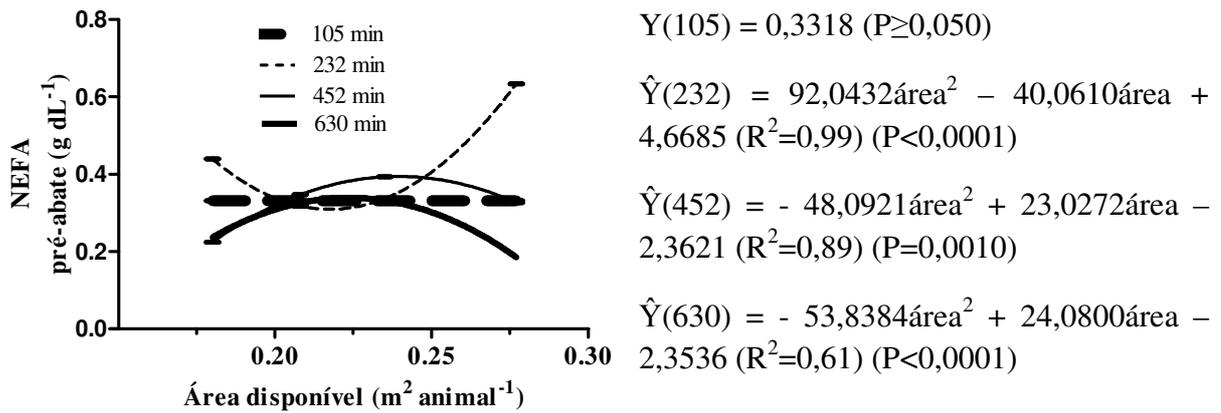


Figura 26. Concentrações plasmáticas de ácidos graxos não esterificados (NEFA) pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

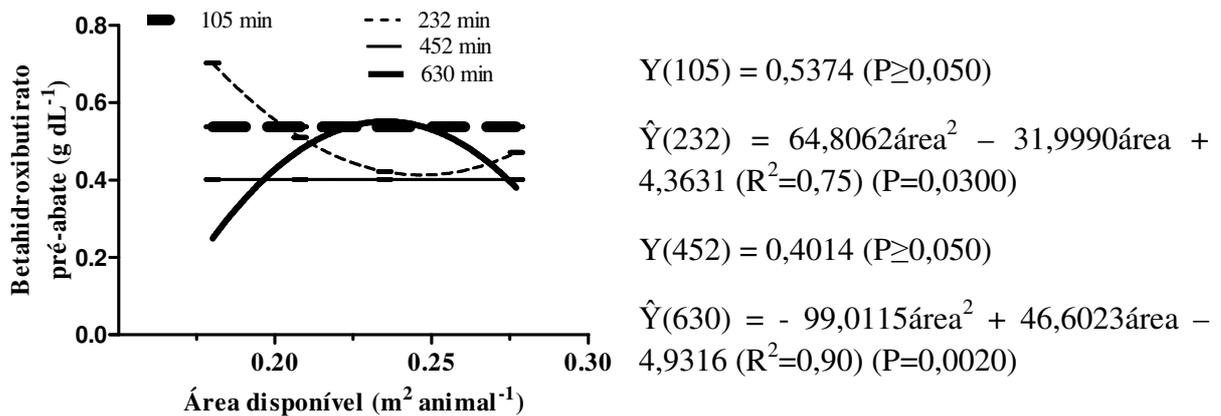


Figura 27. Concentrações plasmáticas de β-hidroxibutirato pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

O aumento das jornadas eleva a demanda energética e degradação de proteínas, resultando em maior concentração plasmática de ureia (Knowles et al., 1999). Houve interação da duração do transporte e área disponível nas concentrações plasmáticas de ureia no pós-transporte e pré-abate (Tabela 12).

Tabela 12. Concentrações plasmáticas de ureia (mg dL^{-1}) de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)	Ureia pós-transporte	Ureia pré-abate
105	0,180	36,45	54,40
	0,208	30,76	63,11
	0,235	35,11	62,06
	0,277	39,11	58,44
232	0,180	53,06	63,86
	0,208	53,75	72,24
	0,235	63,51	65,52
	0,277	51,77	54,48
452	0,180	53,51	52,28
	0,208	49,33	51,10
	0,235	56,20	59,94
	0,277	44,29	49,59
630	0,180	45,74	44,09
	0,208	56,22	57,66
	0,235	42,32	45,64
	0,277	52,07	52,67
Média ¹		47,70a	56,69b
Erro padrão		1,290	1,640
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		<0,0001	0,0189
Tempo		-	-
Área		-	-

1 = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F ($P < 0,0001$).

Os valores de ureia na chegada dos animais para os grupos que foram transportados mais apertados, 0,108 e 0,208 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$, diminuíram após 428 e 681 min (o último fora do domínio da função); queda mais acentuada foi encontrada no grupo 0,235 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$ (Figura 28). Duas hipóteses podem ser levantadas, a primeira é que há adaptação dos cordeiros ao longo dos transportes e a segunda é que os cordeiros no transporte de 630 min, devido as melhores condições bioclimáticas, demandaram menos energia, o que causou menor degradação de proteínas; ambas podem ser verdadeiras. As concentrações de proteínas totais não indicaram esta resposta padrão sugerida (Figura 9 e Tabela 6), contudo, pode haver, concomitantemente, degradação de proteínas dos músculos que, teoricamente, estabilizaram as suas concentrações. Os gráficos continuaram semelhantes quando se confrontou o comportamento das concentrações de ureia plasmáticas em função da duração das jornadas no momento que antecedeu o abate (Figura 29).

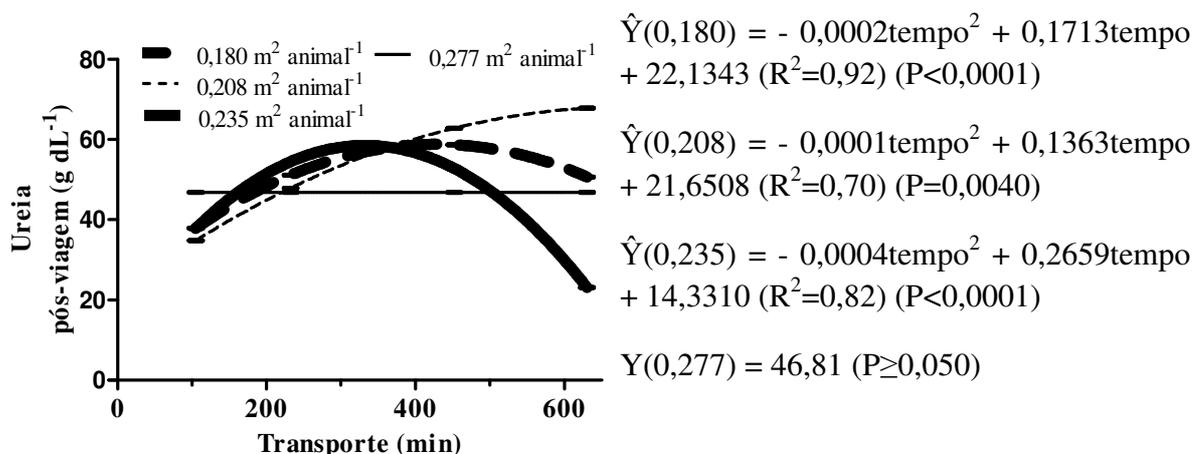


Figura 28. Concentrações plasmáticas de ureia no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

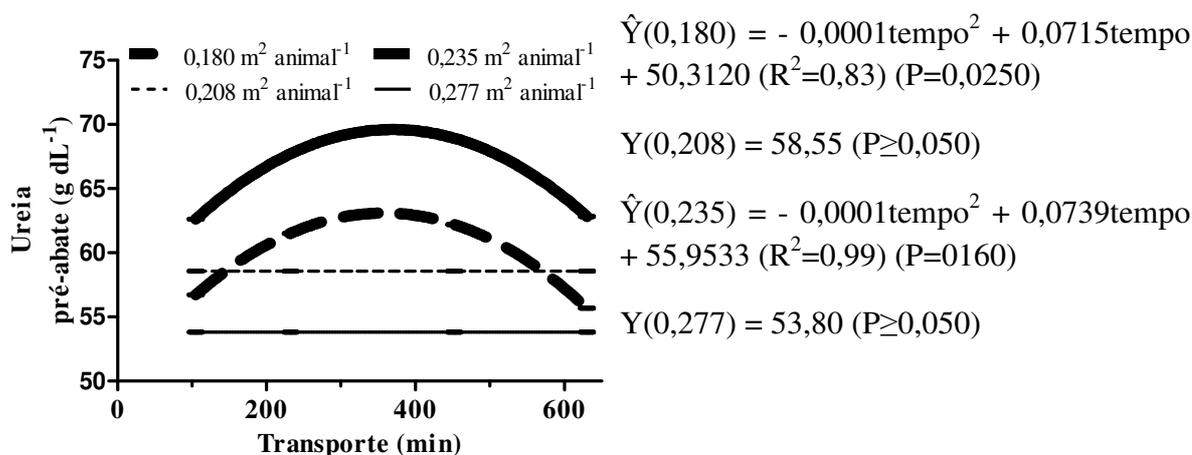


Figura 29. Concentrações plasmáticas de ureia pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

Quando se avalia a média geral das concentrações de ureia (Tabela 12), nota-se o aumento desta variável no momento pré-abate em relação à chegada dos cordeiros. Evidencia-se que todas as variáveis relacionadas à privação de alimentos (NEFA, β HB, glicose e ureia) aumentaram no momento pré-abate quando comparadas com a chegada dos cordeiros. Observa-se também que não houve aumento de proteínas totais concomitantemente ao aumento da ureia.

Quando as concentrações de ureia no momento pós-transporte foram avaliadas em função da área disponível por animal, também não se encontrou padrão regular (Figura 30). No pré-abate, as áreas disponíveis por animal não influenciaram as concentrações de ureia (Figura 31).

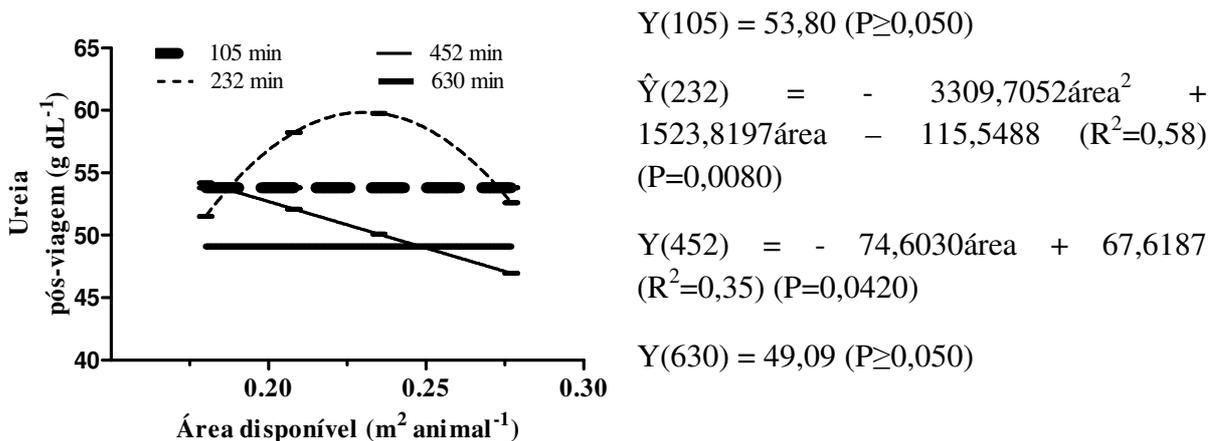


Figura 30. Concentrações plasmáticas de ureia no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

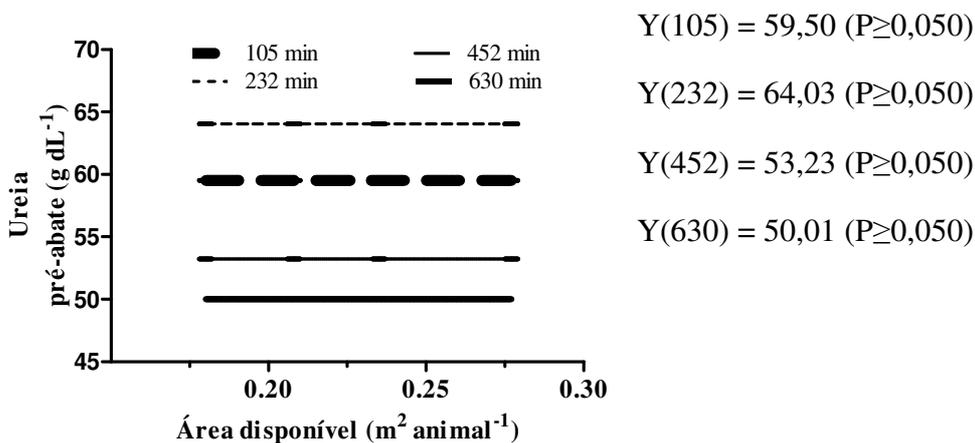


Figura 31. Concentrações plasmáticas de ureia pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

Houve interação de duração do transporte e área disponível por animal para cortisol (Tabela 13).

Tabela 13. Concentrações plasmáticas de cortisol ($\mu\text{g dL}^{-1}$) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)	Cortisol pós-transporte	Cortisol pré-abate
105	0,180	32,46	10,63
	0,208	46,68	20,41
	0,235	11,94	7,55
	0,277	16,52	8,35
232	0,180	23,95	8,78
	0,208	25,68	7,67
	0,235	10,59	4,16
	0,277	12,33	4,94
452	0,180	20,47	28,52
	0,208	9,78	23,55
	0,235	8,42	18,50
	0,277	12,89	23,11
630	0,180	28,64	17,27
	0,208	20,85	26,18
	0,235	24,92	15,71
	0,277	44,71	16,81
Média ¹		21,94a	15,13b
Erro padrão		1,126	1,063
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		<0,0001	0,0263
Tempo		-	-
Área		-	-

1 = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F ($P < 0,0001$).

Os cordeiros nas diferentes áreas disponíveis por animal tiveram resultados semelhantes com o aumento das jornadas no pós-transporte (Figura 32), todos diminuíram a concentração e, após determinado tempo, aumentaram. O ponto médio, para todas as áreas, em que se iniciou o aumento foi 324 ± 48 min (média e erro padrão). Sugere-se que os cordeiros adaptaram-se ao ambiente e, após determinado tempo, voltaram a aumentar o estresse devido ao tempo confinados no veículo. Este comportamento fisiológico de compensação foi apresentado por todos os grupos, independente de conseguirem deitar-se ou não, como discutido no Capítulo 2.

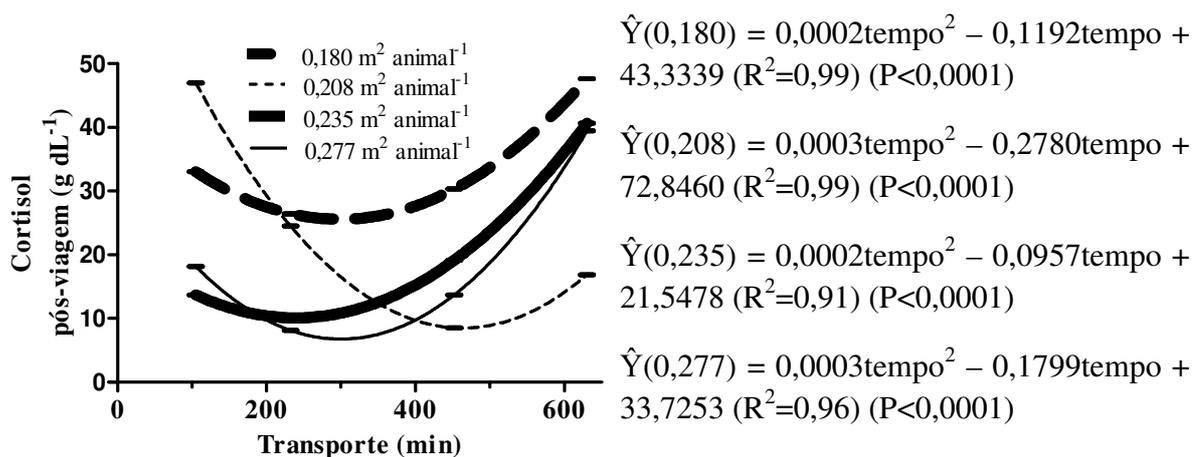


Figura 32. Concentrações plasmáticas de cortisol no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

Os glicocorticoides amplificam a mobilização de energia induzida pelas catecolaminas, apesar de a resposta ser tipicamente mais lenta (revisado por Ferguson e Warner, 2008). Já Nwe et al. (1996), trabalhando com caprinos, citaram imediato e sincronizado aumento de cortisol, adrenalina e glicose após o início do transporte; mostraram queda de todos os parâmetros ao longo do transporte.

Apesar do aumento do cortisol após determinado tempo, precedido de queda, a adrenalina neste experimento aumentou (Figura 16) sem prévia diminuição com a duração do transporte, portanto, sem sincronismo entre os hormônios. Smith e Dobson (2002) descreveram que o aumento prolongado de corticosteroides pode ser prejudicial a algumas funções normais do organismo. Para evitá-las, o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal inibe sua síntese continuamente, portanto, quedas nas concentrações de cortisol em intervalos de tempo não podem ser interpretadas como melhora no bem-estar de modo categórico. Sendo assim, a hipótese de adaptação dos cordeiros durante o transporte, baseando-se na queda do cortisol, pode estar equivocada.

Mesmo proporcionando aumento da gliconeogênese e lipólise, por meio da ação de catecolaminas e cortisol (revisado por Ferguson e Warner, 2008), as concentrações de glicose (Figura 19), NEFA (Figura 22) e β HB (Figura 23) diminuíram com o tempo percorrido. Os resultados sugerem possível dessincronização da síntese dos hormônios e da produção dessas fontes de energia, já que no momento pré-abate, em torno de 15 horas depois do desembarque, NEFA (Tabela 10), β HB (Tabela 11) e ureia (Tabela 12) aumentaram. Portanto, sugere-se respostas ao cortisol e adrenalina mais tardias. Já Ali et al. (2006), relataram aumento simultâneo

de glicose e cortisol para transporte de 2 horas e Parrott et al. (1994) aumento de adrenalina imediato após transporte.

Quando avaliou-se o efeito da área disponível por animal nos diferentes percursos imediatamente após ao desembarque, as concentrações de cortisol diminuíram linearmente com o acréscimo de espaço nas jornadas 105, 232 e 452 min; na jornada de 630 min, não houve efeito significativo (Figura 33). Jones et al. (2010) relataram que existem duas linhas de raciocínio, uma em que os animais devam viajar mais comprimidos e outra em que devam ficar com maior espaço; estes autores sugerem que a área disponível por animal deve ser tal que os animais consigam equilibrar-se sem tocar no outro e recomendaram utilizar 0,30 m² para cordeiros com 32,5 kg em viagens que duram seis horas.

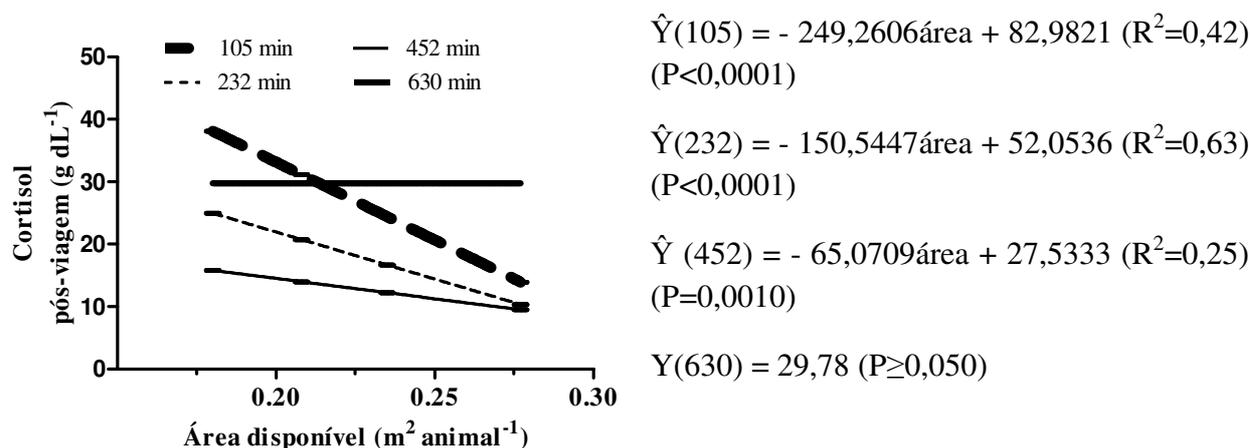


Figura 33. Concentrações plasmáticas de cortisol no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

A média da concentração de cortisol diminuiu do momento pós-transporte para o pré-abate (Tabela 13). O que corrobora com os relatos de Leme et al. (2012). Mesmo assim, cordeiros que foram transportados por mais tempo tiveram maior concentração de cortisol no pré-abate (Figura 34). Quando os diferentes transportes foram colocados em função das diferentes áreas disponíveis por animal no momento pré-abate (Figura 35), com exceção da jornada 452 min, não houve diferença; para 452 min, o ponto de menor valor foi 0,24 m² animal⁻¹.

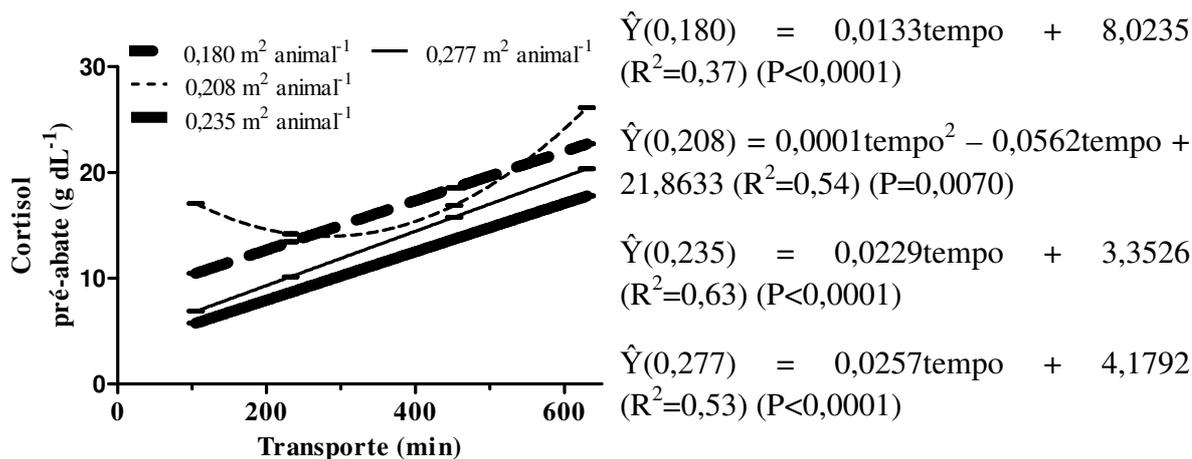


Figura 34. Concentrações plasmáticas de cortisol pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

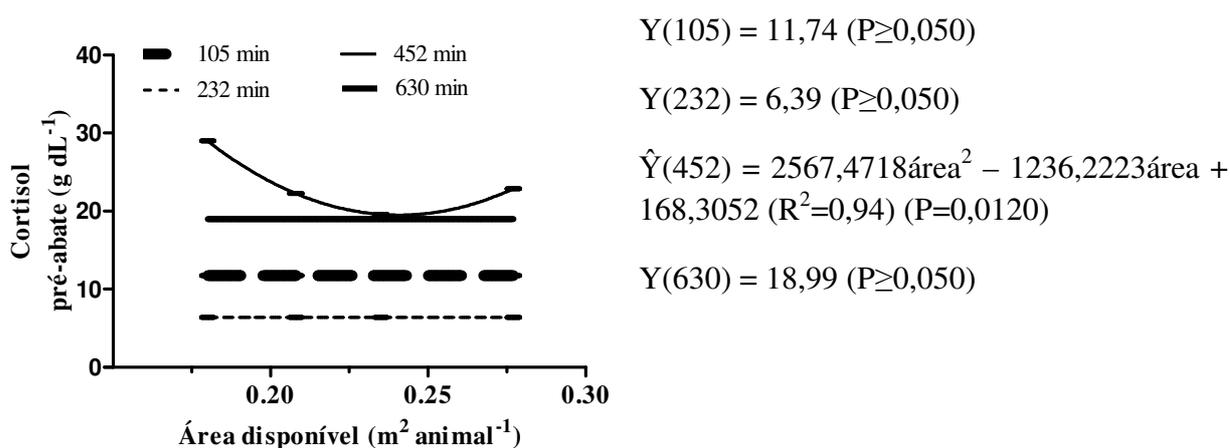


Figura 35. Concentrações plasmáticas de cortisol pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

As concentrações de creatina quinase e lactato são utilizadas para averiguação do aumento do esforço físico e de chances de contusões (Broom e Fraser, 2010). Houve interação da duração do transporte e área disponível para creatina quinase e lactato plasmáticos (Tabelas 14 e 15).

Tabela 14. Concentrações plasmáticas de creatina quinase (g dL⁻¹) de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	Creatina quinase pós-transporte	Creatina quinase pré-abate
105	0,180	164,96	153,59
	0,208	251,80	221,66
	0,235	235,81	249,81
	0,277	293,47	269,12
232	0,180	162,28	221,68
	0,208	175,76	263,99
	0,235	193,86	193,78
	0,277	195,30	183,60
452	0,180	864,84	367,81
	0,208	343,12	364,79
	0,235	364,65	341,76
	0,277	468,13	345,32
630	0,180	413,60	391,34
	0,208	534,28	343,88
	0,235	431,72	327,92
	0,277	409,02	341,71
Média ¹		343,90a	286,40b
Erro padrão		14,770	12,390
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		<0,0001	0,0189
Tempo		-	-
Área		-	-

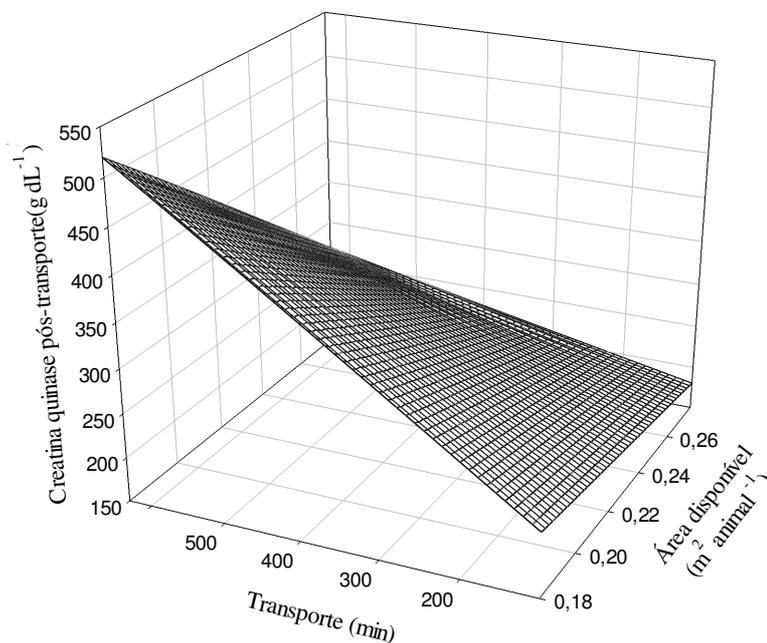
¹ = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F (P<0,0001).

Tabela 15. Concentrações plasmáticas de lactato (mg dL^{-1}) em cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Duração do transporte (min)	Área disponível ($\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$)	Lactato pós-transporte	Lactato pré-abate
105	0,180	28,21	13,73
	0,208	26,41	12,28
	0,235	24,52	10,61
	0,277	30,45	11,49
232	0,180	12,30	16,32
	0,208	17,92	17,80
	0,235	20,61	14,57
	0,277	18,79	17,89
452	0,180	28,31	8,33
	0,208	20,40	13,45
	0,235	27,33	12,74
	0,277	35,04	16,82
630	0,180	22,21	11,77
	0,208	17,64	12,01
	0,235	23,63	11,39
	0,277	14,79	13,59
Média ¹		23,04a	13,42b
Erro padrão		1,350	0,459
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,0104	0,0001
Tempo		-	-
Área		-	-

¹ = Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste F ($P < 0,0001$).

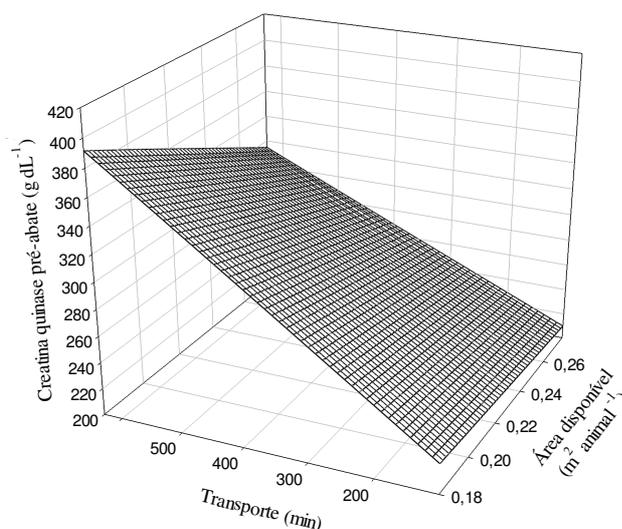
Imediatamente após o desembarque, as concentrações de creatina quinase estavam mais altas nas jornadas com maior duração, contudo, este acréscimo foi bem menos intenso quando os animais tiveram maiores áreas disponíveis (Figura 36). Os resultados estão de acordo com os encontrados para adrenalina (Figura 16). Portanto, enfatizam a necessidade de melhorar os transportes dos cordeiros, sobremaneira em viagens mais longas, para diminuir fadiga e, possivelmente, melhorar características de carcaça e carne (discutidas nos Capítulos seguintes).



$$\hat{Y} = 162,5565 + 1,3062\text{tempo} - 4,1051(\text{tempo}\times\text{área}) \quad (R^2=0,40) \quad (P<0,0001)$$

Figura 36. Concentrações plasmáticas de creatina quinase no momento da chegada de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão

Após o descanso pré-abate, as concentrações de creatina quinase diminuíram (Tabela 14), contudo, mesmo na iminência do abate, o gráfico é semelhante ao anterior, sendo que, os cordeiros que foram transportados por mais tempo em maiores espaços disponíveis tiveram menores concentrações de creatina quinase (Figura 37). O resultado enfatiza a importância de um transporte bem realizado, já que mesmo depois de 15 a 16 horas de descanso, a fadiga ainda é maior no grupo com menor área disponível.



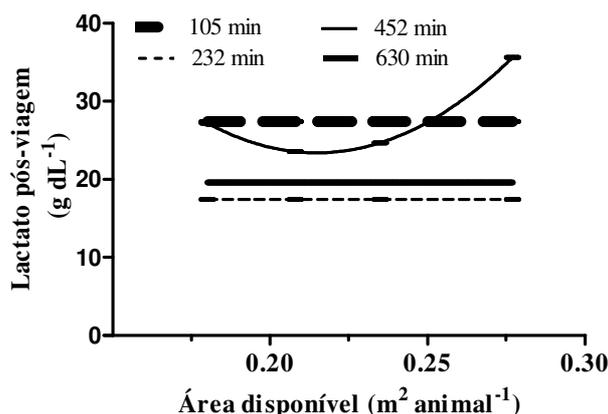
$$\hat{Y} = 188,8962 + 0,5474\text{tempo} - 1,2548 (\text{tempo} \times \text{área}) \quad (R^2=0,48) \quad (P<0,0001)$$

Figura 37. Concentrações plasmáticas de creatina quinase no momento pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal e duração da jornada e sua equação de regressão

A semelhança deste experimento, Tadich et al. (2009) também relataram que após a estabulação de 10 horas, precedido de transporte, as concentrações de cortisol, glicose, creatina quinase e lactato diminuíram.

A duração do transporte não exerceu influência nas concentrações de lactato ($P \geq 0,050$) no momento pós-transporte. Sugere-se que, mesmo os animais que estavam em menores áreas disponíveis e, conseqüente, tiveram maiores dificuldades em exteriorizar posturas (Capítulo 2 – Tabelas 7 e 10), não houve potencialização de uma possível fadiga quando a duração das jornadas aumentou, que teriam sido intensas o suficiente para que se alterasse os teores de lactato, o que não descarta alterações frente a outros cenários de transporte aqui não avaliados. Os valores de creatina quinase mostram o contrário. O mesmo ocorreu quando se confrontou as diferentes jornadas em função das áreas disponíveis (Figura 38), com exceção do transporte 452 min que apresentou menores concentrações na densidade 0,22 m² animal⁻¹. Após o momento pós-transporte, as concentrações de lactato diminuíram (Tabela 15), possivelmente, para produção de glicose por meio do Ciclo de Cori. Porém, mesmo após este tempo, suas concentrações subiram até 330, 363 e 381 min para os grupos 0,208; 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹ e, após, decresceram (Figura 39). O início que os animais deitaram durante o transporte (Capítulo 2 – Tabelas 7) coincidiu com a diminuição deste metabólito, mesmo

após o descanso; o que pode explicar a não significância do grupo mais apertado, pois tiveram mais dificuldades em deitar-se. No momento pré-abate, quando se avaliou as diferentes jornadas em função das áreas disponíveis (Figura 40), nota-se que para o transporte de 452 min, a tendência de aumentar as concentrações plasmáticas de lactato nas maiores áreas disponíveis continuou, assim como a não significância das demais.



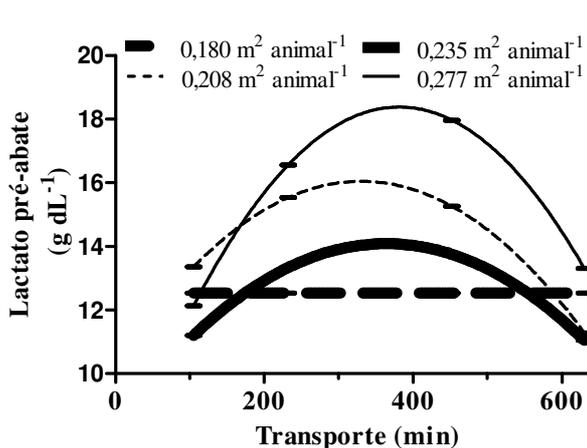
$$Y(105) = 27,40 \quad (P \geq 0,050)$$

$$Y(232) = 17,41 \quad (P \geq 0,050)$$

$$\hat{Y}(452) = 3153,1652 \text{área}^2 - 1354,3139 \text{área} + 168,8262 \quad (R^2=0,83) \quad (P=0,0150)$$

$$Y(630) = 19,57 \quad (P \geq 0,050)$$

Figura 38. Concentrações plasmáticas de lactato no momento da chegada de cordeiros transportados em jornadas com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão



$$Y(0,180) = 12,54 \quad (P \geq 0,050)$$

$$\hat{Y}(0,208) = - 5,3E-5 \text{tempo}^2 + 0,0350 \text{tempo} + 10,2688 \quad (R^2=0,53) \quad (P=0,0020)$$

$$\hat{Y}(0,235) = - 4,3E-5 \text{tempo}^2 + 0,0313 \text{tempo} + 8,3912 \quad (R^2=0,67) \quad (P=0,0100)$$

$$\hat{Y}(0,277) = - 8,2E-5 \text{tempo}^2 + 0,0625 \text{tempo} + 6,4751 \quad (R^2=0,86) \quad (P < 0,0001)$$

Figura 39. Concentrações plasmáticas de lactato pré-abate de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

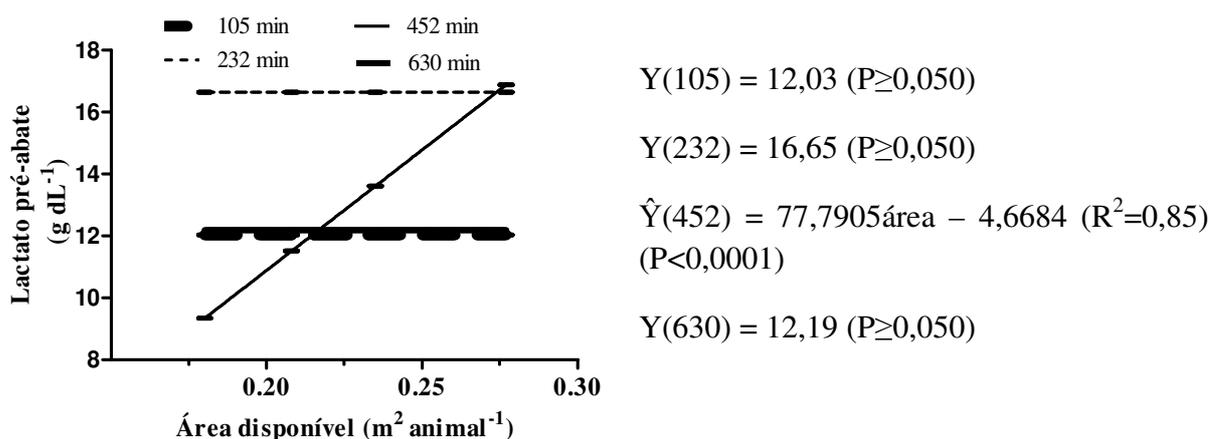


Figura 40. Concentrações de lactato pré-abate de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

Petherick e Phillips (2009) propuseram usar a equação alométrica $\text{Área (m}^2) = 0,020 \times W^{0,66}$ para avaliação do transporte de ovinos e bovinos, em que W é o peso vivo em kg. Nesta equação, segundo os autores, se a constante 0,020 tiver menor valor o bem-estar diminuirá. Neste experimento, os valores da constante foram 0,0169; 0,0195; 0,0221 e 0,0260 para áreas de 0,180; 0,208; 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹, respectivamente. A equação alométrica proposta pelos autores mostrou-se eficiente para avaliar as áreas disponíveis por animal deste experimento já que eventos que diminuem o bem-estar foram mais presentes nas menores áreas disponíveis por animal, quando eles aconteceram. Contudo, de uma maneira geral, a duração das jornadas mostrou-se mais impactante para o bem-estar dos cordeiros do que a área disponível por animal.

Para facilitar a visualização dos resultados ao leitor, elaborou-se quadros-resumos deste capítulo que se encontram nos Anexos 3, 4, 5, 6 e 7.

3.6 CONCLUSÕES

As áreas disponíveis por animal durante o transporte e a duração do transporte interagiram constantemente, portanto, há a necessidade de avaliação das variáveis simultaneamente.

Os tratamentos impuseram pequenas alterações na frequência respiratória e temperatura retal dos cordeiros.

As concentrações de adrenalina e creatina quinase diminuíram quando o espaço por animal (universo de 0,180 a 0,277 m² animal⁻¹) foi maior, sobretudo, quando as viagens foram mais longas (universo de 105 a 630 min).

O aumento do espaço disponível por animal diminuiu as concentrações de cortisol.

O aumento da duração dos transportes tornou os cordeiros mais estressados, quando avaliou-se as concentrações de glicose, cortisol.

A crescente duração dos transportes aumentou a concentração de variáveis relacionadas ao medo e excitação (adrenalina, cortisol e creatina quinase) no momento pós-transporte.

Antes do abate, cordeiros tiveram altas concentrações de variáveis metabólicas relativas à privação alimentar (β HB, NEFA, ureia) e diminuição daquelas relacionadas ao medo, excitação, fadiga e contusões (glicose, cortisol, creatina quinase e lactato).

3.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-HAIDARY, A.A.; ALJUMAAH, R.S.; ALSHAIKH, M.A.; ABDOUN, K.A.; SAMARA, E.M.; OKAB, A.B.; ALFURAJI, M.M. Thermoregulatory and Physiological Responses of Najdi Sheep Exposed to Environmental Heat Load Prevailing in Saudi Arabia. *Pakistan Veterinary Journal*, v.32. n.4, p.515-519, 2012.
- ALI, B.H.; AL-QARAWI, A.A.; MOUSA, H.M. Stress associated with road transportation in desert sheep and goats, and the effect of pretreatment with xylazine or sodium betaine. *Research in Veterinary Science*, v.80, p.343-348, 2006.
- BIANCA, W.; KUNZ, P. Physiological reactions of three breeds of goats to cold, heat and high altitude. *Livestock Production Science*, v.5, n.1, p.57-69, 1978.
- BROCKMAN, R.P.; LAARVELD, B. Hormonal regulation of metabolism in ruminants; a review. *Livestock Production Science*, v.14, p.313-334, 1986.
- BROOM, D.M.; FRASER, A.F. *Comportamento e bem-estar dos animais domésticos*. 4.ed. Manole : São Paulo, 2010. 438p.
- CUNNINGHAM, J.G. *Tratado de fisiologia veterinária*. 3.ed. Guanabara Koogan, 2004. 596 p.
- DE LA FUENTE, J.; CHÁVARRI, E.G.; SÁNCHEZ, M.; VIEIRA, C.; LAUZURICA, S.; DÍAZ, M.T.; PÉREZ, C. The effects of journey duration and space allowance on the behavioural and biochemical measurements of stress responses in suckling lambs during transport to an abattoir. *Applied Animal Behaviour Science*, v.142, p.30-41, 2012.
- EARLEY, B.; DRENNAN, M.; O'RIORDAN, E.G. The effect of road transport in comparison to a novel environment on the physiological, metabolic and behavioural responses of bulls. *Research in Veterinary Science*, v.95, p.811-818, 2013.
- EKIZ, B.; EKIZ, E.E.; KOCAK, O.; YALCINTAN, H.; YILMAZ, A. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Science*, v.90, p.967-976, 2012.
- FERGUSON, D.M.; WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? Review. *Meat Science*, v.80, p.12-19, 2008.
- FISHER, A.D.; NIEMEYER, D.O.; LEA, J.M.; LEE, C.; PAULL, D.R.; REED, M.T.; FERGUSON, D.M. The effects of 12, 30, or 48 hours of road transport on the physiological and behavioural responses of sheep. *Journal Animal Science*, v.88, p.2144-2152, 2010.
- HALES, J.R.S.; BROWN, G.D. Net energetic and thermoregulatory efficiency during panting in the sheep. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.49, p.413-422, 1974.
- HALES, J.R.S.; FOLDES, A.; FAWCETT, A.A.; KING, R.B. The Role of Adrenergic Mechanisms in Thermoregulatory Control of Blood Flow through Capillaries and Arteriovenous Anastomoses in the Sheep Hind Limb. *Pflugers Archives*, v.395, p.93-98, 1982.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. (2007). Pesquisa Pecuária Municipal. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em: 10/01/2014.

JONES, T.A.; WAITT, C.; DAWINS, S.M. Sheep lose balance, slip and fall less when loosely packed in transit where they stand close to but not touching their neighbours. *Applied Animal Behaviour Science*, v.123, p.16-23, 2010.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *Clinical biochemistry of domestic animals*. 5th ed. New York: Academic Press, 1997.

KNOWLES, G.; WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Effects on cattle of transportation by road for upto 31 hours. *Veterinary Record*, V.145, P.575-582, 1999.

KNOWLES, T.G. A review of the road transport of slaughter sheep. *The Veterinary Record*, v.143, p.212-219, 1998.

KNOWLES, T.G.; BROWN, S.N.; WARRISS, P.D.; PHILLIPS, A.J.; DOLAN, S.K.; HUNT, P.; FORD, J.E.; EDWARDS, J.E.; WATKINS, P.E. Effects on sheep of transport by road up to 24 hours. *Veterinary Record*, v.136, p.421-438, 1995.

KNOWLES, T.G.; WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Effects of stocking density on lambs being transported by road. *Veterinary Record*, v.142, p.503-509, 1998.

LEME, T.M.C.; TITTO, E.A.L.; TITTO, C.G.; AMADEU, C.C.B.; NETO, P.F.; VILELA, R.A.; PEREIRA, A.M.F. Influence of transportation methods and pre-slaughter rest periods on cortisol level in lambs Short communication. *Small Ruminant Research*, v.107, p.8-11, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

NWE, T.M.; HORI, E.; MANDA, M.; WATANABLE, S. Significance of catecholamines and cortisol levels in blood during transportation stress in goats. *Small Ruminant Research*, v.20, p.129-135, 1996.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; QUINTILIANO, M.H.; TSEIMAZIDES, S.P. Boas práticas de manejo – Transporte. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasil, 2013. Disponível em:<www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de dezembro de 2013b.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; SPIRONELLI, A.L.G.; QUINTILIANO, M.H. Boas práticas de manejo – Embarque. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasil, 2013. Disponível em:<www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de dezembro de 2013a.

PARROTT, R.F.; MISSON, B.H.; DE LA RIVA, C.F. Differential stressor effects on the concentrations of cortisol, prolactin and catecholamines in the blood of sheep. *Research in Veterinary Science*, v.56, p.234-239, 1994.

PETHERICK, J.C.; PHILLIPS, C.J.C. Space allowances for confined livestock and their determination from allometric principles. *Applied Animal Behaviour Science*, v.117, p.1-12, 2009.

SMITH, R.F.; DOBSON, H. Hormonal interactions within the hypothalamus and pituitary with respect to stress and reproduction in sheep. *Domestic Animal Endocrinology*, v.23, p.75-85, 2002.

TADICH, N.; GALLO, C.; BRITO, M.L.; BROOM, D.M. Effects of weaning and 48 h transport by road and ferry on some blood indicators of welfare in lambs. Short communication. *Livestock Science*, v.121, p.132-136, 2009.

TARRANT, P.V. Transport of cattle by road. *Applied Animal Behaviour Science*, v.28, p.153-170, 1990.

TARRANT, P.V.; KENNY, F.J.; HARRINGTON, D. The Effect of Stocking Density During 4 Hour Transport to Slaughter on Behaviour, Blood Constituents and Carcass Bruising in Friesian Steers. *Meat Science*, v.24, p.209-222, 1988.

CAPÍTULO 4 - PERDAS DE PESO VIVO E CARACTERÍSTICAS QUANTITATIVAS DE CARÇAÇAS EM CORDEIROS APÓS O ESTRESSE PELO TRANSPORTE

4.1 RESUMO

Objetivou-se avaliar as perdas de peso vivo e características de carcaça em cordeiros ocasionadas pelo transporte rodoviário e pelas diferentes áreas de alojamento na carroceria do caminhão. Foram utilizados oitenta cordeiros distribuídos num delineamento casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro grupos com diferentes áreas disponíveis durante cada traslado (0,180; 0,208; 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹) e quatro jornadas com duração crescente (105, 232, 452 e 630 min). Cordeiros aumentaram as perdas de peso vivo com o aumento da duração dos transportes e o acréscimo de espaço diminuiu estas perdas. A equação $\hat{Y} = 426,5976 + 8,4825\text{tempo} - 0,0371(\text{área} \times \text{tempo}^2)$ pode ser utilizada para determinação destas perdas, em gramas. Mesmo proporcionando menores perdas de peso vivo, o acréscimo de espaço não afetou as características da carcaça. Transportes mais longos, em um universo de 1h45min a 10h30min, aumentaram intensamente as perdas nas carcaças quentes e frias; foram encontrados acréscimos nas perdas na ordem de 0,28 e 0,30 kg para cada 100 km percorridos, respectivamente.

4.2 ABSTRACT

This study aimed to evaluate the losses of live weight and carcass traits in lambs during road transport subjected to different occupied areas and driven transport times. We used eighty lambs distributed into a randomized design in a 4 x 4 factorial scheme, with four groups with different areas occupied during every journey and four distinct trips in increasing driven times. Lambs had increased loss of body weight with longer transportation, and enlargement of space decreased those losses. The equation $\hat{Y} = 426.5976 + 8.4825 \text{ time} - 0.0371 (\text{area} \times \text{time}^2)$ can be used to determine those losses in grams. Even providing lower loss of body weight, the enlargement of space did not affect carcass traits. Longer transports significantly increased losses in hot and cold carcass; we found increases in losses of about 0.28 and 0.30 kg per every driven 100 km, respectively.

4.3 INTRODUÇÃO

Dentre os diversos eventos que podem afetar o bem-estar dos animais nos momentos que antecedem o abate, o transporte é um potencial estressor (Tarrant, 1990), mas, se transportados em boas condições, podem tolerar viagens sem comprometê-lo (Fisher et al., 2010). O manejo pré-abate inadequado pode causar perdas no peso vivo, carcaças e carnes

(Lawrie, 2005). A perda de peso vivo durante longas jornadas e seu efeito sobre as carcaças é motivo de preocupação para a indústria da carne (Tarrant, 1990). Além da duração dos transportes, a densidade de estocagem também é tida como uma possível variável que pode interferir nos pesos vivo (Ekiz et al., 2012) e das carcaças (Eldridge e Winfield, 1988). A avaliação do rendimento de carcaças, obtida da razão do peso das carcaças e peso vivo, é importante para melhoria da eficiência produtiva dos sistemas de produção (Luchiarri Filho, 2000). Nas transações comerciais brasileiras entre pecuaristas que criam cordeiros e proprietários de frigoríficos ainda se oscila a forma de compra e venda do produto, que pode ser realizada no peso vivo ou no peso da carcaça; este fato torna importante a avaliação de ambos. Objetivou-se avaliar as perdas de peso vivo e características quantitativas de carcaças de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis e tempos de viagens percorridos.

4.4 MATERIAL E MÉTODOS

4.4.1 Ética experimental

Todos os procedimentos realizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob registro CETEA 185/2011 (Anexo 1).

4.4.2 Características dos animais e manejo na fazenda de origem e UFMG

Foram utilizados oitenta cordeiros machos não-castrados, filhos de reprodutores Dorper e matrizes sem raça definida. As fêmeas do rebanho tinham o biótipo próximo de ovelhas da raça Santa Inês. Apesar de filhos de matrizes sem raça definida, os animais possuíam fenótipos semelhantes. Os cordeiros foram criados em confinamento recebendo dieta composta por concentrado comercial para bezerros em crescimento, planta de milho triturada *in natura*, suplemento mineral e água. O sal e a planta de milho foram fornecidos à vontade e o concentrado em torno de 0,4 kg/animal/dia. Os animais possuíam dentição decídua e originavam-se da mesma fazenda, localizada em Carandaí-MG.

Na UFMG, os cordeiros ficavam em piquete coletivo que continha ração, de acordo com as recomendações do NRC (2007), composta por fubá de milho, farelo de soja, bicarbonato de sódio, feno de Tifton 85, suplemento mineral e água, sendo que o volumoso foi fornecido como 50% do total da matéria seca da dieta (Tabela 1).

Tabela 1. Composição bromatológica (%) do feno de Tifton 85 e do concentrado em base de material seca fornecido aos cordeiros na Escola de Medicina Veterinária da UFMG

	Volumoso	Concentrado
Proteína bruta	7,98	11,37
Extrato etéreo	5,00	12,29
Fibra detergente Neutro	59,10	11,32
Fibra detergente Ácido	22,50	1,69
Matéria Mineral	5,96	4,38
Matéria Seca	90,00	90,00

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7 e 16h. Os cordeiros ficaram confinados na UFMG 30 dias até o transporte para o frigorífico.

4.4.3 Descrição dos tratamentos experimentais

Os oitenta cordeiros foram distribuídos num delineamento casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro diferentes áreas disponíveis por animal durante cada traslado e quatro transportes distintos com durações crescentes, totalizando dezesseis tratamentos; o animal foi uma unidade experimental. Em uma viagem transportou-se vinte cordeiros, sendo que foram distribuídos em quatro compartimentos, equivalente a quatro áreas disponíveis por animal. O peso médio dos animais transportados foi de $36,64 \pm 2,13$ kg. O espaço no caminhão foi determinado de acordo com o peso vivo médio do grupo e possuíam áreas de 0,180; 0,208; 0,235 e 0,277 m^2 animal⁻¹ de $36,64 \pm 2,13$ kg. Em cada transporte foi realizada distribuição de cordeiros aleatória e homogênia. Com o peso vivo médio do grupo, e após o sorteio da área disponível por animal, calculou-se o espaço por lote de cinco animais. As quilometragens percorridas foram 54, 199, 376 e 509 km e a duração foi de 105, 232, 452 e 630 minutos, respectivamente. O quadro-resumo 1 dos tratamentos é apresentado abaixo.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos experimentais

Duração (min)	Duração (h e min)	Distância (km)	Área disponível no veículo (m^2 animal ⁻¹ de $36,64 \pm 2,13$ kg)			
			0,180	0,208	0,235	0,277
105	1h45min	54	n = 5	5	5	5
232	3h52min	199	5	5	5	5
452	7h32min	376	5	5	5	5
630	10h30min	509	5	5	5	5

Variáveis independentes destacadas de cinza.

4.4.4 Estrutura do caminhão e suas adaptações

O mesmo caminhão transportador foi utilizado para as quatro viagens. O veículo utilizado foi um Volkswagen 8140 com um eixo na carroceria e o ano de sua fabricação foi 1997. O veículo estava em bom estado de conservação e manutenção em ordem. A carroceria possuía duas caixas interligadas com 2,5 x 2,14 m cada, sendo que utilizou-se para o experimento a caixa próxima a cabine do motorista. As suas laterais possuíam tábuas justapostas do piso até altura de 0,5 m e, a partir desse ponto, tábuas espaçadas (Figura 1). Utilizou-se o mesmo piso da carroceria para os tratamentos. O piso da carroceria era emborrachado e sua limpeza foi realizada antes de cada transporte. A carroceria não possuía objetos que colocassem os animais sob quaisquer riscos.



Figura 1. Veículo utilizado para o transporte dos cordeiros

As divisões foram realizadas com grades de madeira, semelhantes a lateral da carroceria, colocadas paralelas à cabine do motorista do caminhão. À distância em que as tábuas foram colocadas na carroceira, caracterizou cada grupo com área disponível por animal distinta. As grades foram fixadas com parafusos e suportes de madeiras (Figura 2), sendo que não mudaram seu posicionamento inicial e não apresentaram quaisquer objetos que acarretariam em danos aos animais, como locais pontiagudos, por exemplo.



Figura 2. Grades de madeira colocadas paralelas à cabine do veículo que caracterizaram as áreas disponíveis por grupo de 5 animais

4.4.5 Manejo dos animais próximo e durante ao transporte

Vinte e seis horas antes do início do jejum de sólidos e água, pesou-se os animais que estavam em jejum somente de sólidos por doze horas. Esta primeira pesagem foi utilizada para determinação das áreas disponíveis por animal (Figura 3).

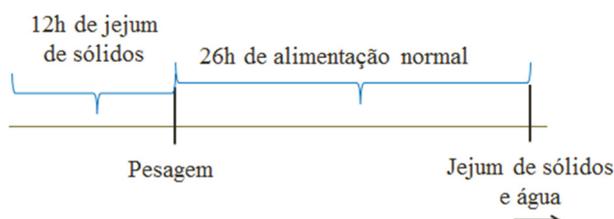


Figura 3. Esquema de pesagem e jejum de todos os transportes

Após este procedimento, o arraçoamento foi normalizado. No dia do transporte, a alimentação foi fornecida às 07h e retirada às 08h, portanto, a partir desse momento, os cordeiros ficaram em jejum de sólidos e água. Por isso, somente os animais que viajaram 630 min alimentaram-se até o momento do embarque. Para os demais transportes, ocorreu jejum de sólidos e água ainda na fazenda em tempos variados de acordo com a duração do traslado. Portanto, todos os cordeiros tiveram a mesma duração de jejum de sólidos e água.

O transporte mais rápido (105 min) deu-se do deslocamento direto da Escola de Veterinária da UFMG até o frigorífico localizado no município de Matozinhos-MG. Os demais transportes foram prolongados para que o tempo planejado fosse alcançado. Todos os deslocamentos se deram em rodovias em bom estado de manutenção. O percurso no

município de Matozinhos até o frigorífico, 6 km, foi realizado em estrada de terra em estado de conservação mediano. A velocidade do veículo não ultrapassou 70 km h⁻¹, valor averiguado em seu tacógrafo. As viagens foram realizadas pelo mesmo motorista.

O embarque dos cordeiros procedeu-se seguindo normas técnicas que zelam pelo bem-estar dos animais (Paranhos da Costa et al., 2013^a), por meio de pega pelas regiões do abdômen e externo. Como as estruturas de madeira foram fixadas um dia antes do transporte, os animais foram colocados na carroceira pela parte de cima de cada um dos quatro espaços. Os animais foram desembarcados às 17, 17, 17h e 10 min e 18h e 30 min para as viagens de 105, 232, 452 e 630 min, respectivamente. Segue Quadro 2 do horário de embarque, desembarque e data de cada transporte.

Quadro 2. Descrição do embarque, desembarque e horário de cada transporte

Duração (min)	Embarque (horário)*	Desembarque (horário)*	Data do transporte
105	15h15min	17h	27/06
232	13h08min	17h	11/07
452	9h28min	17h10min	24/10
630	8h	18h30min	07/11

*Nenhum dos transportes seguiu o horário de verão.

Todos os transportes foram realizados no ano de 2012. Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados os dados de temperatura do ar e umidade relativa de cada transporte, ambos medidos por *dataloggers*. Cada *datalogger*, em número de três por viagem, foi colocado, aleatoriamente, no pescoço de um animal. Os aparelhos foram programados para medições a cada 5 minutos. Após, fez-se médias dos três *dataloggers* que continham a temperatura e umidade relativa do ar para representação das características bioclimáticas do transporte.

Tabela 2. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de temperatura do ar (°C) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário

	Viagem (min)			
	105	232	452	630
Mediana	29,30	28,70	31,90	27,90
Mínimo	25,70	24,70	25,50	22,40
Máximo	34,30	32,70	35,50	38,10
Percentil 25%	27,78	27,70	30,35	26,10
Percentil 75%	31,50	29,60	35,50	29,50

Tabela 3. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário

	Viagem (min)			
	105	232	452	630
Mediana	48,15	41,60	54,40	70,45
Mínimo	37,60	33,50	38,60	50,90
Máximo	76,60	57,30	93,80	95,00
Percentil 25%	45,28	39,60	49,05	64,80
Percentil 75%	52,03	43,50	58,05	79,60

4.4.6 Manejo dos animais depois dos transportes

Imediatamente após a chegada ao frigorífico, os cordeiros foram pesados. O frigorífico, que possui Serviço de Inspeção Estadual do Estado de Minas Gerais, localiza-se em Matozinhos à 54 km da Escola de Medicina Veterinária. Os cordeiros ficaram em local coberto, com piso cimentado e com acesso a água. Como os cordeiros foram pesados no momento do desembarque, calculou-se a perda de peso vivo em função dos pesos vivos em jejum por meio da fórmula:

$$\text{Perda de peso vivo} = (\text{PVCJ}^* - \text{Peso chegada}^{**}) / \text{Peso chegada} \times 100$$

* PVCJ = peso vivo em jejum

**Peso chegada = peso obtido no momento da chegada ao frigorífico

4.4.7 Abate dos cordeiros

Foi realizado banho de aspersão dos cordeiros na seringa imediatamente antes da entrada para o boxe de insensibilização. O procedimento de abate começou após 15h de descanso pré-abate. A insensibilização deu-se por meio do sistema de eletronarcole, composto por dois eletrodos colocados na cabeça, seguido de sangria imediata. O abate de cada animal foi realizado aleatoriamente e neste dia houve somente o abate experimental.

4.4.8 Medições nas carcaças

As carcaças quentes foram pesadas e levadas para câmara fria com temperatura em torno de 2°C por 24 horas. Antes de entrarem na câmara, as carcaças foram lavadas. Após o procedimento de resfriamento, as carcaças foram novamente pesadas para obtenção dos pesos das carcaças frias. Os rendimentos das carcaças quente e fria foram calculados em função dos

pesos vivos em jejum. A quebra por resfriamento foi calculado a partir da diferença percentual das carcaças quente e fria.

Antes das carcaças entrarem na câmara fria, foram fotografadas com câmera digital Canon® PowerShot SX200 IS com sensor de 12.1 megapixels. Cada carcaça foi fotografada três vezes de ângulos diferentes para determinação visual, posteriormente, do escore de cobertura de gordura. A luminosidade, local e a distância das fotos foram às mesmas. Para determinação do escore de cobertura de gordura fez-se uso dos parâmetros estabelecidos por Felício (2003) com adaptações. Segue a descrição das escalas (Tabela 4).

No transporte de 105 minutos foram perdidas as fotos em decorrência de erro operacional. Portanto, para escore de cobertura de gordura seguiu-se um delineamento casualizado em esquema fatorial 4x3 (quatro diferentes áreas disponíveis por animal no caminhão x três durações do traslado).

Tabela 4. Escore de cobertura de gordura de carcaças de cordeiros

Magra (1)	Ausência generalizada de gordura. Praticamente não se vê gordura nas regiões do sacro, fêmur, lombar, costelas. Os limites dos músculos são bem visíveis.
Escassa (2)	As regiões das costelas, lombar e sacro possuem uma leve cobertura de gordura de 1 a 2 mm. Os limites de seus músculos ainda são visíveis. Na região do fêmur praticamente não se vê gordura.
Mediana (3)	As regiões das costelas, lombar e sacro, fêmur possuem cobertura de gordura de 2 a 4 mm, contudo, ainda se vê os músculos da região do fêmur.
Uniforme (4)	As regiões das costelas, lombar e sacro, fêmur possuem uma cobertura uniforme de gordura até a inserção da paleta, com uma camada de 4 a 6 mm. Não se vê os músculos acima citados.
Excessiva (5)	As regiões das costelas, lombar e sacro, fêmur possuem uma cobertura de gordura até a inserção da paleta acima de 6 mm.

Adaptado de Felício (2003).

4.4.9 Análises estatísticas

Testou-se a significância das covariável peso vivo em jejum para, quando significativa ($P < 0,050$), que fossem realizadas as correções nas variáveis dependentes. Para cada variável dependente, testou-se a normalidade, a homogeneidade e aditividade de modo que não foram significativas ($P \geq 0,050$).

Após a análise de variância e, quando o teste “F” foi significativo, os dados foram submetidos à análise de regressão a 5% de probabilidade pelo Teste T. Os efeitos da densidade de estocagem e do tempo percorrido por viagem sobre as demais características estudadas foram avaliados como as duas variáveis independentes. Quando a interação não foi

significativa ($P \geq 0,050$), estudou-se essas variáveis isoladamente. Uma vez detectada a interação, utilizou-se o melhor modelo de regressão múltipla entre os testados. Quando os modelos da regressão múltipla não foram significativos ($P \geq 0,050$) ou algum de seus parâmetros também não foram ($P \geq 0,050$), optou-se por discutir regressões simples, quando significativas. Testaram-se diferentes modelos para escolha daquele que apresentasse significância e maiores coeficientes de determinação. Também foi considerado aquele modelo matemático que melhor adequacidade apresentou para variáveis estudadas.

O escore de cobertura de gordura foi analisado pelo Teste Kruskal-Wallis. A significância deste teste foi de 5% de probabilidade.

4.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso vivo dos cordeiros diminuiu quando aumentou a duração dos transportes. A área disponível por animal e a interação das duas variáveis independentes não foram significativas (Tabela 5). Houve decréscimo de 0,69 kg de peso vivo para cada 100 min percorridos (Figura 4). Wythes et al. (1982) enfatizaram que as perdas de peso são mais aceleradas no início do percurso; neste experimento, a queda no peso vivo foi linear.

A diferença do peso vivo das jornadas mais curta (105 min) e longa (630 min) foi de 10,77%. Os cordeiros foram alimentados durante uma hora no dia do transporte, fato que aumentou perdas de conteúdo gastrointestinal nas jornadas. Earley et al. (2013) mostraram que após 9 horas de transporte rodoviário, os bovinos diminuíram seu peso em 15%, já Knowles et al. (1995) relataram diminuição crescente do peso vivo durante o transporte de ovinos por 24 horas, contudo, semelhante a animais que sofreram apenas jejum e não foram transportados.

Tabela 5. Peso vivo, perda de peso vivo de cordeiros em função do peso vivo sem jejum, quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Tempo de viagem (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	Peso vivo (kg)	Perda de peso vivo pós-transporte (g)
105	0,180	38,65	441,00
	0,208	39,56	942,00
	0,235	36,88	692,00
	0,277	37,51	382,00
232	0,180	36,58	3090,00
	0,208	34,72	2748,00
	0,235	33,48	3225,00
	0,277	36,97	3105,00
452	0,180	33,56	2193,00
	0,208	34,60	1973,00
	0,235	34,65	1438,00
	0,277	34,25	1997,00
630	0,180	34,90	3234,00
	0,208	35,23	2680,00
	0,235	33,36	2450,00
	0,277	33,52	2123,00
Erro padrão		0,8137	98,000
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,9057	0,0055
Tempo		0,0032	-
Área		0,5898	-

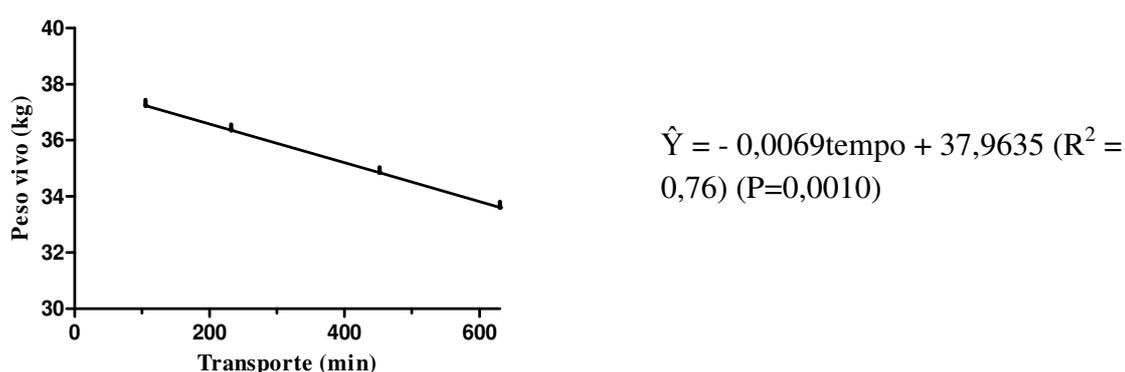
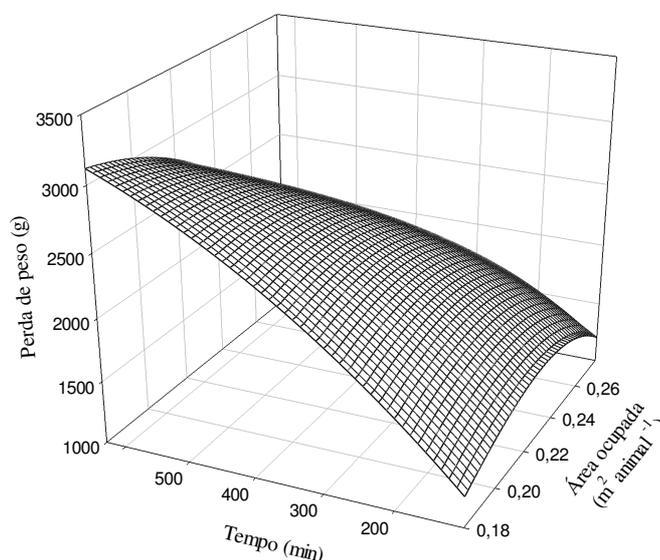


Figura 4. Peso vivo de cordeiros em função da duração do transporte e sua equação de regressão

Quando avaliou-se somente as perdas de peso vivo, houve interação da duração do transporte e área disponível por animal, apresentado também na Tabela 5. O aumento da

duração da jornada aumentou a perda de peso vivo, contudo, quando avaliada em conjunto com a área disponível, esta perda foi minimizada no grupo dos cordeiros mais folgados (intervalo de 0,180 a 0,277 m² animal⁻¹) (Figura 5).



$$\hat{Y} = 426,5976 + 8,4825\text{tempo} - 0,0371(\text{área} \times \text{tempo}^2) \quad (R^2 = 0,39) \quad (P=0,0384)$$

Figura 5. Perda de peso vivo de cordeiros transportados em viagens com durações crescentes e diferentes áreas disponíveis por animal durante o traslado e sua equação de regressão

O acréscimo na perda do transporte de 105 para a de 630 min, na densidade de 0,180 m² animal⁻¹, foi de 150%; na densidade de 0,277 m² animal⁻¹, para as mesmas viagens, este aumento foi de 41%. O efeito do acréscimo de espaço ficou mais evidente por volta de 300 min percorridos e a partir desse ponto. Kannan et al. (2000) não encontraram efeito do acréscimo de espaço para redução das perdas em caprinos (0,18 ou 0,37 m² por animal de 26,2 kg) transportados por 2h30min e Knowles et al. (1998) encontraram menores perdas em maiores espaços (0,448 e 0,769 m² 100 kg⁻¹), 10,6 e 8,4%, respectivamente, em transportes de ovinos por 24 horas. A presente literatura científica não relata trabalhos em que se avaliaram perdas de peso vivo e carcaça em função da densidade de estocagem e duração das jornadas, simultaneamente.

A Figura 5, na qual houve aumento da perda do peso vivo com o aumento da duração do transporte, seguido de amenização com o acréscimo de espaço, foi semelhante às respostas das concentrações de adrenalina (Capítulo 3 – Figura 13). A secreção de catecolaminas resulta em mudanças significativas no metabolismo de energia, incluindo a lipólise, glicogenólise no músculo e gliconeogênese (revisado por Ferguson e Warner, 2008). A mobilização de tecidos

para fornecer energia para manutenção das funções vitais do corpo, bem como a desidratação que também pode ocorrer durante o jejum, conduzindo a potenciais perdas nas carcaças e constituintes não-carcaça (Warriss, 1990).

Não houve interação da duração do transporte e área disponível por animal para carcaças quente e fria, para perdas por resfriamento a interação foi significativa (Tabela 6). As carcaças quentes diminuíram com o aumento da duração das jornadas (Figura 6); para cada acréscimo de 100 min na jornada, uma unidade diminuiu seu peso em 0,28 kg; o mesmo ocorreu para as carcaças frias (Figura 7), o seu peso diminuiu 0,30 kg para 100 min percorridos.

Tabela 6. Pesos da carcaça quente, fria e perdas de peso por resfriamento de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Tempo de viagem (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	Carcaça quente (kg)	Carcaça Fria (kg)	Perda por resfriamento (%)
105	0,180	17,91	16,99	4,52
	0,208	18,07	17,17	5,18
	0,235	16,70	15,91	4,40
	0,277	15,46	14,70	5,43
232	0,180	16,06	15,60	3,81
	0,208	15,84	15,49	2,27
	0,235	15,46	15,01	3,43
	0,277	16,98	16,65	2,73
452	0,180	15,46	14,96	3,89
	0,208	15,21	14,62	4,01
	0,235	15,31	14,69	4,97
	0,277	15,25	14,67	3,70
630	0,180	15,63	14,79	5,56
	0,208	16,12	15,40	4,15
	0,235	15,40	14,50	5,82
	0,277	15,01	14,21	5,00
Erro padrão		0,4110	0,3967	0,2040
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,6080	0,5780	0,0230
Tempo		0,0210	0,0240	-
Área		0,5590	0,5390	-

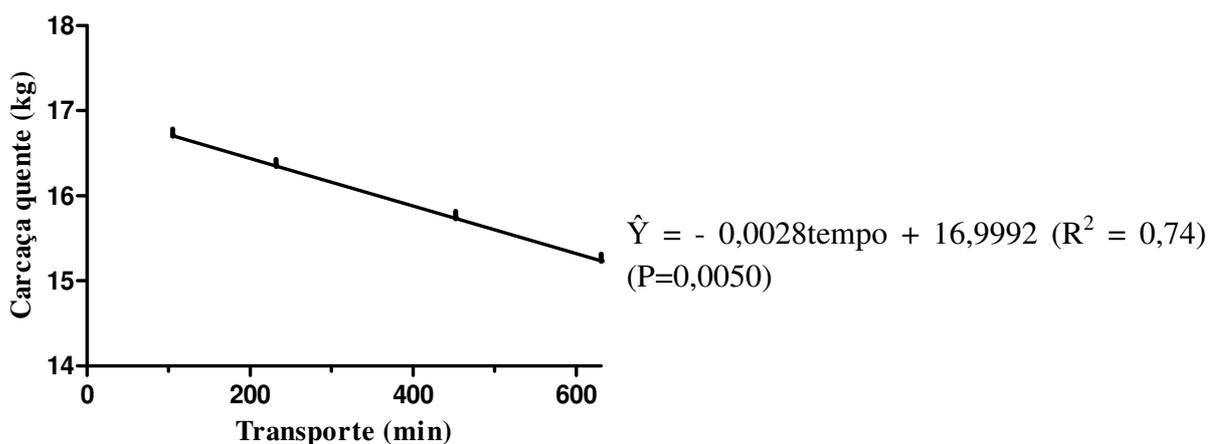


Figura 6. Peso de carcaça quente em função da duração do transporte e sua equação de regressão

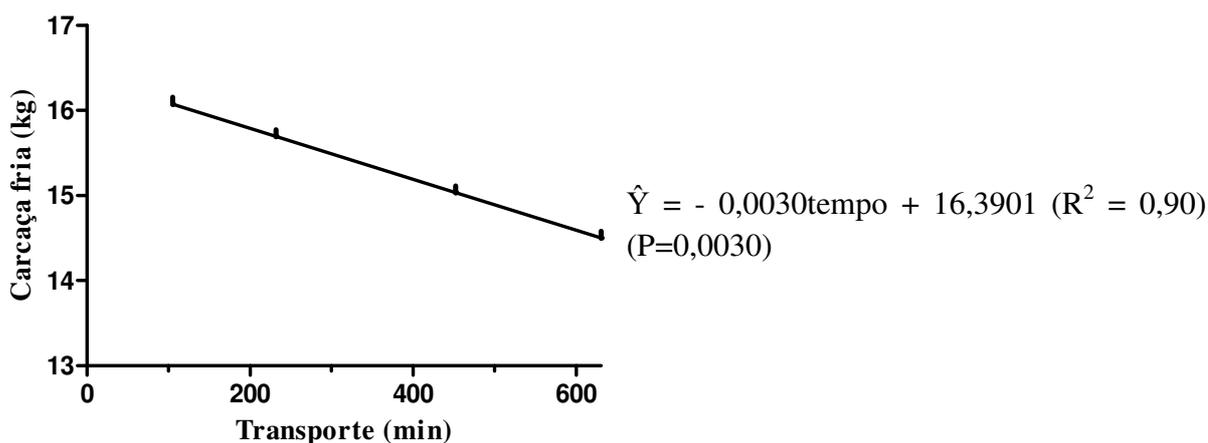


Figura 7. Peso de carcaça fria em função da duração do transporte e sua equação de regressão

Diferente deste trabalho, Tarrant (1990) citou que as perdas são mais susceptíveis a não ruminantes e que em bovinos são insignificantes até 24 horas de jejum. Ekiz et al (2012) submeteram dois grupos de ovinos ao transporte por 75 min e períodos de jejum pós-transporte de 30 min ou 18 horas, os autores encontraram menor peso vivo com o aumento do jejum (7%) e mesmo peso de carcaça. Kirton et al. (1967) encontraram menores pesos de carcaça quente (7,67%) para ovinos que foram submetidos ao jejum de sólidos por três dias quando comparados a um grupo em jejum por 16 horas.

Neste experimento, as estimativas de perdas de carcaça nas jornadas de 105 e 630 min mostram diferença de 9,65% no peso de suas carcaças quentes. As condições bioclimáticas

deste experimento podem ter aumentado às perdas (Tabelas 2 e 3). Kadim et al. (2006) não encontraram perdas de carcaças quente e fria de caprinos que viajaram 100 km durante 2 horas em temperatura média de 37°C e área disponível de 0,28 m² animal⁻¹.

Outra hipótese para a elevada perda de peso nas carcaças é que o escore de gordura é notadamente menor nestes genótipos deste experimento (Figura 9) quando se compara a de raças especializadas para produção de carne utilizadas em experimentos em outros países ou de origem europeia trabalhados no Brasil. Thompson et al. (1987) relataram que em ovinos que possuíam carcaças com maior espessura de gordura, e foram submetidos ao jejum de sólidos por 96 horas antes do abate, perderam 6% de peso da carcaça em relação a animais que não passaram por jejum; em ovinos que possuíam carcaças com menor espessura de gordura, ainda no trabalho de Thompson et al. (1987), esta perda foi de 12%.

Ambas as hipóteses podem ser verdadeiras e, portanto, somarem-se, já que não se encontrou registros na literatura científica com perdas de carcaça nesta magnitude.

As carcaças quente e fria não mudaram seus pesos quando houve mudanças na área disponível por animal ($P \geq 0,050$), assim como ocorreu para quebras no resfriamento ($P \geq 0,050$). Mesmo havendo mais espaços para os cordeiros deitarem e andarem nos grupos mais folgados (áreas disponíveis de 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹) (Capítulo 2, Tabelas 7 e 10), estas variáveis não mudaram. Quando a perda de peso vivo foi avaliada em função da área disponível (Figuras 5), nota-se que houve mudanças no peso, contudo, não refletiu em alterações nas carcaças. Em contraste, Eldridge e Winfield (1988) relataram diminuição de peso de carcaça para bovinos que foram transportados em áreas mais apertadas (0,89; 1,16 ou 1,39 m² animal⁻¹ de 400 kg por 360 km).

Os cordeiros do grupo 0,235 m² animal⁻¹ perderam mais peso durante o resfriamento à medida que a jornada aumentou, 0,35% para cada 100 min percorridos. Os demais grupos apresentaram resultados quadráticos (Figura 8).

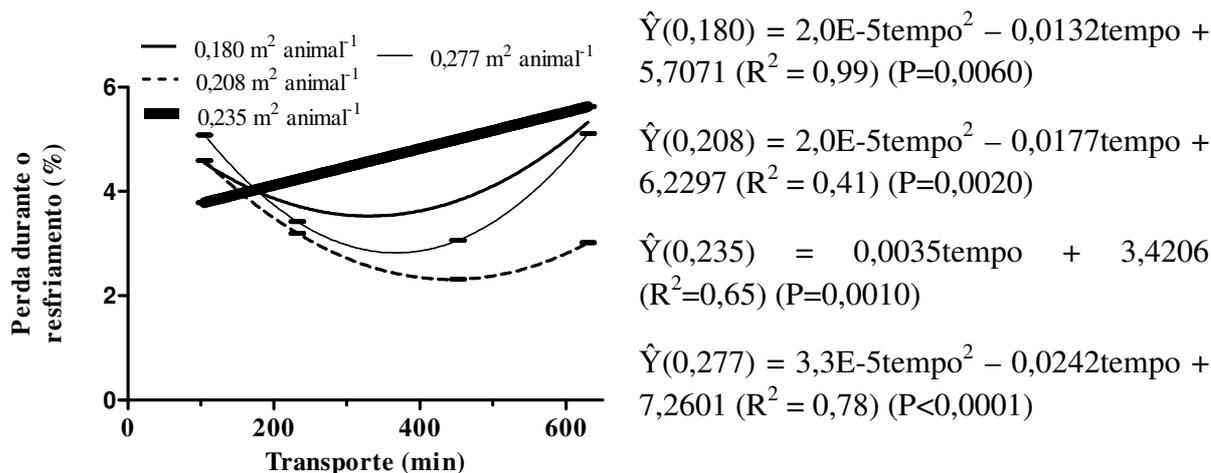
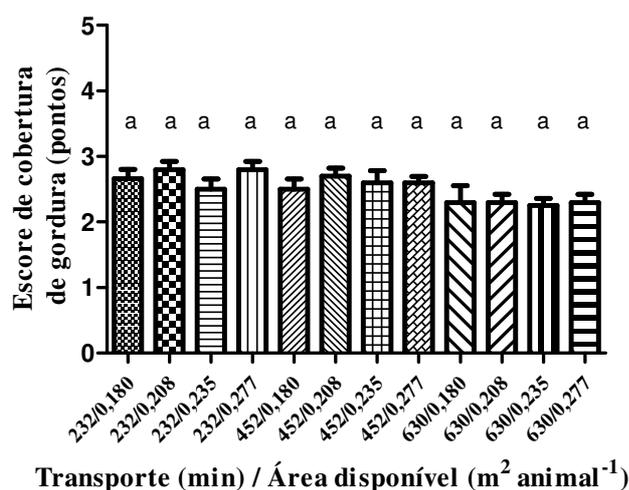


Figura 8. Perda no resfriamento da carcaça de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

Nos grupos 0,180; 0,208 e 0,277 $\text{m}^2 \text{ animal}^{-1}$, menores perdas foram encontradas próximas e acima da média do tempo das jornadas (315 min), a partir desses pontos, houve aumento de perdas. Os valores encontrados de pH final neste experimento (Capítulo 5 – Tabela 5) não sustentam esses resultados, pois não houve variação neste parâmetro. O pH final tem relação direta com a capacidade de retenção de água. Ressalta-se ainda que as perdas durante o resfriamento não foram devidas a variações nas espessuras de gordura das carcaças (Figura 9).



Colunas seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo Teste Kruskal-Wallis ($P=0,0975$).

Figura 9. Escore de cobertura de gordura de carcaça de cordeiros (0 ponto = ausente; 5 pontos = excessiva)

Houve interação da duração do transporte e área disponível para rendimentos de carcaça quente e fria (Tabela 7).

Tabela 7. Rendimentos da carcaça quente e fria de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

Tempo de viagem (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	Carcaça quente (%)	Carcaça fria (%)
105	0,180	45,65	43,40
	0,208	45,16	43,67
	0,235	46,31	44,12
	0,277	44,66	42,41
232	0,180	44,15	41,32
	0,208	44,17	42,32
	0,235	43,61	42,27
	0,277	44,68	43,65
452	0,180	45,80	44,23
	0,208	43,81	41,80
	0,235	44,54	41,84
	0,277	43,51	42,83
630	0,180	42,47	40,07
	0,208	44,32	42,35
	0,235	45,52	42,37
	0,277	44,04	41,61
Erro padrão		0,411	0,284
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,0019	0,0020
Tempo		-	-
Área		-	-

Considerando-se as diminuições dos pesos vivos (Figuras 6) e das carcaças (Figura 6), nota-se que os rendimentos de carcaças quente e fria não mudaram para os grupos 0,180; 0,208 e 0,277 m² animal⁻¹ com a variação da duração das jornadas (Figuras 10 e 11). Como os pesos vivos diminuíram na ordem de 0,69 kg 100 min⁻¹ e as carcaças quentes 0,28 kg 100 min⁻¹, estima-se que as perdas de constituintes não-carcaça sejam de 0,41 kg 100 min⁻¹, valores que não proporcionaram mudanças nos rendimentos. Houve decréscimo nos rendimentos das carcaças quente e fria para o grupo 0,235 m² animal⁻¹ até 380 e 430 min, respectivamente, após, os valores subiram. Neste grupo, possivelmente, nas jornadas mais curtas houve maior perda relativa do peso vivo do que da carcaça, reflexo de uma possível maior defecação e micção, e em jornadas mais longas a ordem foi invertida. Avaliando-se os resultados nos pontos extremos da equação e a concavidade do gráfico, nota-se que os resultados foram próximos aos demais grupos.

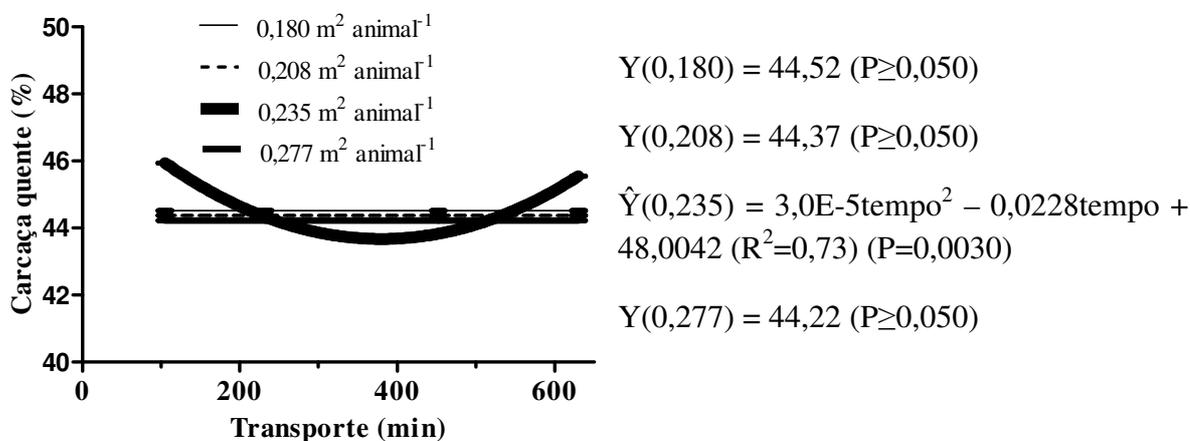


Figura 10. Rendimento de carcaça quente de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

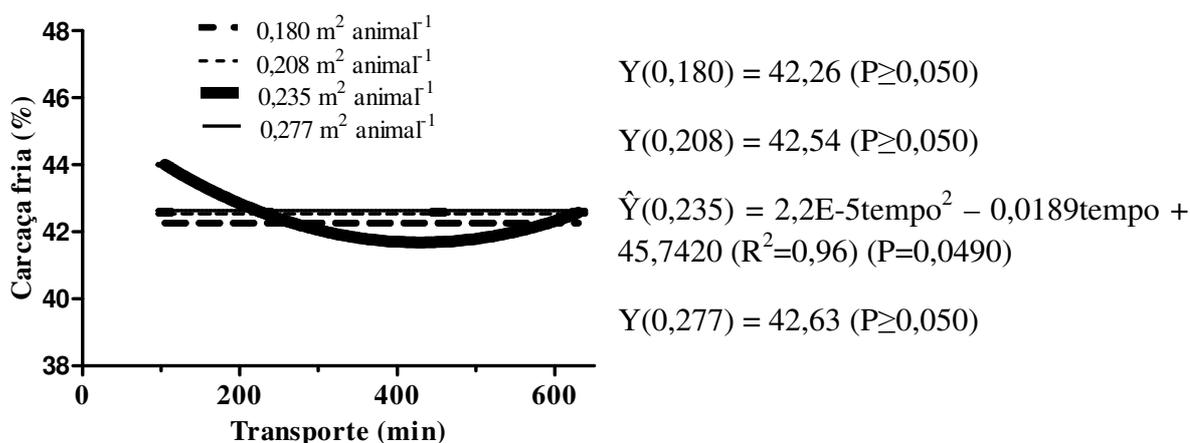


Figura 11. Rendimento de carcaça fria de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis por animal em função da duração do transporte e suas equações de regressão

Os rendimentos de carcaças quente e fria em função da área disponível por animal estão apresentados nas Figuras 12 e 13. Como dito anteriormente, não houve mudanças nos pesos vivos e das carcaças para variações de áreas disponíveis por animal ($P \geq 0,050$), mas, quando se avaliou as perdas de peso vivo, cordeiros que foram transportados mais folgados (intervalo do experimento: 0,180 a 0,277 m² animal⁻¹) perderam menos. Como não houve perdas nas carcaças quando colocadas em função das áreas disponíveis (Tabela 6), as variações de rendimento se devem a perdas de conteúdo gastrointestinal e/ou outros

constituintes que não sejam carcaças. Não houve um padrão regular para todas as equações, nas viagens de 105 e 630 min, os rendimentos não tiveram diferença para aumento de espaço; na jornada de 232 min, o rendimento diminuiu quando a medida que o espaço diminuiu e para o transporte de 452 min, houve queda linear (rendimento de carcaça quente) e efeito quadrático (rendimento de carcaça fria) quando se acrescentou espaço.

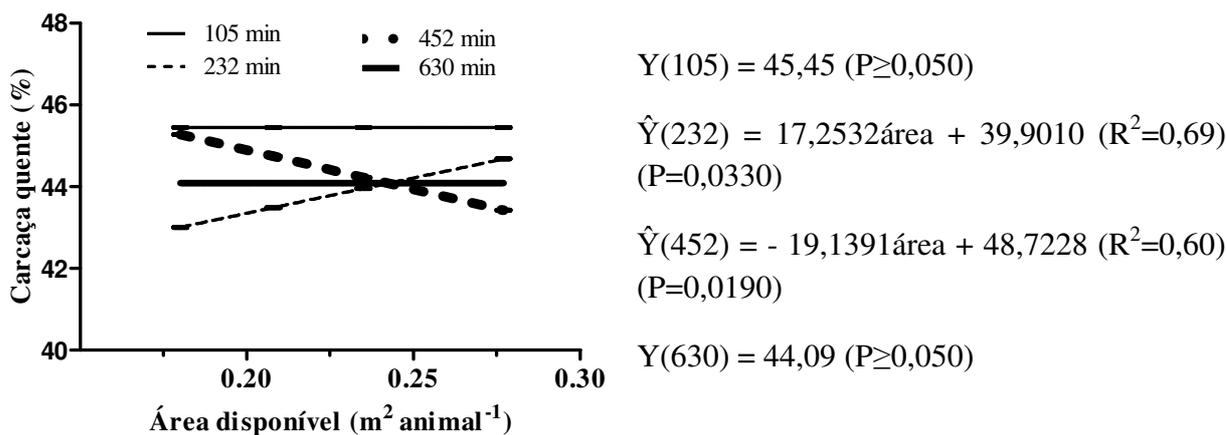


Figura 12. Rendimento de carcaça quente de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

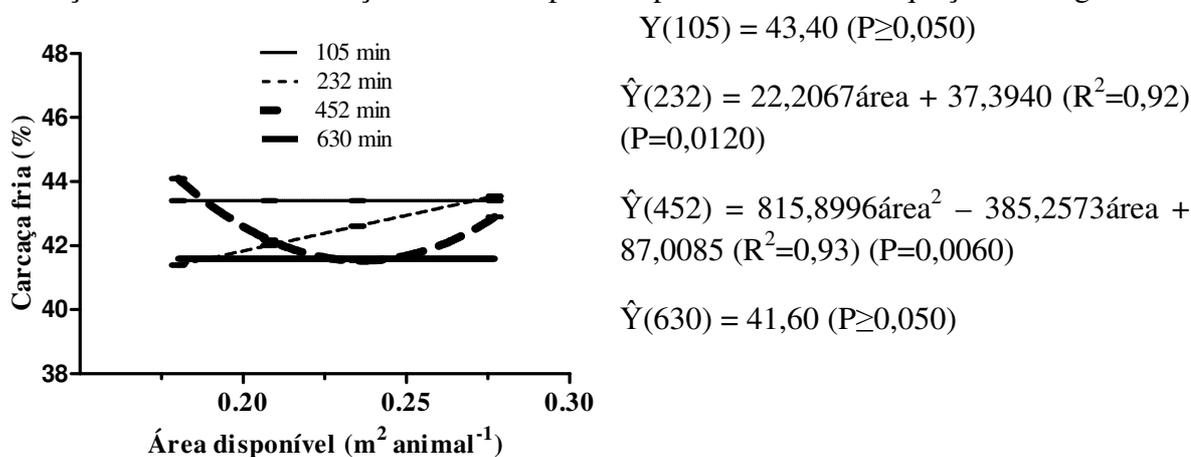


Figura 13. Rendimento de carcaça fria de cordeiros transportados em viagens com durações diferentes em função da área disponível por animal e suas equações de regressão

4.6 CONCLUSÕES

Para cada 100 minutos de transporte rodoviário, a partir da jornada que durou 1h45min, o peso vivo dos cordeiros diminuiu 0,69 kg até a jornada com duração de 10h30min.

O acréscimo de espaço no transporte de cordeiros, em um universo que variou de 0,180 a 0,277 m² animal⁻¹, determinou menores perdas de peso ao longo das jornadas.

Para cada 100 minutos de transporte rodoviário, a partir da jornada que durou 1h45min, os pesos das carcaças quentes e frias diminuíram 0,28 e 0,30 kg, respectivamente, até a jornada com duração de 10h30min.

A variação de espaço (0,180 a 0,277 m² animal⁻¹) durante o transporte de cordeiros não mudou os pesos das carcaças.

4.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EARLEY, B.; DRENNAN, M.; O'RIORDAN, E.G. The effect of road transport in comparison to a novel environment on the physiological, metabolic and behavioural responses of bulls. *Research in Veterinary Science*, v.95, p.811–818, 2013.

EKIZ, B.; EKIZ, E.E.; KOCAK, O.; YALCINTAN, H.; YILMAZ, A. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Science*, v.90, p.967–976, 2012.

ELDRIDGE, G.A.; WINFIELD, C.G. The behaviour and bruising of cattle during transport at different space allowances. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.28, n.6, p.695-698, 1988.

FELÍCIO, P.E. [2003]. Tipificação de carcaça bovina. (Material de Aula – FEA/UNICAMP). Disponível em: <<http://www.fea.unicamp.br>> Acesso em: 10/9/2007.

FERGUSON, D.M.; WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? Review. *Meat Science*, v.80, p.12-19, 2008.

FISHER, A.D.; NIEMEYER, D.O.; LEA, J.M.; LEE, C.; PAULL, D.R.; REED, M.T.; FERGUSON, D.M. The effects of 12, 30, or 48 hours of road transport on the physiological and behavioural responses of sheep. *Journal Animal Science*, v.88, p.2144-2152, 2010.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Review. *Meat Science*, v.71, p.194-204, 2005.

KADIM, I. T.; MAHGOU, O.; AL-MARZOOQI, W.; KHALAF, S.; AL-SINAWI, S. S. H.; AL-AMRI, I. S. Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. *Meat Science*, v.73, p.626-634, 2006.

KANNAN, G.; TERRILL, T.H.; KOUAKOU, B.; GAZAL, O.S.; GELAYE, S.; AMOAH, E.A.; SAMAKÉ, S. Transportation of goats: Effects on physiological stress responses and live weight loss. *Journal Animal Science*, v.78, p.1450-1457, 2000.

KIRTON, A.H.; CLARKE, J.N.; CARTER, A.H. Effect of pre-slaughter fasting on liveweight, carcass weight, and carcass composition of Southdown ram lambs. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, v.10, p.43-55, 1967.

KNOWLES, T.G.; WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. Effects of stocking density on lambs being transported by road. *Veterinary Record*, v.142, p.503-509, 1998.

KONWLES, T.G.; BROWN, S.N.; WARRISS, P.D.; PHILLIPS, A.J.; DOLAN, S.K.; HUNT, P.; FORD, J.E.; EDWARDS, J.E.; WATKINS, P.E. Effects on sheep of transport by road for up to 24 hours. *Veterinary Record*, v.136, p.431-438, 1995.

LAWRIE, R.A. *Ciência da Carne*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

LUCHIARI FILHO, A. Pecuária da carne bovina. 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; QUINTILIANO, M.H.; TSEIMAZIDES, S.P. Boas práticas de manejo – Transporte. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasil, 2013. Disponível em:<www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de dezembro de 2013b.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; SPIRONELLI, A.L.G.; QUINTILIANO, M.H. Boas práticas de manejo – Embarque. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasil, 2013. Disponível em:<www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de dezembro de 2013a.

TARRANT, P.V. Transport of cattle by road. Applied Animal Behaviour Science, v.28, p.153-170, 1990.

THOMPSON, J.M.; O'HALLORAN, W.J.; MCNEIL, D.M.J.; JACKSON-HOPE, N.J.; MAY, T.J. The Effect of Fasting on Liveweight and Carcass Characteristics in Lambs. Meat Science, v.20, p.293-309, 1987.

WARRISS, P.D. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. Applied Animal Behaviour Science, v.28, p.171-186, 1990.

WYTHES, J.R. The saleyard curfew issue. Queensland Agricultural Journal, v.108, 274-278, 1982.

CAPÍTULO 5 - QUALIDADE DA CARNE DE CORDEIROS APÓS O ESTRESSE PELO TRANSPORTE

5.1 RESUMO

A qualidade da carne de cordeiros pode ser alterada de acordo com os procedimentos tomados durante o transporte rodoviário. Portanto, objetivou-se avaliar variações na qualidade da carne de cordeiros durante esta etapa em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações do transporte. Foram utilizados oitenta cordeiros distribuídos num delineamento casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro grupos com diferentes áreas disponíveis (0,180; 0,208; 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹ de 36,64±2,13 kg) durante cada traslado e quatro viagens distintas com tempos percorridos crescentes (105, 232, 452 e 630 min). O pH final, independente do tratamento imposto, não foi alterado e encontrou-se no intervalo considerado normal. As perdas de peso durante o descongelamento foram crescentes com aumento da duração das jornadas e também em cordeiros que estavam alocados em maiores espaços. Cordeiros que viajaram por mais tempo apresentaram carnes com maiores perdas durante o cozimento e maiores forças de cisalhamento. Apesar do número de contusões não serem diferentes para os efeitos da duração das jornadas e da área disponível por animal, dois animais que viajaram nos grupos 0,180 e 0,208 m² animal⁻¹ tiveram hematomas por toda a extensão da carcaça.

5.2 ABSTRACT

The meat quality of lambs can be altered according to the procedures taken during road transport. Therefore, we aimed to evaluate variations in meat quality of lambs during that stage in different occupied areas and driven transport times. We used eighty lambs distributed into a randomized design in a 4 x 4 factorial scheme, with four groups with different occupied areas (0.180, 0.208; 0.235 and 0.277 m² animal⁻¹ of 36,64±2,13 kg) during each journey and four distinct trips with increasing driven time (105, 232, 452 and 630 min). The ultimate pH, regardless of the adopted treatment, was not changed and is in the normal range. Weight losses during thawing increased with increasing duration of journeys, and also in lambs that were allocated in larger spaces. Lambs that were in longer transportation had meat with the highest losses during cooking and greater shear forces. Although the number of concussions are no different to the effects of duration of journeys and the occupied area per animal, two animals transported in groups 0.180 and 0.208 m² animals⁻¹ presented severe bruising.

5.3 INTRODUÇÃO

Dentre os diversos eventos que podem afetar o bem-estar dos animais nos momentos que antecedem o abate, o transporte é um potencial estressor (Tarrant, 1990), mas, se transportados em boas condições, podem tolerar viagens sem comprometê-lo (Fisher et al., 2010). O manejo pré-abate inadequado pode causar perdas na qualidade da carne (Lawrie, 2005). As alterações nas carcaças são motivo de preocupação para a indústria da carne (Tarrant, 1990). As perdas referentes à capacidade de retenção de água das carnes, por exemplo, custam milhões de dólares (Huff-Lonergan e Lonergan, 2005), além de interferir em atributos como a maciez e a coloração (Kadim et al., 2006). Diversos são os trabalhos que avaliam o efeito do transporte sobre os parâmetros de qualidade da carne (Kadim et al., 2009, Ekiz et al., 2012), geralmente, o efeito da área disponível durante o transporte ou a duração da jornada. Poucos são os trabalhos científicos que avaliam ambos simultaneamente. As variáveis que determinam a qualidade da carne devem ser medidas em maior número para aprofundamento das situações, já que em alguns casos acontecem resultados divergentes entre parâmetros interligados, como o pH e capacidade de retenção de água, por exemplo (Warner et al., 2007; Ferguson e Warner, 2008). Com estas considerações, objetivou-se avaliar a qualidade da carne de cordeiros transportados em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações do traslado.

5.4 MATERIAL E MÉTODOS

5.4.1 Ética experimental

Todos os procedimentos realizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) sob registro CETEA 185/2011 (Anexo 1).

5.4.2 Características dos animais e manejo na fazenda de origem e UFMG

Foram utilizados oitenta cordeiros machos não-castrados, filhos de reprodutores Dorper e matrizes sem raça definida. As fêmeas do rebanho tinham o biótipo próximo de ovelhas da raça Santa Inês. Apesar de filhos de matrizes sem raça definida, os animais possuíam fenótipos semelhantes. Os cordeiros foram criados em confinamento recebendo dieta composta por concentrado comercial para bezerros em crescimento, planta de milho

triturada *in natura*, suplemento mineral e água. O sal e a planta de milho foram fornecidos à vontade e o concentrado em torno de 0,4 kg/animal/dia. Os animais possuíam dentição decídua e originavam-se da mesma fazenda, localizada em Carandaí-MG.

Na UFMG, os cordeiros ficavam em piquete coletivo que continha ração, de acordo com as recomendações do NRC (2007), composta por fubá de milho, farelo de soja, bicarbonato de sódio, feno de Tifton 85, suplemento mineral e água, sendo que o volumoso foi fornecido como 50% do total da matéria seca da dieta (Tabela 1).

Tabela 1. Composição bromatológica (%) do feno de Tifton 85 e do concentrado em base de material seca fornecido aos cordeiros na Escola de Medicina Veterinária da UFMG

	Volumoso	Concentrado
Proteína bruta	7,98	11,37
Extrato etéreo	5,00	12,29
Fibra detergente Neutro	59,10	11,32
Fibra detergente Ácido	22,50	1,69
Matéria Mineral	5,96	4,38
Matéria Seca	90,00	90,00

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 7 e 16h. Os cordeiros ficaram confinados na UFMG 30 dias até o transporte para o frigorífico.

5.4.3 Descrição dos tratamentos experimentais

Os oitenta cordeiros foram distribuídos num delineamento casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo quatro diferentes áreas disponíveis por animal durante cada traslado e quatro transportes distintos com durações crescentes, totalizando dezesseis tratamentos; o animal foi uma unidade experimental. Em uma viagem transportou-se vinte cordeiros, sendo que foram distribuídos em quatro compartimentos, equivalente a quatro áreas disponíveis por animal. O peso médio dos animais transportados foi de 36,64±2,13 kg. O espaço no caminhão foi determinado de acordo com o peso vivo médio do grupo e possuíam áreas de 0,180; 0,208; 0,235 e 0,277 m² animal⁻¹ de 36,64±2,13 kg. Em cada transporte foi realizada distribuição de cordeiros aleatória e homogênia. Com o peso vivo médio do grupo, e após o sorteio da área disponível por animal, calculou-se o espaço por lote de cinco animais. As quilometragens percorridas foram 54, 199, 376 e 509 km e a duração foi de 105, 232, 452 e 630 minutos, respectivamente. O quadro-resumo 1 dos tratamentos é apresentado abaixo.

Quadro 1. Descrição dos tratamentos experimentais

Duração (min)	Duração (h e min)	Distância (km)	Área disponível no veículo (m ² animal ⁻¹ de 36,64±2,13 kg)			
			0,180	0,208	0,235	0,277
105	1h45min	54	n = 5	5	5	5
232	3h52min	199	5	5	5	5
452	7h32min	376	5	5	5	5
630	10h30min	509	5	5	5	5

Variáveis independentes destacadas de cinza.

5.4.4 Estrutura do caminhão e suas adaptações

O mesmo caminhão transportador foi utilizado para as quatro viagens. O veículo utilizado foi um Volkswagen 8140 com um eixo na carroceria e o ano de sua fabricação foi 1997. O veículo estava em bom estado de conservação e manutenção em ordem. A carroceria possuía duas caixas interligadas com 2,5 x 2,14 m cada, sendo que utilizou-se para o experimento a caixa próxima a cabine do motorista. As suas laterais possuíam tábuas justapostas do piso até altura de 0,5 m e, a partir desse ponto, tábuas espaçadas (Figura 1). Utilizou-se o mesmo piso da carroceria para os tratamentos. O piso da carroceria era emborrachado e sua limpeza foi realizada antes de cada transporte. A carroceria não possuía objetos que colocassem os animais sob quaisquer riscos.



Figura 1. Veículo utilizado para o transporte dos cordeiros

As divisões foram realizadas com grades de madeira, semelhantes a lateral da carroceria, colocadas paralelas à cabine do motorista do caminhão. À distância em que as tábuas foram colocadas na carroceria, caracterizou cada grupo com área disponível por animal

distinta. As grades foram fixadas com parafusos e suportes de madeiras (Figura 2), sendo que não mudaram seu posicionamento inicial e não apresentaram quaisquer objetos que acarretariam em danos aos animais, como locais pontiagudos, por exemplo.



Figura 2. Grades de madeira colocadas paralelas à cabine do veículo que caracterizaram as áreas disponíveis por grupo de 5 animais

5.4.5 Manejo dos animais próximo e durante ao transporte

Vinte e seis horas antes do início do jejum de sólidos e água, pesou-se os animais que estavam em jejum somente de sólidos por doze horas. Esta primeira pesagem foi utilizada para determinação das áreas disponíveis por animal (Figura 3).

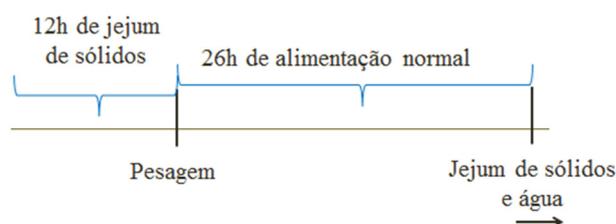


Figura 3. Esquema de pesagem e jejum de todos os transportes

Após este procedimento, o arraçoamento foi normalizado. No dia do transporte, a alimentação foi fornecida às 07h e retirada às 08h, portanto, a partir desse momento, os cordeiros ficaram em jejum de sólidos e água. Por isso, somente os animais que viajaram 630 min alimentaram-se até o momento do embarque. Para os demais transportes, ocorreu jejum de sólidos e água ainda na fazenda em tempos variados de acordo com a duração do traslado. Portanto, todos os cordeiros tiveram a mesma duração de jejum de sólidos e água.

O transporte mais rápido (105 min) deu-se do deslocamento direto da Escola de Veterinária da UFMG até o frigorífico localizado no município de Matozinhos-MG. Os demais transportes foram prolongados para que o tempo planejado fosse alcançado. Todos os deslocamentos se deram em rodovias em bom estado de manutenção. O percurso no município de Matozinhos até o frigorífico, 6 km, foi realizado em estrada de terra em estado de conservação mediano. A velocidade do veículo não ultrapassou 70 km h^{-1} , valor averiguado em seu tacógrafo. As viagens foram realizadas pelo mesmo motorista.

O embarque dos cordeiros procedeu-se seguindo normas técnicas que zelam pelo bem-estar dos animais (Paranhos da Costa et al., 2013^a), por meio de pega pelas regiões do abdômen e externo. Como as estruturas de madeira foram fixadas um dia antes do transporte, os animais foram colocados na carroceira pela parte de cima de cada um dos quatro espaços. Os animais foram desembarcados às 17, 17, 17h e 10 min e 18h e 30 min para as viagens de 105, 232, 452 e 630 min, respectivamente. Segue Quadro 2 do horário de embarque, desembarque e data de cada transporte.

Quadro 2. Descrição do embarque, desembarque e horário de cada transporte

Duração (min)	Embarque (horário)*	Desembarque (horário)*	Data do transporte
105	15h15min	17h	27/06
232	13h08min	17h	11/07
452	9h28min	17h10min	24/10
630	8h	18h30min	07/11

*Nenhum dos transportes seguiu o horário de verão.

Todos os transportes foram realizados no ano de 2012. Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados os dados de temperatura do ar e umidade relativa de cada transporte, ambos medidos por *dataloggers*. Cada *datalogger*, em número de três por viagem, foi colocado, aleatoriamente, no pescoço de um animal. Os aparelhos foram programados para medições a cada 5 minutos. Após, fez-se médias dos três *dataloggers* que continham a temperatura e umidade relativa do ar para representação das características bioclimáticas do transporte.

Tabela 2. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de temperatura do ar (°C) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário

	Viagem (min)			
	105	232	452	630
Mediana	29,30	28,70	31,90	27,90
Mínimo	25,70	24,70	25,50	22,40
Máximo	34,30	32,70	35,50	38,10
Percentil 25%	27,78	27,70	30,35	26,10
Percentil 75%	31,50	29,60	35,50	29,50

Tabela 3. Valores medianos, percentil 25-75, mínimos e máximos de umidade relativa do ar (%) medidos a cada 5 minutos durante o transporte rodoviário

	Viagem (min)			
	105	232	452	630
Mediana	48,15	41,60	54,40	70,45
Mínimo	37,60	33,50	38,60	50,90
Máximo	76,60	57,30	93,80	95,00
Percentil 25%	45,28	39,60	49,05	64,80
Percentil 75%	52,03	43,50	58,05	79,60

5.4.6 Manejo dos animais depois dos transportes

O frigorífico, que possui Serviço de Inspeção Estadual do Estado de Minas Gerais, localiza-se em Matozinhos à 54 km da Escola de Medicina Veterinária. Os cordeiros ficaram em local coberto, com piso cimentado e com acesso a água.

5.4.7 Abate dos cordeiros

Foi realizado banho de aspersão dos cordeiros na seringa imediatamente antes da entrada para o boxe de insensibilização. O procedimento de abate começou após 15h de descanso pré-abate. A insensibilização deu-se por meio do sistema de eletronarcolese, composto por dois eletrodos colocados na cabeça, seguido de sangria imediata. O abate de cada animal foi realizado aleatoriamente e neste dia houve somente o abate experimental.

5.4.8 Medições nas carcaças

Em torno de quarenta e cinco minutos após a sangria, mediu-se o pH, com peagâmetro “Sentron® 1001pH Meter”, no músculo *longissimus lumborum* na altura da 12ª costela. As carcaças quentes levadas para câmara fria com temperatura em torno de 2°C por 24 horas. Antes de entrarem na câmara, as carcaças foram lavadas. O pH das carcaças foi novamente

medido após o resfriamento. No transporte de 232 minutos foram perdidos as mensurações de pH inicial e final em decorrência de erro operacional no abate. Para essas variáveis seguiu-se um delineamento casualizado em esquema fatorial 4x3 (quatro diferentes áreas disponíveis por animal no caminhão x três tempos percorridos crescentes).

No momento da medição do pH inicial, as carcaças foram fotografadas com câmera digital Canon® PowerShot SX200 IS com sensor de 12.1 *megapixels*. Cada carcaça foi fotografada três vezes de ângulos diferentes para determinação visual, posteriormente, da incidência e caracterização de hematomas. A luminosidade, local e a distância das fotos foram as mesmas. Para caracterização dos hematomas nas carcaças, foram criados parâmetros para descrevê-las de acordo com o tamanho, coloração e região anatômica (Tabela 4).

No transporte de 105 minutos foram perdidas as fotos em decorrência de erro operacional. Portanto, para incidência e caracterização de hematomas seguiu-se um delineamento casualizado em esquema fatorial 4x3 (quatro diferentes áreas disponíveis por animal no caminhão x três tempos percorridos crescentes).

Tabela 4. Caracterização dos hematomas nas carcaças de cordeiros após transporte rodoviário

Grau	Lesão subcutânea, lesão muscular, lesão óssea.
Tamanho	Menor que 1 cm, de 1 a 5 cm, de 5,1 a 15 cm, de 15,1 a 30 cm, generalizada.
Coloração	Vermelho, vermelho escuro, roxo, amarelo.
Região anatômica	Perna, lombo, costelas e vazio, paleta, pescoço.

5.4.9 Medições na carne

As partes anteriores dos músculos longissimus das carcaças foram retiradas após vinte e quatro horas de resfriamento, embaladas à vácuo e congeladas a -20°C. Após, foram

encaminhadas para o Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Estadual de Montes Claros, no *campus* de Janaúba. Nas carnes foram medidas as colorações do músculo, perdas de água por descongelamento e por cozimento, capacidade de retenção de água e força de cisalhamento.

Pesou-se os cortes congelados, o peso médio foi de $58,34 \pm 23$ g, e colocou-se em bandeja inclinada em um refrigerador (temperatura média de 4°C durante 36 horas) até que alcançassem temperatura interna de 2 à 5°C. Após essa etapa, os cortes foram novamente pesados para obtenção da perda por descongelamento, em percentagem.

As determinações da cor da carne foram realizadas com um espectrofotômetro Hunter, modelo Miniscan EZ no sistema CIE. Avaliou-se a luminosidade (L^*), os teores da cor vermelha (a^*) e da cor amarela (b^*). A calibração do aparelho foi realizada antes da leitura das amostras com um padrão branco e outro preto. Dos cortes descongelados foram retirados dois bifés, ambos com 2,54 cm. A coloração da carne foi medida nestes bifés na parte em que não foi exposta a queima direta pelo congelamento. Para isso, os bifés ficaram expostos ao ambiente por 30 minutos antes da realização das avaliações. Foram medidas quatro réplicas nos dois bifés e, posteriormente, encontradas as médias.

Para a determinação da perda de água por cozimento, as carnes descongeladas foram pesadas e levadas a um grill elétrico Britânia® DH042463X03/B. O cozimento foi realizado com os cortes embrulhados em papel alumínio. Quando a temperatura no ponto frio dos bifés alcançou 40°C, foram virados e o outro lado foi grelhado até que atingisse 71°C (Ramos e Gomide, 2007). Após este procedimento, as seções de carne foram esfriadas em temperatura ambiente e pesadas novamente, sem o papel alumínio, para que se pudesse determinar a perda de água por cozimento, a partir da diferença entre os dois bifés descongelados e cozidos.

Em seguida, retiraram-se das seções de carne três amostras cilíndricas, com 1,27 cm de diâmetro, que foram utilizadas para realização das análises objetivas de força de cisalhamento e medidas com aparelho tipo Warner-Bratzler (Ramos e Gomide, 2007). As três amostras foram réplicas que determinaram o valor médio.

Após a extração dos dois bifés ainda crus, a parte que sobrou do longissimus, foi utilizada para a avaliação da capacidade de retenção de água, conforme método descrito por Nakamura e Katoh (1985). Foi pesado 1 g de carne em triplicata, embrulhados em papel filtro e acondicionados em tubo para centrifugação. As amostras foram centrifugadas em aparelho Sislab® Twister Plus por 4 minutos/1500rpm. Logo após, foram retiradas e pesadas sem o papel, acondicionadas em cadinhos previamente secos e pesados, e ficaram em estufa Tecnal® modelo TE-394/1 a 70°C. Após 18 horas, as amostras foram transferidas para o

dessecador para esfriarem e assim se obter o peso final. O cálculo para determinar a capacidade de retenção de água, em porcentagem, foi obtido pela diferença do peso da amostra de carne após centrifugação e o peso da amostra após secagem, sendo essa diferença dividida pelo peso inicial da amostra crua.

5.4.10 Análises estatísticas

Testou-se a significância da covariável peso vivo em jejum, obtida antes do transporte, para, quando significativa ($P < 0,0500$), fosse realizada as correções nas variáveis dependentes.

Para cada variável dependente, testou-se a normalidade, a homogeneidade e aditividade de modo que não foram significativas, com exceção da distribuição dos hematomas.

Após a análise de variância e, quando o teste “F” foi significativo, os dados foram submetidos à análise de regressão à 5% de probabilidade pelo Teste T. Os efeitos da área disponível por animal e da duração do traslado sobre as demais características estudadas foram avaliados como as duas variáveis independentes. Quando a interação não foi significativa ($P \geq 0,050$), estudou-se essas variáveis isoladamente. Uma vez detectada a interação, utilizou-se o melhor modelo de regressão múltipla entre os testados. Quando os modelos da regressão múltipla não foram significativos ($P \geq 0,050$) ou algum de seus parâmetros também não foram ($P \geq 0,050$), optou-se por discutir regressões simples, quando significativas. Testaram-se diferentes modelos para escolha daquele que apresentasse significância e maiores coeficientes de determinação. Também foi considerado aquele modelo matemático que melhor adequacidade apresentou para variáveis estudadas.

A distribuição dos hematomas nas carcaças foi analisada pelo Teste Kruskal-Wallis. A significância deste teste foi de 5% vde probabilidade. As características dos hematomas foram analisadas descritivamente.

5.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve variações do número de carcaças com hematomas para as diferentes jornadas (Figura 4), mesmo com as maiores concentrações de creatina quinase (Capítulo 3 – Figuras 36 e 37) quando a duração dos transportes aumentou. As concentrações de lactato, apesar de estarem mais altas no momento pós-transporte (Capítulo 3 – Tabela 15), não apresentaram evidências claras do efeito dos tratamentos como a creatina quinase. Ambas as variáveis estão relacionadas com a fadiga dos cordeiros, portanto, mais susceptíveis,

teoricamente, a um maior número de contusões. Contrariamente a este resultado, Tarumán e Gallo (2008) encontraram diferenças, os autores distribuíram os transportes de ovinos em quatro blocos (0 a 99, 100 a 199, 200 a 299 e 300 a 400 km) e descreveram que o número de contusões nas carcaças aumentou com o crescimento da distância (6,1; 6,7; 7,6 e 8,1%, respectivamente). Para Hoffman e Lühl (2012), à semelhança deste experimento, a distância percorrida (3 a 8 horas) teve efeito mínimo para o aparecimento de contusões em bovinos. Os autores destacaram as densidades das cargas, estradas de cascalho e a movimentação do gado após o desembarque como variáveis mais importantes.

Durante este experimento, a pavimentação das estradas estava boa e a direção do veículo foi realizada com os cuidados pertinentes a função.

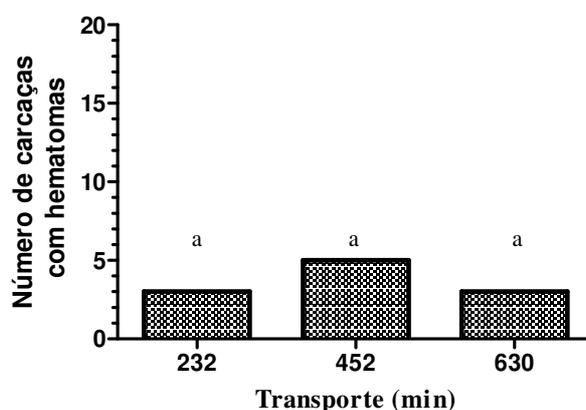


Figura 4. Número de carcaças de cordeiros com hematomas em função da duração do transporte

Quando se avaliou a área disponível por animal, também não foi encontrado efeito no número de carcaças com hematomas (Figura 5), ao contrário dos valores de creatina quinase (Capítulo 3 – Figura 36 e 37) e semelhante aos achados de lactato (Capítulo 3 – Figuras 36 e 38). Mesmo com maior frequência de animais em pé em menores áreas (Capítulo 2 – Tabela 7), não aumentou o número de hematomas nas carcaças. Alternativas que poderiam afetar o número de hematomas, como ocorrências de agressões e/ou perdas de equilíbrio (Capítulo 2), também não foram diferentes com o aumento do espaço por animal durante o transporte e nem com a duração das jornadas. Diferente deste ensaio, Romero et al. (2013) encontraram maior número de hematomas nas carcaças de bovinos (2,4 vezes) quando a área disponível passou de 300 para 350-400 kg/m².

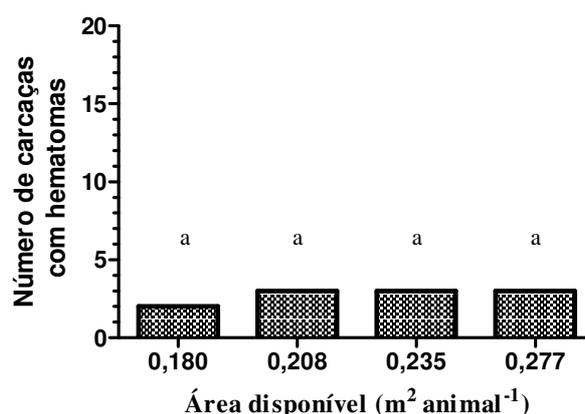


Figura 5. Número de carcaças de cordeiros com hematomas em função da densidade de estocagem durante o transporte

Dentre as carcaças que apresentaram hematomas, 11 no total de 60, sete foram na região das costelas e fralda, uma no lombo e três no pernil. Todos os tratamentos possuíram hematomas nas costelas e fraldas. Somente cordeiros que viajaram no grupo 0,277 m² animal⁻¹ não apresentaram hematomas no lombo e pernil, contudo, os demais, quando apresentaram, foi um caso cada. Todos os hematomas foram subcutâneos. Dois cordeiros, um na área de 0,180 m² animal⁻¹ e outro na área de 0,208 m² animal⁻¹ apresentaram hematomas por toda a carcaça, as demais foram lesões pontuais. Estes cordeiros que apresentaram lesões mais graves deitaram e tiveram dificuldades em levantar-se (Capítulo 2). Os hematomas foram menores que 5 cm e de coloração vermelha. Dentre as variáveis utilizadas para caracterização dos hematomas nas carcaças, não se notou efeito evidente da duração das jornadas. O caso em que o cordeiro apresentou hematomas mais graves é um indicativo de que menores áreas disponíveis por animal podem causar diminuição do bem-estar e da qualidade da carne.

Não houve interação da duração do transporte e área disponível por animal para pH inicial e final (Tabela 5). O pH inicial diminuiu 0,02 unidade para cada 100 min de acréscimo nas jornadas (Figura 6). A diferença de 2% do pH inicial do transporte de 105 min para o de 630 min não parece ser relevante, já que não houve diferença do pH final (5,64) ($P > 0,050$) quando as jornadas ficaram mais longas (universo de 105 a 630 min). Quando as áreas disponíveis por animal foram diferentes durante o transporte, o pH inicial não mudou (6,68), nem o pH final ($P > 0,050$).

Tabela 5. pH inicial e final da carcaça e capacidade de retenção de água (CRA) da carne de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e tempos percorridos

Tempo de viagem (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	pH inicial	pH final	CRA (%)
105	0,180	6,83	5,64	58,42
	0,208	6,79	5,62	57,55
	0,235	6,73	5,71	56,00
	0,277	6,72	5,67	57,17
232	0,180	-	-	55,16
	0,208	-	-	55,98
	0,235	-	-	57,18
	0,277	-	-	58,90
452	0,180	6,67	5,62	56,43
	0,208	6,59	5,61	55,53
	0,235	6,65	5,63	56,20
	0,277	6,57	5,61	56,05
630	0,180	6,68	5,69	57,65
	0,208	6,80	5,65	56,33
	0,235	6,55	5,61	59,23
	0,277	6,60	5,65	57,33
Erro padrão		0,037	0,021	0,4976
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,5987	0,159	0,1667
Tempo		0,0227	0,694	0,1393
Área		0,2386	0,059	0,5114

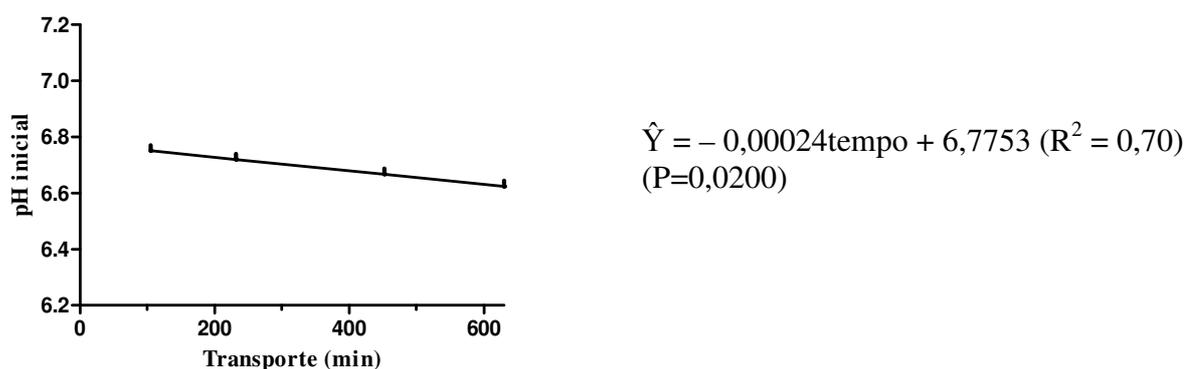


Figura 6. pH inicial da carcaça de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão

O aumento das concentrações de adrenalina em viagens mais longas, seguido de decréscimos quando os animais viajaram mais folgados (Capítulo 3 – Figura 13), que, segundo Ferguson e Warner (2008), aumentam a glicogenólise, parece não ter sido suficiente para depleção do glicogênio muscular, já que o pH final não foi alterado e encontrou-se dentro de valores normais, citado por Lawrie (2005) como abaixo de 6,0. Como exemplos, Lambert et al. (1998) não encontraram diminuição do glicogênio muscular de bovinos após percorrer 5 km a uma velocidade de 8 km h⁻¹ no pré-abate e De la Fuente et al. (2012) não encontraram mudanças no glicogênio muscular em jornadas com duração de 4h45min e em cordeiros que foram transportados em uma área de 0,12 m² animal⁻¹ com 12 a 14kg.

Tarrant et al. (1992) citaram leve aumento do pH nas carcaças de bovinos que foram submetidos ao transporte (0,1 a 0,2 unidade) e relataram que nem todos os músculos respondem a essa situação; o músculo longissimus, também utilizado neste experimento, apresentou somente 4% de casos em que o pH ficou acima de 6,0 em animais transportados.

Além do crescente aumento de adrenalina, cordeiros que foram transportados por mais tempo (universo de 105 a 630 min) apresentaram maiores concentrações de creatina quinase (Capítulo 3 – Figuras 37 e 38), maiores concentrações de cortisol no momento pré-abate (Capítulo 3 - Figura 31); e, em relação a espaço disponível durante o transporte, animais em pé por mais tempo alocados em menores áreas (Capítulo 2 – Tabela 7). Mesmo assim, o pH final continuou baixo para todos os tratamentos. Diferente deste experimento, Amtmann et al. (2006) encontraram relação direta do aumento da creatina quinase e do pH final nas carcaças de novilhos, mas não encontraram entre o cortisol e o pH.

Huff-Lonergan e Lonergan (2005) descreveram que em animais que sofrem estresse pré-abate, o metabolismo *post mortem* pode acelerar; a consequente queda rápida do pH quando a temperatura da carcaça ainda encontra-se alta pode levar a uma diminuição na capacidade de retenção de água. Partindo desse princípio, neste experimento, nenhum tratamento apresentou resultado (pH final e capacidade de retenção de água) que mostre efeitos estressantes para cordeiros que perfizeram jornadas mais longas e/ou que foram transportados mais apertados (universo de 0,180 a 0,277 m² animal⁻¹), já que a capacidade de retenção de água não sofreu influência da duração do transporte e nem das áreas disponíveis por animal (Tabela 5). Os resultados da capacidade de água são condizentes com os do pH final. Miranda-de la Lama et al. (2012), confrontando transportes de ovinos com 3 ou 4 horas, o último com 1 hora de descanso (com embarque e desembarque) no meio do percurso, também não encontraram diferenças no pH final e na capacidade de retenção de água.

Contudo, na literatura científica existe uma série de metodologias para avaliação da capacidade de retenção de água; dentre elas, métodos gravimétricos, com aplicações de força externa e/ou térmica (Nakamura e Katoh, 1985; Trout, 1988; Honikel, 1997 e Bertram et al., 2001). Portanto, a quantidade de água perdida, para diferentes métodos, será diferente (Ramos e Gomide, 2007). Neste experimento, para esta variável, utilizou-se centrifugação e aplicação de força térmica. Parece que este método alterou as microestruturas das células de tal forma que o resultado aconteceu independente da ação dos tratamentos. As variáveis perdas por descongelamento e cozimento, também relacionadas com a capacidade de retenção de água, apresentaram mudanças de acordo com os tratamentos.

Trout (1988) citou que, nem sempre, medições da capacidade de retenção de água no músculo cru correlacionam-se com as do músculo cozido. Pode-se notar que as perdas durante o resfriamento (Capítulo 4 - Figura 5) não são condizentes com os achados da capacidade de retenção de água, nem com as perdas por descongelamento e cozimento (Tabela 6), todas, também, variáveis que medem a capacidade de retenção de água. Portanto, para Trout (1988), métodos que utilizam tratamento térmico podem estar mais ligados com a suculência do produto, devido à destruição semelhante à mastigação e não com a capacidade de retenção de água do produto original.

Não houve interação da área disponível por animal e da duração das jornadas para as variáveis perdas de peso no descongelamento e no cozimento e força de cisalhamento (Tabela 6). Portanto, serão apresentadas e analisadas separadamente.

Tabela 6. Perdas de peso por descongelamento e cozimento e força de cisalhamento de carne de cordeiros submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e tempos percorridos

Tempo de viagem (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	Perda por Descogelamento (%)	Perda por cozimento (%)	Força de cisalhamento (gf (cm ²) ⁻¹)
105	0,180	7,11	23,82	2940,00
	0,208	7,52	23,84	3220,00
	0,235	7,09	28,10	3850,00
	0,277	6,28	25,19	3060,00
232	0,180	4,00	28,16	4600,00
	0,208	4,50	26,70	3770,00
	0,235	6,64	30,12	4090,00
	0,277	7,14	23,01	3940,00
452	0,180	11,29	48,08	3900,00
	0,208	10,42	49,36	5300,00
	0,235	11,51	51,57	4430,00
	0,277	12,24	49,62	3850,00
630	0,180	10,91	46,72	4420,00
	0,208	12,41	45,98	3810,00
	0,235	13,01	47,16	4540,00
	0,277	13,81	46,59	3210,00
Erro padrão		0,377	0,865	0,020
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,1437	0,6126	0,1449
Tempo		<0,0001	<0,0001	0,0020
Área		0,0174	0,0515	0,0912

O acréscimo de perda durante o descongelamento na carne de cordeiros foi de 1,31% a cada 100 km percorridos (Figura 7). Ressalta-se que os cordeiros possuíam escore de cobertura de gordura semelhante (Capítulo 4 – Figura 6) e que no momento pré-abate as concentrações de cortisol estavam mais altas para cordeiros que foram transportados por mais tempo (universo de 105 a 630 min) (Capítulo 3 - Figura 31), o que pode ter causado queda mais abrupta do pH quando a temperatura da carcaça encontrava-se alta e, conseqüentemente, diminuição da capacidade de retenção de água.

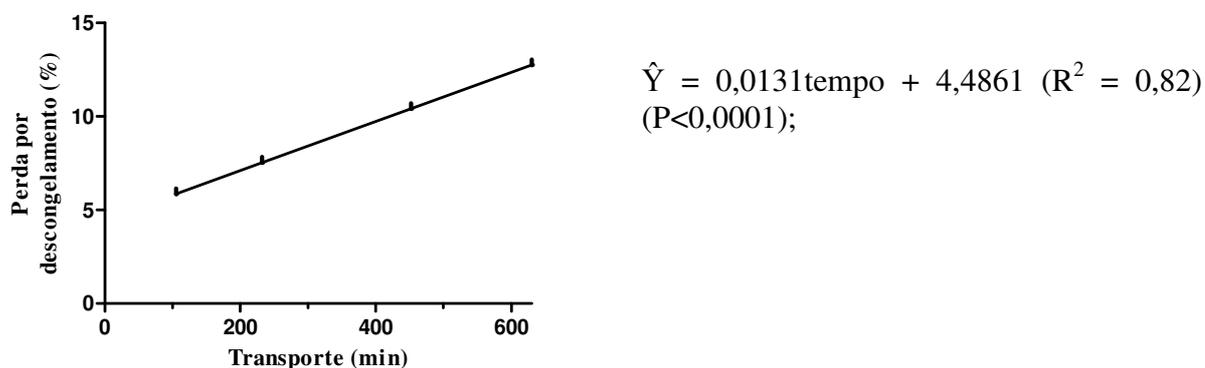


Figura 7. Perdas de peso durante o descongelamento da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão

O aumento das perdas foi crescente quando a carne foi submetida ao cozimento, 5% para cada 100 km percorridos (Figura 8). Kadim et al. (2006) encontraram maiores perdas no cozimento em músculos de caprinos submetidos ao transporte e sugeriram que a diminuição da capacidade de retenção de água foi menor nesses animais. Já Warner et al. (2007), também encontraram menor capacidade de retenção de água da carne quando submeteram bovinos ao estresse no pré-abate e não encontraram diferenças no pH final. Para Ferguson e Warner (2008), algumas variações ocorrem independente do pH final e citaram a capacidade de retenção de água como uma das medidas a serem acrescentadas para avaliar a qualidade das carnes.

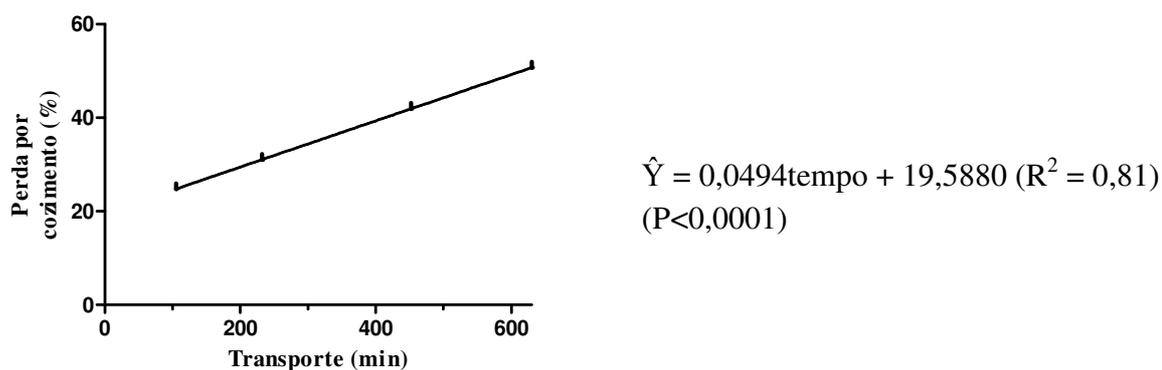


Figura 8. Perdas de peso durante o cozimento da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão

A variável a seguir, força de cisalhamento, é utilizada para avaliar a maciez da carne (Lawrie, 2005). A carne ficou com maior força de cisalhamento à medida que as jornadas

ficaram mais longas (universo de 105 a 630 min) (Figura 9), o que resultou em carnes menos macias; a água perdida no descongelamento e cozimento, provavelmente, interferiu neste valor encontrado. Os valores médios encontrados em todos os tratamentos estão muito abaixo de 11 kgf, considerados por Souza et al. (2004) como limite superior para considerar a carne como macia.

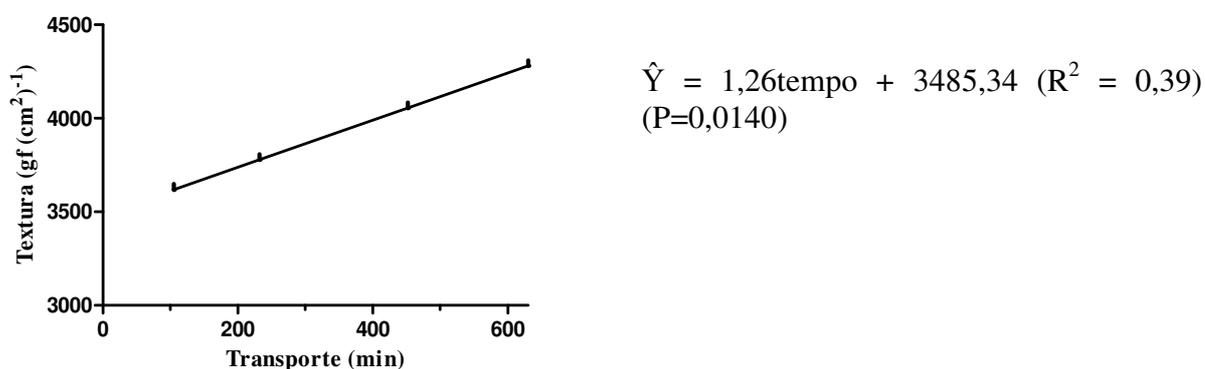


Figura 9. Força de cisalhamento da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão

O acréscimo de espaço aumentou linearmente as perdas durante o descongelamento (Figura 10) e não influenciou perdas no cozimento e força de cisalhamento da carne ($P > 0,050$). A diferença da perda de peso durante o descongelamento quando se compara os cordeiros que foram transportados mais folgados ($0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$) e os mais apertados ($0,180 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$) foi de 1,63%. Segundo Huff-Lonergan e Lonergan (2005), quanto menor o pH final e, portanto, próximo ao ponto isoelétrico das proteínas, menor é a capacidade de retenção de água. Apesar de aumentarem a perda de peso por descongelamento em maiores áreas, essas variações ocorreram independentes do pH final. Ressalta-se que, neste caso, não existiu a possibilidade de diminuição do pH rapidamente, pois os achados comportamentais (Capítulo 2) e hematológicos (Capítulo 3) não indicaram aumento de estresse para os cordeiros que foram transportados mais folgados (variação de $0,180$ a $0,277 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$).

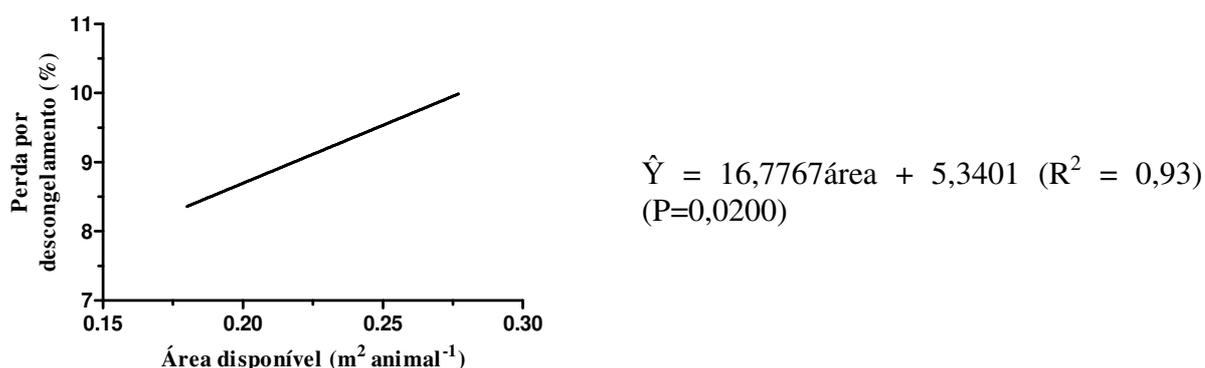


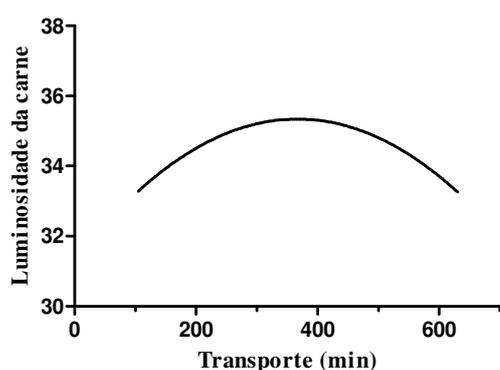
Figura 10. Perdas de peso durante o descongelamento da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão

Não houve interação da área disponível por animal e duração do transporte para luminosidade da carne (Tabela 7). Quando analisou-se o efeito da área disponível sobre as diferentes jornadas, não encontrou-se variação da luminosidade ($P>0,050$).

Tabela 7. Coloração da carne de cordeiros quando submetidos a diferentes áreas disponíveis por animal e duração do transporte rodoviário

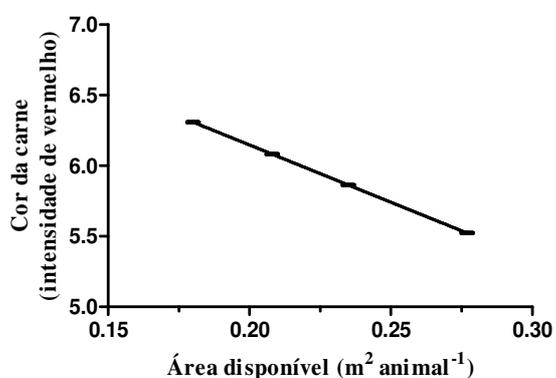
Tempo de viagem (min)	Área disponível (m ² animal ⁻¹)	Luminosidade (L*)	Teor de vermelho (a*)	Teor de amarelo (b*)
105	0,180	33,43	5,72	7,76
	0,208	32,58	6,20	8,51
	0,235	32,15	6,16	8,80
	0,277	31,40	4,96	7,14
232	0,180	34,72	7,02	9,03
	0,208	31,39	5,33	8,05
	0,235	36,96	6,53	7,75
	0,277	34,36	4,73	7,10
452	0,180	35,79	5,67	7,98
	0,208	36,40	5,94	8,05
	0,235	33,41	7,08	7,36
	0,277	36,61	5,99	7,84
630	0,180	35,27	6,09	7,76
	0,208	32,90	6,75	8,33
	0,235	35,71	5,56	8,65
	0,277	34,95	5,37	7,69
Erro padrão		0,5404	0,2424	0,2296
Fontes de variação		Pr>Fc	Pr>Fc	Pr>Fc
Área x Tempo		0,0501	0,0674	0,1498
Tempo		0,0010	0,6903	0,8076
Área		0,2369	0,0152	0,0631

A luminosidade da carne foi quadrática negativa em função do aumento da duração das jornadas (Figura 11), contudo, avaliando a concavidade da curva não parece ser relevante a alteração. O teor de amarelo não foi alterado com os tratamentos impostos (área disponível e duração das jornadas). O vermelho diminuiu com o aumento da área disponível por animal (Figura 12), talvez pela maior perda de pigmentos durante o descongelamento. A intensidade de vermelho está abaixo da faixa da espécie para quaisquer tratamentos, já a luminosidade e intensidade de amarelo estão dentro do intervalo citado por Sañudo et al. (2000), contudo, os valores estão próximos ao limite inferior. Este resultado pode ter sido encontrado devido ao fato de que as medições da coloração da carne foram realizadas após o processo de congelamento e descongelamento. Kadim et al. (2009) não encontraram mudanças na cor da carne de ovinos que foram transportados por 3h durante o verão (42°C).



$$\hat{Y} = -0,00003\text{tempo}^2 + 0,022\text{tempo} + 31,3059 \quad (R^2 = 0,99) \quad (P=0,0160)$$

Figura 11. Luminosidade da carne de cordeiros transportados em função da duração do transporte e suas equações de regressão



$$\hat{Y} = -8,1189\text{área} + 7,7711 \quad (R^2 = 0,51) \quad (P=0,0152)$$

Figura 12. Intensidade de vermelho da carne de cordeiros transportados em jornadas crescentes e sua equação de regressão

Nota-se que as alterações na coloração da carne de cordeiros, quando ocorreram, foram pequenas entre os tratamentos.

5.6 CONCLUSÕES

A variação de espaço durante o transporte (universo de 0,180 a 0,277 m² animal⁻¹) e a duração das jornadas (universo de 1h45min a 10h30min) não mudaram o número de hematomas nas carcaças. Duas carcaças com hematomas mais graves encontravam-se nos grupos 0,180 e 0,208 m² animal⁻¹.

O aumento da duração das jornadas resultou em maiores perdas no descongelamento e no cozimento da carne de cordeiros.

O aumento do espaço disponível proporcionou maiores perdas no descongelamento e não alterou as perdas no cozimento e força de cisalhamento da carne de cordeiros.

Jornadas com maior duração resultaram em maiores forças de cisalhamento. Para quaisquer tratamentos a carne de cordeiro foi considerada macia.

O aumento da área disponível por animal durante o transporte deixou a carne com menor teor de vermelho.

5.7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMTMANN, V.A.; GALLO, C.; SCHAİK, G.V. TADICH, N. Relaciones entre el manejo antemortem, variables sanguíneas indicadoras de estrés y pH de la canal en novillos. *Archivo de Medicina Veterinaria*, v.38, n.3. p.259-264, 2006.

BERTRAM, H.C.; ANDERSEN, H.J.; KARLSSON, A.H. Comparative study of low-®eld NMR relaxation measurements and two traditional methods in the determination of water holding capacity of pork. *Meat Science*, v.57, p.125-132, 2001.

DE LA FUENTE, J.; CHÁVARRI, E.G.; SÁNCHEZ, M.; VIEIRA, C.; LAUZURICA, S.; DÍAZ, M.T.; PÉREZ, C. The effects of journey duration and space allowance on the behavioural and biochemical measurements of stress responses in suckling lambs during transport to an abattoir. *Applied Animal Behaviour Science*, v.142, p.30-41, 2012.

EKIZ, B.; EKIZ, E.E.; KOCAK, O.; YALCINTAN, H.; YILMAZ, A. Effect of pre-slaughter management regarding transportation and time in lairage on certain stress parameters, carcass and meat quality characteristics in Kivircik lambs. *Meat Science*, v.90, p.967–976, 2012.

FERGUSON, D.M.; WARNER, R.D. Have we underestimated the impact of pre-slaughter stress on meat quality in ruminants? Review. *Meat Science*, v.80, p.12-19, 2008.

FISHER, A.D.; NIEMEYER, D.O.; LEA, J.M.; LEE, C.; PAULL, D.R.; REED, M.T.; FERGUSON, D.M. The effects of 12, 30, or 48 hours of road transport on the physiological and behavioural responses of sheep. *Journal Animal Science*, v.88, p.2144-2152, 2010.

HOFFMAN, L.C.; LÜHL, J. Causes of cattle bruising during handling and transport in Namibia. *Meat Science*, v.92, p.115–124, 2012.

HONIKEL, K.O. Reference use methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products. *Food Chemistry*, v.59, n.4, p.573-582, 1997.

HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. Review. *Meat Science*, v.71, p.194-204, 2005.

KADIM, I. T.; MAHGOUP, O.; AL-MARZOOQI, W.; KHALAF, S.; AL-SINAWI, S. S. H.; AL-AMRI, I. S. Effects of transportation at high ambient temperatures on physiological responses, carcass and meat quality characteristics of three breeds of Omani goats. *Meat Science*, v.73, p.626-634, 2006.

KADIM, I.T.; MAHGOUP, O.; AL-MARZOOQI, W.; KHALAF, S.; AL-SINAWI, S.S.H.; AL-AMRI, I. Effects of transportation during the hot season and low voltage electrical stimulation on histochemical and meat quality characteristics of sheep longissimus muscle. *Livestock Science*, v.126, p.154-161, 2009.

LAMBERT, M.G.; KNIGHT, T.W.; COSGROVE, G.P.; ANDERSON, C.B., DEATH, A.F.; FISHER, A.D. Exercise effects on muscle glycogen concentration in beef cattle. *New Zealand Society of Animal Production*, v.60, p.243-244, 1998.

LAWRIE, R.A. *Ciência da Carne*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 384 p.

MIRANDA-DE LA LAMA, G.C.; SALAZAR-SOTELO, M.I.; PÉREZ-LINARES, C.; FIGUEROA-SAAVEDRA, F.; VILLARROEL, M.; SAÑUDO, C.; MARÍA, G.A. Effects of two transport systems on lamb welfare and meat quality. *Meat Science*, v.92, p.554-561, 2012.

NAKAMURA, M.; KATOH, K. Influence of thawing method on several properties of rabbit meat. *Bulletin of Ishikawa Prefecture College of Agriculture*, v.11, p.45-49, 1985.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. 1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; QUINTILIANO, M.H.; TSEIMAZIDES, S.P. Boas práticas de manejo – Transporte. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasil, 2013. Disponível em:<www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de dezembro de 2013b.

PARANHOS DA COSTA, M.J.R.; SPIRONELLI, A.L.G.; QUINTILIANO, M.H. Boas práticas de manejo – Embarque. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), Brasil, 2013. Disponível em:<www.agricultura.gov.br>. Acesso em: 01 de dezembro de 2013a.

RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. *Avaliação da Qualidade de Carnes: Fundamentos e Metodologia*. Viçosa: Editora UFV, 2007. 599p.

ROMERO, M.H.; URIBE-VELÁSQUEZ, L.F.; SÁNCHEZ, J.A.; MIRANDA-DE LA LAMA, G.C. Risk factors influencing bruising and high muscle pH in Colombian cattle carcasses due to transport and pre-slaughter operations. *Meat Science*, v. 95, p. 256-263, 2013.

SAÑUDO, C; ENSER M.E.; CAMPO M.M.; NUTE G.R.; MARÍA G.; SIERRA I.E.; WOOD J.D. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. *Meat Science*, v.54, n.4, p.339-346, 2000.

SOUZA, X.R.; BRESSAN, M.C.; PÉREZ, J.R.O.; FARIA, P.B.; VIEIRA, J.O; KABEYA, D.M. Efeitos do grupo genético, sexo e peso ao abate sobre as Propriedades físico-químicas da carne de cordeiros em crescimento. *Tecnologia de Alimentos*, v.24, n.4, p.543-549, 2004.

TARRANT, P.V. Transport of cattle by road. *Applied Animal Behaviour Science*, v.28, p.153-170, 1990.

TARRANT, P.V.; KENNY, F.J.; HARRINGTON, D.; MURPHY, M. Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behaviour and carcass quality. *Livestock Production Science*, v.30, p.223-238, 1992.

TARUMÁN, J.A.; GALLO, C.B. Contusiones en canales ovinas y su relación con el transporte - Bruising in lamb carcasses and its relationship with transport. *Archivo de Medicina Veterinária*, v.40, p.275-279, 2008.

TROUT, G.R. Techniques for Measuring Water-Binding Capacity in Muscle Foods. A Review of Methodology. *Meat Science*, v.23, 235-252, 1988.

WARNER, R.D.; FERGUSON, D.M.; COTTRELL, J.J.; KNEE, B. Acute stress induced by the use of electric prodders pre-slaughter causes tougher beef meat. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, v.47, p.782-788, 2007.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa voltada para o transporte de animais em outros países, sobretudo países desenvolvidos, está bem avançada em relação ao estresse causado pelo deslocamento de animais. No Brasil, esta linha de pesquisa ainda apresenta poucos artigos científicos, o que sugere a necessidade de maior ação de pesquisadores, já que este país tem grande extensão territorial, malha rodoviária que varia de precária a boa, diversos genótipos e condições bioclimáticas variadas. Em Minas Gerais, o número de estabelecimentos apropriados para o abate de ovinos ainda é reduzido, portanto, os deslocamentos são, via de regra, longos. Este fato enfatiza a necessidade de maior investimento intelectual e financeiro para gerar mais informação para outras regiões, já que este ensaio foi realizado na região central de Minas Gerais.

Deve-se levar em consideração para encontrar o melhor dimensionamento (duração do transporte e área disponível por animal) a margem de lucro do proprietário e, não menos importante, o bem-estar do animal. Notou-se que ambos, bem-estar e produção, estiveram correlacionados, portanto, a melhora de um pode trazer benefícios ao outro. Para avaliar os cordeiros nesta etapa, notou-se importante as avaliações comportamentais, sobretudo a possibilidade de se deitar. Para avançar nessa parte, ressalta-se a necessidade de utilização de *software* de análises de comportamento já disponíveis no mercado, para diminuir o erro experimental. As avaliações hematológicas também ajudam a interpretação dos resultados, principalmente, neste ensaio, as concentrações de adrenalina, cortisol e creatina quinase. O abate dos animais para uma avaliação mais acurada deve ser realizado em um frigorífico, para evitar atrasos e percalços.

Não se recomenda que o transporte, para qualquer duração, seja realizado em áreas disponíveis por animal abaixo de $0,21 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ para cordeiros com peso médio de $36,64 \pm 2,13 \text{ kg}$, pois o bem-estar diminui. Cordeiros que foram transportados no intervalo de $0,180$ a $0,208 \text{ m}^2 \text{ animal}^{-1}$ apresentaram resultados comportamentais e hematológicos que evidenciaram o aumento do estresse. Portanto, o acréscimo de espaço pode melhorar o bem-estar, principalmente em transportes de longa duração.

Para pecuaristas que comercializam os cordeiros no peso vivo, que transportam cordeiros em viagens que duram mais de 5 horas, a área por animal de $0,277 \text{ m}^2$ com peso médio de $36,64 \pm 2,13 \text{ kg}$ trouxe melhores resultados. A equação de perda de peso vivo

apresentada no Capítulo 4 pode ser utilizada para simulações mais acertadas, integrando-a com os demais custos de produção.

Criadores de ovinos devem buscar empresas mais próximas de sua propriedade para abates dos cordeiros, pois a duração dos transportes interfere fortemente nas características da carcaça e carne. Alternativas podem ser buscadas, como adaptação de estabelecimentos já existentes. Portanto, simulações de perdas quantitativas das carcaças devem fazer parte de planilhas de custos para tomadas de decisões mais adequadas.

Anexo 1. Aprovação do Comitê de Ética em Experimentação animal da UFMG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
COMITÊ DE ÉTICA EM EXPERIMENTAÇÃO ANIMAL
-CETEA-

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo nº 185/2011, relativo ao projeto intitulado "Alternativas de manejo para o confinamento de cordeiros, transporte da fazenda ao frigorífico e durante o descanso ante mortem", que tem como responsável(o) **Iran Borges**, está(em) de acordo com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotados pelo **Comitê de Ética em Experimentação Animal (CETEA/UFMG)**, tendo sido aprovado na reunião de **23/ 11/2011**.

Este certificado expira-se em **23/ 11/ 2016**.

CERTIFICATE

We hereby certify that the **Protocol nº 185/2011**, related to the project entitled "*Management alternatives to feedlot sheeps, transport from farm to butcher and rest during the ante-mortem*", under the supervision of **Iran Borges**, is in agreement with the **Ethical Principles in Animal Experimentation**, adopted by the **Ethics Committee in Animal Experimentation (CETEA/UFMG)**, and was approved in **November 23, 2011**.

This certificate expires in **November 23, 2016**.

Belo Horizonte, 25 de Novembro de 2011.

Profª. Jacqueline Isaura Alvarez-Lite
Coordenadora do CETEA/UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Avenida Antônio Carlos, 6627 – Campus Pampulha
Unidade Administrativa II – 2º Andar, Sala 2008
31270-901 - Belo Horizonte, MG - Brasil
Telefone: (31) 3499-4516
www.ufmg.br/bioetica/cetes - cetes@proq.ufmg.br

Anexo 2. Quadro-resumo do Capítulo 2 - Comportamento de cordeiros durante o transporte rodoviário em diferentes áreas disponíveis e durações das jornadas

Variável dependente	Resumo do resultado
Deitar	Cordeiros deitaram com maior frequência e duração a partir de 452 min. Cordeiros do grupo 0,277 m ² animal ⁻¹ deitaram por mais tempo por minuto quando viajaram por 630 min quando comparados com o demais grupos. Cordeiros que deitaram nos grupos 0,180 e 0,208 m ² animal ⁻¹ tiveram dificuldades em se levantar.
Andar	No transporte que durou 232 min, cordeiros do grupo 0,277 m ² animal ⁻¹ andaram mais do que animais dos grupos 0,180 e 0,208 m ² animal ⁻¹ . Nos transportes que duraram 452 e 630 min, cordeiros do grupo 0,277 m ² animal ⁻¹ andaram mais do que animais dos grupos 0,180 m ² animal ⁻¹ .
Ruminar	Apenas para os cordeiros que viajaram no grupo 0,277 m ² animal ⁻¹ , houve o aumento progressivo e concomitante do número de ocorrências “ruminar” e da porcentagem de animais ruminando.
Saltar sobre	As medianas para todos os tratamentos foram iguais à zero. Os tratamentos não influenciaram essa variável.
Perda de equilíbrio	Quase todas as medianas foram iguais à zero, se não, foram baixas e semelhantes, portanto, sem efeito dos tratamentos.
Queda	As medianas para todos os tratamentos foram iguais à zero. Os tratamentos não influenciaram essa variável.
Lutar	Não ocorreram lutas.
Cabeçada	As medianas para todos os tratamentos foram iguais à zero. Os tratamentos não influenciaram essa variável.
Puxar a lã de outros animais	As medianas para todos os tratamentos foram iguais à zero. Os tratamentos não influenciaram essa variável.
Puxar a própria lã	Não houve ocorrências.
Montar	Somente um cordeiro montou.
Vocalizar	As medianas para todos os tratamentos foram iguais à zero. Os tratamentos não influenciaram essa variável.

Anexo 3 – Quadro-resumo - Interação da área disponível por animal e da duração da jornada para as variáveis do Capítulo 3*

Variável dependente	Significância
Frequência respiratória	P<0,050
Temperatura retal	ns**
Proteínas totais	P<0,050
Albumina	P<0,050
Adrenalina	P<0,050
Noradrenalina	P<0,050
Glicose pós-transporte	Ns
Glicose pré-abate	P<0,050
NEFA	P<0,050
β HB	P<0,050
Ureia	P<0,050
Cortisol	P<0,050
Creatina quinase	P<0,050
Lactato	P<0,050

*Parâmetros fisiológicos e hematológicos em cordeiros após o transporte rodoviário e antes do abate em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações do traslado

**ns = não significativo a 5% de probabilidade.

Anexo 4 – Quadro-resumo - Desdobramento da área disponível por animal em função da duração da jornada (de 1h45min a 10h30min) do Capítulo 3*

Variável dependente	Área disponível por animal de 36,64±2,13 kg (m ² animal ⁻¹)			
	0,180	0,208	0,235	0,277
Pós-transporte				
Freq. respiratória	ns**	ns	Quadrática negativa	Ns
Proteínas totais	ns	Linear positiva	ns	Ns
Albumina	ns	Linear positiva	Quadrática positiva	Ns
Ureia	Quadrática negativa	Quadrática negativa	Quadrática negativa	Ns
Cortisol	Quadrática negativa	Quadrática negativa	Quadrática negativa	Quadrática negative
Lactato	ns	ns	ns	Ns
Pré-abate				
Freq. respiratória	Linear negativa	Linear positiva	Quadrática positiva	Ns
Proteínas totais	Quadrática positiva	ns	ns	Quadrática positive
Noradrenalina	ns	ns	ns	Ns
Glicose	Linear positiva	Quadrática positiva	Linear positiva	Quadrática negative
NEFA	Linear negativa	Linear positiva	Quadrática negativa	Quadrática negative
βHB	Linear negativa	ns	Quadrática positiva	Ns
Ureia	Quadrática negativa	ns	Quadrática negativa	Ns
Cortisol	Linear positiva	Quadrática positiva	Linear positiva	Linear positiva
Lactato	ns	Quadrática negativa	Quadrática negativa	Quadrática negative

*Parâmetros fisiológicos e hematológicos em cordeiros após o transporte rodoviário e antes do abate em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações do traslado. **ns = não significativo a 5% de probabilidade. Albumina pré-abate, adrenalina, NEFA pós-transporte, βHB pós-transporte, creatina quinase pós-transporte e creatina quinase pré-abate – avaliar equações múltiplas.

Anexo 5 – Quadro-resumo - Desdobramento da duração da jornada em função área disponível por animal (de 0,180 a 0,277 m² animal⁻¹) do Capítulo 3*

Variável dependente	Duração da jornada			
	1h45min	3h52min	7h32min	10h30min
Pós-transporte				
Freq. respiratória	Quadrática positiva	Quadrática positiva	ns**	Quadrático positive
Proteínas totais	ns	Linear positiva	ns	Ns
Albumina	Quadrática positiva	Quadrática positiva	Quadrática positiva	Ns
Noradrenalina	ns	Quadrática positiva	ns	Quadrática positive
Ureia	ns	Quadrática negativa	Linear negativa	Ns
Cortisol	Linear negativa	Linear negativa	Linear negativa	Ns
Lactato	ns	ns	Quadrática positiva	Ns
Pré-abate				
Freq. respiratória	ns	Quadrática positiva	ns	Ns
Proteínas totais	Linear positiva	Linear negativa	Quadrática negativa	Ns
Glicose	ns	ns	Quadrática positiva	Linear negativa
NEFA	ns	Quadrática positiva	Quadrática negativa	Quadrática negative
βHB	ns	Quadrática positiva	ns	Quadrática negative
Ureia	ns	ns	ns	Ns
Cortisol	ns	ns	Quadrática positiva	Ns
Lactato	ns	ns	Linear positiva	Ns

*Parâmetros fisiológicos e hematológicos em cordeiros após o transporte rodoviário e antes do abate em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações do traslado. **ns = não significativa. Albumina pré-abate, adrenalina, NEFA pós-transporte, βHB pós-transporte, creatina quinase pós-transporte e creatina quinase pré-abate – avaliar equações múltiplas.

Anexo 6 – Quadro-resumo - Parâmetros hematológicos em cordeiros após o transporte rodoviário e antes do abate em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações do traslado (Capítulo 3) que apresentaram equações múltiplas significativas ($P < 0,050$)

Variável dependente	Resumo dos resultados
Albumina pré-abate	As concentrações diminuíram com o aumento da jornada e este decréscimo foi menor quando os cordeiros foram transportados mais folgados.
Adrenalina	O aumento da duração do transporte elevou as concentrações sanguíneas, concomitantemente, os cordeiros que estavam mais folgados apresentaram menores valores deste hormônio.
NEFA pós-transporte	O aumento da duração do transporte diminuiu as concentrações sanguíneas, simultaneamente, os cordeiros que estavam mais folgados apresentaram menores valores desta variável.
β HB pós-transporte	O aumento da duração do transporte diminuiu as concentrações sanguíneas, simultaneamente, os cordeiros que estavam mais folgados apresentaram menores valores desta variável.
Creatina quinase pós-transporte	O aumento da duração do transporte elevou as concentrações sanguíneas, concomitantemente, os cordeiros que estavam mais folgados apresentaram menores valores deste hormônio.
Creatina quinase pré-abate	O aumento da duração do transporte elevou as concentrações sanguíneas, concomitantemente, os cordeiros que estavam mais folgados apresentaram menores valores deste hormônio.

Anexo 7 – Quadro-resumo - Comparação dos parâmetros hematológicos em cordeiros após o transporte rodoviário e antes do abate referentes ao Capítulo 3****

Variável dependente	Pós-transporte	Pré-abate	Significância
Frequência respiratória	maior*	menor**	$P < 0,050$
Temperatura retal	-	-	ns***
Proteínas totais	-	-	Ns
Albumina	-	-	Ns
Glicose	maior	menor	$P < 0,050$
NEFA	menor	maior	$P < 0,050$
β HB	menor	maior	$P < 0,050$
Ureia	menor	maior	$P < 0,050$
Cortisol	maior	menor	$P < 0,050$
Creatina quinase	maior	menor	$P < 0,050$
Lactato	maior	menor	$P < 0,050$

*maior valor; **menor valor; ***ns = não significativa. ****Parâmetros fisiológicos e hematológicos em cordeiros após o transporte rodoviário e antes do abate em diferentes áreas disponíveis e crescentes durações do traslado.