**VANESSA MARTINS
STORILLO**

**Perfil metabólico
de cabras
submetidas a
transporte rodoviário**

São Paulo

2012

VANESSA MARTINS STORILLO

**Perfil metabólico de cabras submetidas a transporte
rodoviário**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Departamento:

Clínica Médica

Área de concentração:

Clínica Veterinária

Orientador:

Profa. Dra. Maria Claudia Araripe Sucupira

São Paulo

2012

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virginie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade de São Paulo)

T.2628
FMVZ

Storillo, Vanessa Martins
Perfil metabólico de cabras submetidas a transporte rodoviário / Vanessa
Martins Storillo. -- 2012.
95 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia. Departamento de Clínica Médica, São Paulo, 2012.

Programa de Pós-Graduação: Clínica Veterinária.

Área de concentração: Clínica Veterinária.

Orientador: Profa. Dra. Maria Claudia Araripe Sucupira.

1. Antioxidante. 2. cK. 3. Idade. 4. Ruminantes. 5. Glicemia. I. Título.

Comissão de Ética para uso de animais

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado: "Estudo do metabolismo oxidativo de caprinos submetidos ao transporte rodoviário e tratados com vitaminas A, D e E", protocolado sob o nº1838/2009, utilizando 48 (quarenta e oito) caprinos, sob a responsabilidade da Profa Dra Maria Cláudia Araripe Sucupira, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da "Comissão de Ética para uso de animais" da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado em reunião de 09/12/2009.

We certify that the Research "Oxidative metabolism profile of caprine on road transportation and treated with vitamins A, D and E", protocol number 1838/2009, utilizing 48 (forty eight) caprine, under the responsibility Profa Dra Maria Cláudia Araripe Sucupira, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by "Ethics Committee for animal use" of the School of Veterinary Medicine and Animal Science of University of São Paulo was approved in the meeting of day 12/09/2009.

São Paulo, 10 de dezembro de 2009

Profa Dra Denise Tabacchi Fantoni
Presidente

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: STORILLO, Vanessa Martins

Título: Perfil metabólico de cabras submetidas a transporte rodoviário.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Clínica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora:

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

A agradecer tenho muito e a muitos! Certamente seriam incontáveis páginas e ainda estariam faltando pessoas... vou ser sucinta... mas, o meu agradecimento, reconhecimento e amizade são enormes e para com muitos.

Agradeço a Deus e meus pais que sempre estão por perto, me observando e zelando.

Agradeço ao Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo e, aos Professores deste, por terem me recebido.

Agradeço ao Capril São Paulo, na pessoa do Sr. Vicente Ribeiro, por ter fornecido os animais.

Agradeço a todos que ajudaram em meu experimento ou estiveram presentes, de alguma, forma durante o mestrado, em especial, aos preciosos colegas da Equipe Sucupira e aos funcionários do Departamento de Clínica Médica da FMVZ-USP Carmem, Dinha, Maria Luisa Franchini, Maria Helena da Silva Pelissari e Samantha Ive Miyashiro.

Clara Satsuki Mori, técnica do Laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas do Departamento de Clínica Médica da FMVZ-USP, você sempre esteve disposta a ajudar e ajudou... muito. Agradeço sinceramente. Você fez a diferença, e mais, fez tudo com bom humor.

E por fim, não por ser menos importante, mas sim por ser mais difícil de expressar minha gratidão: a Profa. Dra. Maria Claudia Araripe Sucupira. O que dizer a pessoa que te aceitou, guiou, orientou e suportou os erros por tanto tempo? Que me fez entrar e sair deste longo e difícil caminho? Será que um “muito obrigado” basta? Como se agradece por uma amizade? Como se agradece a uma mãe que às vezes se afastou dos filhos para me ajudar? Eu não sei... o que faço é oferecer minha amizade, gratidão e dizer: Realmente, Muito Obrigada por tudo... e, rezar pra ser o bastante.

A moderação é uma coisa fatal (...). Nada tem mais sucesso do que o excesso.

Oscar Wilde

RESUMO

STORILLO, V. M. **Perfil metabólico de cabras submetidas a transporte rodoviário**. [Metabolic profile of goats submitted to road transportation]. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

O transporte leva os animais ao estresse, que pode comprometer a saúde e bem estar destes, além de elevar a geração de substâncias reativas, aumentando a necessidade de antioxidantes. A idade também influencia o metabolismo, pois o envelhecimento causa modificações no organismo, levando a prejuízos funcionais. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência do transporte rodoviário e da idade em cabras, tratadas ou não com vitaminas A, D, e E. Foram utilizadas 20 cabras, da raça Boer, com cerca de 60 dias pós-parto, híginas, manejo e dietas idênticos, de duas faixas etárias (de 1 até 4 anos de idade e entre 4 e 7 anos) e distribuídas em grupos de 10 animais. O transporte rodoviário teve duração de 4h. O exame físico e as coletas de sangue foram efetuados nos tempos T0 (-15d); T1 (-8d); T2 (-3d); T3 (0h); T4 (4h); T5 (5h); T6 (7h) e T7 (6d) do transporte. Em T1 e T2, 10 cabras receberam, via IM, 2mL de complexo com vitaminas A, D e E e 10 receberam solução fisiológica. Foram determinadas temperatura retal (TR); peso vivo (PV); escore de condição corporal (ECC); lactato L; ácidos graxos não esterificados (AGNEs); beta hidroxibutirato (BHB); ureia; creatinina; proteína total (PT); albumina; globulina; creatina fosfoquinase (cK); AST; GGT; glicose; eritrograma; concentrações eritrocitárias da superóxido dismutase (SOD) e o status antioxidante total (TAS). As variáveis PT, albumina, globulina, PV, ECC, AGNEs, AST, GGT, creatinina, ureia e eritrograma não se alteraram. O transporte diminuiu o BHB, não interferiu no TAS, mas em T4, as cabras mais jovens apresentaram menor TAS do que as com mais de 4 anos. A SOD não foi influenciada por transporte ou tratamento, sua concentração foi maior nas cabras jovens, e, nestas, quanto maior o ECC, menor a concentração de SOD. O estresse foi maior nas cabras de 1 a 4 anos. O transporte rodoviário de caprinos, mesmo de curta duração, causou estresse, verificado pelo aumento da glicemia, TR e lactato, independente da administração das vitaminas A, D e E, porém estas evitaram o aumento da cK, evidente nos grupos controles.

Palavras chave: Antioxidante. cK. Idade. Ruminantes. Glicemia.

ABSTRACT

STORILLO, V. M.. **Metabolic profile of goats submitted to road transportation.** [Perfil metabólico de cabras submetidas a transporte rodoviário]. 2012. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

Animal transportation can trigger stress. Stress could compromise health and livestock welfare, as well increases the generation of reactive substances and raise the need for antioxidants. Age also affect the metabolism, because aging causes organic modifications that lead to functional impairment. The aim of this study was to analyze the influence of short road transportation and age in goats, treated or not, with vitamins A, D and E. It were used 20 healthy female Boer goats, calved two months ago, with identical diet and management, divided in groups by age (1 to 4 years of age and 4 to 7 years) and distributed in groups of 10 animals. The transportation lasted 4 hours. Physical examination and blood collection were performed in times T0 (-15d); T1 (-8d); T2 (-3d); T3 (0h); T4 (4h); T5 (5h); T6 (7h) and T7 (6d) from transportation. In T1 and T2, 10 goats received, by intramuscular injection, 2 mL of complex with vitamins A, D and E and 10 animals received saline solution. It were collected the followings parameters: rectal temperature (RT); body weight (BW), body condition score (BCS); non esterified fatty acids (NEFA); β hydroxybutyrate (BHB); lactate L; urea; creatinine; total protein (TP); albumin; globulin; creatine phosphokinase (cK); AST; GGT; glucose; erithrogram; erythrocyte concentrations of superoxide dismutase (SOD) and total antioxidant status (TAS). There were no differences for the parameters TP, albumin, globulin, BW, BCS, NEFA, AST, GGT, creatinine, urea and erithrogram. The transportation decreased BHB, and it had shown no influence on TAS, but in T4, the younger goats had lower TAS than older ones. SOD was not affected by transport or treatment, but show greater concentration in young goats, and, only in this category, higher ECC leads to lower SOD. The stress was higher in 1 to 4 years goats. Road transportation of goats, even in appropriate conditions, trigger stress, verified by elevated blood glucose, lactate and RT, regardless of the administration of vitamins A, D and E, but they prevented the increase of cK, evident in the control groups.

Key words: Antioxidants. cK. Age. Ruminants. Blood glucose.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	15
3	CAPÍTULO 1: PERFIL METABÓLICO DE CABRAS SUBMETIDAS A TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CURTA DURAÇÃO.....	22
	RESUMO.....	22
3.1	INTRODUÇÃO.....	23
3.2	MATERIAL E MÉTODO.....	23
3.3	RESULTADOS.....	25
3.4	DISCUSSÃO.....	31
3.5	CONCLUSÕES.....	34
4	CAPÍTULO 2: PERFIL METABÓLICO DE CABRAS SUBMETIDAS A TRANSPORTE RODOVIÁRIO E TRATADAS COM VITAMINAS A, D e E.....	35
	RESUMO.....	35
4.1	INTRODUÇÃO.....	36
4.2	MATERIAL E MÉTODO.....	36
4.3	RESULTADOS.....	38
4.4	DISCUSSÃO.....	44
4.5	CONCLUSÕES.....	47
5	CAPÍTULO 3: PERFIL METABÓLICO DE CABRAS DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS SUBMETIDAS A TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CURTA DURAÇÃO.....	48
	RESUMO.....	48
5.1	INTRODUÇÃO.....	49
5.2	MATERIAL E MÉTODO.....	49
5.3	RESULTADOS.....	51
5.4	DISCUSSÃO.....	61
5.5	CONCLUSÕES.....	66

6	CAPÍTULO 4: PERFIL METABÓLICO DE CABRAS DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS SUBMETIDAS A TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CURTA DURAÇÃO E TRATADAS COM VITAMINAS A, D e E.....	67
	RESUMO.....	67
6.1	INTRODUÇÃO.....	68
6.2	MATERIAL E MÉTODO.....	69
6.3	RESULTADOS.....	71
6.4	DISCUSSÃO.....	83
6.5	CONCLUSÕES.....	88
7	REFERÊNCIAS.....	89

1 INTRODUÇÃO

No mundo, a espécie caprina tem importância econômica pela sua contribuição na produção de carne, leite e pele. Segundo relatório do IBGE de 2010 existem 9,3 milhões de caprinos distribuídos no Brasil, destes 91,9% estão localizados na região nordeste (IBGE, 2010). O caráter artesanal e informal na criação dessa espécie e seu pequeno porte e docilidade, leva a uma grande movimentação desses animais, tanto para abate quanto para sua comercialização em feiras ou trocas.

Neste contexto, cada vez mais caprinos são transportados por via rodoviária no Brasil, seja para abate, venda como reposição ou exposições agropecuárias. Desta forma, o transporte é um manejo inevitável, mas que pode desencadear o estresse nos animais.

A definição de estresse é complexa, especialmente ao se diferenciar um fator de estresse, de um fator de estímulo, que leva a uma reação ou adaptação do organismo. Não se pode definir estresse como sendo uma resposta do organismo a uma situação, pois isto pode ser descrito, na verdade, como adaptação a um novo cenário. E não somente fatores físicos devem ser considerados, mas também os fatores psicológicos, como o medo, que podem levar o animal a uma resposta exacerbada. A definição de estresse deve enfatizar a situação de desajuste entre a capacidade de resposta do organismo e a exigência imposta, que pode ser tanto física quanto psicológica. O estresse ocorrerá quando o animal estiver em uma situação onde seus recursos, físicos e/ou mentais, são inferiores ao que foi exigido pelo ambiente e, desta forma, seu bem-estar está em risco (BROOM; JOHNSON, 1993). O estresse pode causar alterações fisiológicas e comportamentais, que potencialmente comprometem a saúde, a produção e o bem estar de caprinos transportados por via rodoviária (KANNAN et al., 2000; CANAES; NEGRÃO, 2009).

Além de potencial para o estresse, o transporte pode causar problemas como contusões, fraturas, arranhões, exaustão metabólica, desidratação, estresse térmico, predisposição à enfermidades e até morte (BATISTA DE DEUS; SILVA; SOARES, 1999; STULL; RODIEK, 2000; ZULKIFLI et al., 2010). Desta maneira, é importante

estudar as alterações causadas pelo transporte nos caprinos e formas de evitá-las ou minimizá-las (CANAES; NEGRÃO, 2009).

Uma maneira de avaliar os efeitos do transporte no animal, é por análise do perfil metabólico, exame físico e metabolismo oxidativo (CHIRASE et al., 2004; AKTAS et al., 2011). Durante o metabolismo normal de uma célula, ocorre o processo de oxidação, que gera substâncias reativas (SR), e, entre elas, estão as espécies reativas de oxigênio (EROs), consideradas lesivas por sua alta capacidade de reagir com compostos celulares. As EROs são controlados por um sistema de defesa antioxidante, no qual as vitaminas A e E desempenham importante papel. O estresse aumenta a geração de SR, necessitando, portanto, de maior quantidade de substâncias antioxidantes, que serão utilizadas para a neutralização dessa elevação. Quando o sistema de defesa antioxidante é insuficiente para neutralizar os SR, o animal entra em estresse oxidativo (CHIRASE et al., 2004; BARBOSA et al., 2010; CELI, 2010).

Os antioxidantes evitam e reparam os danos que os RL podem causar. Para o correto funcionamento desse sistema é necessário, além de outras substâncias, a vitamina E, que apresenta a capacidade de captar radicais livres, reparar e proteger membranas celulares e modular a atividade de enzimas do sistema antioxidante (BALDI, 2005). Boa fonte de vitamina E, no meio veterinário, são os suplementos que associam esta a outras duas vitaminas lipossolúveis, as vitaminas A e D. Nos casos de lesão celular, a vitamina A, por ser necessária na proliferação e diferenciação celular bem como na expressão gênica, pode auxiliar na recuperação da atividade do tecido.

Das vitaminas lipossolúveis, a vitamina D, que atua no metabolismo do cálcio e do fósforo (POND, 2005), nos países tropicais, é tida como a menos importante a ser suplementada. Porém, recentes pesquisas tem mostrado sua importância na manutenção da densidade óssea (especialmente com o avançar da idade), na performance física, uma vez que células musculares apresentam receptores para esta vitamina, e sua deficiência atua em doenças autoimunes e até no câncer (LIPS, 2006).

Situações onde ocorre aumento da produção de radicais livres são comuns nos ambientes intensivos de produção, onde se prima pela otimização dos índices zootécnicos que normalmente aumentam a exigência metabólica do animal. Nestas situações, se não houver adequada concentração de substâncias antioxidantes,

possivelmente estes animais entrem em estresse oxidativo predispondo-os à enfermidades.

Harman (1956) foi o primeiro autor a propor que os radicais livres seriam a causa do envelhecimento. Esta teoria do envelhecimento pela ação do estresse oxidativo ainda não foi comprovada, porém, alguns trabalhos mostram que animais mais velhos apresentam maior estresse oxidativo (RYAN et al., 2008; RYAN et al., 2010). De uma forma ou de outra, o envelhecimento causa modificações deletérias as células, tecidos e sistemas de todo o organismo, levando a diversos prejuízos funcionais. Portanto, é importante analisar a influência que a idade dos animais pode ter sobre seu desempenho e função no rebanho ou quando manejados.

Apesar da grande importância da caprinocultura, existem poucas pesquisas voltadas ao entendimento do metabolismo de caprinos, especialmente àquelas que buscam correlação entre nutrição e o estresse de transporte ou solução/prevenção deste pela nutrição. Neste cenário este estudo tem por objetivo analisar o metabolismo oxidativo e perfil metabólico de cabras da raça Boer, de diferentes faixas etárias, submetidas a transporte rodoviário de curta duração e as interações e possíveis benefícios da utilização das vitaminas A, D e E nestes animais.

2 REVISÃO DA LITERATURA

No Brasil avança cada vez mais o emprego do transporte rodoviário de caprinos. A maioria dos caprinos enfrenta pelo menos um transporte durante sua vida. Muitos fatores vão influenciar no bem-estar destes animais, alguns dependem da intervenção humana e podem ser controlados, como o embarque, o ambiente de transporte e o desembarque, porém outros não podem ser controlados, como o medo do ambiente desconhecido, movimento do caminhão e sons diversos, que são importantes geradores de estresse nos animais (ZANELLA; DURAN, 2001). Portanto, é necessário encontrar meios de diminuir ou amenizar o estresse destes animais e também suas consequências ao organismo.

Canaes e Negrão (2009), estudaram cabras em lactação submetidas ao transporte rodoviário por apenas 60 minutos e avaliadas quanto ao comportamento, produção e dosagens de cortisol e glicose. Os autores concluíram que este período foi suficiente para causar estresse nos animais, com alteração de comportamento e aumento das concentrações de cortisol e glicose.

Segundo Grandin (1997), os estudos para determinar a quantidade de estresse nos animais de produção durante o manejo e transporte, muitas vezes apresentam resultados altamente variáveis e são difíceis de interpretar do ponto de vista do bem-estar animal. Uma causa de variabilidade entre os estudos são os diferentes níveis de estresse psicológico. Os animais podem ser estressados tanto por via psicológica, devido à contenção, manipulação ou a novidade da situação, como por via física decorrente de fome, sede, fadiga, lesões ou temperaturas extremas. A resposta de medo à determinada situação é difícil de prever porque depende das experiências prévias do animal, quanto à manipulação ou transporte. Por exemplo, animais com experiência pregressa de manipulação violenta, vão se lembrar, e podem tornar-se mais estressados quando manipulados no futuro, do que aqueles que tiveram experiências anteriores com manuseio racional. Além disso, experiências anteriores de tratamento podem interagir com fatores genéticos, podendo ser potencialmente mais prejudicial e estressante para os animais nervosos, em comparação com aqueles mais calmos.

O estresse é um mecanismo de defesa, uma modificação progressiva dos mecanismos fisiológicos, para permitir que o indivíduo responda ao agente estressor. Embora seja um mecanismo de proteção, causa numerosas alterações estruturais e funcionais no organismo e pode aumentar a susceptibilidade a doenças e/ou induzir alterações fisiológicas. A resposta do organismo ao estresse é o aumento na produção e liberação de hormônios, neurotransmissores e eicosanóides. Por conseguinte, pode provocar alterações em todos os órgãos e sistemas (BISPO; PEREIRA, 1994).

Grandin (1997) recomendou uma combinação de avaliações comportamental e fisiológica para fornecer melhor medida do desconforto dos animais. Com esta finalidade, diversas pesquisas tem usado a combinação de parâmetros para determinar o estresse/desconforto animal como a mensuração dos teores de cortisol, creatina fosfoquinase (cK), lactato, glicose, beta-endorfina, hormônio adrenocorticotrófico, temperatura retal, dentre outros (NWE et al., 1996; FAZIO et al., 2008; CANAES; NEGRÃO, 2009; ZULKIFLI et al., 2010). O transporte pode levar os animais ao estresse por via psicológica, por meio do manejo, de sons e medo, como também por via física, pelo esforço e exercício físico imposto ao animal para que este se mantenha em pé, desidratação e altas temperaturas (GRANDIN, 1997; PEETERS et al., 2005).

Nos organismos aeróbicos, durante os processos metabólicos, na proliferação celular e na defesa contra agentes agressores (microrganismos), são produzidas substâncias reativas. Entre estas, pequenas quantidades de espécies reativas de oxigênio (EROs) são constantemente produzidas. A quantidade ideal destes metabólitos é mantida através do sistema de defesa antioxidante, que evita os danos celulares que as EROs poderiam causar. O dano celular ocorre no estresse oxidativo, quando há aumento na produção de EROs e/ou diminuição das defesas antioxidantes (LYKKESFELDT; SVENDSEN, 2007; BARBOSA et al., 2010; CELI, 2010). Esta situação tem sido associada com insuficiência renal, diabetes, mastites, desordens reprodutivas, diminuição imunidade, dentre outros (BARBOSA et al., 2010; CELI, 2010).

Em decorrência do estresse de transporte, grandes alterações podem ser causadas no organismo, levando ao aumento de substâncias reativas (SR), que podem levar ao estresse oxidativo, definido como acúmulo de EROs, que causam danos ao DNA, aos lipídios, carboidratos, proteínas e outros componentes celulares

(CHIRASE et al., 2004; AKTAS et al., 2011; BODAS et al., 2011). As EROs reagem especialmente com fosfolípidios insaturados, glicolípidios e o colesterol que são importantes componentes das membranas celulares em todo o corpo, causando peroxidação lipídica (BARBOSA et al., 2010; CELI, 2010).

As defesas antioxidantes são constituídas por enzimas, como a catalase, a superóxido dismutase (SOD) e a glutathione peroxidase, e substâncias como as vitaminas A (retinol), C e E (α -tocoferol), o selênio e a albumina, todas atuando de forma integrada (CELI, 2010).

Uma forma de mensurar o metabolismo oxidativo, é determinando as concentrações de substâncias antioxidantes de forma isolada, como da enzima SOD, que catalisa a transformação do radical superóxido a peróxido de hidrogênio, sendo esta considerada a primeira linha de defesa contra as EROs. E também pode-se mensurar o sistema antioxidante como um todo, através do status antioxidante total (TAS) (LYKKESFELDT; SVENDSEN, 2007; CELI, 2010).

Os requerimentos das vitaminas lipossolúveis A, D e E estão relacionados com o maior potencial produtivo, baixa exposição à luz solar e fornecimento insuficiente de forragem fresca aos animais (BALDI, 2005).

A vitamina E (α -tocoferol), tem reconhecido papel como antioxidante, atuando na prevenção de danos causados pelos radicais livres aos ácidos graxos poli-insaturados e, como agente estabilizador de membranas, através da sua interação com os fosfolípidos. Têm-se estudado o papel da vitamina E como reguladora de enzimas, reações celulares e expressão de genes (BRADFORD et al., 2003; BALDI, 2005). Segundo Bradford et al. (2003) a ação do α -tocoferol, sobre a modulação da atividade enzimática, pode ser maior do que a sua ação sobre a estrutura da membrana. As funções da vitamina E no sistema antioxidante são variadas, mas ela também atua em vários outros mecanismos celulares e orgânicos como regulação da transcrição de genes, agregação plaquetária e adesão monocitária (BRADFORD et al., 2003).

Foi demonstrado, *in vitro*, que a vitamina E é essencial para a reparação das membranas de miócitos (HOWARD; MCNEIL; MCNEIL, 2011). A suplementação com vitamina E em humanos levou à melhora da glicemia e ação da insulina (BARBAGALLO et al., 1999), em suínos abatidos proporcionou diminuição de carne pálida, mole e exsudativa (PSE) e perda de água (CHEAH; CHEAH; KRAUSGRILL, 1995), em bovinos confinados levou à diminuição dos custos de tratamento para

doenças respiratórias (CARTER et al., 2005) e em suínos submetidos à vibração (uma simulação de transporte) proporcionou menor produção de cortisol, lactato e epinefrina (PEETERS et al., 2005). Mas não foram encontrados trabalhos que avaliassem a utilização somente desta vitamina ou associada a outras, em cabras submetidas a transporte rodoviário.

A vitamina D atua no metabolismo do cálcio e do fósforo e é sintetizada na pele, sob a influência da luz ultravioleta do sol. A deficiência em vitamina D leva ao raquitismo nos jovens ou a osteomalácia nos adultos e pode ocorrer fraqueza muscular e tetania. A deficiência pode levar também à hipocalcemia, reabsorção óssea, osteoporose e fraturas. A vitamina D é necessária para a absorção de cálcio, crescimento ósseo e atividade de osteoblastos e osteoclastos. Os metabólitos da vitamina D atuam na prevenção de doenças autoimunes e câncer (LIPS, 2006).

Apesar da sua função bem estabelecida no metabolismo do cálcio e, mais recentemente frente às doenças auto imunes, Ceylan et al. (2009) demonstraram que equinos submetidos a esforço físico, tiveram aumento de estresse oxidativo e diminuição das vitaminas A, D e E.

A vitamina A (retinol) é importante no crescimento e na diferenciação celular e além dessas funções, possui reconhecido papel como substância antioxidante, especialmente para interceptar radicais livres (BIANCHI, ANTUNES, 1999; URSO, CLARKSON, 2003; CELI, 2010). Foi demonstrado por Goff e Stabel (1990) que vacas durante o período de transição possuem significativa diminuição das concentrações de retinol, vitamina E e zinco. Sendo que o retinol progressivamente diminuiu, chegando a 38% de déficit no pós-parto e não retornou aos valores pré-parto até o fim do estudo, ou seja, até 2 semanas após o parto. Os autores sugerem que esta diminuição é resultado da passagem das vitaminas A e E e do zinco para a produção e secreção de colostro. Segundo LeBlanc et al. (2004), um aumento de 100ng/mL na concentração sérica de retinol, durante a última semana que antecede o parto de vacas leiteiras, corresponde a um decréscimo de 60% do risco de mastite no início da lactação.

Aktas et al. (2011) avaliaram as respostas ao transporte de longa duração de três grupos de vacas Holandesas, e os efeitos da suplementação destas com as vitaminas A, D e E em um grupo e vitamina E e selênio no outro grupo. Após o transporte, os teores de noradrenalina foram mais baixos no grupo suplementado com as vitaminas A, D e E e as concentrações de malondialdeído (um marcador

para peroxidação lipídica) aumentaram no grupo controle, sendo menores nos grupos suplementados tanto com as vitaminas A, D e E, como com a vitamina E e selênio.

Outro fator que apresenta forte influência no metabolismo dos animais é a idade destes. O envelhecimento causa modificações no DNA, em tecidos e sistemas. A forma como ocorre o envelhecimento não é plenamente conhecida, mas sabe-se que o estresse oxidativo é um importante fator de contribuição, e que este aumenta com a idade. O envelhecimento também modifica as respostas adaptativas do organismo a situações como o exercício físico, inflamação e aumento do metabolismo oxidativo (SACHECK et al., 2006; RYAN et al., 2008; RYAN et al., 2010). Ryan et al. (2008) submeteram ratos jovens e velhos a exercício físico e constataram que o envelhecimento reduziu a capacidade dos músculos em combater o aumento de oxidantes, que o exercício causou. Em experimento semelhante, Ryan et al. (2010) adicionaram vitaminas E e C a dieta dos animais e verificaram que estas melhoraram o metabolismo oxidativo nos indivíduos idosos. Entretanto, Sumien, Forster e Sohal (2003) ao suplementarem ratos idosos com vitamina E, não encontraram nenhum efeito desta, uma vez que não houve alteração nas taxas de geração peróxido de hidrogênio no coração (único tecido onde este parâmetro foi analisado), de produtos de peroxidação lipídica e nem da oxidação de proteínas em tecidos homogeneizados de fígado, músculo esquelético e coração.

Fink et al. (1983) estudaram humanos jovens e idosos para acessar os mecanismos responsáveis pela anormal tolerância aos carboidratos que é associada ao envelhecimento. Durante o teste de tolerância a glicose, a glicemia e as concentrações de insulina eram significativamente mais elevadas nos idosos do que nos jovens. Os autores encontraram resistência à insulina nos idosos e sugerem que isso se deva a um defeito pós-receptor da insulina. O estudo revelou que nos idosos há de 39 a 25% de decréscimo na taxa de disponibilidade da glicose. Os autores concluíram que a intolerância a carboidratos se desenvolve como parte do processo de envelhecimento, é causada, aparentemente, por uma resistência periférica a insulina, que leva a um decréscimo na taxa máxima da disponibilidade de glicose periférica e que a gravidade da anormalidade na tolerância a carboidratos está diretamente correlacionada ao grau de resistência à insulina periférica.

Além das mudanças metabólicas, a idade traz alterações na digestão e absorção, o que pode levar a diferenças na absorção de substâncias antioxidantes.

Borel et al. (1997) ao estudarem a absorção e biodisponibilidade das vitaminas A e E em humanos jovens e idosos, concluíram que o transporte pós-prandial da vitamina E é afetado pelo envelhecimento, principalmente como consequência de modificações no metabolismo de lipoproteínas. Os autores também encontraram atraso na absorção de vitamina A, nos idosos, e justificam que, com o avanço da idade há menor atividade da lipase gástrica, secreção pancreática e menor capacidade de absorção pela mucosa.

Kannan et al. (2003) estudaram os efeitos de um curto estresse pré-abate nas respostas fisiológicas de caprinos de 2 grupos de idades. Os caprinos foram classificados em jovens (6 a 12 meses de idade) ou mais velhos (24 a 30 meses de idade), submetidos a 2 horas de transporte e depois abatidos. Os autores concluíram que o curto estresse de transporte pré-abate causou significantes alterações, levando os caprinos ao estresse, pois houve elevação das concentrações plasmáticas de cortisol, glicose e ácidos graxos não esterificados (AGNEs). Os autores encontraram respostas diferentes devido à idade dos grupos, com diminuição da concentração de glicogênio muscular devido ao transporte, mais pronunciada nos jovens do que nos caprinos mais velhos. A magnitude de resposta ao estresse nas concentrações de cortisol e glicose foi maior nos animais mais velhos e os efeitos negativos do estresse na qualidade da carne foram mais pronunciados nos animais jovens.

O controle do metabolismo oxidativo nas células é extremamente importante para a sobrevivência dos organismos no ambiente aeróbico. Em adição aos efeitos protetores dos antioxidantes endógenos, a inclusão de antioxidantes na dieta é de grande importância para a diminuição do risco de desenvolvimento de doenças associadas ao estresse oxidativo. A utilização de compostos antioxidantes encontrados na dieta ou mesmo sintéticos é um dos mecanismos de defesa contra os radicais livres que podem ser empregados na medicina na forma de prevenção de alterações ou recuperação destas (BIANCHI; ANTUNES, 1999). Porém, a utilização ou mesmo os valores normais de inclusão de antioxidantes irá variar conforme a espécie, momento fisiológico, manejo e agora também, como proposto por este trabalho, pela idade dos animais.

Em 1956, foi proposta por Harman a teoria de que o envelhecimento é causado pela ação do estresse oxidativo, mas ela ainda não foi inteiramente comprovada, porém, nem descartada. É fato que o envelhecimento causa

modificações deletérias às células, tecidos e sistemas de todo o organismo, levando a diversos prejuízos funcionais, como demonstrados pelos autores acima citados, onde o envelhecimento induziu aumento do metabolismo oxidativo, modificou as respostas adaptativas do organismo ao exercício físico e inflamação, reduziu a capacidade dos músculos em combater o aumento de oxidantes, levou a mudanças metabólicas, como a diminuição da sensibilidade a insulina e hiperglicemia, alterações na digestão e absorção, o que poderia levar a diferenças na absorção de substâncias antioxidantes e alterações da magnitude de resposta ao estresse, com maiores concentrações de cortisol e glicose em animais mais velhos, dentre outras alterações.

Portanto, é importante analisar a influência que a idade dos animais pode ter sobre seu desempenho e função, especialmente sob circunstâncias de estresse, como o transporte rodoviário, e o potencial benefício da aplicação das vitaminas A, D e E.

3 CAPÍTULO 1: PERFIL METABÓLICO DE CABRAS SUBMETIDAS A TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CURTA DURAÇÃO.

RESUMO

Para os animais de produção o transporte é um manejo inevitável que pode desencadear estresse. As consequências do estresse incluem alterações fisiológicas, comportamentais e de bem-estar que podem comprometer a saúde e a produção dos animais. O objetivo do presente estudo foi analisar as possíveis variações do perfil metabólico e oxidativo de cabras da raça Boer submetidas ao transporte de curta duração. Foram utilizadas 10 fêmeas caprinas, adultas, da raça Boer, paridas há dois meses e híginas. O transporte rodoviário teve duração de 4 horas. O exame físico e as coletas de sangue foram efetuados nos tempos -15d; -8d; -3d; 0h; 4h; 5h; 7h e 6d do transporte. Foram determinadas temperatura retal (TR); peso vivo (PV); escore de condição corporal (ECC); concentrações séricas de lactato L; ácidos graxos não esterificados (AGNEs); beta hidroxibutirato (BHB); ureia; creatinina; proteína total (PT); albumina; globulina; creatina fosfoquinase (cK); aspartato transaminase (AST); glutamil transferase (GGT); concentração plasmática de glicose e eritrograma. Para avaliar o perfil oxidativo, foram determinadas as concentrações eritrocitárias da superóxido dismutase (SOD) e o status antioxidante total (TAS). As variáveis SOD, TAS, PT, albumina, globulina, ECC, PV, AGNEs, AST, GGT, creatinina, ureia e eritrograma não se alteraram entre os momentos analisados. As variáveis TR, lactato, cK e glicose se elevaram nas horas após o transporte, enquanto o BHB diminuiu. O transporte de caprinos realizado em condições adequadas, mesmo de curta distância, causou estresse, verificado pelo aumento da glicemia e do metabolismo muscular (caracterizado por aumento da TR, de lactato e cK e diminuição do BHB). Porém não ocorreu alteração do status antioxidante, verificado pela não variação da SOD e do TAS.

3.1 INTRODUÇÃO

Muitos caprinos são transportados por via rodoviária no Brasil, um manejo inevitável e que pode desencadear estresse nestes animais. A definição de estresse deve enfatizar a situação de desajuste entre a capacidade de resposta do organismo e a exigência imposta, que pode ser tanto física quanto psicológica. O estresse ocorrerá quando o animal estiver em uma situação onde seus recursos, físicos e/ou mentais, são inferiores ao que foi exigido pelo ambiente e, desta forma, seu bem-estar está em risco (BROOM; JOHNSON, 1993). Com isso, uma série de alterações fisiológicas e comportamentais é desencadeada e podem comprometer a saúde, a produção e o bem estar desses caprinos (KANNAN et al., 2000; CANAES; NEGRÃO, 2009).

Portanto, faz-se necessário estudar o perfil metabólico e oxidativo de caprinos transportados, por curto período em via rodoviária, a fim de avaliar as alterações causadas por este para que, posteriormente, possam-se encontrar formas de evitá-las ou minimizá-las.

3.2 MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas 10 fêmeas caprinas, adultas, da raça Boer, com aproximadamente 60 dias do pós-parto, híginas e mantidas em sua fazenda de origem, em Jacareí no Estado de São Paulo. Todas as cabras compunham o mesmo lote e foram submetidas a manejo e dietas idênticos.

O transporte teve duração de 4 horas e foi realizado em caminhão adequado para pequenos ruminantes. O exame físico e as coletas de sangue foram efetuados nos tempos T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; T1: (-8d) oito dias antes do transporte; T2: (-3d) três dias antes do transporte; T3: (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; T4: (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; T5: (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; T6: (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e T7: (6d) seis dias após o transporte (Figura 1).

Figura 1 – Atividades e respectivos momentos experimentais

Legenda: CS: coleta de sangue; EF: exame físico.

Foram determinadas a temperatura retal; o peso vivo e o escore de condição corporal (ECC) (0-5). Também foram determinadas em analisador bioquímico automático, da marca Labtest, modelo Labmax 240, as concentrações séricas de lactato L (kit Kovalent nº 1100250K); ácidos graxos não esterificados (AGNEs) (kit Wako nº 999-34691); beta hidroxibutirato (BHB) (kit Randox nº RB 1007); ureia (kit Diasys nº 1.3101.99.10.022); creatinina (kit Labtest 96-300); proteína total (método do biureto); albumina (método do verde bromocresol); creatina fosfoquinase (cK) (kit comercial Biosystems 11524); aspartato transaminase (AST) (kit Biosystems 11531); gama glutamil transferase (GGT) (kit Diasys 1280199.10,021) e concentração plasmática de glicose (kit Sigma 318-100). A globulina foi determinada pela diferença entre albumina e proteína total.

O eritrograma, consistindo do hematócrito, contagem de eritrócitos, teor de hemoglobina, índice de anisocitose (RDW), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foi determinado através de analisador automático da marca Mindray, modelo BC-2800 Vet.

Para avaliar o perfil oxidativo, foram determinadas as concentrações eritrocitárias da superóxido dismutase (SOD), através do kit diagnóstico Randox (Ransod SD125) e o status antioxidante total (TAS), utilizando-se kit comercial Randox TAS®.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico MINITAB®, versão 14.1 (GlobalTech Informática™, Belo Horizonte, MG). Para verificar a normalidade dos dados, foi realizado o teste de KOLGOMOROV & SMIRNOV. Quando a distribuição dos dados foi não paramétrica, as variáveis foram analisadas pelo Teste de Mann-Whitney. Os dados com distribuição paramétrica

foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para o estudo da relação entre duas variáveis, foi realizada a análise de regressão linear e determinado o coeficiente de correlação de Pearson.

3.3 RESULTADOS

A glicemia se elevou ($P=0,0001$) nos momentos T4, T5 e T6, quando comparada as médias dos demais momentos (T0, T1, T2, T3 e T7) (Tabela 1 e Gráfico 1).

Tabela 1 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de glicose (mmol/L) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

TEMPOS	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO
T0	2,79 ^C	(±) 0,16
T1	2,84 ^C	(±) 0,23
T2	2,95 ^C	(±) 0,09
T3	2,99 ^C	(±) 0,18
T4	9,15 ^A	(±) 3,21
T5	6,81 ^{AB}	(±) 2,96
T6	5,08 ^{BC}	(±) 2,07
T7	2,94 ^C	(±) 0,19

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os momentos.

Gráfico 1 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de glicose (mmol/L) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

A concentração média de lactato elevou-se ($P=0,0001$) em T6, quando comparada as médias dos demais momentos (Tabela 2 e Gráfico 2).

Tabela 2 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de lactato (mmol/L) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

TEMPOS	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO
T0	0,438 ^B	(±) 0,130
T1	0,440 ^B	(±) 0,201
T2	0,589 ^B	(±) 0,221
T3	0,550 ^B	(±) 0,196
T4	1,460 ^B	(±) 0,490
T5	1,210 ^B	(±) 0,733
T6	3,410 ^A	(±) 2,033
T7	0,300 ^B	(±) 0,087

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os momentos.

Gráfico 2 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de lactato (mmol/L) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

A concentração de cK apresentou elevação ($P=0,002$) nos momentos após o transporte (T4, T5 e T6), quando comparada aos apresentados nos tempos de descanso (T0, T1, T2, T3 e T7) (Tabela 3 e Gráfico 3).

Tabela 3 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de creatina fosfoquinase (U/L a 30°C) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

TEMPOS	MÉDIA (U/L a 30° C)	DESVIO PADRÃO
T0	115,2 ^B	(±) 25,6
T1	140,7 ^{AB}	(±) 27,8
T2	115,8 ^B	(±) 39,7
T3	93,7 ^B	(±) 24,8
T4	250,5 ^{AB}	(±) 202,2
T5	193,8 ^{AB}	(±) 111,1
T6	293,3 ^A	(±) 235,8
T7	120,3 ^{AB}	(±) 25,0

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os momentos.

Gráfico 3 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de creatina fosfoquinase (U/L a 30°C) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

A temperatura retal se elevou ($P=0,0001$) após o transporte (T4, T5 e T6), quando comparada aos momentos de descanso (Tabela 4 e Gráfico 4).

Tabela 4 – Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

TEMPOS	MÉDIA ($^{\circ}\text{C}$)	DESVIO PADRÃO
T0	38,3 ^{DE}	($\pm$) 0,3
T1	38,2 ^E	($\pm$) 0,3
T2	38,7 ^{CD}	($\pm$) 0,3
T3	38,4 ^{DE}	($\pm$) 0,3
T4	39,2 ^{BC}	($\pm$) 0,4
T5	39,3 ^{AB}	($\pm$) 0,3
T6	39,7 ^A	($\pm$) 0,3
T7	38,0 ^E	($\pm$) 0,4

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os momentos.

Gráfico 4 – Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

As concentrações plasmáticas de BHB diminuíram ($P=0,0001$), nos momentos após o transporte, (T4, T5 e T6) quando comparadas aos momentos de descanso T0, T1, T2, T3 e T7 (Tabela 5 e Gráfico 5).

Tabela 5 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de beta hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

TEMPOS	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO
T0	0,369 ^A	(±) 0,073
T1	0,385 ^A	(±) 0,057
T2	0,398 ^A	(±) 0,072
T3	0,342 ^A	(±) 0,044
T4	0,227 ^B	(±) 0,056
T5	0,182 ^B	(±) 0,057
T6	0,182 ^B	(±) 0,085
T7	0,366 ^A	(±) 0,052

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os momentos.

Gráfico 5 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de beta hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

As variáveis SOD, TAS, proteína total, albumina, globulina, ECC, peso vivo, ácidos graxos não esterificados (AGNEs), AST, GGT, creatinina, ureia, hemoglobina, eritrócitos, CHCM, VCM, RDW, HCM e hematócrito não se alteraram entre os momentos analisados.

Relação entre ECC e AGNEs e ECC e BHB (Tabela 6).

Tabela 6 – Relação entre escore de condição corporal, ácidos graxos não esterificados e beta hidroxibutirato, com análise de regressão linear e determinação do coeficiente de correlação de Pearson (r) no decorrer do período experimental - São Paulo – 2012

VARIÁVEL	ESCORE DE CONDIÇÃO CORPORAL
Ácidos Graxos Não Esterificados	r = 0,24 P = 0,083
Beta Hidroxibutirato	r = 0,13 P = 0,338

A análise de regressão linear das variáveis glicose e BHB, apresenta um coeficiente de correlação de Pearson de $r = -0,53$ e valor de $P = 0,0001$.

3.4 DISCUSSÃO

A mensuração do estresse de transporte é necessária à quantificação do bem-estar dos caprinos, mas também os parâmetros de glicemia, concentração de lactato e creatina fosfoquinase (cK) são importantes para a qualidade da carne advinda do abate destes animais.

No presente trabalho, a concentração de glicose se elevou após o transporte, com pico ao desembarque (T4) e diminuiu nas horas subsequentes, porém, 3 horas depois do transporte ainda não havia alcançado os valores basais. A glicemia mensurada dos momentos T4, T5 e T6 supera os valores de referência para a espécie, que situam-se entre 2,8 a 4,2 mmol/L (PUGH, 2002). Evidenciando que nestes momentos as cabras sofreram estresse.

A mensuração da glicemia é efetiva na avaliação de estresse em caprinos (NWE et al., 1996; KANNAN et al., 2000; RAJION et al., 2001; KANNAN et al., 2002;

ZULKIFLI et al., 2010). Em Kannan et al. (2002), caprinos foram manejados e isolados a fim de se obter uma simulação de transporte, neste experimento, somente o estresse psicológico causado por estes manejos levou os caprinos a uma elevação da glicemia. No trabalho de Nwe et al. (1996), caprinos transportados mostraram ativação do sistema nervoso simpático e da adrenal, que levaram à alterações fisiológicas, como o aumento da concentração de glicose. A adrenalina estimula a formação de glicose sanguínea, a partir do glicogênio no fígado, induz a quebra do glicogênio a lactato no tecido muscular e inibe a síntese do glicogênio a partir da glicose no fígado. Através desses mecanismos de ação, a adrenalina proporciona a máxima disponibilidade de glicose no sangue (LEHNINGER, 1993).

Segundo Warriss, Brown e Adams (1994), as concentrações sérica da enzima cK e plasmática do lactato são mensurações de estresse físico sofrido pelos animais. Esses autores observaram, em suínos, relação entre alto nível de ruído no ambiente de abate e diminuição da qualidade da carne em sistemas mais estressantes.

No presente trabalho, o transporte realizado, ainda que de curta distância, causou esforço muscular nas cabras, pois estas apresentaram aumento de lactato e da cK. Os resultados encontrados para concentração sérica de lactato evidenciaram aumento deste metabólito três horas após o desembarque, sendo os teores encontrados em T4 e T6 acima dos valores de referência para a espécie ovina, que é de 1 a 1,33 mmol/L (PUGH, 2002). Este dado está semelhante aos encontrados por Stull e Rodiek (2000) no transporte de equinos e indicam que as cabras transportadas sofreram certa fadiga muscular.

As dosagens séricas de cK, no presente trabalho, aumentaram nos momentos pós-transporte (T4, T5 e T6). Este aumento demonstra que houve lesão muscular, que pode ser devida ao incremento do esforço e metabolismo musculares, com elevação da produção de substâncias reativas, que causaram lise das células musculares e ainda, também, devido à contusões durante o embarque, desembarque e no próprio transporte sendo possivelmente agravado pelo fato dos animais possuírem chifres. Como no trabalho de Kannan et al. (2000) onde caprinos foram transportados em alta ou baixa densidade de animais no caminhão. Nestas condições, a atividade da cK aumentou mais no grupo com alta densidade, fato que os autores creditaram a maior quantidade de lesões musculares e pelos animais possuírem chifres.

Similar ao trabalho de Warriss, Brown e Adams (1994), encontrou-se nos momentos após o transporte (T4, T5 e T6) alta variação individual para as concentrações de glicose, lactato e cK. Esta pode ser verificada pelo alto coeficiente de variação (CV) da glicemia nos momentos após o transporte (T4 = 35%; T5=43% e T6=41%), diferindo do observado nos momentos de descanso (T0 = 6%; T1=8%; T2= 3%; T3 = 6% e T7 = 6%); da concentração média de lactato, com CV nos tempos T5 e T6 mais altos (60% e 60%) em relação aos observados nos momentos de descanso (T0=30%, T1=46%, T2=37%, T3=36% e T7=29%); e na concentração de cK em T4, T5 e T6, com coeficientes de variação de 81%, 57% e 80% respectivamente, quando comparados aos valores apresentados nos tempos de descanso (T0 = 22%, T1 = 20%, T2 = 34%, T3 = 26% e T7 = 21%). Esta alta variabilidade individual pode ser atribuída à genética, com animais com maior ou menor volume muscular, temperamento mais ou menos calmo e estresse psicológico advindo de experiências pregressas.

Nos três momentos após o desembarque, houve aumento de temperatura retal dos animais, assim como visto no trabalho realizado por Ambore et al. (2009) com caprinos submetidos a transporte. Porém, estes valores se mantiveram dentro dos valores de referência para a espécie caprina, que seria até 40°C (PUGH, 2002). Esta elevação da temperatura retal deve-se, provavelmente, ao aumento do trabalho muscular em decorrência do esforço físico e também em decorrência do estresse, que pode levar a hipertermia por ativação do sistema simpático e adrenal (ZULKIFLI et al., 2010).

Em todos os momentos analisados, a concentração de beta hidroxibutirato permaneceu dentro dos limites normais para a espécie caprina, que situa-se entre menos de 0 a até 0,7 (PUGH, 2002). O BHB é normalmente presente no sangue e pode ser utilizado como fonte de energia, sendo sua concentração resultado do equilíbrio entre produção e a utilização pelos tecidos periféricos (RADOSTITS et al., 2002). O BHB é sintetizado na parede do rúmen e é utilizado pelo fígado como forma de exportar energia para os tecidos periféricos, onde é oxidado a acetoacetato (BRUSS, 1997). Desta forma, é compreensível que nos momentos após o transporte as concentrações de BHB tenham decaído pelo maior consumo de energia nos tecidos e diminuição da produção deste metabólito, em virtude do jejum prolongado dos animais. Quando feita a análise de regressão linear e determinado o coeficiente de correlação de Pearson para as variáveis glicose e BHB, estas mostraram

moderada relação negativa ($r = - 0,53$ e $P=0,0001$). Portanto, a alta glicemia em T4, T5 e T6, possivelmente também influenciou na diminuição de BHB nos mesmos momentos.

Os grupos experimentais foram compostos por cabras em lactação. Devido a este fato, poderia ocorrer mobilização de gorduras corpóreas, dando origem aos AGNEs e aos corpos cetônicos, como o BHB, para prover energia a lactogênese (CASTILLO et al., 2006; REECE, 2006). Mas isto não foi verificado neste estudo, pois ao analisar a relação entre ECC e AGNEs, não se encontrou relação ($r=0,24$ e $P= 0,083$), evidenciando que o ECC pouco influenciou os AGNEs. O mesmo ocorreu na análise entre ECC e BHB ($r=0,13$ e $P=0,338$), denotando que, possivelmente o BHB mensurado era proveniente de produção no epitélio ruminal e não da degradação de lipídeos.

3.5 CONCLUSÕES

- Cabras submetidas a transporte rodoviário de curta duração apresentaram quadro de estresse verificado pelo aumento da glicemia imediatamente após o transporte.
- Houve aumento do metabolismo muscular devido ao transporte rodoviário caracterizado pelo aumento de temperatura retal, das concentrações de lactato e cK e diminuição do BHB, denotando estresse físico.
- Não houve alteração do status antioxidante, verificado pela não variação da SOD e do TAS, provavelmente devido às cabras estarem sadias e bem nutridas.
- As concentrações de proteína total, albumina, globulina, AGNEs, AST, GGT, ureia e o eritrograma não se alteraram durante o transporte, mostrando serem variáveis menos sensíveis para este modelo de estudo.

4 CAPÍTULO 2: PERFIL METABÓLICO DE CABRAS SUBMETIDAS A TRANSPORTE RODOVIÁRIO E TRATADAS COM VITAMINAS A, D e E.

RESUMO

O estresse é considerado um mecanismo de defesa, pois permite que o indivíduo responda ao agente estressor, porém ele pode causar alterações fisiológicas, comportamentais e de bem-estar que podem comprometer a saúde e a produtividade dos animais. Animais de produção são submetidos a diferentes formas de estresse, dentre estas, o transporte é um manejo relativamente comum que deve ser estudado para ser minimizado. O estresse ainda aumenta a geração de substâncias reativas, levando o organismo a utilizar mais antioxidantes. O objetivo do presente estudo foi analisar os possíveis benefícios da utilização das vitaminas A, D e E, em cabras submetidas a transporte rodoviário de curta duração. Foram utilizadas 20 cabras, adultas, da raça Boer, com aproximadamente 60 dias do pós-parto, híginas, submetidas a manejo e dietas idênticos e distribuídas em grupos de 10 animais. O transporte rodoviário teve duração de 4h. O exame físico e as coletas de sangue foram efetuados nos tempos T0 (-15d); T1 (-8d); T2 (-3d); T3 (0h); T4 (4h); T5 (5h); T6 (7h) e T7 (6d) do transporte. Em T1 e T2, o grupo G2 recebeu, via IM, 2 mL de complexo com vitaminas A, D e E (540.000 UI de vitamina A, 160.000 UI de vitamina D e 160 UI de vitamina E) e o grupo G1 recebeu solução fisiológica. Foram determinados temperatura retal (TR); peso vivo (PV); escore de condição corporal (ECC); lactato L; beta hidroxibutirato (BHB); ureia; creatinina; proteína total (PT); albumina; globulina; creatina fosfoquinase (cK); AST; GGT; glicose; eritrograma; concentrações eritrocitárias da superóxido dismutase (SOD) e o status antioxidante total (TAS). Após o transporte houve aumento de lactato, glicemia e TR nos dois grupos, porém a elevação de cK foi somente em G1. As variáveis SOD, TAS, PT, albumina, globulina, ECC, PV, AST, GGT, creatinina, ureia, e eritrograma, não se mostraram influenciadas pelo tratamento. O transporte rodoviário, mesmo de curta duração, impõe estresse às cabras, independentemente da administração de

complexo com as vitaminas A, D e E, porém este evitou o aumento da cK, que foi evidente no grupo controle.

4.1 INTRODUÇÃO

Para os animais de produção o transporte é um manejo inevitável que pode desencadear o estresse. O estresse é um mecanismo de defesa, uma modificação progressiva dos mecanismos fisiológicos, para permitir que o indivíduo responda ao agente estressor (BISPO; PEREIRA, 1994). As consequências do estresse incluem alterações fisiológicas, comportamentais e de bem-estar que podem comprometer a saúde e a produção dos animais (KANNAN et al., 2000; CANAES; NEGRÃO, 2009). O estresse aumenta a geração de substâncias reativas, utilizando em maior quantidade as substâncias antioxidantes (CEYLAN et al., 2009; CELI, 2010). Estas últimas têm função de proteger e reparar os danos que as espécies reativas de oxigênio (EROs) podem causar.

Dos antioxidantes fazem parte as vitaminas A e E que, associadas à vitamina D, constituem um produto veterinário bastante difundido nos sistemas de produção.

O objetivo do presente estudo foi analisar os possíveis benefícios da utilização das vitaminas A, D e E, em cabras da raça Boer submetidas ao transporte rodoviário de curta duração.

4.2 MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas 20 fêmeas caprinas, adultas, da raça Boer, com aproximadamente 60 dias do pós-parto, híginas e mantidas em sua fazenda de origem, em Jacareí no Estado de São Paulo. Todas as cabras foram submetidas a manejo e dietas idênticos e distribuídas em dois grupos de 10 animais. Os animais do grupo G2 receberam duas doses, pela via intramuscular profunda, de 2 mL de complexo vitamínico das vitaminas A, D e E perfazendo um total de 540.000 UI de vitamina A, 160.000 UI de vitamina D e 160 UI vitamina E, aos oito e três dias antes

do transporte. Os caprinos do grupo G1 receberam, nos mesmos momentos, volume equivalente (2 mL) de solução fisiológica, também por via intramuscular profunda.

O transporte teve duração de 4 horas e foi realizado em caminhão adequado para pequenos ruminantes. O exame físico e as coletas de sangue foram efetuados nos tempos T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; T1: (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; T2: (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; T3: (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; T4: (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; T5: (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; T6: (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e T7: (6d) seis dias após o transporte (Figura 2).

Figura 2 – Atividades e respectivos momentos experimentais

Legenda: CS: coleta de sangue; EF: exame físico; G1-G2: aplicação de vitaminas em G2 e da solução fisiológica em G1.

Foram determinadas a temperatura retal; o peso vivo e o escore de condição corporal (ECC) (0-5). As concentrações séricas de lactato L (kit Kovalent nº 1100250K); beta hidroxibutirato (BHB) (kit Randox nº RB 1007); ureia (kit Diasys nº 1.3101.99.10.022); creatinina (kit Labtest 96-300); proteína total (método do biureto); albumina (método do verde bromocresol); creatina fosfoquinase (cK) (kit comercial Biosystems 11524); aspartato transaminase (AST) (kit Biosystems 11531); gama glutamil transferase (GGT) (kit Diasys 1280199.10,021) e concentração plasmática de glicose (kit Sigma 318-100), foram determinadas em analisador bioquímico automático, da marca Labtest, modelo Labmax 240. A globulina foi determinada pela diferença entre albumina e proteína total.

O eritrograma, consistindo do hematócrito, contagem de eritrócitos, teor de hemoglobina, do índice de anisocitose (RDW), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foi determinado através de analisador automático da marca Mindray, modelo BC-2800 Vet.

Para avaliar o perfil oxidativo, foram determinadas as concentrações eritrocitárias da superóxido dismutase (SOD), por meio do kit diagnóstico Randox (Ransod SD125) e o status antioxidante total (TAS), utilizando-se kit comercial Randox TAS®.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico MINITAB®, versão 14.1 (GlobalTech Informática™, Belo Horizonte, MG). Para verificar a normalidade dos dados, foi realizado o teste de KOLGOMOROV & SMIRNOV. Quando a distribuição dos dados foi não paramétrica, as variáveis foram analisadas pelo Teste de Mann-Whitney. Os dados com distribuição paramétrica foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de significância.

4.3 RESULTADOS

Nos momentos após o transporte (T4 e T6) foram observadas maiores concentrações de cK ($P = 0,046$ e $0,039$) nos dos animais do G1 em relação a G2. Em T5 houve tendência ($P=0,057$) à maior concentração de cK no grupo controle em relação ao tratado (Tabela 7 e Gráfico 6).

Tabela 7– Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de creatina fosfoquinase (U/L a 30°C) no decorrer do período experimental para animais do grupo controle (G1) e do grupo tratado com vitaminas A, D e E (G2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	G1		G2		P G1xG2
	MÉDIA (U/L a 30°C)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (U/L a 30°C)	DESVIO PADRÃO	
T0	115,2	(±) 25,6	118,18	(±) 29,09	0,811
T1	140,7	(±) 27,8	138,58	(±) 24,59	0,859
T2	115,8	(±) 39,7	99,27	(±) 15,61	0,259
T3	93,7	(±) 24,8	88,97	(±) 25,74	0,682
T4	250,5 ^a	(±) 202,2	110,60 ^b	(±) 40,34	0,046
T5	193,8	(±) 111,1	117,49	(±) 38,66	0,057
T6	293,3 ^a	(±) 235,8	122,43 ^b	(±) 54,44	0,039
T7	120,3	(±) 25,0	109,58	(±) 19,09	0,322

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1**: (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2**: (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3**: (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4**: (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5**: (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6**: (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7**: (6d) seis dias após o transporte. Letras minúsculas distintas indicam diferenças (P<0,05) entre os tratamentos.

Gráfico 6 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de creatina fosfoquinase (U/L a 30°C) no decorrer do período experimental para animais do grupo controle (G1) e do grupo tratado com vitaminas A, D e E (G2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1**: (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2**: (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3**: (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4**: (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5**: (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6**: (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7**: (6d) seis dias após o transporte.

A glicemia apresentou tendência a estar mais elevada nos animais do G2, nos tempos T0 (P=0,065), T2 (P= 0,054) e T3 (P=0,074) (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de glicose (mmol/L) no decorrer do período experimental para animais do grupo controle (G1) e do grupo tratado com vitaminas A, D e E (G2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	G1		G2		P
	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	
T0	2,790	(±) 0,160	2,960	(±) 0,222	0,065
T1	2,840	(±) 0,232	2,930	(±) 0,258	0,423
T2	2,950	(±) 0,093	3,056	(±) 0,113	0,054
T3	2,990	(±) 0,179	3,190	(±) 0,281	0,074
T4	9,150	(±) 3,211	10,267	(±) 1,532	0,356
T5	6,810	(±) 2,957	7,933	(±) 1,277	0,307
T6	5,080	(±) 2,071	5,500	(±) 1,092	0,578
T7	2,940	(±) 0,190	3,000	(±) 0,200	0,500

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

A temperatura retal apresentou tendência em T3 ($P=0,051$) a estar mais elevada no G2 e se elevou após o transporte (T4, T5 e T6), quando comparada aos momentos de descanso, para G1 ($P=0,0001$) e G2 ($P=0,0001$) (Tabela 9 Gráfico 7).

Tabela 9 – Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) no decorrer do período experimental para animais do grupo controle (G1) e do grupo tratado com vitaminas A, D e E (G2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	G1		G2		P
	MÉDIA ($^{\circ}\text{C}$)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA ($^{\circ}\text{C}$)	DESVIO PADRÃO	
T0	38,3 ^{DE}	($\pm$) 0,3	38,5 ^B	($\pm$) 0,5	0,311
T1	38,2 ^E	($\pm$) 0,3	38,4 ^B	($\pm$) 0,3	0,116
T2	38,7 ^{CD}	($\pm$) 0,3	38,7 ^B	($\pm$) 0,4	0,836
T3	38,4 ^{DE}	($\pm$) 0,3	38,8 ^B	($\pm$) 0,4	0,051
T4	39,2 ^{BC}	($\pm$) 0,4	39,5 ^A	($\pm$) 0,4	0,108
T5	39,3 ^{AB}	($\pm$) 0,3	39,4 ^A	($\pm$) 0,3	0,773
T6	39,7 ^A	($\pm$) 0,3	39,7 ^A	($\pm$) 0,3	0,966
T7	38,0 ^E	($\pm$) 0,4	38,3 ^B	($\pm$) 0,5	0,154

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os tempos.

Gráfico 7 – Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal ($^{\circ}\text{C}$) no decorrer do período experimental para animais do grupo controle (G1) e do grupo tratado com vitaminas A, D e E (G2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

A concentração média de beta hidroxibutirato (BHB) foi maior para G2 nos tempos T1 e T7 ($P= 0,019$ e $0,020$) e tendência a ser maior ($P=0,065$) em T3 (Tabela 10 e Gráfico 8).

Tabela 10 – Valores médios e desvios padrão da concentração plasmática de beta hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para animais do grupo controle (G1) e do grupo tratado com vitaminas A, D e E (G2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	G1		G2		P
	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	
T0	0,369	($\pm$) 0,073	0,412	($\pm$) 0,088	0,251
T1	0,385 ^b	($\pm$) 0,057	0,458 ^a	($\pm$) 0,069	0,019
T2	0,398	($\pm$) 0,072	0,448	($\pm$) 0,072	0,139
T3	0,342	($\pm$) 0,044	0,380	($\pm$) 0,036	0,065
T4	0,227	($\pm$) 0,056	0,230	($\pm$) 0,063	0,911
T5	0,182	($\pm$) 0,057	0,160	($\pm$) 0,014	0,334
T6	0,182	($\pm$) 0,085	0,170	($\pm$) 0,039	0,689
T7	0,366 ^b	($\pm$) 0,052	0,429 ^a	($\pm$) 0,055	0,020

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras minúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os tratamentos.

Gráfico 8 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de beta hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para animais do grupo controle (G1) e do grupo tratado com vitaminas A, D e E (G2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

A concentração média de lactato, nos tempos T0 e T7, apresentou tendência ($P=0,056$ e $0,071$) a estar mais elevada nos animais do G2 (Tabela 11).

Tabela 11 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de lactato (mmol/L) no decorrer do período experimental para animais do grupo controle (G1) e do grupo tratado com vitaminas A, D e E (G2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	G1		G2		P
	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	
T0	0,438	($\pm$) 0,130	0,690	($\pm$) 0,325	0,056
T1	0,440	($\pm$) 0,201	0,490	($\pm$) 0,197	0,581
T2	0,589	($\pm$) 0,221	0,610	($\pm$) 0,223	0,838
T3	0,550	($\pm$) 0,196	0,710	($\pm$) 0,425	0,294
T4	1,460	($\pm$) 0,490	1,367	($\pm$) 0,447	0,671
T5	1,210	($\pm$) 0,733	1,210	($\pm$) 0,595	1,000
T6	3,410	($\pm$) 2,033	5,020	($\pm$) 3,212	0,197
T7	0,300	($\pm$) 0,087	0,375	($\pm$) 0,071	0,071

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

A contagem de eritrócitos, nos tempos T0 e T7, foi maior para o grupo G1 ($P=0,035$ e $0,047$) quando comparado ao grupo G2 (Tabela 12).

Tabela 12 – Valores médios e respectivos desvios padrão da contagem de eritrócitos ($\times 10^6/\mu\text{L}$) no decorrer do período experimental para animais do grupo controle (G1) e do grupo tratado com vitaminas A, D e E (G2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	G1		G2		P
	MÉDIA ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	DESVIO PADRÃO	
T0	14,604 ^a	($\pm$) 1,230	13,326 ^b	($\pm$) 1,283	0,035
T1	13,485	($\pm$) 1,313	12,957	($\pm$) 1,424	0,400
T2	13,643	($\pm$) 0,819	12,945	($\pm$) 1,301	0,168
T3	13,369	($\pm$) 0,982	13,249	($\pm$) 1,376	0,825
T4	13,204	($\pm$) 1,372	12,867	($\pm$) 1,391	0,592
T5	12,735	($\pm$) 1,337	12,554	($\pm$) 0,999	0,736
T6	13,599	($\pm$) 1,491	13,115	($\pm$) 1,135	0,425
T7	13,143 ^a	($\pm$) 0,929	12,126 ^b	($\pm$) 1,188	0,047

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras minúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os tratamentos.

As variáveis SOD, TAS, proteína total, albumina, globulina, ECC, peso vivo, AST, GGT, creatinina, ureia, hemoglobina, CHCM, VCM, RDW, HCM e hematócrito não se mostraram influenciadas pelo tratamento com complexo de vitaminas A, D e E.

4.4 DISCUSSÃO

Em decorrência do estresse de transporte, são causadas alterações no organismo, que levam ao aumento de substâncias reativas (CHIRASE et al., 2004; BODAS et al., 2011; AKTAS et al., 2011).

No presente trabalho, as concentrações séricas de cK não variaram entre os momentos nos animais tratados com as vitaminas A, D e E em detrimento dos não

tratados, onde houve aumento na concentração desta variável nos momentos pós-transporte. Este aumento sugere que, em consequência do incremento do metabolismo muscular, houve elevação na produção de substâncias reativas que estariam lisando as células musculares. Possivelmente, o resultado obtido com a cK, neste experimento, pode ser atribuído ao tratamento com complexo vitamínico e talvez, mais especificamente, à função estabilizadora e reparadora de membranas musculares da vitamina E. Este resultado está em acordo com Howard, McNeil e McNeil (2011) que trabalharam com mioblastos em cultura suplementados ou não com α -tocoferol. Quando os mioblastos foram expostos a desafio oxidante, na ausência de suplementação com α -tocoferol, houve inibição da reparação de suas membranas, enquanto que nos suplementados houve reparação das mesmas. Estes autores demonstraram que os miócitos no músculo intacto não podem reparar suas membranas quando expostos a um desafio oxidante, mas que pode haver reparação quando o músculo for suplementado com vitamina E.

No trabalho de Nockels, Odde e Craig (1996), os autores tiveram resultados semelhantes aos aqui apresentados, pois novilhas suplementadas com vitamina E tiveram menores concentrações de cK após situação de estresse simulada com a administração de ACTH e epinefrina.

Similar ao trabalho de Warriss, Brown e Adams (1994), foi encontrado nos momentos após o transporte (T4, T5 e T6) alta variação individual para as concentrações séricas de cK, mas de forma mais pronunciada para o grupo G1. A variabilidade pode ser verificada pelo alto coeficiente de variação (CV) para G1 em T4 (81%), T5 (57%) e T6 (80%), quando comparado aos valores apresentados pelo grupo G2 (T4 = 36%, T5=32%, T6= 44%). Esta alta variabilidade pode ser atribuída à fatores como genética, com animais com maior ou menor volume muscular, temperamento mais ou menos calmo, porém, considerando que essa variação estava presente nos dois grupos, a administração de complexo vitamínico influenciou este parâmetro, reduzindo a variação individual do G2, talvez ao implementar as defesas antioxidantes e promover a reparação muscular.

A concentração de glicose se elevou momentos T4, T5 e T6 superando os valores de referência para a espécie, que situam-se entre 2,8 a 4,2 mmol/L (PUGH, 2002). Evidenciando que nestes momentos as cabras sofreram estresse, em decorrência do transporte rodoviário, mas não houve influência da administração do complexo vitamínico. A mensuração da glicemia é efetiva na avaliação de estresse

em caprinos, já que a adrenalina estimula a formação de glicose sanguínea proporcionando máxima disponibilidade desta no sangue (LEHNINGER, 1993; NWE et al., 1996; KANNAN et al., 2000; RAJION et al., 2001; KANNAN et al., 2002; ZULKIFLI et al., 2010).

A glicemia apresenta tendência no T0 a estar mais elevada em G2 do que no G1, porém, neste momento ela não foi influenciada pelo complexo vitamínico ou transporte rodoviário. Em T2 e T3, tempos já influenciados pela administração de complexo vitamínico, a glicemia apresentou novamente tendência a estar mais elevada em G2. O mesmo ocorre com a concentração média de BHB, que foi maior para o G2 nos tempos T1 (tempo não influenciado pelo complexo vitamínico ou transporte rodoviário) e T7 ($P=0,019$ e $0,020$) e tendência a ser maior ($P=0,065$) no tempo T3. Possivelmente, as tendências e diferenças para glicemia e BHB não sejam pela administração do complexo vitamínico, e sim por condição pré-existente no G2, já que estes parâmetros mostram variações entre os grupos em tempos prévios a administração de complexo vitamínico (T0 e T1).

A concentração média de lactato e a contagem de eritrócitos, nos tempos T0 e T7, apresentaram tendência a estarem diferentes entre os grupos. Porém, o tempo T0 não foi influenciado por tratamento ou o transporte e T7 reflete a volta a essa tendência inicial, portanto, estes achados podem ser considerados intrínsecos dos grupos.

No presente trabalho, a concentração média de lactato não diferiu entre tratamentos. Em concordância com este estudo, Mudron et al. (1996), trabalharam com bezerros transportados e tratados ou não com vitamina E, sendo que os grupos apresentaram os mesmos valores de cortisol e lactato.

A temperatura retal, antes do transporte (T3), apresentou tendência ($P=0,051$) a estar mais elevada no grupo G2, apesar de nos demais tempos não ter sido influenciada pela administração do complexo vitamínico. Porém, nos três momentos após o desembarque, houve aumento de temperatura retal dos animais, assim como visto no trabalho realizado por Ambore et al. (2009) com caprinos submetidos a transporte. Apesar desta variação, os valores de temperatura retal se mantiveram dentro da amplitude tida como normal para a espécie caprina, que seria até 40°C (PUGH, 2002). Esta elevação da temperatura retal deve-se ao aumento do trabalho muscular em decorrência do esforço físico e também pode ser atribuída ao estresse, que pode levar a hipertermia por ativação do sistema simpático e adrenal (ZULKIFLI

et al., 2010). Ao longo de todo o experimento, foi observado que o grupo tratado com vitaminas A, D e E, teve maior estabilidade da temperatura retal, enquanto os animais controles apresentaram grande variação. Possivelmente a atuação das vitaminas melhorou a eficiência metabólica e o trabalho muscular. Segundo Powers e Hamilton (1999), os radicais livres contribuem para a fadiga muscular, e, a suplementação com substâncias antioxidantes, leva a melhora da performance muscular ao diminuir o estresse oxidativo.

4.5 CONCLUSÕES

- O transporte rodoviário, mesmo de curta duração, impôs estresse às cabras, independentemente da administração de complexo com as vitaminas A, D e E.
- A administração de complexo com as vitaminas A, D e E evitou o aumento da cK, que foi evidente no grupo controle.

5 CAPÍTULO 3: PERFIL METABÓLICO DE CABRAS DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS SUBMETIDAS A TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CURTA DURAÇÃO.

RESUMO

O transporte rodoviário de caprinos, mesmo a curtas distâncias, desencadeia estresse nestes animais. Além do estresse, outro fator que apresenta influência no metabolismo dos animais é o envelhecimento, que causa modificações deletérias às células e sistemas de todo o organismo, levando a prejuízos funcionais. O objetivo do presente estudo foi analisar as possíveis variações do perfil metabólico de cabras da raça Boer, de duas faixas etárias, submetidas a transporte rodoviário de curta duração. Foram utilizadas 9 cabras, da raça Boer, com aproximadamente 60 dias do pós-parto, hígdas, submetidas a manejo e dietas idênticos. Foram formados dois grupos: cabras de 1 a 4 anos (Grupo 1) e com mais de 4 anos (Grupo 2). O transporte teve duração de 4h. O exame físico e as coletas de sangue foram efetuados nos tempos T0 (-15d); T1(-8d); T2(-3d); T3(0h); T4(4h); T5(5h); T6(7h); T7(6d) do transporte. Foram determinadas a temperatura retal (TR); o peso vivo (PV); o escore de condição corporal (ECC); as concentrações séricas de lactato L; ácidos graxos não esterificados (AGNEs); beta hidroxibutirato (BHB); ureia; creatinina; proteína total (PT); albumina; globulina; creatina fosfoquinase (cK); AST; GGT; glicemia; eritrograma e o status antioxidante total (TAS). Após o transporte houve elevação de lactato e TR, com maiores médias para o grupo 1; de glicose, em ambos e diminuição de BHB, com menores médias para o grupo 1. As variáveis ECC, cK, PT, albumina, globulina, AST, creatinina, ureia e eritrograma não se alteraram entre momentos ou grupos. Houve estresse físico após o transporte, caracterizado pelas maiores concentrações de glicose, lactato e TR e este estresse foi maior no grupo 1. O estresse de transporte não interferiu no status antioxidante, mas imediatamente após o transporte, cabras mais jovens tiveram menor TAS do que cabras mais velhas.

5.1 INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário de caprinos, mesmo a curtas distâncias, desencadeia estresse nestes animais (CANAES; NEGRÃO, 2009). O estresse ocorrerá quando o animal estiver em situação onde seus recursos, físicos e/ou mentais, são inferiores ao que foi exigido pelo ambiente e, desta forma, seu bem-estar está em risco (BROOM; JOHNSON, 1993).

Outro fator que apresenta forte influência no metabolismo dos animais é a faixa etária destes. O envelhecimento causa modificações deletérias às células e sistemas de todo o organismo, levando a prejuízos funcionais, como modificações no DNA e nos tecidos e até nas respostas adaptativas do organismo a situações como o exercício físico e inflamação (SACHECK et al., 2006; RYAN et al., 2008; RYAN et al., 2010). Portanto, é importante analisar as alterações metabólicas que o transporte pode causar e a influência que a idade dos animais pode ter sobre seu desempenho neste manejo.

O objetivo do presente estudo foi analisar as possíveis variações do perfil metabólico de cabras da raça Boer, de duas faixas etárias (cabras de 1 a 4 anos e com mais de 4 anos), submetidas ao transporte rodoviário de curta duração.

5.2 MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas 9 fêmeas caprinas, adultas, da raça Boer, com aproximadamente 60 dias do pós-parto, híginas, mantidas em sua fazenda de origem, em Jacareí no Estado de São Paulo e submetidas a manejo e dietas idênticos. Estes animais foram distribuídos em dois grupos de acordo com a idade: cabras de 1 ano e 2 meses até 3 anos e 10 meses, ou seja, todas com menos de 4 anos (Grupo 1) e fêmeas de 4 anos e 19 dias até 6 anos e 6 meses, ou seja, com mais de 4 anos (Grupo 2). O Grupo 1 com idade média de 2,2 anos e o Grupo 2 com idade média de 5,4 anos.

O transporte teve duração de 4 horas e foi realizado em caminhão adequado para pequenos ruminantes. O exame físico e as coletas de sangue foram efetuados

nos tempos T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; T1: (-8d) oito dias antes do transporte; T2: (-3d) três dias antes do transporte; T3: (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; T4: (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; T5: (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; T6: (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e T7: (6d) seis dias após o transporte (Figura 3).

Figura 3 – Atividades e respectivos momentos experimentais.

Legenda: CS: coleta de sangue; EF: exame físico

Foram determinadas a temperatura retal; o peso vivo e o escore de condição corporal (ECC) (0-5). As concentrações séricas de lactato L (kit Kovalent nº 1100250K); ácidos graxos não esterificados (AGNEs) (kit Wako nº 999-34691); beta hidroxibutirato (BHB) (kit Randox nº RB 1007); ureia (kit Diasys nº 1.3101.99.10.022); creatinina (kit Labtest 96-300); proteína total (método do biureto); albumina (método do verde bromocresol); creatina fosfoquinase (cK) (kit comercial Biosystems 11524); aspartato transaminase (AST) (kit Biosystems 11531); gama glutamil transferase (GGT) (kit Diasys 1280199.10,021) e concentração plasmática de glicose (kit Sigma 318-100), foram determinadas em analisador bioquímico automático, da marca Labtest, modelo Labmax 240. A globulina foi determinada pela diferença entre albumina e proteína total.

O eritrograma, consistindo do hematócrito, contagem de eritrócitos, teor de hemoglobina, índice de anisocitose (RDW), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foi determinado através de analisador automático da marca Mindray, modelo BC-2800 Vet.

Para avaliar o perfil oxidativo, foi determinado o status antioxidante total (TAS), utilizando-se kit comercial Randox TAS®.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico MINITAB®, versão 14.1 (GlobalTech Informática™, Belo Horizonte, MG). Para verificar a normalidade dos dados, foi realizado o teste de KOLGOMOROV & SMIRNOV. Quando a distribuição dos dados foi não paramétrica, as variáveis foram analisadas pelo Teste de Mann-Whitney. Os dados com distribuição paramétrica foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para o estudo da relação entre duas variáveis, foi realizada a análise de regressão linear e determinado o coeficiente de correlação de Pearson.

5.3 RESULTADOS

As cabras mais velhas (Grupo 2) tenderam a serem mais pesadas que as mais novas (Grupo 1) nos tempos T0, T1, T2, T3 e T6. Em T7, não havia diferença entre os dois grupos (Tabela 13 e Gráfico 9). Nos tempos T4 e T5 o peso vivo não foi aferido.

Tabela 13 – Valores médios e respectivos desvios padrão do peso vivo (kg) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	GRUPO 1		GRUPO 2		P
	MÉDIA (kg)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (kg)	DESVIO PADRÃO	
T0	43,38	(±) 10,18	64,90	(±) 18,56	0,078
T1	41,63	(±) 10,01	62,58	(±) 18,02	0,078
T2	40,38	(±) 10,02	60,30	(±) 17,96	0,090
T3	40,45	(±) 10,11	60,34	(±) 18,76	0,100
T6	39,13	(±) 9,55	58,56	(±) 18,29	0,098
T7	39,58	(±) 11,02	58,76	(±) 17,91	0,105

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Gráfico 9 – Valores médios e respectivos desvios padrão do peso vivo (kg) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Não foram observadas diferenças no ECC (0-5) das cabras mais jovens (Grupo 1) em relação às mais velhas (Grupo 2) (Tabela 14 e Gráfico 10). Nos tempos T4 e T5 o ECC não foi aferido.

Tabela 14 – Valores médios e respectivos desvios padrão do escore de condição corporal no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	GRUPO 1		GRUPO 2		P
	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	MÉDIA	DESVIO PADRÃO	
T0	1,56	($\pm$) 0,72	2,55	($\pm$) 1,33	0,226
T1	1,63	($\pm$) 0,95	2,40	($\pm$) 1,19	0,326
T2	1,50	($\pm$) 0,71	2,10	($\pm$) 0,82	0,286
T3	1,63	($\pm$) 0,95	2,20	($\pm$) 0,76	0,344
T6	1,56	($\pm$) 0,83	2,20	($\pm$) 0,76	0,267
T7	1,56	($\pm$) 0,83	2,20	($\pm$) 0,84	0,291

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Gráfico 10 – Valores médios e respectivos desvios padrão do escore de condição corporal no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

O grupo 2 apresentou tendência ($P=0,075$) em T0 e diferença em T4 ($P=0,019$), a ter maiores concentrações de TAS que o grupo 1 (Tabela 15 e Gráfico 11).

Tabela 15 – Médias e respectivos desvios padrão do status antioxidante total do sangue (TAS) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	GRUPO 1		GRUPO 2		P
	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	
T0	0,903	($\pm$) 0,057	0,980	($\pm$) 0,054	0,075
T1	0,820	($\pm$) 0,170	0,886	($\pm$) 0,174	0,586
T2	0,825	($\pm$) 0,152	0,926	($\pm$) 0,105	0,275
T3	0,810	($\pm$) 0,161	0,904	($\pm$) 0,106	0,324
T4	0,748 ^b	($\pm$) 0,065	0,938 ^a	($\pm$) 0,110	0,019
T5	0,763	($\pm$) 0,081	0,848	($\pm$) 0,165	0,377
T6	0,795	($\pm$) 0,179	0,846	($\pm$) 0,153	0,658
T7	0,838	($\pm$) 0,176	0,882	($\pm$) 0,186	0,725

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras minúsculas distintas indicam diferenças entre os grupos.

Gráfico 11 – Médias e respectivos desvios padrão do status antioxidante total do sangue (TAS) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

No tempo T6, os grupos 1 e 2 apresentaram elevação da concentração de lactato ($P=0,0001$ e $P=0,0001$), neste momento, o grupo 1 apresentou maior média ($P=0,049$) que o grupo 2 (Tabela 16 e Gráfico 12).

Tabela 16 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de lactato (mmol/L) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	GRUPO 1		GRUPO 2		P
	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	
T0	0,667 ^B	($\pm$) 0,289	0,440 ^B	($\pm$) 0,152	0,186
T1	0,400 ^B	($\pm$) 0,200	0,460 ^B	($\pm$) 0,241	0,731
T2	0,633 ^B	($\pm$) 0,306	0,580 ^B	($\pm$) 0,217	0,780
T3	0,600 ^B	($\pm$) 0,173	0,480 ^B	($\pm$) 0,164	0,364
T4	1,700 ^B	($\pm$) 0,265	1,500 ^{AB}	($\pm$) 0,579	0,601
T5	1,567 ^B	($\pm$) 1,159	0,820 ^B	($\pm$) 0,390	0,217
T6	5,467 ^{Aa}	($\pm$) 1,861	2,420 ^{Ab}	($\pm$) 1,607	0,049
T7	0,333 ^B	($\pm$) 0,058	0,300 ^B	($\pm$) 0,100	0,623

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre os momentos.

Letras minúsculas distintas indicam diferenças entre os grupos.

Gráfico 12 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de lactato (mmol/L) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Nos tempos T4 e T5 as cabras do grupo 1 apresentaram maiores médias ($P=0,034$ e $0,049$) para a temperatura retal em relação ao grupo 2. Para os grupos 1 e 2, as maiores médias ($P= 0,0001$ e $P= 0,0001$) foram observadas nos momentos após o transporte (T4, T5 e T6) (Tabela 17 e Gráfico 13).

Tabela 17 – Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal (°C) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	GRUPO 1		GRUPO 2		P
	MÉDIA (°C)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (°C)	DESVIO PADRÃO	
T0	38,3 ^C	(±) 0,3	38,3 ^{BC}	(±) 0,4	0,937
T1	38,1 ^C	(±) 0,3	38,3 ^{BC}	(±) 0,4	0,372
T2	38,7 ^{BC}	(±) 0,3	38,8 ^{AB}	(±) 0,3	0,511
T3	38,5 ^C	(±) 0,3	38,4 ^{BC}	(±) 0,3	0,628
T4	39,5 ^{ABa}	(±) 0,3	38,9 ^{ABb}	(±) 0,3	0,034
T5	39,6 ^{Aa}	(±) 0,3	39,1 ^{Ab}	(±) 0,3	0,049
T6	40,1 ^A	(±) 0,6	39,5 ^A	(±) 0,4	0,126
T7	38,0 ^C	(±) 0,3	38,0 ^C	(±) 0,6	0,952

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre os momentos.

Letras minúsculas distintas indicam diferenças entre os grupos.

Gráfico 13 – Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal (°C) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Nos momentos após o transporte (T4, T5 e T6), houve aumento da glicemia para os grupos 1 e 2 ($P=0,0001$ e $P=0,0001$). Em T0 a concentração de glicose do grupo 2 foi maior ($P=0,030$) que a do grupo 1 (Tabela 18).

Tabela 18 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de glicose (mmol/L) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	GRUPO 1		GRUPO 2		P
	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	
T0	2,675 ^{Bb}	(±) 0,126	2,900 ^{Ba}	(±) 0,122	0,030
T1	2,825 ^B	(±) 0,250	2,880 ^B	(±) 0,259	0,757
T2	3,025 ^B	(±) 0,206	3,080 ^B	(±) 0,303	0,767
T3	2,975 ^B	(±) 0,126	3,020 ^B	(±) 0,239	0,745
T4	8,900 ^A	(±) 3,645	8,840 ^A	(±) 3,380	0,980
T5	6,425 ^{AB}	(±) 2,744	6,560 ^{AB}	(±) 3,443	0,951
T6	5,200 ^{AB}	(±) 2,229	4,660 ^B	(±) 2,243	0,730
T7	2,950 ^B	(±) 0,238	2,980 ^B	(±) 0,148	0,822

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre os momentos.

Letras minúsculas distintas indicam diferenças entre os grupos.

No tempo T5 o grupo 2 apresentou tendência ($P=0,055$) a ter maior concentração de AGNEs do que os animais do grupo 1 (Tabela 19 e Gráfico 14).

Tabela 19 – Médias e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de ácidos graxos não esterificados ($\mu\text{mol/L}$) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	GRUPO 1		GRUPO 2		P
	MÉDIA ($\mu\text{mol/L}$)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA ($\mu\text{mol/L}$)	DESVIO PADRÃO	
T0	324,32	($\pm$) 181,78	326,00	($\pm$) 312,30	0,993
T1	277,35	($\pm$) 47,27	368,50	($\pm$) 166,00	0,328
T2	233,95	($\pm$) 64,46	344,10	($\pm$) 272,50	0,460
T3	209,06	($\pm$) 53,80	327,70	($\pm$) 166,90	0,219
T4	164,13	($\pm$) 58,77	198,70	($\pm$) 59,60	0,413
T5	137,21	($\pm$) 28,40	214,30	($\pm$) 61,20	0,055
T6	255,03	($\pm$) 90,36	307,10	($\pm$) 137,70	0,538
T7	158,26	($\pm$) 61,09	215,90	($\pm$) 141,20	0,476
MÉDIA TOTAL	219,91		287,79		

Legenda: T0: (-15d) quinze dias antes do transporte; T1: (-8d) oito dias antes do transporte; T2: (-3d) três dias antes do transporte; T3: (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; T4: (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; T5: (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; T6: (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e T7: (6d) seis dias após o transporte.

Gráfico 14 – Médias e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de ácidos graxos não esterificados ($\mu\text{mol/L}$) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

T0: (-15d) quinze dias antes do transporte; T1: (-8d) oito dias antes do transporte; T2: (-3d) três dias antes do transporte; T3: (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; T4: (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; T5: (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; T6: (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e T7: (6d) seis dias após o transporte.

A concentração sérica média de GGT teve tendência a ser maior para o grupo 2 no momento T4 ($P= 0,098$) (Tabela 20 e Gráfico 15).

Tabela 20 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de gama glutamyl transferase (U/L a 30°C) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	GRUPO 1		GRUPO 2		P
	MÉDIA (U/L a 30°C)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (U/L a 30°C)	DESVIO PADRÃO	
T0	27,615	($\pm$) 4,970	31,960	($\pm$) 5,496	0,259
T1	26,873	($\pm$) 3,462	29,202	($\pm$) 4,600	0,430
T2	22,915	($\pm$) 3,689	25,498	($\pm$) 5,617	0,456
T3	25,890	($\pm$) 3,376	27,796	($\pm$) 4,632	0,515
T4	21,768	($\pm$) 2,327	27,986	($\pm$) 6,093	0,098
T5	26,060	($\pm$) 2,166	28,502	($\pm$) 3,585	0,273
T6	22,613	($\pm$) 2,156	23,608	($\pm$) 5,396	0,741
T7	25,118	($\pm$) 1,381	25,608	($\pm$) 4,553	0,843

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Gráfico 15 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de gama glutamyl transferase (U/L a 30°C) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

As concentrações de BHB, foram maiores para o grupo 2 quando comparado ao grupo 1 em T5 ($P=0,025$) e T6 ($P=0,014$). Foram observadas, para os grupos 1 e 2, menores concentrações de BHB ($P= 0,0001$ e $P=0,001$) em T4, T5 e T6 (Tabela 21 e Gráfico 16).

Tabela 21 – Médias e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de beta hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	GRUPO 1		GRUPO 2		P
	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	MÉDIA (mmol/L)	DESVIO PADRÃO	
T0	0,330 ^A	($\pm$) 0,058	0,394 ^{AB}	($\pm$) 0,083	0,235
T1	0,375 ^A	($\pm$) 0,070	0,382 ^{AB}	($\pm$) 0,054	0,869
T2	0,388 ^A	($\pm$) 0,051	0,410 ^{AB}	($\pm$) 0,097	0,689
T3	0,320 ^{AB}	($\pm$) 0,054	0,392 ^{AB}	($\pm$) 0,077	0,159
T4	0,190 ^B	($\pm$) 0,062	0,252 ^{BC}	($\pm$) 0,043	0,118
T5	0,133 ^{Cb}	($\pm$) 0,046	0,212 ^{Ca}	($\pm$) 0,038	0,025
T6	0,110 ^{Cb}	($\pm$) 0,055	0,242 ^{BCa}	($\pm$) 0,065	0,014
T7	0,360 ^A	($\pm$) 0,062	0,440 ^A	($\pm$) 0,135	0,314

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças entre os momentos.

Letras minúsculas distintas indicam diferenças entre os grupos.

Gráfico 16 – Médias e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de beta hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para animais adultos jovens (Grupo 1) e adultos (Grupo 2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

As variáveis cK, proteína total, albumina, globulina, AST, creatinina, ureia, hemoglobina, CHCM, HCM, VCM, RDW, eritrócitos e hematócrito não se alteraram entre os momentos analisados e nem entre os grupos.

A análise de regressão linear das variáveis lactato e glicose para o grupo 1 apresentou coeficiente de correlação de Pearson de $r = 0,45$ e $P = 0,028$. Para o grupo 2 o coeficiente de correlação de Pearson é $r = 0,45$ e $P = 0,003$.

A análise de regressão linear das variáveis lactato e glicose para o grupo 1 nos momentos de descanso (T0, T1, T2, T3 e T7) apresentou coeficiente de correlação de Pearson de $r = 0,27$ e $P = 0,338$ e para o grupo 2, nos mesmos momentos, o coeficiente de correlação de Pearson é $r = 0,25$ e $P = 0,233$.

A análise de regressão linear das variáveis lactato e glicose para o grupo 1 no momento T6 apresentou coeficiente de correlação de Pearson de $r = 1,00$ e $P = 0,025$. Para o grupo 2, em T6, o coeficiente de correlação de Pearson é $r = 0,34$ e $P = 0,577$.

A análise de regressão linear das variáveis lactato e temperatura retal entre todos os grupos e momentos apresenta um coeficiente de correlação de Pearson de $r = 0,67$ e $P = 0,0001$.

A regressão linear de BHB e peso vivo entre os grupos 1 e 2 no momento T6 apresentou um coeficiente de correlação de Pearson de $r = 0,62$ e $P = 0,074$.

5.4 DISCUSSÃO

O transporte rodoviário pode causar alterações metabólicas importantes nos animais devido ao exercício físico e estresse impostos a estes (GRANDIN, 1997; ZULKIFLI et al., 2010). Outro fator a ser considerado é a idade, pois o envelhecimento também causa alterações fisiológicas deletérias ao organismo (HARMAN, 1956; RYAN et al., 2008). Portanto, o estresse causado pelo transporte rodoviário pode ser potencialmente mais lesivo a animais mais velhos, levando ao maior comprometimento de sua capacidade produtiva e bem-estar.

No presente trabalho, o peso vivo teve tendência a ser maior nos animais mais velhos (grupo 2). Esta é uma tendência natural, e está em acordo com o trabalho de Kannan et al. (2003), onde seu grupo experimental de machos jovens (6

a 12 meses de idade) possuía menor peso vivo (22,1 kg) que o grupo mais velho (24 a 30 meses de idade e 53,6 kg).

O status antioxidante total do sangue (TAS) não se mostrou influenciado pelo transporte rodoviário, uma vez que não se alterou entre os momentos. Ao comparar os grupos pela faixa etária, foi observado que durante todo o período experimental as concentrações de TAS foram maiores no grupo 2 do que no grupo 1, sendo que em T0 houve tendência ($P=0,075$) e em T4 diferença ($P=0,019$). Uma possível explicação para esta observação é o maior ECC apresentado pelo grupo 2. Animais melhor alimentados, com maiores ECC, possivelmente possuem status antioxidante melhor que aqueles de menores ECC, por estarem ingerindo menos alimentos do que demanda seu metabolismo e/ou por estarem mobilizando reservas. A produção contínua de substâncias reativas nos processos metabólicos levou ao desenvolvimento de mecanismos de defesa antioxidante, sendo os alimentos, uma importante fonte de substâncias antioxidantes. Neles são encontradas fontes exógenas das vitaminas E, C e A, a clorofilina, os flavonóides, carotenóides, minerais como o zinco, cobre e selênio, dentre outras substâncias antioxidantes (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Segundo Montes et al. (2011) o status antioxidante foi correlacionado a condição corporal de texugos silvestres, sendo que nenhum destes parâmetros foi afetado pelo transporte. Os autores observaram que animais emaciados, com menores escores de condição corporal, apresentaram menor resposta antioxidante do que aqueles com melhores ECCs. Outro trabalho que demonstrou a influência da nutrição no status antioxidante foi o realizado por Celi, Trana e Claps (2010), onde cabras alimentadas com 140% de seus requerimentos energéticos mostraram melhor status antioxidante, no dia do parto, do que aquelas que receberam apenas 80% dos requerimentos energéticos.

Em acordo com estes autores, o presente trabalho encontrou alta relação ($r=0,76$) entre o ECC das cabras e o TAS ($P=0,0001$). Desta forma, o TAS apresentou-se maior para animais com melhores escores corporais. Este é um dado esperado, tendo em vista que muitos antioxidantes são adquiridos através da dieta (BALDI, 2005).

Quando se analisa a relação entre peso vivo e TAS, encontra-se novamente alto coeficiente de correlação de Pearson ($r=0,69$) entre as variáveis, o que significa que as cabras que possuíam os maiores pesos vivos também possuíam maiores

valores de TAS ($P=0,0001$). Portanto, tendo o grupo 2 os maiores pesos vivos e escores de condição corporal, o TAS acompanhou este comportamento.

A degradação do glicogênio a ácido pirúvico ocorre quando há suprimento adequado de oxigênio, porém, quando este não está presente, o metabólito gerado é o lactato. Esta adaptação é vantajosa, pois mantém a contração muscular mesmo na ausência do oxigênio. A última fonte de energia a ser mobilizada é a provinda do metabolismo oxidativo, onde ocorre a combinação de oxigênio com diversos nutrientes celulares para formar ATP. Esses nutrientes seriam gorduras, proteínas e carboidratos, sendo este último grupo mais mobilizado e onde está inclusa a glicose (GUYTON, 1997; MURRAY et al., 2003). Desta forma, tem-se relação entre glicemia e lactato, que no presente estudo, para o grupo 1 foi moderada ($r=0,45$ e $P=0,028$), assim como para o grupo 2 ($r=0,45$ e $P=0,003$). Porém, a concentração de lactato elevou-se de forma diferente entre os grupos 1 e 2 no momento T6, apesar de apresentarem semelhantes correlações de Pearson para lactato e glicose.

A concentração plasmática de lactato elevou-se em T6 com maior valor para o grupo 1 ($P=0,049$). Esta elevação pode ser explicada, possivelmente, pela glicemia, uma vez que o único momento em que a glicose do grupo 1 fica mais elevada que a do grupo 2 foi em T6. Quando feita a análise da relação entre lactato e glicemia, tem-se que os coeficientes de correlação de Pearson, para o grupo 1 e 2, não são significantes ($r=0,27$; $P=0,338$ e $r=0,25$; $P=0,233$) nos momentos de descanso (T0, T1, T2, T3 e T7); porém essas relações se alteram no momento T6, quando o grupo 1 apresenta alta correlação ($r=1,00$ e $P=0,025$) entre lactato e glicemia, enquanto que no grupo 2, semelhante aos períodos de descanso, não se observa relação entre as variáveis ($r=0,34$ e $P=0,577$). Uma possível explicação para a maior concentração de lactato nas cabras do grupo 1, seria que estas apresentam musculatura com maior capacidade de realizar trabalho e maior mobilização de glicogênio muscular. Portanto, o maior trabalho muscular geraria maiores teores de lactato. Segundo Ryan et al. (2010), ratos mais jovens apresentaram, durante exercício físico, maiores força muscular máxima (força que pode ser desenvolvida por uma máxima contração muscular), trabalho positivo (é aquele em que se verifica superação da resistência, onde o músculo parte da posição alongada até a máxima contração) e negativo (o músculo sai da posição contraída para alongada, provocando movimento de recuo/descida), do que os mais velhos. Esta diferença estaria, possivelmente, na maior concentração de substâncias

reativas no grupo mais velho, pois segundo Powers e Hamilton (1999), estudos têm demonstrado que os radicais livres contribuem para a fadiga muscular. E segundo Ryan et al. (2008), roedores mais velhos tiveram maior estresse oxidativo que os jovens, pois apresentaram aumento de radical livre (peróxido de hidrogênio) e de lesões oxidativas em lipídeos e DNA (malondialdeído e 8-OHdG). Kannan et al. (2003) trabalharam com caprinos de duas faixas etárias (6 a 12 meses e 24 a 30 meses de idade) e os submeteram a transporte rodoviário de 2 horas. Os autores constataram que os animais mais jovens apresentaram menos glicogênio muscular que os mais velhos. Portanto, possivelmente, os animais mais jovens consigam realizar mais trabalho muscular por apresentarem menor estresse oxidativo, conseguindo assim postergar a fadiga muscular por maior período que os animais mais velhos.

O maior trabalho muscular do grupo 1 também pode explicar as maiores temperaturas retais apresentadas por este grupo nos momentos T4 e T5 ($P=0,034$ e $P=0,049$). Quando os músculos estão ativos, ocorre elevação de sua temperatura (LEHNINGER, 1993). Este fato deve-se a baixa eficiência da contração muscular, pois pequena parte da energia produzida é convertida em trabalho (cerca de 20%), sendo o restante liberado na forma de calor (GUYTON, 1997). Quando analisado o coeficiente de correlação de Pearson entre lactato e temperatura retal, encontra-se alta e significativa relação ($r= 0,67$ e $P=0,0001$) entre essas variáveis, possivelmente demonstrando que o maior trabalho muscular, contribuiu para a maior produção de lactato e elevação da temperatura corporal.

Nos momentos após o transporte (T4, T5 e T6), houve aumento da glicemia para ambos os grupos. O que se assemelha ao observado no trabalho de Nwe et al. (1996), no qual caprinos transportados mostraram ativação do sistema nervoso simpático e da adrenal, que induziram alterações fisiológicas como o aumento da glicemia. Portanto, os aumentos da glicemia nos grupos 1 e 2, acima dos considerados normais para a espécie por Pugh (2002), de 2,8 a 4,2 mmol/L, foram induzidos por estresse em decorrência do transporte rodoviário.

Em T0 a glicemia do grupo 1 (2,675mmol/L) foi a mais baixa mensurada em todo o período experimental para estes animais e apresentou-se ligeiramente abaixo da faixa de normalidade considerada por Pugh (2002) para caprinos (2,8 a 4,2 mmol/L). Neste mesmo momento, o grupo 1 apresentou sua maior média (324,32 μ mol/L) para ácidos graxos não esterificados. Possivelmente, em virtude da

baixa glicemia, os animais do grupo 1 mobilizaram mais gordura para suprir suas necessidades energéticas.

Embora sem diferença entre os momentos, as concentrações de AGNEs foram numericamente inferiores, nos grupos 1 e 2, nos tempos após o transporte, T4 e T5. O AGNE por apresentar alto coeficiente de variação, é um parâmetro que necessita de maior número de observações para que se consiga concluir, com segurança, suas variações. No atual estudo pode-se inferir que a elevação da glicemia, em decorrência do transporte, possivelmente supriu a demanda energética do organismo e levou a diminuição da queima de gorduras e/ou os AGNEs foram consumidos pela musculatura. Em T5 o grupo 2 apresentou tendência ($P=0,055$) a maior concentração de ácidos graxos não esterificados que o grupo 1. Uma possível explicação seria que o grupo 1 ao realizar maior trabalho muscular, talvez tenha aumentado sua demanda energética e para supri-la consumiu maiores quantidades de AGNEs do que o grupo 2.

A GGT apresentou-se maior no grupo 2 por todo o período experimental, sendo que em T4 houve tendência ($P=0,098$) a menor concentração no grupo 1. O AGNE apresentou comportamento similar a GGT, com valores numericamente superiores no grupo 2 (média geral $287,79\mu\text{mol/L}$) do que no grupo 1 (média geral $219,91\mu\text{mol/L}$). A GGT é uma enzima que indica a colestase hepática e trabalhos tem mostrado sua elevação em casos de fígado com infiltração gordurosa (THAMER et al., 2005; ANDRÉ et al., 2006). Portanto, possivelmente as concentrações de GGT podem ser explicadas pela maior degradação de lipídeos pelo fígado nos animais do grupo 2.

O beta hidroxibutirato pode originar-se de duas fontes: da degradação de lipídeos no déficit energético ou da oxidação do ácido butírico, que foi absorvido nas paredes dos pré-estômagos (REECE, 2006). O BHB apresentou menores concentrações em T4, T5 e T6 para os grupos 1 e 2, provavelmente em virtude das cabras estarem em jejum e produzindo menos ácido butírico. Se a fonte de BHB fosse a degradação de lipídeos, nestes momentos, talvez se verificasse a elevação desse parâmetro.

O BHB teve maior concentração em T5 ($P=0,025$) e T6 ($P=0,014$) para o grupo 2. Levando em consideração que o grupo 2 possui maior peso vivo, portanto maior volume corporal, é possível que estes animais apresentaram maior consumo de matéria seca e portanto, mantiveram a repleção do rúmen e a produção de BHB

por maiores períodos. Quando comparados os pesos vivos e as concentrações de BHB no momento T6, vê-se tendência ($P=0,074$) a essa relação ser forte e positiva ($r=0,62$), demonstrando que o BHB apresentou maior concentração em animais com maiores pesos vivos.

5.5 CONCLUSÕES

- Cabras entre 4 e 7 anos de idade comparadas com cabras entre 1 e 4 anos, tiveram tendência a maior peso vivo médio.
- O estresse de transporte não interferiu no status antioxidante total (TAS) nas duas faixas etárias consideradas.
- Imediatamente após o transporte, as cabras mais jovens apresentaram menor TAS do que as mais velhas.
- O estresse físico pôde ser constatado pelas maiores concentrações de glicose, lactato e temperatura retal nos momentos após o transporte.
- O estresse físico, demonstrado pela temperatura retal e concentrações de lactato e glicose, foi maior nas cabras mais jovens do que nas mais velhas.

6 CAPÍTULO 4: PERFIL METABÓLICO DE CABRAS DE DIFERENTES FAIXAS ETÁRIAS SUBMETIDAS A TRANSPORTE RODOVIÁRIO DE CURTA DURAÇÃO E TRATADAS COM VITAMINAS A, D e E.

RESUMO

O transporte leva os animais a estresse. Este pode causar alterações que comprometem a saúde e bem estar; além de elevar a geração de substâncias reativas, aumentando a necessidade de antioxidantes. A idade também influi no metabolismo, pois o envelhecimento causa modificações no organismo, que levam a prejuízos funcionais. O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do transporte em cabras de duas faixas etárias tratadas ou não com complexo de vitaminas A, D, e E. Foram utilizadas 18 cabras Boer, hípidas, com 60 dias pós-parto distribuídas nos grupos: C1 (1 até 4 anos de idade), C2 (4 a 7 anos), V1 (1 até 4 anos e que foram tratadas) e V2 (4 a 7 anos e que foram tratadas). O transporte rodoviário durou 4h. O exame físico e coletas de sangue foram em T0 (-15d); T1 (-8d); T2 (-3d); T3 (0h); T4 (4h); T5 (5h); T6 (7h) e T7 (6d) do transporte. Nos tempos T1 e T2, os grupos V1 e V2, receberam, IM, 540.000 UI de vitamina A, 160.000 UI de D e 160 UI de E e C1 e C2 receberam solução fisiológica. Determinou-se temperatura retal (TR); peso vivo (PV); ECC; lactato L; beta hidroxibutirato (BHB); ureia; creatinina; proteína total (PT); globulina; albumina; cK; AST; GGT; glicose; eritrograma e concentração eritrocitária da superóxido dismutase (SOD). Após o transporte, elevaram-se glicemia; TR (V2>C2) e a cK (C2>V2), enquanto BHB diminuiu (C2>V2). As variáveis ECC, PV, lactato, PT, albumina, globulina, AST, GGT, creatinina, ureia, eritrograma não se influenciaram pela idade ou tratamento. As elevações de TR e glicose denotam estresse físico, que foi maior nas cabras mais jovens. A SOD não foi influenciada por transporte ou tratamento, mas sua concentração foi maior nas cabras mais jovens (C1>C2 e T1>T2), e, nestas, quanto maior o ECC, menor a SOD. Administração de vitaminas A, D e E evitou a elevação de cK, devido ao transporte, nas cabras mais velhas. A suplementação com

complexo de vitaminas A, D e E, antes do transporte rodoviário, mostrou-se eficiente para cabras com mais de 4 anos.

6.1 INTRODUÇÃO

O transporte rodoviário pode levar os animais ao estresse por via psicológica e física, através do esforço físico imposto ao animal para que este se mantenha em pé, além de outros fatores como potencial desidratação e exposição a altas temperaturas (GRANDIN, 1997; PEETERS et al., 2005). O estresse pode causar alterações fisiológicas e comportamentais, que potencialmente comprometem a saúde, a produção e o bem estar destes animais (KANNAN et al., 2000; CANAES; NEGRÃO, 2009).

O estresse aumenta a geração de substâncias reativas (SR), aumentando a necessidade de antioxidantes no organismo. O dano celular ocorre no estresse oxidativo, quando há aumento na produção de espécies reativas de oxigênio e/ou diminuição das defesas antioxidantes (LYKKESFELDT; SVENDSEN, 2007; BARBOSA et al., 2010; CELI, 2010).

Outro fator que apresenta forte influência no metabolismo dos animais é a idade destes. Harman (1956) foi o primeiro autor a propor que os radicais livres seriam a causa do envelhecimento. Esta teoria do envelhecimento pela ação do estresse oxidativo ainda não foi comprovada, porém, alguns trabalhos mostram que animais mais velhos apresentam maior estresse oxidativo (RYAN et al., 2008; RYAN et al., 2010). De uma forma ou de outra, o envelhecimento causa modificações deletérias as células, tecidos e sistemas de todo o organismo, levando a prejuízos funcionais. Assim, é importante analisar a influência que a idade dos animais pode ter sobre seu desempenho e função no rebanho ou quando manejados, especialmente sob circunstâncias de estresse.

Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do transporte rodoviário de 4 horas no desempenho e função de cabras de 1 a 4 anos e com mais de 4 anos de idade, que receberam ou não suplementação injetável com complexo de vitaminas A, D, e E.

6.2 MATERIAL E MÉTODO

Foram utilizadas 18 fêmeas caprinas, adultas, da raça Boer, com aproximadamente 60 dias do pós-parto, hígidas, mantidas em sua fazenda de origem, em Jacareí no Estado de São Paulo. Todas as cabras foram submetidas a manejo e dietas idênticos. Estes animais foram distribuídos em quatro grupos de acordo com a idade e tratamento:

GRUPO C1: cabras de 1 ano até 4 anos de idade (média de 2,2 anos).

GRUPO C2: cabras com idades entre 4 e 7 anos (média de 5,4 anos).

GRUPO V1: cabras de 1 ano até 4 anos de idade (média de 2,5 anos) e que receberam tratamento com as vitaminas A, D e E.

GRUPO V2: cabras com idades entre 4 e 7 anos (média de 5,2 anos) e que receberam tratamento com as vitaminas A, D e E.

As cabras pertencentes aos grupos V1 e V2 receberam duas doses, pela via intramuscular profunda, de 2 mL de complexo vitamínico das vitaminas A, D e E perfazendo um total de 540.000 UI de vitamina A, 160.000 UI de vitamina D e 160 UI vitamina E, aos oito e três dias antes do transporte. Os caprinos dos grupos C1 e C2 receberam, nos mesmos momentos, volume equivalente (2 mL) de solução fisiológica, também por via intramuscular profunda.

O transporte teve duração de 4 horas e foi realizado em caminhão adequado para pequenos ruminantes. O exame físico e as coletas de sangue foram efetuados nos tempos T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; T1: (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; T2: (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; T3: (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; T4: (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; T5: (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; T6: (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e T7: (6d) seis dias após o transporte (Figura 4).

Figura 4 – Atividades e respectivos momentos experimentais

Legenda: CS: coleta de sangue; EF: exame físico; **C1-C2 V1-V2:** aplicação da vitamina em V1 e V2 e de solução fisiológica em C1 e C2.

Foram determinadas a temperatura retal; o peso vivo e o escore de condição corporal (ECC) (0-5). As concentrações séricas de lactato L (kit Kovalent nº 1100250K); beta hidroxibutirato (BHB) (kit Randox nº RB 1007); ureia (kit Diasys nº 1.3101.99.10.022); creatinina (kit Labtest 96-300); proteína total (método do biureto); albumina (método do verde bromocresol); creatina fosfoquinase (cK) (kit comercial Biosystems 11524); aspartato transaminase (AST) (kit Biosystems 11531); gama glutamil transferase (GGT) (kit Diasys 1280199.10,021) e concentração plasmática de glicose (kit Sigma 318-100)), foram determinadas em analisador bioquímico automático, da marca Labtest, modelo Labmax 240. A globulina foi determinada pela diferença entre albumina e proteína total.

O eritrograma, consistindo do hematócrito, contagem de eritrócitos, teor de hemoglobina, índice de anisocitose (RDW), volume corpuscular médio (VCM), hemoglobina corpuscular média (HCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) foi determinado através de analisador automático da marca Mindray, modelo BC-2800 Vet.

Para avaliar o perfil oxidativo, foi determinada a concentração eritrocitária da superóxido dismutase (SOD), por meio do kit diagnóstico Randox (Ransod SD125).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote estatístico MINITAB®, versão 14.1 (GlobalTech Informática™, Belo Horizonte, MG). Para verificar a normalidade dos dados, foi realizado o teste de KOLGOMOROV & SMIRNOV. Quando a distribuição dos dados foi não paramétrica, as variáveis foram analisadas pelo Teste de Mann-Whitney. Os dados com distribuição paramétrica foram analisados pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para o estudo da

relação entre duas variáveis, foi realizada a análise de regressão linear e determinado o coeficiente de correlação de Pearson.

6.3 RESULTADOS

Não foram observadas diferenças no ECC entre os momentos ou grupos analisados (Tabela 22). Nos tempos T4 e T5 o ECC não foi aferido.

Tabela 22 – Médias e respectivos desvios padrão do escore de condição corporal no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	CABRAS DE 1 A 4 ANOS			CABRAS COM MAIS DE 4 ANOS		
	C1	V1	P	C2	V2	P
	MÉDIA Desvio Padrão	MÉDIA Desvio Padrão	C1xV1	MÉDIA Desvio Padrão	MÉDIA Desvio Padrão	C2xV2
T0	1,56 (±) 0,72	1,67 (±) 0,58	0,846	2,55 (±) 1,33	1,79 (±) 0,84	0,278
T1	1,63 (±) 0,95	2,00 (±) 1,00	0,634	2,40 (±) 1,19	1,75 (±) 0,84	0,316
T2	1,50 (±) 0,71	1,83 (±) 0,76	0,576	2,10 (±) 0,82	1,71 (±) 0,87	0,466
T3	1,63 (±) 0,95	1,75 (±) 0,75	0,859	2,20 (±) 0,76	1,75 (±) 0,88	0,393
T6	1,56 (±) 0,83	1,75 (±) 0,75	0,770	2,20 (±) 0,76	1,75 (±) 0,88	0,393
T7	1,56 (±) 0,83	1,75 (±) 0,66	0,761	2,20 (±) 0,84	1,63 (±) 0,65	0,230

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Não foram observadas diferenças no peso vivo (kg) entre os momentos ou grupos analisados (Tabela 23). Nos tempos T4 e T5 o peso vivo não foi aferido.

Tabela 23 – Médias e respectivos desvios padrão do peso vivo (kg) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	CABRAS DE 1 A 4 ANOS			CABRAS COM MAIS DE 4 ANOS		
	C1	V1	P	C2	V2	P
	MÉDIA Desvio Padrão	MÉDIA Desvio Padrão	C1xV1	MÉDIA Desvio Padrão	MÉDIA Desvio Padrão	C2xV2
T0	43,38 (±) 10,18	47,10 (±) 11,37	0,667	64,90 (±) 18,56	55,85 (±) 11,82	0,351
T1	41,63 (±) 10,01	45,40 (±) 10,29	0,646	62,58 (±) 18,02	57,70 (±) 9,46	0,606
T2	40,38 (±) 10,02	44,50 (±) 10,64	0,622	60,30 (±) 17,96	52,00 (±) 11,50	0,376
T3	40,45 (±) 10,11	43,73 (±) 9,32	0,679	60,34 (±) 18,76	51,50 (±) 11,13	0,356
T6	39,13 (±) 9,55	43,23 (±) 10,44	0,611	58,56 (±) 18,29	51,18 (±) 11,55	0,435
T7	39,58 (±) 11,02	41,83 (±) 9,94	0,791	58,76 (±) 17,91	50,03 (±) 10,22	0,335

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

A SOD apresentou, nos tempos T4 e T5, tendência ($P = 0,059$ e $0,078$) a ter maior concentração nas cabras do grupo C1 do que aquelas pertencentes ao grupo C2 (Tabela 24 e Gráfico 17).

Tabela 24 – Médias e respectivos desvios padrão da concentração eritrocitária de superóxido dismutase (U/ g de hemoglobina) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos (C1) e cabras com mais de 4 anos de idade (C2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	C1	C2	P
	MÉDIA (U/ g de hemoglobina) Desvio Padrão	MÉDIA (U/ g de hemoglobina) Desvio Padrão	C1xC2
T0	2824 (±) 1234	1937,1 ^{AB} (±)920,3	0,255
T1	2347 (±)1113	2892,3 ^A (±)1264,8	0,521
T2	2749 (±)1269	2037,7 ^{AB} (±)1008,7	0,379
T3	1985 (±)1001	1049,1 ^B (±)493,0	0,107
T4	2892 (±)1403	1469,8 ^{AB} (±)286,7	0,059
T5	2351 (±)1542	889,6 ^B (±)403,3	0,078
T6	2552 (±)1304	1639,2 ^{AB} (±)940,3	0,260
T7	1983 (±)1003	1317,8 ^{AB} (±)521,1	0,236

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os tempos.

A SOD apresentou, nos tempos T0, T3 e T5, diferença ($P = 0,026$, $0,026$ e $0,005$) e em T6 tendência ($P = 0,066$) a apresentar maior concentração no grupo V1 do que no V2 (Tabela 25 e Gráfico 17).

Tabela 25 – Médias e respectivos desvios padrão da concentração eritrocitária de superóxido dismutase (U/ g de hemoglobina) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos (V1) e cabras com mais de 4 anos de idade (V2) tratadas com vitaminas A, D e E - São Paulo - 2012

TEMPOS	V1	V2	P
	MÉDIA (U/ g de hemoglobina) Desvio Padrão	MÉDIA (U/ g de hemoglobina) Desvio Padrão	
T0	3439 ^a (±)1431	1744,9 ^{ABb} (±)445,4	0,026
T1	1683 (±)611	2963,5 ^A (±)1308,2	0,160
T2	3602 (±)2072	2028,2 ^{AB} (±)668,2	0,116
T3	2405 ^a (±)1064	1172,3 ^{Bb} (±)292,3	0,026
T4	3254 (±)1249	2114,6 ^{AB} (±)969,8	0,171
T5	3292 ^a (±)1430	984,0 ^{Bb} (±)282,2	0,005
T6	2830 (±)1279	1621,0 ^B (±)459,4	0,066
T7	2131 (±)1006	1526,9 ^B (±)519,0	0,258

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os tempos.

Letras minúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os grupos.

Gráfico 17 – Médias e respectivos desvios padrão da concentração eritrocitária de superóxido dismutase (U/g de hemoglobina) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Nos momentos após o transporte (T4, T5 e T6) a concentração de cK apresentou tendência ($P = 0,054$; $0,087$ e $0,066$) a maior elevação no grupo C2 quando comparado ao grupo V2 (Tabela 26 e Gráfico 18).

Tabela 26 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de cK (U/L a 30°C) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	CABRAS DE 1 A 4 ANOS			CABRAS COM MAIS DE 4 ANOS		
	C1	V1	P	C2	V2	P
	MÉDIA (U/L a 30°C) Desvio Padrão	MÉDIA (U/L a 30°C) Desvio Padrão	C1xV1	MÉDIA (U/L a 30°C) Desvio Padrão	MÉDIA (U/L a 30°C) Desvio Padrão	C2xV2
T0	107,85 (±) 26,11	121,08 ^A (±) 9,14	0,448	124,70 (±) 26,70	121,76 (±) 35,88	0,883
T1	143,52 (±) 32,40	144,32 ^{AB} (±) 15,59	0,971	164,20 (±) 54,40	142,60 (±) 24,69	0,403
T2	116,84 (±) 37,34	113,21 ^{AB} (±) 7,71	0,878	122,00 (±) 46,30	105,76 (±) 28,85	0,494
T3	89,45 (±) 35,42	84,50 ^B (±) 8,99	0,827	100,20 (±) 17,50	95,42 (±) 31,14	0,767
T4	177,64 (±) 143,88	94,40 ^{AB} (±) 20,33	0,376	337,80 (±) 237,30	120,12 (±) 49,84	0,054
T5	191,12 (±) 133,41	103,05 ^{AB} (±) 26,92	0,321	321,90 (±) 244,20	128,77 (±) 44,77	0,087
T6	222,69 (±) 161,76	109,20 ^{AB} (±) 32,20	0,295	385,90 (±) 285,70	136,87 (±) 64,22	0,066
T7	126,76 (±) 33,23	114,93 ^{AB} (±) 17,90	0,606	142,90 (±) 47,90	124,91 (±) 43,05	0,529

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os tempos.

Gráfico 18 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração sérica de cK (U/L a 30°C) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

Em T4 a temperatura retal média do grupo V2 (39,5°C) apresentou-se mais elevada ($P=0,026$) quando comparada ao grupo C2 (38,9°C) (Tabela 27 e Gráfico 19).

Tabela 27 – Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal (°C) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	CABRAS DE 1 A 4 ANOS			CABRAS COM MAIS DE 4 ANOS		
	C1	V1	P	C2	V2	P
	MÉDIA (°C) Desvio Padrão	MÉDIA (°C) Desvio Padrão	C1xV1	MÉDIA (°C) Desvio Padrão	MÉDIA (°C) Desvio Padrão	C2xV2
T0	38,3 (±) 0,3	38,4 (±) 0,6	0,849	38,3 (±) 0,4	38,4 (±) 0,5	0,583
T1	38,1 (±) 0,3	38,4 (±) 0,4	0,255	38,3 (±) 0,4	38,4 (±) 0,3	0,563
T2	38,7 (±) 0,3	38,6 (±) 0,7	0,774	38,8 (±) 0,3	38,7 (±) 0,2	0,662
T3	38,5 (±) 0,3	38,9 (±) 0,7	0,349	38,4 (±) 0,3	38,8 (±) 0,4	0,107
T4	39,5 (±) 0,3	39,5 (±) 0,5	0,772	38,9 ^b (±) 0,3	39,5 ^a (±) 0,4	0,026
T5	39,6 (±) 0,3	39,4 (±) 0,4	0,533	39,1 (±) 0,3	39,4 (±) 0,3	0,140
T6	40,1 (±) 0,6	39,8 (±) 0,2	0,415	39,5 (±) 0,4	39,6 (±) 0,4	0,767
T7	38,0 (±) 0,3	38,4 (±) 0,6	0,286	38,0 (±) 0,6	38,2 (±) 0,5	0,597

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os tempos.

Letras minúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os grupos.

Gráfico 19 – Valores médios e respectivos desvios padrão da temperatura retal (°C) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

O beta hidroxibutirato apresentou maior concentração para o grupo V1 quando comparado ao grupo C1 em T0 ($P=0,035$) e tendência ($P=0,062$) em T1. O grupo C2 apresentou tendência a maior média nos tempos T5 e T6 ($P=0,077$ e $0,075$) quando comparado com o grupo V2 (Tabela 28 e Gráfico 20).

Tabela 28 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de beta hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	CABRAS DE 1 A 4 ANOS			CABRAS COM MAIS DE 4 ANOS		
	C1	V1	P	C2	V2	P
	MÉDIA (mmol/L) Desvio Padrão	MÉDIA (mmol/L) Desvio Padrão	C1xV1	MÉDIA (mmol/L) Desvio Padrão	MÉDIA (mmol/L) Desvio Padrão	C2xV2
T0	0,330 ^b (±) 0,058	0,430 ^a (±) 0,010	0,035	0,394 (±) 0,083	0,420 (±) 0,108	0,671
T1	0,375 (±) 0,070	0,493 (±) 0,057	0,062	0,382 (±) 0,054	0,452 (±) 0,075	0,116
T2	0,388 (±) 0,051	0,463 (±) 0,076	0,171	0,410 (±) 0,097	0,460 (±) 0,063	0,328
T3	0,320 (±) 0,054	0,360 (±) 0,053	0,371	0,392 (±) 0,077	0,412 (±) 0,059	0,643
T4	0,190 (±) 0,062	0,203 (±) 0,093	0,827	0,252 (±) 0,043	0,250 (±) 0,049	0,945
T5	0,133 (±) 0,046	0,193 (±) 0,101	0,324	0,212 (±) 0,038	0,170 (±) 0,032	0,077
T6	0,110 (±) 0,055	0,157 (±) 0,031	0,247	0,242 (±) 0,065	0,182 (±) 0,011	0,075
T7	0,360 (±) 0,062	0,430 (±) 0,044	0,160	0,440 (±) 0,135	0,443 (±) 0,054	0,957

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os tempos.

Letras minúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os grupos.

Gráfico 20 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de beta hidroxibutirato (mmol/L) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte.

A glicemia se elevou em C1, V1, C2 e V2 ($P=0,0001$, $P=0,0001$, $P=0,0001$, $P=0,0001$) nos momentos (T4, T5 e T6) após o transporte (Tabela 29).

Tabela 29 – Valores médios e respectivos desvios padrão da concentração plasmática de glicose (mmol/L) no decorrer do período experimental para cabras de 1 a 4 anos e cabras com mais de 4 anos de idade, não tratadas (C1 e C2) ou tratadas com vitaminas A, D e E (V1 e V2) - São Paulo - 2012

TEMPOS	CABRAS DE 1 A 4 ANOS			CABRAS COM MAIS DE 4 ANOS		
	C1	V1	P	C2	V2	P
	MÉDIA (mmol/L) Desvio Padrão	MÉDIA (mmol/L) Desvio Padrão	C1xV1	MÉDIA (mmol/L) Desvio Padrão	MÉDIA (mmol/L) Desvio Padrão	C2xV2
T0	2,675 ^B (±) 0,126	2,867 ^C (±) 0,153	0,127	2,900 ^B (±) 0,122	2,983 ^C (±) 0,264	0,534
T1	2,825 ^B (±) 0,250	2,967 ^C (±) 0,115	0,411	2,880 ^B (±) 0,259	2,950 ^C (±) 0,321	0,704
T2	3,025 ^B (±) 0,206	3,100 ^C (±) 0,173	0,634	3,080 ^B (±) 0,303	3,060 ^C (±) 0,055	0,888
T3	2,975 ^B (±) 0,126	3,133 ^C (±) 0,058	0,103	3,020 ^B (±) 0,239	3,250 ^C (±) 0,356	0,251
T4	8,900 ^A (±) 3,645	10,100 ^A (±) 1,868	0,630	8,840 ^A (±) 3,380	9,467 ^A (±) 3,040	0,753
T5	6,425 ^{AB} (±) 2,744	7,800 ^{AB} (±) 1,217	0,462	6,560 ^{AB} (±) 3,443	7,400 ^{AB} (±) 2,366	0,643
T6	5,200 ^{AB} (±) 2,229	5,700 ^B (±) 0,624	0,727	4,660 ^B (±) 2,243	5,567 ^B (±) 1,328	0,425
T7	2,950 ^B (±) 0,238	2,967 ^C (±) 0,058	0,912	2,980 ^B (±) 0,148	2,983 ^C (±) 0,248	0,980

T0:(-15d) quinze dias antes do transporte; **T1:** (-8d) oito dias antes do transporte e momentos antes da primeira dose do tratamento; **T2:** (-3d) três dias antes do transporte e momentos antes do segundo tratamento; **T3:** (0h) dia do transporte, momentos antes do embarque; **T4:** (4h) dia do transporte, logo após o desembarque dos animais; **T5:** (5h) dia do transporte, uma hora após o desembarque das cabras; **T6:** (7h), dia do transporte, três horas após a chegada dos animais e **T7:** (6d) seis dias após o transporte. Letras maiúsculas distintas indicam diferenças ($P<0,05$) entre os tempos.

As variáveis lactato, proteína total, albumina, globulina, AST, GGT, creatinina, ureia, eritrócitos, hemoglobina, CHCM, VCM, RDW, HCM e hematócrito não se mostraram influenciadas pela idade dos animais ou tratamento com o complexo de vitaminas A, D e E.

A análise de regressão linear das variáveis ECC e SOD para C2 e V2 apresenta um coeficiente de correlação de Pearson de $r = -0,01$ e $P = 0,928$. Para C1 e V1 o coeficiente de correlação de Pearson de $r = -0,66$ e $P = 0,0001$.

6.4 DISCUSSÃO

O transporte rodoviário leva os animais ao estresse, e este pode causar alterações fisiológicas e comportamentais com potencial para comprometer a saúde, a produção e o bem estar destes animais (GRANDIN, 1997; KANNAN et al., 2000; PEETERS et al., 2005; CANAES; NEGRÃO, 2009). Além disto, o estresse aumenta a geração de substâncias reativas (SR), levando, possivelmente, a maior necessidade de antioxidantes (LYKKESFELDT; SVENDSEN, 2007; BARBOSA et al., 2010; CELI, 2010). Outro fator que apresenta forte influência no metabolismo dos animais é a idade destes, pois o envelhecimento leva à maior estresse oxidativo, modificações deletérias em tecidos e sistemas de todo o organismo, causando diversos prejuízos funcionais (HARMAN, 1956; RYAN et al., 2008; RYAN et al., 2010). Portanto, se faz necessário verificar se existem e quais seriam as interações entre transporte, estresse, estresse oxidativo e o envelhecimento.

No atual estudo, a SOD não se mostrou influenciada pelo transporte rodoviário ou pelo tratamento com complexo vitamínico, mas foram observados, durante todo o período experimental, médias superiores nos grupos de animais de 1 a 4 anos de idade (C1 e V1). Esta diferença é aparente entre os grupos V1 e V2 nos tempos T0, T3 e T5 com maiores concentrações de SOD no grupo V1 e tendência em T6. Já entre os grupos C1 e C2, nos tempos T4 e T5 há tendência a maior concentração de SOD nas cabras do grupo C1 (médias 2892 e 2351) do que aquelas pertencentes ao grupo C2 (médias 1469,8 e 889,6). Portanto, sugere-se que a SOD seja possivelmente influenciada pela idade dos animais, sendo que esta pode levar a diferenças no metabolismo e conteúdo da SOD. Semelhante

observação foi feita por Ryan et al. (2010), sobre a diferença da SOD entre ratos adultos jovens e mais velhos, porém em seu trabalho a suplementação com vitaminas antioxidantes (E e C) minimizaram o incremento de marcadores do estresse oxidativo (peróxido de hidrogênio, GSH total, relação GSH/GSSG, malondialdeído e 8-OHdG) associados ao envelhecimento e treinamento físico, já no presente estudo, a administração de complexo vitamínico nas cabras não influenciou no conteúdo de SOD. Uma possível explicação é que, devido ao maior estresse oxidativo decorrente do envelhecimento, a SOD seja mais consumida em animais mais velhos, mas estes não apresentam resposta adaptativa satisfatória para manter maiores teores de SOD. No trabalho de Ryan et al. (2008), roedores mais velhos apresentavam maior estresse oxidativo que os jovens, pois apresentavam aumento de radical livre (peróxido de hidrogênio) e de lesões oxidativas em lipídeos e DNA (malondialdeído e 8-OHdG). Ambos os grupos foram submetidos a quatro semanas e meia de treinamento físico e constatou-se que este eleva ainda mais a produção de substâncias reativas, porém, nos jovens as enzimas CuZnSOD e MnSOD se elevaram protegendo o organismo de lesões oxidativas, já nos animais mais velhos elas não se modificaram. Os autores concluíram que o envelhecimento reduziu a capacidade de adaptação dos músculos ao aumento de pró-oxidantes causado pelo exercício físico. Portanto, tendo em vista os resultados obtidos por outros autores, e os obtidos no presente experimento, pode-se inferir que a SOD esteja diminuída nas cabras com mais de 4 anos devido ao envelhecimento, que leva à maior produção de substâncias reativas, que consomem a SOD e/ou por inaptidão de feedback do organismo em manter ou aumentar os teores de SOD.

Bernabucci et al. (2005) estudaram vacas no período de transição e observaram que animais com maior ECC ou maiores perdas de ECC apresentavam maior sensibilidade ao estresse oxidativo, com maiores concentrações de espécies reativas de oxigênio, substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico e menores concentrações de SOD. No presente trabalho, o peso vivo e o ECC não diferiram entre grupos ou entre momentos, porém encontramos diferenças, pela idade, na correlação entre SOD e ECC. Nas cabras mais velhas, C2 e V2, não existe relação entre SOD e ECC ($r = -0,01$ e $P = 0,928$), porém, nos animais jovens, C1 e V1, a relação é alta e negativa ($r = -0,66$ e $P = 0,0001$). Assim, nos animais jovens, quanto menor o ECC maior a concentração de SOD. Esta relação possivelmente ocorre, pois quanto maior a perda de ECC maiores os desafios oxidativos, como

demonstrado por Bernabucci et al. (2005), e em resposta a este desafio maiores concentrações de SOD são disponibilizadas, porém, este feedback só ocorreu nas jovens, mostrando a menor habilidade das cabras mais velhas em responder aos desafios oxidativos com elevação de SOD. Esses autores também encontraram menores concentrações de SOD em animais com alto ECC, assim como no presente trabalho, encontramos essa correlação para os animais mais jovens (C1 e V1).

Nos momentos após o transporte (T4, T5 e T6) a concentração de cK apresentou aumento médio de 266% e tendência ($P = 0,054$; $0,087$ e $0,066$) a maior elevação no grupo C2 (médias de 337,8; 321,9 e 385,9 U/L à 30°C), quando comparada ao grupo V2 (médias de 120,12; 128,77 e 136,87 U/L à 30°C). A enzima cK é utilizada como marcador de lesão muscular, sendo que sua elevação pode ter sido causada, pela associação do esforço físico exigido pelo transporte, com o aumento de substâncias reativas, que ocorre em exercícios físicos (POWERS; HAMILTON, 1999; KANNAN et al., 2000). O transporte rodoviário leva à grande esforço físico por parte dos animais, não só por exigir que estes fiquem em estação por horas, mas também nas atividades de agrupamento dos lotes, embarque e desembarque (KANNAN et al., 2000). O exercício físico intenso e/ou prolongado causa lesões oxidativas nos músculos esqueléticos, particularmente em indivíduos sem condicionamento ou treinamento físico (POWERS; HAMILTON, 1999). A atividade física eleva a produção de substâncias reativas (SR) por diversas vias, como pelo aumento da fosforilação oxidativa, na liberação de catecolaminas, que levam ao aumento e liberação de SR por macrófagos recrutados para reparar as lesões teciduais e também foi relatado que atletas apresentam maiores concentrações de malondialdeído e de oxidação de proteínas e DNA (URSO; CLARKSON, 2003). Além disso, pesquisas em animais demonstraram que a adição de substâncias antioxidantes resultou em retardo da fadiga muscular e melhora do desempenho físico, desta forma, os autores concluíram que as SR produzidas durante o exercício contribuíram para a fadiga muscular e a adição de substâncias antioxidantes melhorou a performance muscular por reduzir o estresse oxidativo (POWERS; HAMILTON, 1999).

A menor concentração de cK no grupo V2, pode ser atribuída a estabilização das membranas musculares e melhoria de reparos destas promovida pela suplementação vitamínica. Howard, McNeil e McNeil (2011), demonstraram que a vitamina E promove a reparação das membranas plasmáticas de miócitos e

propuseram que esta função seria essencial à manutenção da homeostase dos músculos esqueléticos.

No presente trabalho, notou-se a manutenção das concentrações de cK nos animais mais velhos tratados com complexo de vitaminas A, D e E (V2) em detrimento dos não tratados (C2), onde houve aumento na concentração dessa variável nos momentos pós-transporte. Semelhante resultado foi obtido por Peeters et al. (2005), com suínos submetidos à simulação de transporte, onde houve manutenção da concentração de cK nos animais tratados com vitamina E, enquanto nos controles esta se elevou.

Sacheck et al. (2006) não encontraram diferenças na elevação de cK entre as diferentes faixas etárias e nem benefícios na administração de vitamina E aos mais velhos. Os autores creditaram estas respostas ao fato dos indivíduos mais velhos, utilizados no estudo, serem praticantes de atividades físicas e, portanto, adaptados a estas. Apesar de resultados distintos, já que no presente trabalho a administração de complexo vitamínico impediu a elevação de cK nas cabras mais velhas, os autores fornecem uma possível explicação para a diferença de resposta entre os animais mais velhos e os jovens, eles sugerem que existam falhas no processo de regulação da cascata do dano ao reparo nos mais velhos. Nos jovens, após o exercício, os marcadores de resposta inflamatória (IL-6 e proteína 6 reativa), de lesão muscular (cK) e de estresse oxidativo ($F_{2\alpha}$ -isoprostano) se relacionam, já nos idosos não há relação entre os processos, mesmo eles tendo, antes do exercício, maiores concentrações de marcadores da inflamação.

A temperatura retal média do grupo V2 (39,5°C) apresentou-se mais elevada ($P=0,026$) no momento T4 quando comparada ao grupo C2 (38,9°C). Observa-se que o grupo V2 equiparou-se aos grupos mais jovens no momento T4. Possivelmente, a maior temperatura retal nas cabras do grupo V2 explica-se pela melhor capacidade da musculatura destas de realizar trabalho, após a suplementação com vitaminas. Quando os músculos estão ativos, ocorre elevação de sua temperatura (LEHNINGER, 1993). Este fato deve-se a baixa eficiência da contração muscular, pois apenas pequena parte da energia produzida é convertida em trabalho (cerca de 20%), sendo o restante liberado na forma de calor (GUYTON, 1997). Segundo Ryan et al. (2010), ratos mais jovens apresentaram, durante exercício físico, maiores força muscular máxima (força que pode ser desenvolvida por uma máxima contração muscular), trabalho positivo (é aquele em que se verifica

superação da resistência, onde o músculo parte da posição alongada até a máxima contração) e negativo (o músculo sai da posição contraída para alongada, provocando movimento de recuo/descida), do que os mais velhos. Quando os ratos mais velhos foram suplementados com vitaminas antioxidantes (vitaminas C e E), houve aumento do trabalho muscular positivo destes. Outros trabalhos têm demonstrado que os radicais livres contribuem para a fadiga muscular, e que a suplementação com antioxidantes leva a melhora da performance muscular, pois diminui o estresse oxidativo (POWERS; HAMILTON, 1999). Portanto, possivelmente o maior trabalho muscular realizado pelo grupo V2 contribuiu para a maior elevação da temperatura retal destes animais quando comparados ao grupo C2.

O beta hidroxibutirato (BHB) pode originar-se de duas fontes: da degradação de lipídeos no déficit energético ou da oxidação do ácido butírico, transformado em BHB e absorvido na parede ruminal (REECE, 2006). O BHB é uma das formas pelas quais o fígado exportar energia para os tecidos periféricos, onde é oxidado a acetoacetato (BRUSS, 1997). Quando comparado o grupo V2 com o C2, este último teve tendência ($P=0,077$ e $0,075$) a maior média de BHB nos tempos T5 e T6. Possivelmente este efeito deve-se a atuação do complexo vitamínico na diminuição do desafio oxidativo no grupo V2. Como este teve melhor trabalho muscular, possivelmente houve necessidade de maior aporte energético para os músculos, levando ao maior consumo periférico de BHB no grupo V2. O BHB apresentou suas menores concentrações em T4, T5 e T6 para todos os grupos em virtude das cabras estarem em jejum e possivelmente produzindo menos ácido butírico. Tal observação não foi feita por Buckham Sporer et al. (2008) durante o transporte, por 9 horas, de bovinos jovens. Em seu experimento, não houve alteração na concentração de BHB.

O BHB apresentou maior concentração para o grupo V1 quando comparado ao grupo C1 em T0 ($P=0,035$) e tendência ($P=0,062$) em T1, demonstrando uma característica pré-existente nesse grupo, já que em T0 e T1 não há efeito do complexo vitamínico ou do transporte rodoviário. Não conseguiu-se determinar com precisão a origem dessas variações, sendo talvez esse um comportamento com origem pregressa ao experimento, como o período de transição destes animais.

6.5 CONCLUSÕES

- A SOD não foi influenciada pelo transporte rodoviário ou pela suplementação vitamínica.
- As concentrações de SOD são maiores nas cabras mais jovens independentemente da suplementação vitamínica ou transporte rodoviário.
- Para cabras com idade entre 1 e 4 anos, quanto maior o ECC, menor a concentração de SOD.
- A administração de complexo com as vitaminas A, D e E evitou a elevação de cK, devido ao transporte rodoviário, nas cabras mais velhas.
- O estresse físico, demonstrado pela temperatura retal e a concentração de glicose, foi maior nas cabras mais jovens do que nas mais velhas.
- A suplementação com complexo de vitaminas A, D e E, antes do transporte rodoviário, mostrou-se eficiente para cabras com mais de 4 anos.

7 REFERÊNCIAS

AKTAS, M. S.; OZKANLAR, S.; KARAKOC, A.; AKCAY, F.; OZKANLAR, Y. Efficacy of vitamin E + selenium and vitamin A + D + E combinations on oxidative stress induced by long-term transportation in Holstein dairy cows. **Livestock Science**, v. 141, p. 76–79, 2011.

AMBORE, B.; RAVIKANTH, K.; MAINI, S.; REKHE, D.S. Haematological profile and growth performance of goats under transportation stress. **Veterinary World**, v. 2, n. 5, p. 195-198, 2009.

ANDRÉ, P.; BALKAU, B.; BORN, C.; CHARLES, M. A.; ESCHWÈGE, E. Three-year increase of gamma-glutamyltransferase level and development of type 2 diabetes in middle-aged men and women: the D.E.S.I.R. cohort. **Diabetologia**, v. 49, p. 2599–2603, 2006.

BALDI, A. Vitamin E in dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 98, p. 117–122, 2005.

BARBAGALLO, M.; DOMINGUEZ, L. J.; TAGLIAMONTE, M. R.; RESNICK, L. M.; PAOLISSO, G. Effects of vitamin E and glutathione on glucose metabolism : Role of magnesium. **Hypertension**, v. 34, p. 1002-1006, 1999.

BARBOSA, K. B. F.; COSTA, N. M. B.; ALFENAS, R. C. G.; DE PAULA, S. O.; MINIM, V. P. R.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.

BATISTA DE DEUS, J. C.; SILVA, W. P. da; SOARES, G. J. D. Efeito da distância de transporte de bovinos no metabolismo *post mortem*. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 5, n. 2, p. 152-156, 1999.

BERNABUCCI, U.; RONCHI, B.; LACETERA, N.; NARDONE, A. Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 88, p. 2017-2026, 2005.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BISPO, D. L. N.; PEREIRA, O. C. M. Importância do Conhecimento das Alterações Induzidas pelo Estresse, em Animais Domesticos. **Interciência**, v. 19, n. 2, p. 72-74, 1994. Disponível em: <http://www.interciencia.org/v19_02/art03/index.html> Acesso em: 01 fev. 2012.

BODAS, R.; PRIETO, N.; LÓPEZ-CAMPOS, O.; GIRÁLDEZ, F.J.; ANDRÉS, S. Naringin and vitamin E influence the oxidative stability and lipid profile of plasma in lambs fed fish oil. **Research in Veterinary Science**, v. 91, p. 98–102, 2011.

BOREL, P.; MEKKI, N.; BOIRIE, Y.; PARTIER, A.; GROLIER, P.; ALEXANDRE-GOUABAU, M. C.; BEAUFRERE, B.; ARMAND, M.; LAIRON, D.; AZAIS-BRAESCO, V. Postprandial chylomicron and plasma vitamin E responses in healthy older subjects compared with younger ones. **European Journal of Clinical Investigation**, v. 27, p. 812-821, 1997.

BRADFORD, A.; ATKINSON, J.; FULLER, N.; RAND, R. P. The effect of vitamin E on the structure of membrane lipid assemblies. **Journal of Lipid Research**, v. 44, p. 1940-1945, 2003.

BROOM, D. M.; JOHNSON, K. G. Stress and strain, welfare and suffering. In:___ **Stress and Animal Welfare**. The Netherlands: Kluwer Academic , 1993. p. 57-65.

BRUSS, M. L. Lipids and ketones. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. San Diego: Academic Press, 1997. p. 81-115.

BUCKHAM SPORER, K. R.; WEBER, P. S. D.; BURTON, J. L.; EARLEY, B.; CROWE, M. A. Transportation of young beef bulls alters circulating physiological parameters that may be effective biomarkers of stress. . **Journal of Animal Science**, v. 86, p.1325-1334, 2008.

CANAES, T. S.; NEGRÃO, J. A. Aspectos fisiológicos, comportamentais e produtivos de cabras Alpinas submetidas ao transporte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 893-897, 2009.

CARTER, J. N.; GILL, D. R.; KREHBIEL, C. R.; CONFER, A. W.; SMITH, R. A.; LALMAN, D. L.; CLAYPOOL, P. L.; MCDOWELL, L. R. Vitamin E supplementation of newly arrived feedlot calves. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1924-1932, 2005.

CASTILLO, C.; HERNÁNDEZ, J.; VALVERDE, I.; PEREIRA, V.; SOTILLO, J.; LÓPEZ ALONSO, M.; BENEDITO, J. L. Plasma malonaldehyde (MDA) and total

antioxidant status (TAS) during lactation in dairy cows. **Research in Veterinary Science**, v. 80, p. 133–139, 2006.

CELI, P. The role of oxidative stress in small ruminants' health and production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 348-363, 2010. Suplemento especial.

CELI, P.; DI TRANA, A.; CLAPS, S. Effects of plane of nutrition on oxidative stress in goats during the peripartum period. **The Veterinary Journal**, v. 184, p. 95-99, 2010.

CEYLAN, E.; DEDE, S.; DEGER, Y.; YORUK, I. Investigation of the effects of carrying heavy load on prooxidation/ antioxidant status and vitamin D₃ in healthy horses. **Asian Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 4, p. 41-46, 2009.

CHEAH, K. S.; CHEAH, A. M.; KRAUSGRILL, D. I. Effect of dietary supplementation of vitamin e on pig meat quality. **Meat Science**, v. 39, p. 255-264, 1995.

CHIRASE, N. K.; GREENE, L. W.; PURDY, C. W.; LOAN, R. W.; AUVERMANN, B. W.; PARKER, D. B.; WALBORG JR., E. F.; STEVENSON, D. E.; XU, Y.; KLAUNIG, J. E. Effect of transport stress on respiratory disease, serum antioxidant status, and serum concentrations of lipid peroxidation biomarkers in beef cattle. **American Journal of Veterinary Research**, v. 65, n. 6, p. 860-864, 2004.

FAZIO, E.; MEDICA, P.; ARONICA, V.; GRASSO, L.; FERLAZZO, A. Circulating beta-endorphin, adrenocorticotrophic hormone and cortisol levels of stallions before and after short road transport: stress effect of different distances. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 50, 2008.

FINK, R. I.; KOLTERMAN, O. G.; GRIFFIN, J.; OLEFSKY, J. M. Mechanisms of insulin resistance in aging. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 71, p. 1523-1535, 1983.

GOFF, J. P.; STABEL, J. R. Decreased plasma retinol, a-tocopherol, and zinc concentration during the periparturient period: effect of milk fever. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 3195-3199, 1990.

GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 249-257, 1997.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997. p. 1014.

HARMAN, D. Aging: a theory based on free radical and radiation chemistry. **Journal of Gerontology**, v. 11, p. 298-300, 1956.

HOWARD, A. C.; MCNEIL, A. K.; MCNEIL, P. L. Promotion of plasma membrane repair by vitamin E. **Nature Communications**, v. 2, n. 597, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção pecuária municipal 2010**. IBGE, Seção Estatística. 2010. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/comentarios.pdf> >. Acesso em: 30 maio 2012.

KANNAN, G.; KOUAKOU, B.; TERRILL, T. H.; GELAYE, S. Endocrine, blood metabolite, and meat quality changes in goats as influenced by short-term, preslaughter stress. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 1499-1507, 2003.

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 of Animal Science**, v. 78, p. 1450-1457, 2000.

KANNAN, G.; TERRILL, T. H.; KOUAKOU, B.; GELAYE, S.; AMOAH, E. A. Simulated preslaughter holding and isolation effects on stress responses and live weight shrinkage in meat goats. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1771-1780, 2002.

LEBLANC, S. J.; HERDT, T. H.; SEYMOUR, W. M.; DUFFIELD, T. F.; LESLIE, K. E. Peripartum serum vitamin e, retinol, and beta-carotene in dairy cattle and their associations with disease. **Journal of Dairy Science**, v. 87, p. 609-619, 2004.

LEHNINGER, A. L. **Princípios de bioquímica**. São Paulo: Sarvier, 1993. p. 725.

LIPS, P. Vitamin D physiology. **Progress in Biophysics and Molecular Biology**, v. 92, n. 1, p. 4-8, Set. 2006.

LYKKESFELDT, J.; SVENDSEN, O. Oxidants and antioxidants in disease: Oxidative stress in farm animals. **The Veterinary Journal**, v. 173, p. 502-511, 2007.

MONTES, I.; NEWMAN, C.; MIAN, R.; MACDONALD, D. W. Radical health: ecological corollaries of body condition, transport stress and season on plasma

antioxidant capacity in the European badger. **Journal of Zoology**, v. 284, p. 114-123, 2011.

MUDRON, P.; KOVÁČ, G.; BARTKO, P.; CHOMA, J.; ZEZULA, I. The effect of vitamin E on cortisol and lactate levels and on the acid-base equilibrium in calves exposed to transportation stress. **Veterinární Medicína**, v. 41, n. 3, p. 71-76, 1996.

MURRAY, R. K.; GRANNER, D. K.; MAYES, P. A.; RODWELL, V. W. **Harper's Illustrated Biochemistry**. 26 ed. New York: McGraw-Hill Companies, 2003. p. 693.

NOCKELS, C. F.; ODDE, K. G.; CRAIG, A. M. Vitamin E supplementation and stress affect tissue alpha-tocopherol content of beef heifers. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 672-677, 1996.

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

PEETERS, E.; NEYT, A.; BECKERS, F.; DE SMET, S.; AUBERT, A. E.; GEERS, R. Influence of supplemental magnesium, tryptophan, vitamin C, and vitamin E on stress responses of pigs to vibration. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 1568-1580, 2005.

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R.; SCHOKNECHT, P. A. **Basic animal nutrition and feeding**. 5. ed. New Jersey: John Wiley, 2005 p. 580.

POWERS, S. K.; HAMILTON, K. Antioxidants and exercise. **Clinics In Sports Medicine**, v. 18, n. 3, p. 525–536, 1999.

PUGH, D. G. **Sheep and goat medicine**. Philadelphia: Saunders, 2002. p. 468.

RADOSTITS, O. M.; GAY, C. C.; BLOOD, D. C.; HINCHCLIFF, K. W. **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e eqüinos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 1737.

RAJION, M. A.; MOHAMED SAAT, I.; ZULKIFLI, I.; GOH, Y. M. The effects of road transportation on some physiological stress measures in goats. **Asian - Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 14, n. 9, p. 1250-11252, 2001.

REECE, W. O. **Dukes / fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 926.

RYAN, M. J.; DUDASH, H. J.; DOCHERTY, M.; GERONILLA, K. B.; BAKER, B. A.; HAFF, G. G.; CUTLIP, R. G.; ALWAYS, S. E. Aging-dependent regulation of antioxidant enzymes and redox status in chronically loaded rat dorsiflexor muscles. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 63, n. 10, p. 1015–1026, 2008.

RYAN, M. J.; DUDASH, H. J.; DOCHERTY, M.; GERONILLA, K. B.; BAKER, B. A.; HAFF, G. G.; CUTLIP, R. G.; ALWAYS, S. E. Vitamin E and C supplementation reduces oxidative stress, improves antioxidant enzymes and positive muscle work in chronically loaded muscles of aged rats. **Experimental Gerontology**, v. 45, p. 882–895, 2010.

SACHECK, J. M.; CANNON, J. G.; HAMADA, K.; VANNIER, E.; BLUMBERG, J. B.; ROUBENOFF, R. Age-related loss of associations between acute exercise-induced IL-6 and oxidative stress. **American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism**, v. 291, p. 340–349, 2006.

STULL, C. L.; RODIEK, A. V. Physiological responses of horses to 24 hours of transportation using a commercial van during summer conditions. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 6, p. 1458-1466, 2000.

SUMIEN, N.; FORSTER, M. J.; SOHAL, R. S. Supplementation with vitamin E fails to attenuate oxidative damage in aged mice. **Experimental Gerontology**, v. 38, p. 699–704, 2003.

THAMER, C.; TSCHRITTER, O.; HAAP, M.; SHIRKAVAND, F.; MACHANN, J.; FRITSCH, A.; SCHICK, F.; HÄRING, H.; STUMVOLL, M. Elevated serum ggt concentrations predict reduced insulin sensitivity and increased intrahepatic lipids. **Hormone and Metabolic Research**, v. 37, n. 4, p. 246-251, 2005.

URSO, M. L.; CLARKSON, P. M. Oxidative stress, exercise, and antioxidant supplementation. **Toxicology**, v. 189, p. 41–54, 2003.

WARRISS, P. D.; BROWN, S. N.; ADAMS, S. J. M. Relationships between subjective and objective assessments of stress at slaughter and meat quality in pigs. **Meat Science**, v. 38, p. 329-340, 1994.

ZANELLA, A. J.; DURAN, O. Bem-estar de suínos durante o embarque e o transporte: Uma visão norte-americana. In: 1ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 1., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2001. p. 21-33.

ZULKIFLI, I.; NORBAIYAH, B.; CHEAH, Y. W.; SOLEIMANI, A. F.; SAZILI, A. Q.; RAJION, M. A.; GOH, Y. M. Physiological responses in goats subjected to road transportation under the hot, humid tropical conditions. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 12, n. 6, p. 840–844, 2010.