

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

MARIANO ETCHICHURY

**Termorregulação em cavalos submetidos a diferentes
métodos de resfriamento pós-exercício**

Pirassununga
2008

MARIANO ETCHICHURY

**Termorregulação em cavalos submetidos a diferentes métodos de
resfriamento pós-exercício**

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do Título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal

Orientador: Prof Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto

Pirassununga

2008

FICHA CATALOGRÁFICA

preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo

E838t Etchichury, Mariano
Termorregulação em cavalos submetidos a diferentes métodos de resfriamento pós-exercício. / Mariano Etchichury – Pirassununga, 2008.
103 f.
Tese (Doutorado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo. Departamento de Zootecnia.
Área de Concentração: Qualidade e Produtividade Animal.
Orientador: Prof. Dr. Evaldo Antonio Lencioni Titto.

Unitermos: 1. Calor 2. Eqüinos 3. Esforço 4. Termólise. I. Título.

Dedico

A minha esposa e filhas, que são a luz da minha vida.

Agradecimentos

A minha esposa e filhas, pela paciência e pela força incondicional que sempre me deram, e sem a qual não teria chegado nesta instância.

Aos meus pais, por terem me inculcado a curiosidade e o estímulo necessários para afastar os véus que nos separam das respostas.

Ao professor Titto, por me abrir as portas ao doutorado e me receber de braços abertos, me estendendo generosamente a mão para me ajudar a galgar este sublime degrau.

Ao professor Gobesso, pela amizade e companheirismo, e pela maneira desinteressada e entusiasta com que sempre participou do meu progresso acadêmico.

Ao professor Julio Balieiro, por me dar uma luz nas trevas da estatística.

A Waleska, Iaçana, Ligia, Viviane, Tanya, Jaqueline, Carol, Roberta, Luis Felipe, Cristiane, Renata e Fernanda, sem os quais não poderia ter materializado as minhas idéias.

Ao Maicon, Ismael e Carlinho, por cederem gentilmente os cavalos usados no experimento, e pela disposição, carinho e boa vontade demonstrada com o projeto.

A Universidade de São Paulo, e extensivamente ao Brasil, por ter me dado generosamente as asas para alcançar os meus sonhos.

RESUMO

ETCHICHURY, M. **Termorregulação em cavalos submetidos a diferentes métodos de resfriamento pós-exercício**. 2008. 103f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

O presente trabalho teve como objetivo comparar dois métodos alternativos de resfriamento pós-exercício em eqüinos, consistentes no uso de água a temperatura ambiente e de gelo nas extremidades, com o método de hiper-resfriamento, usado habitualmente nos cavalos de esporte. A necessidade de métodos de resfriamento mais efetivos se baseia no grande quantidade de cavalos eliminados em provas de resistência no país, relacionada à temperaturas ambiente e umidade relativa elevadas. Para comparações foram usados nove cavalos de lida, três machos castrados e seis fêmeas, mestiços, de $8\pm 2,5$ anos e peso médio de 462 ± 33 kg, em dois experimentos, um no mês de maio e outro em julho, de 4 dias de duração cada um, com delineamento em *cross-over*. Os cavalos foram exercitados com protocolo pré-estabelecido em picadeiro durante 30 minutos, e os tratamentos foram aplicados em Câmara Bioclimática. As variáveis estudadas foram: frequência cardíaca (FC), frequência respiratória, temperatura retal (TR), taxa de sudação (SUD), temperatura superficial do pescoço (TSP), temperatura superficial do tórax (TST), temperatura superficial da garupa (TSG), temperatura auricular (TAu) e temperatura da base da cauda (TBC). Foram mensurados valores basais pré-exercício, imediatamente pós-exercício sem tratamento, 5, 10, 15 e 20 minutos após o exercício com tratamento, e 5 e 10 minutos pós-tratamento. Os dados foram analisados por regressão linear, e as médias comparadas tempo a tempo pelo teste T de *Student*. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre tratamentos nas variáveis TSP, TST, TSG nos dois experimentos, e na TAu no experimento de maio, mas esta diferença foi somente durante o resfriamento, no final do teste ao minuto 30, 10 minutos após serem interrompidos os tratamentos, não houve diferença em nenhuma variável em nenhum dos dois experimentos. Os dois métodos de resfriamento alternativos aqui propostos não apresentaram diferença alguma com o hiper-resfriamento no minuto 30 do teste.

Palavras-chave: calor; eqüinos; esforço; termólise

ABSTRACT

ETCHICHURY, M. **Thermoregulation in horses undergoing three different post exercise cooling methods.** 2008. 103f. Thesis (Doctorate) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2008.

This study was aimed to compare two alternative cooling methods in horses with hyper cooling method, used usually spot horses. Alternatives method consists in tepid water bath of the entire body, and the use of ice in the limbs. The need of alternatives methods of cooling post exercising horses is based in the huge amount of competitors eliminated from endurance rides in Brazil, related to high humidity and hot environments. Nine Standardbred horses were used, three gelding and six mares, aging $8\pm 2,5$ years and weighing 462 ± 33 kg, in two experimental sets, performed in May and in July, during four days each, in a cross over experimental design. Horses were exercised in a planned schedule for 30 minutes, after this were placed in a climatic chamber, were treatments were applied. Heart rate, respiratory rate, rectal temperature, sweating, neck skin temperature, thorax skin temperature, croup skin temperature, auricular temperature and tail skin temperature were measured for comparison. Time used in measurements were pre-exercise, immediately post exercise without cooling, 5, 10, 15 and 20 minutes post exercise with cooling, and 5-10 minutes post cooling. Data was processed using linear regression test, and means at each time were compared using T test. Significant difference ($p<0,05$) was detected in neck skin temperature, thorax skin temperature and croup skin temperature in both experimental sets, and in auricular temperature in May set, although this difference appeared only during cooling treatments. At the end of the test, in minute 30, no difference among treatments were detected in any measurement at any experimental set. Both alternative cooling methods here proposed made no difference in post exercise body cooling terms, when compared with hyper-cooling method, at minute 30 of the test.

Key words: effort; equine; heat loss; hot environment

Lista de abreviaturas e siglas

AAV:	Anastomose arterio-venosa
al. :	Alli, colaboradores
AMP:	Adenosina monofosfato
ANOVA:	Analysis of Variance, análise de variância
AST:	Aspartato aminotransferase
ATA:	Tratamento água a temperatura ambiente
bpm:	Batimentos por minuto
CBH:	Confederação brasileira de hipismo
CCE:	Concurso completo de equitação
cm:	Centímetro
cm ² :	Centímetro quadrado
CK:	Creatinina quinase
CPK:	Creatinina fosfoquinase
CV:	Coefficiente de variação
DC:	Débito cardíaco
ECS:	Esfriamento cerebral seletivo
FC:	Freqüência cardíaca
FEI:	Federation Equestre Internationale
FMVZ:	Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
FR:	Freqüência respiratória
FZEA:	Faculdade de Zootecnia e Engenharia dos Alimentos
g:	grama
GE:	Tratamento gelo nas extremidades
h:	horas
Kcal:	quilocaloría
Kg:	quilograma
Km:	quilometro
HR:	Tratamento hiper-resfriamento
L:	Litro
LDH:	Lactato dehidrogenase

m:	Metro
m ² :	Metro quadrado
min:	Minuto
mL:	Mililitro
MRM:	Movimentos respiratórios por minuto
n:	Número
O ₂ :	Oxigênio
p:	Nível de significância
PCAPS:	Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga
SAS:	Statistical Analysis System
SNC:	Sistema nervoso central
SUD:	Taxa de sudação
TA:	Temperatura ambiente
TAP:	Temperatura da artéria pulmonar
TAu:	Temperatura auricular
TBC:	Temperatura da base da cauda
TG:	Temperatura do glúteo
TGN:	Temperatura de globo negro
TR:	Temperatura retal
TSG:	Temperatura superficial da garupa
TSP:	Temperatura superficial do pescoço
TST:	Temperatura superficial do tórax
TTr:	Temperatura do tratamento
UI:	Unidade internacional
UR:	Umidade relativa
USP:	Universidade de São Paulo
VA:	Velocidade do ar
VS:	Volume sistólico
VO _{2max} :	Volume de oxigênio máximo
W:	Watts

Sumário

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE ABREVIATURAS

1. INTRODUÇÃO	12
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Mecanismos de Transferência de Calor	15
2.2 Acúmulo de Calor	16
2.3 Regulação Nervosa da Temperatura Corporal	17
2.4 Circulação Sanguínea Periférica	18
2.5 Frequência e Débito Cardíacos	19
2.6 Sudação	20
2.7 Frequência Respiratória	22
2.8 Resfriamento Artificial	25
3. HIPÓTESE	29
4. OBJETIVO GERAL	30
4.1 Objetivos Específicos	30
5. MATERIAL E MÉTODOS	31
5.1 Local	31
5.2 Animais	31
5.3 Tratamentos	32
5.3.1 Método de hiper-resfriamento	32
5.3.2 Método com gelo nas extremidades e secagem do suor	33
5.3.3 Método com água a temperatura ambiente	34
5.4. Protocolo	34
5.5 Variáveis mensuradas	36
5.5.1 Variáveis ambientais	36
5.5.1.1 Temperatura ambiental	36
5.5.1.2 Temperatura radiante	36
5.5.1.3 Velocidade do ar	37
5.5.1.4 Umidade relativa	37
5.5.2 Variáveis fisiológicas	37
5.5.2.1 Frequência Cardíaca	37

5.5.2.2	Frequência Respiratória	37
5.5.2.3	Taxa de Sudação	38
5.5.2.4	Temperatura Retal	39
5.5.2.5	Temperaturas Superficiais	39
5.5.2.6	Temperatura Auricular	40
5.5.2.7	Temperatura da Base da Cauda	40
5.6	Recursos Humanos	40
5.7	Delineamento Experimental	41
5.8	Análise Estatística	41
6.	RESULTADOS	42
6.1	Experimento de maio	42
6.1.1	Condições ambientais no experimento do mês de maio	42
6.1.1.1	Picadeiro	42
6.1.1.2	Câmara Bioclimática	43
6.1.2	Variáveis fisiológicas	43
6.1.2.1	Frequência Cardíaca	44
6.1.2.2	Frequência Respiratória	45
6.1.2.3	Sudação	47
6.1.2.4	Temperatura Retal	48
6.1.2.5	Temperatura Superficial do Pescoço	50
6.1.2.6	Temperatura Superficial do Tórax	52
6.1.2.7	Temperatura Superficial da Garupa	54
6.1.2.8	Temperatura Auricular	56
6.1.2.9	Temperatura da Base da Cauda	58
6.2	Experimento julho	60
6.2.1	Condições ambientais no experimento do mês de julho	60
6.2.1.1	Picadeiro	60
6.2.1.2	Câmara Bioclimática	60
6.2.2	Variáveis fisiológicas	61
6.2.2.1	Frequência Cardíaca	61
6.2.2.2	Frequência Respiratória	62
6.2.2.3	Taxa de Sudação	64
6.2.2.4	Temperatura Retal	65
6.2.2.5	Temperatura Superficial do Pescoço	67

6.2.2.6. Temperatura Superficial do Tórax	68
6.2.2.7 Temperatura Superficial da Garupa	70
6.2.2.8 Temperatura Auricular	72
6.2.2.9 Temperatura da Base da Cauda	74
6.3 Comparação entre experimentos de maio e julho	75
6.3.1 Picadeiro	75
6.3.2 Câmara Bioclimática	76
7. DISCUSSÃO	77
7.1 Frequência Cardíaca	79
7.2 Frequência Respiratória	80
7.3 Sudação	82
7.4 Temperatura Retal	84
7.5 Temperaturas Superficiais	86
7.5.1 Temperatura Superficial do Pescoço	86
7.5.2 Temperatura Superficial do Tórax	87
7.5.3 Temperatura Superficial da Garupa	89
7.6 Temperatura Auricular e Temperatura da Base da Cauda	90
8. CONCLUSÕES	93
9. IMPLICAÇÕES	94
10. REFERÊNCIAS	95
ANEXO 1- Parecer da Comissão de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.	101

1. Introdução

É sabido, e bem documentado cientificamente a partir de 1930, que o calor influencia o desempenho no exercício. É uma preocupação entre fisiologistas, treinadores e pessoas relacionadas ao esporte, tanto em humanos quanto nos eqüinos, o entendimento das limitações da termorregulação e como lidar com elas (LINDINGER, 1999).

Num mundo cada vez mais competitivo, onde se pode assistir a queda de paradigmas quase que diariamente, os esportes eqüestres são um claro exemplo de que muitos limites ainda estão longe de ser vencidos. Provas de resistência nos primórdios do século 19 na Europa, como a tradicional Paris-Deauville, cuja importância estava pautada pela quantidade de animais mortos no trajeto, contrastam fortemente com as provas atuais, em que cavalos bem treinados, competindo em ambientes com temperatura e umidade relativa na faixa de conforto térmico, podem fazer corridas de 160 km em 14-18 horas sem riscos à saúde, muitos deles inclusive finalizando sem sinais aparentes de fadiga.

Quando estas competições são realizadas em ambientes com temperatura e umidade relativa mais elevadas, os riscos a saúde dos animais cresce de forma exponencial, o que obriga os organizadores e as equipes a adotar uma série de medidas e controles para evitar os efeitos deletérios de climas adversos.

A necessidade de refrigerar cavalos em determinadas competições esportivas não é novidade, porém, durante muitos anos, ou melhor, até os jogos olímpicos de Atlanta em 1996, a crença de que molhar cavalos hipertérmicos com água fria trazia problemas musculares e renais, em virtude do choque térmico, impediu o uso deste tipo de artifícios até então (MARLIN et al., 1998).

A preocupação com o clima úmido e quente de Atlanta durante os jogos olímpicos de 1996 levou muitas equipes do Concurso Completo de Equitação (CCE), que é um tipo de prova eqüestre de três dias de duração e muito exigente, a bater nas portas do mundo acadêmico - científico a fim de avaliar o impacto deste ambiente climatológico adverso no desempenho esportivo dos animais, e o que fazer para minimizá-lo.

Os primeiros estudos desenvolvidos sobre o assunto começaram no início da década de 90, e focaram-se, em primeiro lugar, nas respostas de adaptação

climatológica de cavalos de esporte, avaliando a magnitude da mesma e o tempo necessário para uma resposta máxima.

Após estes estudos foram feitos alguns testes de resfriamento com água fria, onde o objetivo básico foi verificar o efeito do banho com água fria em grandes massas musculares de cavalos hipertérmicos. Ficou determinado então que estes procedimentos não apresentam risco algum de lesão muscular.

Sabido isto, o interesse sobre o assunto, em termos de publicações científicas, diminuiu notavelmente, sendo que ainda há muitos pontos a ser esclarecidos, no que se refere aos métodos de resfriamento e sua eficiência, e ainda sobre a dinâmica térmica nos diferentes compartimentos corporais durante o resfriamento artificial.

O enduro eqüestre é, atualmente, a principal referência em provas de resistência de eqüinos. Nas últimas duas décadas este esporte vem ganhando muitos adeptos em várias partes do mundo, e no Brasil cresce a cada ano o número de competidores. Esta modalidade esportiva é bastante recente, e as primeiras provas no Brasil datam de 1980, pouco se sabendo sobre os limites de resistência de cavalos e cavaleiros (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO, 2008).

Uma das principais características deste tipo de competição é a grande influência do meio ambiente no rendimento esportivo. Por se tratar de provas ao ar livre e de várias horas de duração, a exposição a variações climáticas é de grande impacto no desempenho dos atletas.

No Brasil, a prática do enduro eqüestre ocorre principalmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, regiões nas quais as temperaturas estivais facilmente superam os 40°C e a umidade relativa do ar os 80%; considerando que 50% do calendário da atividade transcorre na temporada quente do ano (CALENDÁRIO NACIONAL DE ENDURO EQÜESTRE, 2008), os métodos de resfriamento usados para mitigar os efeitos deletérios do calor são de limitada eficácia nestas condições.

2. Revisão de Literatura

Nos cavalos que realizam exercícios de resistência, as taxas metabólicas podem aumentar de 10 a 20 vezes (FLAMINO; RUSH, 1998). O processo bioquímico que transforma os substratos energéticos usados durante o exercício se traduz em uma baixa eficiência do ponto de vista mecânico, já que somente 20% da energia assim obtida se transformam em trabalho físico efetivo, o restante, praticamente 80%, é transformado em calor.

Este calor produzido é, em princípio, acumulado no corpo do animal, visando melhorar a eficiência das reações bioquímicas e enzimáticas musculares. Se o exercício continuar, e dependendo da intensidade e das condições ambientais, a temperatura corporal pode aumentar até níveis críticos, situação na qual os mecanismos de dissipação de calor são ativados para diminuir a carga térmica corporal, evitando assim o estresse calórico e a fadiga por calor.

Está bem estabelecido que um acúmulo excessivo de calor tenha um efeito deletério no desempenho da atividade física (GEOR; McCUTCHEON, 1998), portanto, uma termorregulação eficiente é essencial para uma boa prática esportiva.

Até o ano 1995 não foram reportadas nos eqüinos as respostas termorreguladoras ao exercício em ambientes úmidos e quentes (GEOR et al., 1995). O interesse pelo estudo do resfriamento dos cavalos de esporte alcançou a sua máxima expressão no período anterior as olimpíadas de Atlanta em 1996, devido a que nessa cidade não é incomum ter dias calorosos e úmidos, e a preocupação das equipes de diversas nacionalidades de ter que executar uma prova olímpica em condições climáticas adversas estimulou a pesquisa nesta área, sendo o maior volume de trabalhos publicados provenientes da Inglaterra e do Canadá (MARLIN et al., 1996a; JEFFCOTT; CLARKE, 1995).

Estes autores desenvolveram experimentos com temperatura ambiente controlada a 30°C e 70-80% de umidade relativa do ar (UR), adotando o método de resfriamento com água fria no corpo inteiro por considerá-lo satisfatório. O resfriamento contínuo da pele para induzir um amplo gradiente de troca de temperatura por condução é preconizado a partir destes experimentos por vários autores, como importante via termolítica para cavalos em exercício (GEOR; McCUTCHEON, 1998).

2.1 Mecanismos de Transferência de Calor

Existem quatro mecanismos primários de transferência de calor: radiação, convecção, condução e evaporação. A quantidade de calor armazenado no corpo de um cavalo dependerá da seguinte fórmula:

$$M - T = \pm R \pm Cd \pm Cv + E$$

Onde **M** representa a calor metabólico produzido, **T** o trabalho mecânico, **R** a troca de calor por radiação, **Cd** a troca de calor por condução, **Cv** a troca de calor por convecção e **E** a perda de calor por evaporação (McCONAGHY, 1994).

A radiação é um mecanismo de transferência de calor entre corpos sem contato físico. O balanço final da energia térmica absorvida ou perdida pelo cavalo atleta resultará da quantidade de radiação recebida do ambiente, e da emitida pelo corpo, incluindo aquela produzida pelo metabolismo. Um cavalo em estação submetido à radiação solar pode absorver até $800W.m^{-2}$, o que excede a sua produção de calor metabólico (McCONAGHY, 1994).

A convecção é um mecanismo de troca de calor entre fluídos, como resultado de uma mistura de partículas com diferentes temperaturas. O ar em movimento sobre a superfície de um corpo, tal como acontece com os cavalos em exercício, pode ser uma boa via termolítica, enquanto a temperatura do ar envolvendo o animal for inferior à temperatura da sua pele. Sob temperaturas iguais ou superiores, este mecanismo de perda de calor fica prejudicado. Com o animal em estação, esta troca de calor dependerá da movimentação do ar circulante e, na sua ausência, a perda de calor por convecção será nula. Os métodos de resfriamento que usam grandes ventiladores se baseiam neste princípio. Nos cavalos esportivos, este mecanismo é o principal caminho de transferência do calor produzido no músculo para o sangue (McCONAGHY, 1994).

A troca de calor entre superfícies que estão em contato direto é feita através da condução. O gradiente de troca de energia entre corpos dependerá da diferença de temperatura entre eles. (McCONAGHY, 1994). O método do hiper-resfriamento usado nos cavalos de esporte se baseia neste princípio.

A evaporação é o principal mecanismo de perda de calor dos eqüinos em ambientes quentes, através da sudação e do ofego (TITTO et al., 1998). A mudança do estado líquido ao gasoso, que transforma a água em vapor, é um processo endotérmico que consome, dependendo da temperatura ambiente, 580 calorias por grama de suor evaporado. A quantidade de calor dissipada por esta via dependerá da taxa de sudação e da umidade relativa do ar, portanto este mecanismo será mais eficiente quanto mais moderada for a sudação e menor a umidade relativa do ar; pelo contrário, fica completamente bloqueado com o ar saturado de umidade (GUTHRIE; LUND, 1998). As perdas calóricas atribuíveis à sudação variam de 70 a 85%, a porcentagem restante é atribuída ao sistema respiratório, mediante o ofego, e uma pequena parte à perspiração, que é a passagem de vapor de água através da pele sem passar pela glândula sudorípara (McCONAGHY, 1994).

2.2 Acúmulo de Calor

Comparado com os humanos, os cavalos possuem uma desvantagem física na dissipação de calor, devido a uma proporção aproximadamente cinco vezes menor de superfície de pele em relação à massa muscular contrátil, resultando em uma significativa redução da área evaporativa e conseqüentemente em maiores taxas de armazenagem de calor. Este fator contribui para uma rápida elevação da temperatura interna a patamares críticos durante o exercício de intensidade submáxima, até mesmo sob condições ambientais frias e secas (LINDINGER et al., 2000). O calor é transferido a partir do músculo contrátil para os tecidos vizinhos por condução e por fluxo convectivo do sangue e da linfa (LINDINGER, 1999). A quantidade de calor acumulada no corpo do animal em exercício é uma função da quantidade de calor produzida e da quantidade de calor perdida, e num determinado momento do exercício a quantidade de calor perdida é uma função da temperatura do ar, da velocidade e da umidade (LINDINGER, 1999).

Independentemente do nível de treinamento ou da aclimatação ao calor, exercícios em condições ambientais quentes e úmidas representam um enorme desafio para o mecanismo de regulação de fluídos e eletrólitos do corpo, quando comparados com exercício em ambientes frios e secos (GEOR; McCUTCHEON, 1998).

Ainda em condições climáticas moderadas ou frias, o alto ritmo de produção metabólica de calor combinado com fatores físicos de perdas de calor por convecção, condução e evaporação resulta em uma elevação na temperatura central (retal) de 2.5-3.5°C antes de 30 minutos de exercício a 50% do VO_{2max} (McCUTCHEON; GEOR, 2000).

O exercício em clima quente e úmido reduz o tempo requerido para alcançar uma temperatura hipotalâmica crítica que resulta em fadiga voluntária (LINDINGER, 1999). Basicamente, a incapacidade de manter a temperatura corporal em níveis aceitáveis durante o exercício nestas condições climáticas, pode se dever a uma falha na transferência de calor do músculo para a pele, ou da pele para o ambiente (GEOR et al., 1995).

2.3 Regulação Nervosa da Temperatura Corporal

Um complexo mecanismo neurofisiológico mantém a temperatura corporal dos homeotermos dentro de estreitos limites, equilibrando perdas e ganhos de calor. A temperatura do ar mais elevada é detectada por termorreceptores centrais, localizados no hipotálamo e na medula cervical, que transmitem este impulso por meio das vias eferentes nervosas até o centro organizador destas informações localizado no próprio hipotálamo, que por sua vez transmite ordens aos diferentes órgãos efetores, pelas vias aferentes, para desencadear mecanismos termolíticos (McCONAGHY, 1994).

Nos humanos, também foi demonstrada uma participação ativa do sistema muscular na termorregulação por estímulo nervoso. O aumento de temperatura no músculo induz, nesta espécie, um estímulo da atividade nervosa simpática principalmente das aferentes do grupo III e do grupo IV, fator que contribui com o aumento da vasodilatação e do fluxo sanguíneo associados a uma maior frequência cardíaca (FC) e débito cardíaco (DC) (RAY; GRACEY, 1997).

2.4 Circulação Sangüínea Periférica

Nos cavalos de esporte, o fluxo sangüíneo é a principal via para a transferência de calor por convecção, direcionando o calor produzido no músculo para a pele e sistema respiratório. A capacidade de modificar a irrigação dos diferentes órgãos, se ajustando a diferentes necessidades, faz do sistema cardiovascular o mais eficiente executor da termorregulação. Os ajustes termorregulatórios da circulação sangüínea são tão eficientes, que a estabilidade térmica em ambientes termoneutros pode ser mantida pelo balanço entre vasoconstrição e vasodilatação periférica (McCONAGHY et al., 1996).

O papel principal do sistema cardiovascular na termorregulação consiste num aumento do volume de sangue que o coração bombeia por minuto, chamado débito cardíaco (DC), e uma redistribuição do DC, principalmente para a pele. Este desvio de sangue em direção à pele tem como objetivo, em primeira instância, facilitar a perda de calor pela via convectiva, sendo que o gradiente de perda de calor será dado pela relação entre a temperatura da pele, e a temperatura e velocidade do ar circundante; quando a necessidade de perda de calor é maior, e uma vez ativada a sudorese, o calor acumulado na pele por aumento do fluxo de sangue quente proporciona o calor latente para a evaporação do suor (McCONAGHY, 1994).

A estrutura do leito vascular da pele contribui para a transferência de calor; três plexos sangüíneos subcutâneos interligados por anastomoses arterio-venosas (AAV) facilitam a distribuição e acúmulo de sangue segundo as necessidades (TALUKDAR; CALHOUN; STINSON, 1972)

O controle nervoso da circulação sangüínea da pele esta mediado por estímulos simpáticos, a vasodilatação por calor envolve arteríolas e AAV's, e a vasoconstrição por frio, arteríolas e veias (McCONAGHY, 1994).

Trabalhos usando micro esferas radiativas intracardíacas em pôneis esclareceram em parte qual é a dinâmica da distribuição sangüínea nestes animais quando expostos a ambientes quentes; partindo de um ambiente termoneutro (15-17°C e 60-65% de UR) e expostos a um ambiente de 40-42°C e 32-36% de UR, foi observado um aumento significativo de 300% no fluxo sanguíneo da pele corporal ($2,9 \Rightarrow 8,2 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e de 50% no fluxo sanguíneo da pele dos membros ($20,4 \Rightarrow 30,4 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot 100\text{g}^{-1}$) (McCONAGHY et al., 1996).

Considerando a relação área/massa corporal, o aumento do fluxo sanguíneo foi maior na pele dos membros que na pele corporal. Esta estratégia de termorregulação através da superfície cutânea dos membros é considerada ideal para a troca de calor em função da sua alta relação de área referida a massa corporal, e foi descrita em outras espécies, inclusive aquelas que usam o ofego como principal via termolítica (HALES, 1973; HALES; DAMPNEY, 1975), porém, a quantidade de sangue desviada para os membros nos pôneis foi maior que aquela reportada em outras espécies, indicando a importância da pele dos membros na dissipação de calor, na espécie equina.

2.5 Freqüência e Débito Cardíacos

A dissipação do calor em cavalos expostos a estresse calórico ou ao exercício exige por parte do sistema cardiovascular uma série de adaptações. Nestas circunstâncias, a demanda por sangue aumenta por cima dos níveis básicos de perfusão dos órgãos vitais, devido à necessidade crescente de irrigação da massa muscular, e ao desvio de sangue para a pele para dissipar calor.

Estas modificações se traduzem, basicamente, numa necessidade maior de sangue circulante. Para atender estas exigências, o organismo dos cavalos reage aumentando a FC, assim, para um mesmo volume sistólico, um aumento na freqüência das contrações cardíacas resulta em um aumento da quantidade de sangue bombeada por minuto e, por conseguinte, uma manutenção da pressão arterial em patamares adequados (McCONAGHY, 1994).

A redução no volume sanguíneo produzida pela desidratação decorrente da intensa sudorese, tal como ocorre com exercícios prolongados em ambientes quentes, promove uma competição por fluidos entre o tecido muscular e a pele para suprir as demandas metabólicas e de termólise. Ao se reduzir o volume sanguíneo também se reduz o volume sistólico, portanto, para manter o DC e garantir a perfusão dos tecidos, é aumentada a FC (GEOR et al., 1995; NIELSEN et al., 1997)

Em pôneis submetidos a temperaturas ambientais elevadas (40-42°C e 32-36% de UR) e provenientes de um ambiente termoneutro (15-17°C e 60-65% de UR) foi observado um aumento significativo na FC de 46,2±0,9 para 63,2±3,6 batimentos por minuto (bpm) (McCONAGHY et al., 1996). Este aumento na FC, mediado por um aumento na actividade simpática, resultaria em um aumento do DC, facilitando a

redistribuição do fluxo sanguíneo na direção daqueles órgãos e tecidos que participam na termólise, principalmente à pele, e também músculos respiratórios e mucosa nasal, sem diminuir a irrigação de outros compartimentos vasculares.

A FC nos cavalos de esporte foi matéria de estudo durante muitos anos, ficando bem estabelecidas às diferenças raciais, etárias, corporais e treinamento (HODGSON; ROSE, 1994), e é atualmente utilizada pela *Federation Equestre Internationale*, figurando nas suas Normas para Competições de Enduro (ENDURANCE RULEBOOK FEI, 2005) como parâmetro para avaliar o estado físico dos cavalos em competições devido a sua estreita correlação com valores da bioquímica sanguínea, e conseqüentemente com as condições físicas do animal (OOSTERBAAN et al., 1991).

Segundo Hodgson e Rose (1994) a capacidade do animal em se recuperar, após o término do exercício, pode ser determinada pelo acompanhamento da FC, da frequência respiratória (FR) e da temperatura retal (TR). O desempenho atlético é melhor quanto mais rápido o animal retornar as frequências e temperaturas basais. Parâmetros fisiológicos associados ao exercício físico, FC, FR e TR, são bons indicadores da eficiência atlética dos eqüinos.

2.6 Sudação

De todos os mecanismos biológicos de dissipação de calor nos mamíferos, a sudação é o de maior importância tanto em humanos quanto nos eqüinos. A perda de calor corporal pelo suor de baseia fundamentalmente na evaporação, um processo endotérmico que se desenvolve na superfície corporal e que resulta na conversão de água do estado líquido a vapor.

Os cálculos estimados de perda de calor pela evaporação são baseados no calor latente de vaporização da água, de 598 calorias por grama de água a 0°C, que ajustado a valores de suor, dá um consumo aproximado de 580 kcal por litro evaporado (ROWELL, 1986). Para uma determinada taxa de sudação, a quantidade de calor perdida pelo animal poderá variar substancialmente de acordo com a temperatura ambiente e a pressão de vapor do ar, que resultará num gradiente maior ou menor de termólise segundo as circunstâncias climáticas (McCONAGHY, 1994).

Nos exercícios de baixa intensidade e longa duração que se desenvolvem em ambientes de temperatura e umidade moderadas ou elevadas, a capacidade de suar é determinante e limitante, e qualquer evento que comprometa a sudação durante o exercício expõe o animal a uma hipertermia que pode propiciar uma fadiga por calor, e até ameaçar a vida do animal (MARLIN et al., 1996b).

A regulação da secreção de suor nos eqüinos é muito complexa, e está mediada por uma serie de mecanismos cujo completo entendimento ainda esta longe de ser alcançado. Estudos baseados na ativação *in vivo* das glândulas sudoríparas eqüinas por estímulos térmicos e farmacológicos tem demonstrado diferenças na resposta glandular a diversos estímulos. O suor pode ser produzido em resposta a um estímulo térmico, ao exercício, a dor e a diversos fármacos (JENKINSON; ELDER; BOVELL, 2006).

As glândulas sudoríparas dos eqüinos são classificadas como apócrinas, por misturarem a secreção proveniente do filtrado plasmático com resíduos citoplasmáticos e celulares da própria glândula, e estão relacionadas a um folículo piloso e contam com um único canal secretório (MONTGOMERY; JENKINSON; ELDER, 1982). Uma rica rede neural envolvendo o fundo da mesma já foi descrita em trabalhos antigos, mas esta característica histológica não explica de maneira satisfatória o funcionamento glandular.

Mecanismos não neurais, responsivos a epinefrina circulante, parecem ser o estímulo primário para a sudação nos eqüinos excitados ou com dor. Este estímulo estaria mediado por receptores adrenérgicos β_2 , como tem demonstrado estudos feitos com propranolol, um poderoso antagonista destes receptores (SNOW, 1977).

Segundo Bijman e Quinton (1984) o controle nervoso da glândula sudorípara eqüina é quase que exclusivamente via adrenorreceptores β_2 , acoplados ao mecanismo secretório do AMP cíclico. Scott, Marlin e Schroter (2001), trabalhando com infusões crescentes de adrenalina, comprovaram que a determinadas doses se produz uma fadiga glandular que estabiliza a secreção num patamar de $6 \text{ g.m}^{-2}.\text{min}^{-1}$, sendo que os cavalos em exercício podem atingir quantidades de até $55 \text{ g.m}^{-2}.\text{min}^{-1}$, e concluíram que uma saturação de epinefrina dos receptores β_2 explicaria este fato, e por tanto existiria um duplo controle glandular, um hormonal e outro nervoso.

Aoki, Kimura e Wada (1959) trabalhando com infusões intradérmicas de acetilcolina conseguiram estimular a sudação local. Em trabalhos posteriores,

Ogawa e Bullard (1970) comunicaram que esta resposta à infusão de acetilcolina pode ser potenciada aplicando um estímulo térmico. Este sinergismo, segundo Scott, Marlin e Schroter (2001) parece ter alguma explicação na regulação do leito vascular glandular.

O estímulo simpático das glândulas sudoríparas eqüinas em resposta ao calor já foi reportado por Kerr e Snow (1983), que postularam que durante a exposição ao calor, a sudação é somente o resultado deste estímulo. A resposta ao estímulo térmico da glândula sudorípara também foi estudada por Montgomery, Jenkinson e Elder (1982), que observaram transformações na histologia glandular, consistentes numa dilatação dos espaços intercelulares tanto no ducto quanto no fundo glandular, associados a um incremento na secreção de suor.

O centro termorregulador hipotalâmico e os receptores térmicos cutâneos são responsáveis pelo controle da temperatura corporal e, em resposta a um aumento na temperatura corporal, pela ativação da sudação.

Hodgson et al., (1993), trabalhando com cavalos em diferentes intensidades de exercício (40, 65, e 90% VO_{2Max}), demonstraram uma estreita correlação entre carga de exercício, temperatura do sangue na carótida e taxa de sudação, estabelecendo uma relação direta entre temperatura do sangue e taxa de sudação.

2.7 Freqüência Respiratória

O principal objetivo da regulação da FR nos eqüinos, e nos mamíferos em geral, é manter uma troca de gases adequada aos processos vitais, tanto em repouso quanto em exercício, garantindo a oxigenação necessária ao metabolismo dos diversos órgãos e tecidos, e retirando do sangue o dióxido de carbono resultante da combustão de diversos substratos energéticos. Outros fatores, tais como reflexos mecânicos originados dos membros em movimento, variações no DC, a termorregulação, fatores corticais e psicológicos foram relacionados com o controle da ventilação em eqüinos por Wasserman, Whipp e Casaburi (1986).

Muitos mamíferos usam o sistema respiratório para perder calor por resfriamento evaporativo. Para aumentar essa perda de calor, eles espiram através da boca mais que pelo nariz, e hiperventilam por aumento da FR.

Os cavalos, devido as suas características anatômicas, não podem respirar pela boca, mas a vascularização dos turbilhões nasais, da mucosa nasal e da árvore

bronquial evidenciam que o sistema respiratório tem papel importante na termorregulação, durante o exercício e na recuperação do mesmo.

Nesta espécie, a FR também é influenciada pela temperatura, tanto ambiente como corporal; em pôneis expostos a condições de calor moderados a partir de um ambiente termoneutro (15-17°C e 60-65% de UR), foi observado um aumento na FR de 5 vezes (12⇒60 respirações por minuto), assim como um aumento do fluxo sanguíneo nos músculos respiratórios em quase o dobro (7,2⇒12,2 mL.min⁻¹.100g⁻¹) e também nas vias aéreas superiores, mucosa nasal e turbilhões nasais (7,2⇒22 / 7,7⇒ 19,4 mL.min⁻¹.100g⁻¹), indicando assim a importância desta via na termólise e no mecanismo de esfriamento cerebral seletivo (ECS) (McCONAGHY et al., 1995).

Um aumento na FR em até 7 vezes durante o exercício foi relacionado a diminuições de temperatura hipotalâmica de até 2°C, quando comparada à temperatura da artéria pulmonar (TAP); o sangue esfriado proveniente dos turbilhões e mucosa nasal que irrigam o seno cavernoso adjacente à base do cérebro, foi apontado como a via termolítica cerebral. Ainda que não demonstrado, existem suspeitas de que a sudação na região facial, orelhas e focinho no cavalo permitiriam também uma termólise local, favorecendo a diminuição da temperatura hipotalâmica (McCONAGHY et al., 1995).

Em cavalos em exercício, um aumento na FR, com aumento na ventilação do espaço morto sem aumento da ventilação alveolar, foi relacionado a uma estabilidade na TR, sugerindo que os eqüinos podem usar a taquipnéia como via termolítica, de forma semelhante ao ofego verdadeiro do cachorro e da ovelha (PELLETIER et al., 1987), podendo eliminar até um 30% do calor produzido pelo corpo do animal.

A taquipnéia como via termolítica nos eqüinos é a segunda em eficiência, comparada à sudação em termos de custo energético; em determinadas circunstâncias, quando a capacidade evaporativa do suor esta comprometida, como no caso de ambientes com 100% de umidade, pode ser a principal via termolítica (HUBERT; BEADLE; NORWOOD, 2002).

A cavidade nasal dos eqüinos proporciona uma ampla superfície para transferências de calor e vapor de água através dos turbilhões nasais bem vascularizados. Este grande leito vascular provavelmente também tem um papel no ECS que acontece durante o exercício, e após o mesmo.

Foi demonstrado que a temperatura hipotalâmica aumenta mais em cavalos em exercício quando as vias respiratórias superiores são suprimidas por *bypass*, sugerindo um ECS através do sangue resfriado nas vias respiratórias superiores (McCONAGHY et al., 1995). Trabalhos recentes têm demonstrado evidências do papel das bolsas guturais no ECS, por permitir um resfriamento do sangue que circula pela carótida interna dos eqüinos através da rede carotídea (BAPTISTE, 2000).

Durante o exercício, a FR aumenta quase que linearmente em proporção a intensidade do mesmo. O volume de ar expirado por minuto em repouso, que é em média de 80 L.min⁻¹, pode se elevar a 1800 L.min⁻¹ durante o exercício pesado (ART; LEKEUX, 1993). Em pôneis, a atividade dos músculos respiratórios foi mensurada por Manohar (1991), quem estabeleceu um peso dos músculos respiratórios equivalente a 5,5% do peso total do animal, os quais receberiam 10% e 15% do DC em repouso e no exercício máximo, respectivamente. Hodgson et al. (1993), trabalhando com cavalos em esteira, demonstraram uma relação direta entre a intensidade do exercício e a perda de calor por via respiratória.

A circulação bronquial de pôneis em exercício tem demonstrado aumentar proporcionalmente ao aumento da temperatura corporal produzida pelo exercício (MANOHAR, 1990; MANOHAR et al., 1992). Certamente, as artérias bronquiais do plexo circulatório embutido no tecido conectivo que circunda as vias respiratórias, têm como função participar na dissipação do calor. O mesmo estudo mostra uma modificação mínima na circulação traqueal, sugerindo que a troca de calor ocorre principalmente a nível bronquial.

Uma vez finalizado o exercício todas as constantes fisiológicas voltam progressivamente aos valores de repouso. A velocidade com que isto acontece vai depender da intensidade e da duração do exercício, do estado físico do animal e das condições bioclimatológicas.

As razões metabólicas para manter a FR elevada uma vez finalizado o exercício são: a ressíntese da fosfocreatina nos músculos, o catabolismo ou anabolismo do lactato sanguíneo, o equilíbrio ácido-base, a dissipação do acúmulo de calor no organismo e a restauração das reservas hormonais (ROSE et al., 1988).

Este excesso de O₂ esta associado a um elevado DC, que é principalmente o resultado de um aumento na FC (ART; LEKEUX, 1988). Poucos minutos após o exercício os cavalos continuam hiperventilando. Este aumento na FR resulta numa

hiperventilação alveolar, e conseqüentemente num aumento do oxigênio e numa diminuição do dióxido de carbono no sangue (ROSE et al., 1988; ART; LEKEUX, 1988).

Esta hiperventilação, e a alcalose respiratória resultante, podem ser vantajosas para compensar a acidose metabólica produzida pelo exercício, e também tem um papel termorregulador. Já foi demonstrado em pôneis em recuperação, após completarem um mesmo protocolo de exercício em esteira, que aqueles animais submetidos a um ambiente quente e úmido tinham uma FR significativamente maior que aqueles exercitados em ambiente seco e frio (ART; LEKEUX, 1988). Isto deve ser levado em conta, por exemplo, no controle veterinário de prova (*vet-check*) de cavalos de enduro, em condições de calor e umidade relativa elevadas, onde a FR pode ser um pobre indicador da verdadeira demanda ventilatória dos cavalos (ROSE, 1983). Em pôneis em repouso, variações na temperatura ambiente induzem modificações na FR, apesar da temperatura do corpo permanecer constante. Mudanças na temperatura do ar e da pele também induzem variações na FR (KAMINSKI et al., 1985).

O exercício físico prolongado resulta em um aumento progressivo da FR com um aumento na relação espaço morto/volume corrente de ar (PELLETIER et al., 1987; HOPKINS et al., 1998; THIEL; TOLKMITT; HÖRNICKE, 1987). Isto sugere que, tanto nos humanos quanto nos cavalos, o sistema respiratório se relaciona com a termorregulação proporcionalmente à duração e intensidade do exercício (POWERS; HOWLEY; COX, 1982).

2.8 Resfriamento Artificial

O resfriamento pós-exercício com água fria nos eqüinos foi evitado durante muitos anos por duas razões, em primeiro lugar pela percepção de que os músculos em exercício precisam de uma temperatura superior a de repouso para um funcionamento apropriado, e um resfriamento abrupto poderia prejudicar o desempenho esportivo, e em segundo lugar, pela crença de que uma rápida diminuição da temperatura das grandes massas musculares poderia produzir danos ao tecido muscular (HART, 1993; VALBERG et al., 1993; LOVING; JOHNSTON, 1995), assim como problemas renais (MARLIN et al., 1998).

Diversos autores (HODGSON; DAVIES; MCCONAGHY, 1994; COSTRINI, 1990; NOAKES, 1986) também argumentaram contra o uso de água fria nos eqüinos e nos humanos hipertérmicos, por acreditarem que este procedimento induz uma grande vasoconstrição periférica que isolaria o organismo do animal do exterior, agravando o quadro de hipertemia.

Segundo Kohn, Hinchcliff e McKeever (1999) a vasoconstrição cutânea tem uma importância mínima como isolante. Também segundo eles, nos músculos pós-exercício a perfusão é boa e o gradiente de sangue frio é grande, possibilitando uma grande transferência de calor.

A maioria dos trabalhos publicados sobre resfriamento em eqüinos apresenta resultados sobre perfis enzimáticos musculares (CPK e AST) (WILLIAMSON et al., 1995; KOHN; HINCHCLIFF; MCKEEVER, 1999), objetivando a avaliação de possíveis efeitos deletérios do resfriamento na massa muscular, e as conclusões de todos eles coincidem em que tais efeitos não existem.

Poucos trabalhos entram na avaliação da dinâmica da transferência de calor entre os diferentes compartimentos orgânicos e o ambiente (MARLIN et al., 1998), ou na comparação de diferentes métodos de resfriamento.

Algumas disciplinas eqüestres exigem um esforço físico capaz de gerar e acumular uma enorme quantidade de calor; por serem disputadas em ambientes abertos, as variações climáticas podem influenciar fortemente a velocidade e quantidade de calor produzido e acumulado.

No caso do CCE, prova eqüestre olímpica responsável pela produção da maior parte dos trabalhos com resfriamento de eqüinos em exercício, a fase do *cross-country*, que é a última de uma série de três, o animal pode completar percursos de até 4.400 metros, a velocidades de 220 a 690 metros por minuto, e ter que superar até 40 obstáculos (EVENTING RULEBOOK FEI, 2006).

A preocupação com os cavalos que iriam participar nesta prova durante os jogos olímpicos de Atlanta de 1996 foi, em primeiro lugar, com a aclimação, e em segundo lugar, com a redução da hipertermia pós-exercício, visando evitar complicações e problemas de saúde.

No pólo eqüestre, os cavalos participam em cada um dos 6 tempos em que esta divide a competição, sendo cada tempo denominado *chuker*, que tem uma duração de 7 minutos. Não é incomum um mesmo cavalo jogar em dois *chukers* no mesmo jogo, e se as condições climáticas forem desfavoráveis, com temperatura e

umidade relativa elevadas, a necessidade de resfriar artificialmente estes animais é imperativa (ESCOLA DE EQUITAÇÃO DO EXÉRCITO, 2003).

O enduro eqüestre é, certamente, a mais exigente de todas as provas eqüestres, em termos de duração do esforço físico. Com provas de até 160 km, a serem percorridos em 14-18 horas, onde a influência da climatologia é determinante, o resfriamento artificial constitui sem dúvidas uma ferramenta indispensável para o bom desempenho dos participantes.

Os regulamentos de provas de enduro eqüestre exigem um controle veterinário dos participantes a cada 20 km aproximadamente (*vet-check*), para avaliar as condições físicas dos mesmos e assim determinar se podem ou não continuar a prova. Uma vez finalizada cada etapa, o participante tem entre 20 minutos e meia hora para se apresentar ao controle (ENDURANCE RULEBOOK FEI, 2005).

Durante este período o animal tem acesso a uma área de descanso, água e comida; se a carga térmica do mesmo for elevada, e a FC superar o limite de batimentos por minuto (bpm) permitidos para a prova, se procede a refrigerar o animal para reduzir sua FC a menos de 56 ou 64 bpm, uma vez que uma FC superior a esta é causa de desclassificação; a recuperação dos batimentos cardíacos a patamares abaixo dos mencionados, dentro do prazo estabelecido, é considerada como expressão confiável de um estado físico aceitável o suficiente para continuar a prova (ENDURANCE RULEBOOK FEI, 2005).

O sistema de refrigeração por hiper-resfriamento, que é usado tanto no Brasil como em diversos países, consiste em despejar água a uma temperatura de 6-9°C com um regador pelo corpo do animal (WILLIAMSON et al., 1995; KOHN, HINCHCLIFF; MCKEEVER, 1999; MARLIN et al., 1998).

Este método, porém, suprime o mecanismo de evaporação do suor uma vez que entre os pêlos e a pele do animal se forma uma camada de água, que raramente é retirada. Uma forte vasoconstrição periférica constatada com estudos termográficos por Marlin et al (1998) pode também interferir no mecanismo de sudação, por diminuir a quantidade de catecolaminas que chegam aos receptores glandulares (JENKINSON; ELDER; BOVELL, 2006), e dificultar também a chegada do calor interno à superfície corporal para sua eliminação.

O resfriamento obtido desta maneira seria por transferência de calor da pele do cavalo para a água por condução, que como já comentado não é a via termolítica

mais eficiente no cavalo. No caso Brasil, onde as condições climáticas prevalentes na época mais quente do ano resultam num enorme desafio para os eqüinos, que participam em competições esportivas ao ar livre, este método não é suficiente para resfriar cavalos hipertérmicos, fato que pode ser comprovado pelo elevado número de participantes desclassificados durante as provas com sintomas de fadiga por calor (Figura 1).

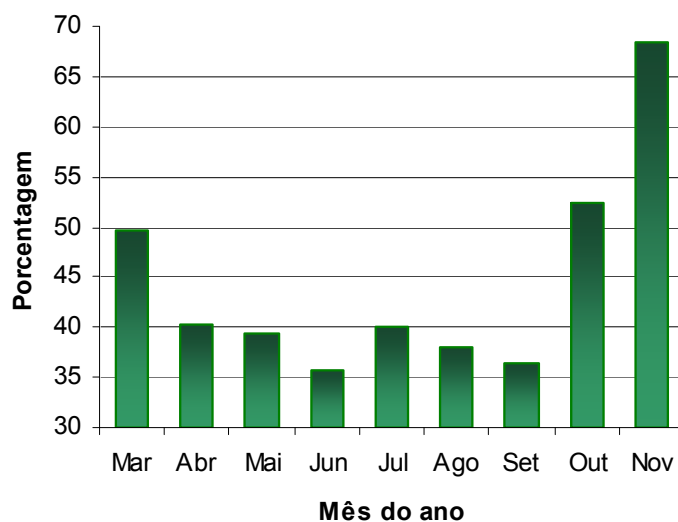


Figura 1. Porcentagem de cavalos eliminados em provas de velocidade livre de enduro eqüestre, em relação ao mês do ano. Gráfico elaborado com base em planilhas de resultados de 30 provas durante as temporadas de 2006 e 2007, nas que participaram 1236 cavalos em distâncias de 40 até 160 km, nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Distrito Federal (ENDURANCEBRASIL, 2008).

3. Hipótese

A hipótese principal deste projeto é de que o método do hiper-resfriamento produz uma forte vasoconstrição periférica, e conseqüentemente menor condução do calor endógeno através do sangue circulante das porções centrais do corpo do cavalo para a periferia, dificultando a termólise evaporativa e convectiva.

O resultado esperado é que métodos de resfriamento da superfície corporal de forma menos intensa possam ser mais eficientes que o hiper-resfriamento com água gelada, em função de promoverem menor vasoconstrição periférica.

4. Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo foi comparar o método do hiper-resfriamento com dois métodos alternativos de resfriamento de cavalos após o exercício. Um dos métodos consistente na aplicação de gelo e água fria nas extremidades e outro em banhos com água a temperatura ambiente. As comparações visaram determinar qual deles apresentaria melhores resultados termolíticos.

4.1 Objetivos Específicos

Determinar qual dos três métodos permite melhor recuperação dos parâmetros fisiológicos analisados, com especial ênfase em temperatura retal, frequência cardíaca e taxa de sudação.

Avaliar indiretamente a dinâmica vascular periférica em cada método, através da análise das temperaturas superficiais, e a sua influência na dissipação do calor corporal produzido durante o exercício.

Avaliar a praticidade e aplicabilidade de cada método, visando determinar qual dos três permite melhores resultados com menos recursos.

5. Material e Métodos

Todos os procedimentos envolvendo animais usados neste estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (Anexo 1).

5.1 Local

Este estudo foi desenvolvido nas dependências do Setor de Eqüideocultura da Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga (Figura 1), na Câmara Bioclimática da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (Figura 2), e no Laboratório de Biometeorologia e Etologia da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, a 21°57'06" de latitude sul e 47°27'01" de longitude oeste, a 597m acima do nível do mar, nas dependências da Universidade de São Paulo, no Campus de Pirassununga, Estado de São Paulo, nos meses de maio e julho de 2007.



Figura 1- Setor de Eqüideocultura PCAPS



Figura 2- Câmara Bioclimática FMVZ/USP.

5.2 Animais

Foram usados nove cavalos mestiços (Figuras 3 e 4), destinados à lida com gado no Campus da USP/Pirassununga, todos eles em atividade, sendo três machos castrados e seis fêmeas, com idade de $8 \pm 2,5$ anos, e peso médio de 462 ± 33 kg.



Figura 3- Grupo de 4 cavalos marcados e prontos para o experimento.



Figura 4- Grupo restante marcado e pronto para o experimento.

5.3 Tratamentos

Os métodos de resfriamento usados neste experimento foram três, o método do hiper-resfriamento (HR), o método com aplicação de gelo nas extremidades e secagem do suor com toalhas (GE), e o método com água a temperatura ambiente (ATA). No mês de maio foi comparado o método do hiper-resfriamento com o método do gelo nas extremidades, e no mês de julho foi comparado o método do hiper-resfriamento com aquele de água a temperatura ambiente.

5.3.1 Método de hiper-resfriamento (HR)

Este método consiste em despejar água a temperatura de 6-8°C por todo o corpo do animal (Figuras 5 e 6), permitindo a permanência da água gelada sobre os pêlos e a pele do animal por aproximadamente um minuto, trocando calor com a superfície corporal (MARLIN et al., 1998; WILLIAMSON et al., 1995). A seguir, o excesso de água é retirado com a ajuda de um rodinho, e uma nova camada de água fria é despejada sobre o pelame, repetindo-se o procedimento. Neste estudo, estes ciclos foram repetidos durante 20 minutos, e interrompidos a cada 5 minutos para registro das variáveis fisiológicas.



Figura 5- Despejando água no dorso do cavalo com o regador.



Figura 6- Retirando água com o rodinho

5.3.2 Método com gelo nas extremidades e secagem do suor (GE)

Neste método foi aplicado gelo contido em arneses (bolsas envolventes) desenhados para tal fim, que abrangeram a extremidade anterior, do casco até 10 cm abaixo da axila (Figura 7). Os arneses consistiram em 6 pequenas bolsas unidas formando uma espécie de caneleira. Estas bolsas foram preenchidas com gelo moído, para melhor se adaptar à forma da extremidade podal, e foram fixadas aos membros anteriores por 4 cintas com Velcro® de 5 cm de largura. O tecido externo foi de tapeçaria, para dar firmeza e promover o isolamento térmico com o exterior, e o tecido em contato com a pele foi de nylon fino, para facilitar a troca de calor entre o gelo e a pele. A área total de contato do arnês com a pele do membro foi de 1500 cm² (50 x 30 cm). O peso total de cada arnês com gelo variou entre 3 e 4 quilos. A temperatura no espaço existente entre o arnês e a pele foi aferida com termômetro de mercúrio, e calculada em 5-6 °C.

Estes arneses foram fixados aos membros anteriores por vinte minutos, nos membros posteriores foi despejada água gelada com um regador (Figura 7). O restante do corpo não foi molhado, e o suor produzido foi retirado com toalhas (Figura 8), para facilitar a troca de calor com o ambiente através da evaporação. Visando eliminar a camada de ar existente entre os pêlos das extremidades e o gelo contido no arnês, foi despejada água gelada entre o arnês e a pele para prover maior contato direto e facilitar a troca de calor por condução.



Figura 7- Arneses fixados e membros posteriores sendo irrigados.



Figura 8- Secando o suor com uma toalha.

5.3.3 Método com água a temperatura ambiente (ATA)

O método com água a temperatura ambiente foi conduzido de maneira semelhante ao método HR. A única diferença consistiu-se na temperatura da água utilizada que, estava a 25°C, em vez de 6-8°C. Esta temperatura foi obtida através de uma caixa de 500 L cheia de água, colocada no interior da Câmara Bioclimática aquecida, por cerca de 20 horas antes da utilização.

5.4 Protocolo

Cada etapa do estudo, tanto em maio quanto em julho, foi dividida em 4 dias. Dos 9 cavalos utilizados no mês de maio, 4 foram sorteados para o primeiro dia, 2 para tratamento HR e 2 para o tratamento GE. Os 5 animais restantes foram sorteados aos tratamentos no segundo dia, 3 para o tratamento GE e 2 para o tratamento HR. No terceiro dia os 4 primeiros cavalos foram destinados aos tratamentos aos quais não haviam sido submetidos. No quarto dia os outros 5 animais também passaram pelos outros tratamentos, 3 em HR e 2 em GE. Em julho foi aplicada a mesma metodologia, com a única diferença que os tratamentos foram HR e ATA. Os procedimentos tiveram início às 12:00 h e foram finalizados às 16:30 h em todos os casos, para aproveitar as horas de maior calor do dia.

Antes de iniciar o experimento, os animais foram examinados clinicamente para averiguar o estado de higidez e hidratação. Todos apresentaram hidratação normal e foram considerados hígidos e aptos ao teste.

Uma vez os animais preparados, depilados e marcados com giz de cera, foram aferidas as 9 variáveis fisiológicas em estudo, para determinar os níveis basais, ou pré-exercício, das mesmas.

O protocolo de exercício deste estudo foi elaborado visando incrementar a temperatura corporal sem induzir perdas de líquido por sudação, para não comprometer a resposta ao resfriamento (NAYLOR et al, 1993), e o tempo de duração foi estimado com base no trabalho de Kohn, Hinchcliff e McKeever (1999) que foi de $28,9 \pm 3,4$ minutos.

Os cavalos foram exercitados no picadeiro do Setor de Eqüideocultura da PCAPS-USP, encilhados e montados, segundo o seguinte protocolo:

Três minutos ao passo.

Sete minutos ao trote.

Dezoito minutos ao galope curto.

Dois minutos ao trote.

Uma vez finalizado o exercício, os arreios foram retirados rapidamente e os animais direcionados à Câmara Bioclimática, percorrendo para tal uma distância de 80 metros, dispendendo no trajeto 2 minutos aproximadamente. A Câmara Bioclimática foi previamente ajustada a uma temperatura de $36,33 \pm 1,53^{\circ}\text{C}$, e $49,27 \pm 1,7\%$ de UR. Imediatamente após o ingresso na câmara esta foi fechada e vedada, e sem iniciar o tratamento, as nove variáveis em estudo foram aferidas no minuto 0.

Finalizada esta aferição iniciava-se o tratamento correspondente a cada animal, até o minuto 5, momento no qual o tratamento era suspenso e as variáveis aferidas novamente, e assim sucessivamente, de 5 em 5 minutos, até o minuto 20, onde os tratamentos foram interrompidos. Novas aferições foram feitas nos minutos 25 e 30 para avaliar os efeitos residuais dos tratamentos.

Tempo das mensurações:

Pré-exercício:

Basal

Pós-exercício:

Minuto 0

Sem tratamento

Pós-exercício:	Minuto 5	Com tratamento
Pós-exercício:	Minuto 10	Com tratamento
Pós-exercício:	Minuto 15	Com tratamento
Pós-exercício:	Minuto 20	Com tratamento
Pós-exercício:	Minuto 25	Sem tratamento
Pós-exercício:	Minuto 30	Sem tratamento

5.5 Variáveis mensuradas

Com o objetivo de padronizar as mensurações, evitando as diferenças entre os observadores, cada variável foi destinada ao registro por uma mesma pessoa, que fez todas as medições do princípio ao fim do teste.

5.5.1 Variáveis ambientais

Foram registradas as variáveis temperatura do ar (TA) e temperatura de globo negro (TGN) tanto no picadeiro quanto na Câmara Bioclimática, a velocidade do ar no picadeiro, e a umidade relativa na Câmara Bioclimática.

5.5.1.1 Temperatura ambiental

As temperaturas ambientais no picadeiro e na Câmara Bioclimática foram registradas com termômetros de máxima e mínima Incoterm®, no picadeiro e na Câmara Bioclimática. O termômetro do picadeiro foi colocado na sombra, e o da Câmara Bioclimática, a uma distância de 3 metros do animal.

5.5.1.2 Temperatura radiante

As temperaturas radiantes, do picadeiro e da Câmara Bioclimática, foram registradas com termômetros de globo negro, um de coluna de mercúrio com leitura direta, e outro com *data logger* iButton T-MEX®, versão V3.22. Os registros da TGN de coluna de mercúrio foram feitos a cada 10 minutos.

5.5.1.3 Velocidade do ar

Para detectar possíveis diferenças entre tratamentos ou experimentos por fatores convectivos, foi registrada a velocidade do ar no picadeiro, através de anemômetro digital portátil Instrutherm®, modelo AD-145 (Figura 13), a cada 10 minutos, durante todos os períodos de exercício dos cavalos.

5.5.1.4 Umidade relativa

A umidade relativa na Câmara Bioclimática foi registrada com higrômetro Hygrotherm® TFA, a cada 10 minutos durante os tratamentos. O higrômetro foi posicionado a uma distância de 3 metros do animal.

5.5.2 Variáveis fisiológicas

Foram registrados os valores de frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), taxa de sudorese (SUD), temperatura retal (TR), temperatura superficial do pescoço (TSP), temperatura superficial do tórax (TST), temperatura superficial da garupa (TSG), temperatura auricular (TAu) e temperatura da base da cauda (TBC).

5.5.2.1 Frequência Cardíaca

A FC foi aferida com fonendoscópio (Rappaport®) por auscultação direta na área cardíaca do lado esquerdo do animal, durante 60 segundos. Para evitar variações na FC devido ao manuseio com outras mensurações, primeiro foi aferida esta variável e depois as restantes.

5.5.2.2 Frequência Respiratória

A FR foi mensurada por observação direta do gradil costal, com o observador posicionado no posterior, do lado esquerdo do animal, e com um ângulo de visão de 45 graus em relação à borda caudal da última costela.

5.5.2.3 Taxa de Sudação

Para medir as taxas de sudação foi empregada a metodologia de Berman (1957), modificada por Schleger e Turner (1965), da seguinte maneira:

a) Folhas de papel de filtro Whatman nº1 foram embebidas em solução de cloreto de cobalto a 10%, e posteriormente secadas em estufa a 40°C, por 2 horas; o papel seco foi então cortado em pequenos discos de 0,53 cm de diâmetro (Figura 9), com o auxílio de um furador metálico em aço inoxidável; os discos, após nova secagem a 40°C por 30 minutos, foram rapidamente colocados sobre uma lâmina de vidro de microscopia, em número de 3 (Figura 10), e fixados com fita adesiva transparente de 3/4 de polegada; as lâminas assim montadas foram armazenadas em dessecador contendo sílica gel.



Figura 9- Papel de filtro embebido em cloreto de cobalto, seco e cortado em discos de 0,53 cm de diâmetro



Figura 10- Montagem das lâminas com os discos para fixação com fita.

b) Uma área de 50 cm² (5 x 10 cm) no lado esquerdo do pescoço de cada animal foi depilada, lavada e seca; esta área não foi molhada em nenhum tratamento, para não interferir na medição. A fita adesiva, após ser removida da lâmina de vidro, foi aplicada na região depilada (Figura 11); cronometrou-se o tempo de viragem de cor, do azul violáceo para o rosa claro, de cada um dos 3 discos, e calculou-se a média (Figura 12).

c) Ao tempo médio de viragem, em segundos, foi aplicado à fórmula:

$$\text{TAXA DE SUDAÇÃO} = (22 \times 60) \div 2,06 \times t$$

onde 22 é a quantidade em gramas de água necessária para fazer virar a cor de 1m² do papel de filtro; 60 o número de segundos por minuto; a área de pele abrangida

por um disco representa 2,06 vezes a área deste; e t o tempo médio de viragem (em segundos); o resultado foi obtido em $\text{g m}^{-2} \text{min}^{-1}$.



Figura 11- Fita com discos aderida à área depilada na tábua do pescoço.



Figura 12- Viragem de cor do cloreto de cobalto

5.5.2.4 Temperatura Retal

A temperatura retal foi medida com termômetro clínico digital (Incoterm Ltda.) aprovado pelo Inmetro (Figura 13), introduzido a 5 cm de profundidade do ânus.

5.5.2.5 Temperaturas Superficiais

As temperaturas superficiais do pescoço (TSP), tórax (TST) e garupa (TSG) foram aferidas em graus Celsius com termômetro laser RAYNGER ST®, modelo RayTek (Figura 13), calibrado para emissividade de 0,98, do lado esquerdo do animal. Para evitar variações nos pontos de medida, estes foram marcados com um X antes do início do experimento com giz de cera da seguinte maneira:

TSP: ponto médio da linha que une o ponto mais caudal do osso Atlas com o ponto mais proeminente da crista escapular (Figura 14). Esta região do pescoço tem uma rica irrigação sangüínea e foi usada como referência no estudo de Art, Votion e Lekeux (1995).

TST: ponto médio da linha que une o ponto mais caudal da cartilagem escapular com a tuberosidade ilíaca (Figura 14). Em estudo termográfico de Marlin et al. (1998), este ponto mostrou a maior variabilidade térmica, e é considerado representativo da média da superfície corporal.

TSG: ponto médio da linha que une a tuberosidade ilíaca com a inserção da cauda (Figura 14), segundo metodologia proposta por Marlin et al.(1998) e Kohn, HInchcliff e McKeever (1999).



Figura 13- Instrumentos usados no registro das variáveis climáticas e fisiológicas

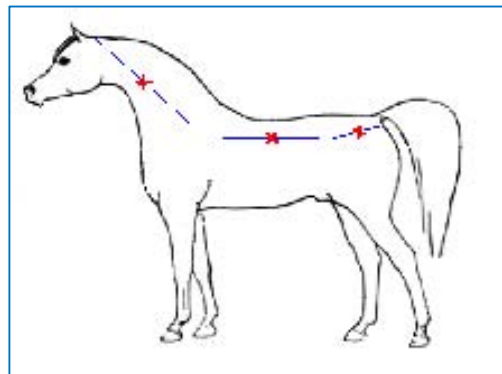


Figura 14- Pontos usados para registro das temperaturas superficiais

5.5.2.6 Temperatura Auricular

A temperatura auricular foi aferida com termômetro infravermelho PRO-CHECK®, modelo TH1DB1 (Figura 9), que foi posicionado dentro do ouvido médio do animal do lado esquerdo. O estresse provocado por esta manobra foi mínimo devido à rapidez da leitura, de 2-3 segundos aproximadamente.

5.5.2.7 Temperatura da Base da Cauda

A temperatura da base da cauda foi mensurada com termômetro infravermelho PRO-CHECK®, modelo TH1DB1 (Figura 9), posicionado na projeção da artéria coccígea a 10 cm do início da cauda na posição ventral, segundo metodologia proposta por Marlin et al. (1998).

5.6 Recursos Humanos

Doze pessoas foram necessárias para a execução dos experimentos. O grupo externo foi destinado ao exercício no picadeiro, formado por 2 pessoas para montar os cavalos e 2 para apoio, levando e trazendo cavalos, selando, controlando os

tempos do exercício, e registrando a temperatura do ar, a temperatura do globo negro, a umidade relativa e a velocidade do ar, a cada 10 minutos. O grupo que trabalhou na Câmara Bioclimática foi formado por 8 pessoas, sendo uma para aferir FC e FR, uma para medir temperaturas superficiais e retal, uma para medir a taxa de sudorese, temperatura auricular e da base da cauda, duas para despejar água, secar e passar o rodo nos animais, uma para fazer anotações e duas para preparar água gelada e dar apoio.

5.7 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi um *cross-over* com medidas repetidas no tempo, onde o animal que foi sorteado para determinado tratamento no dia 1 fez o outro tratamento no dia 3, e o que foi sorteado no dia 2 fez o outro tratamento no dia 4.

5.8 Análise Estatística

Os dados foram submetidos a uma análise de variância (ANOVA) e um teste de normalidade dos resíduos. Cada variável de cada tratamento foi submetida a uma análise de regressão linear. As médias foram comparadas tempo a tempo pelo teste T de *Student*. Todas as análises foram processadas com o programa computacional *Statistical Analysis System* (SAS, 2000). O nível de significância adotado foi de 5%.

6. Resultados

Devido às diferenças observadas nas condições ambientais entre experimentos, não foi possível fazer uma análise estatística conjunta dos três tratamentos. Por tanto, os resultados dos meses de maio e julho são apresentados separadamente. Uma comparação das condições ambientais de ambos experimentos é apresentada ao final dos resultados.

6.1 Experimento de maio

Nos resultados do mês de maio estão relacionados, em primeiro lugar, as condições ambientais em que foram desenvolvidos os experimentos, e a continuação, os resultados de cada uma das nove variáveis fisiológicas analisadas.

6.1.1 Condições ambientais no experimento do mês de maio

As condições ambientais de dois ambientes foram registradas neste experimento, um ambiente externo, representado pelo picadeiro onde foram desenvolvidos os exercícios, e um ambiente controlado, a Câmara Bioclimática, onde foram aplicados os tratamentos.

6.1.1.1 Picadeiro

No ambiente externo foram registradas a temperatura ambiente (TA), a temperatura de radiação ou de globo negro (TGN), e a velocidade do ar (VA). A tabela 1 relaciona as médias dos registros obtidos no experimento do mês de maio.

Tabela 1- Médias e erros padrão de temperatura ambiente (TA), temperatura de globo negro (TGN) e velocidade do ar (VA) em metros por segundo, no picadeiro, durante o exercício dos cavalos destinados ao tratamento com gelo nas extremidades (GE) e ao tratamento do hiper-resfriamento (HR), no mês de maio.

Tratamento	TA	TGN	VA
GE	28,11 ^a ±0,5	41,02 ^a ±2,4	0,49 ^a ±0,17
HR	27,83 ^a ±0,3	40,98 ^a ±0,9	0,53 ^a ±0,17

^a Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$)

6.1.1.2 Câmara Bioclimática

No interior da Câmara Bioclimática foram registradas a temperatura ambiente (TA), a temperatura de radiação ou de globo negro (TGN), a umidade relativa ambiente (UR) e a temperatura existente entre a pele e o ar com gelo no tratamento GE, e da água usada para o hiper-resfriamento (TTr). A tabela 2 contém as médias dos registros destas variáveis, obtidos no experimento do mês de maio.

Tabela 2- Médias e erros padrão da temperatura ambiente (TA), temperatura de globo negro (TGN), temperatura dos tratamentos (TTr) com gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius, e umidade relativa (UR) em porcentagem, na Câmara Bioclimática, durante o experimento do mês de maio.

Tratamento	TA	TGN	UR	TTr
GE	37,67±0,5 ^a	37,67±0,5 ^a	49,22±1,4 ^a	5,56±0,9
HR	37,78±0,4 ^a	37,78±0,4 ^a	49,33±2,1 ^a	5,89±1,1

^a Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$)

6.1.2 Variáveis fisiológicas

Os resultados das variáveis fisiológicas analisadas durante o mês de maio são apresentados em tabelas, que contem os dados observados a campo durante o teste, e em figuras, que ilustram o comportamento destas variáveis com base nos dados estimados pelo modelo de regressão.

O ponto B das figuras representa os valores basais pré-exercício de cada variável; o ponto -5 não foi aferido, simplesmente e uma estimativa do modelo, e foi

adicionado à curva para facilitar a compreensão do evento. Os números restantes correspondem aos minutos nos que foram efetuados os registros.

6.1.2.1 Frequência Cardíaca

Não foi observada diferença entre tratamentos ($p=0,6750$) para a variável frequência cardíaca (FC). O coeficiente de variação (CV) foi de 24%.

A tabela 3, que contém os dados observados durante o teste, indica um decréscimo nos bpm desde o início de ambos tratamentos no minuto 0 até o minuto 25, e uma estabilização dos bpm do minuto 25 ao minuto 30.

Os bpm observados no tratamento GE foram sempre superiores aos do tratamento HR, porém sem diferença estatística.

Tabela 3- Frequências cardíacas médias observadas ($n=9$) correspondentes aos tratamentos gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR), em batimentos por minuto.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
GE	36,22 ^a	67,22 ^a	58,22 ^a	51,44 ^a	47,33 ^a	46,22 ^a	43,78 ^a	43,78 ^a
HR	37,22 ^a	64,00 ^a	57,56 ^a	48,56 ^a	46,00 ^a	45,11 ^a	43,78 ^a	43,78 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p<0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício sem tratamento

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias sem tratamento.

A curva de dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 15) contém as médias dos dois tratamentos. Nela pode-se observar um decréscimo dos bpm no início do resfriamento no minuto 0, que se mantém até o minuto 25, momento a partir do qual inverte a tendência. Este aumento no final do teste foi significativo para os dados estimados pelo modelo de regressão linear ($p<0,0001$).

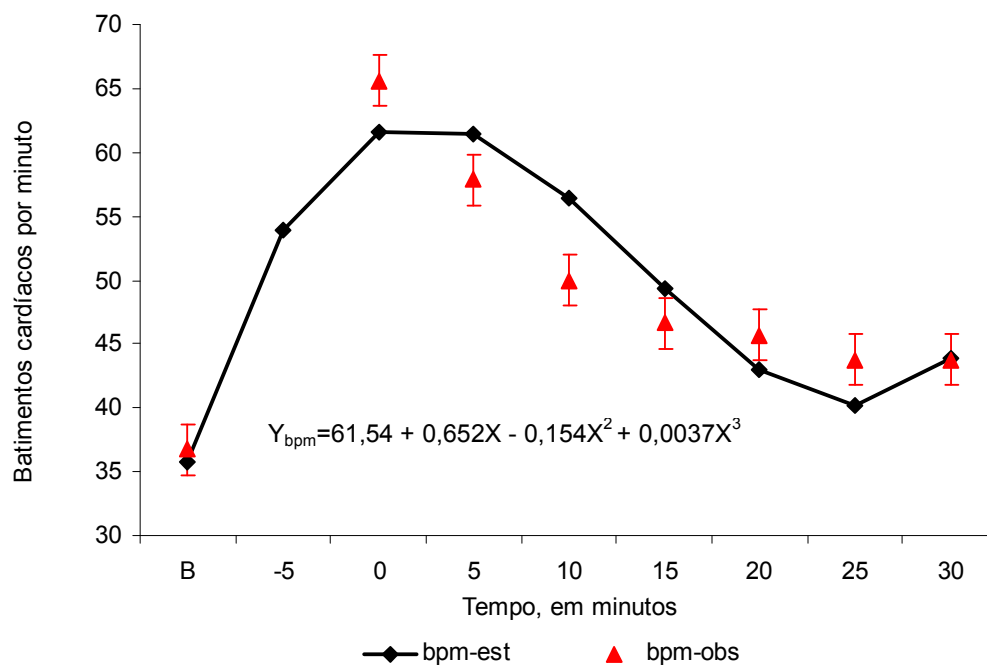


Figura 15- Batimentos cardíacos por minuto de ambos tratamentos. A curva em preto representa as médias dos dados estimados pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias dos dados observados, e os seus erros padrão.

6.1.2.2 Frequência Respiratória

Não foi observada diferença significativa entre tratamentos ($p=0,076$) para a variável frequência respiratória (FR); apesar do nível de significância ter sido levemente superior aos 5%, esta diferença foi considerada não significativa.

A tabela 4 expõe valores de FR do tratamento GE superiores aos do HR em todos os momentos do teste, chegando ao dobro no caso do minuto 20. O fato de não existir diferença estatística entre ambos conjuntos de dados pode ser explicado pela grande variabilidade observada no conjunto total dos dados ($CV=76,48\%$).

A FR diminuiu nos dois tratamentos do início no minuto 0 até o final do resfriamento no minuto 20, momento a partir do qual começou a aumentar até o minuto 30.

Tabela 4- Freqüências respiratórias médias observadas (n=9), correspondentes aos tratamentos gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR), em movimentos respiratórios por minuto.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
GE	20,11 ^a	82,67 ^a	71,22 ^a	66,56 ^a	58,78 ^a	54,78 ^a	59,00 ^a	59,00 ^a
HR	19,22 ^a	74,56 ^a	51,11 ^a	40,11 ^a	32,44 ^a	27,67 ^a	33,33 ^a	36,22 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores aos tratamentos

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias pós-exercício posteriores aos tratamentos.

Na curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear da figura 16 estão contidas as médias dos dois tratamentos, e na mesma é possível observar uma estabilização da FR desde o início do resfriamento no minuto 0 até o minuto 5, momento em que começa a diminuir e assim se mantém até o minuto 25.

Do minuto 25 ao minuto 30 é possível observar um aumento da FR, tanto nos dados observados quanto nos dados estimados, que foi significativo ($p < 0,0001$).

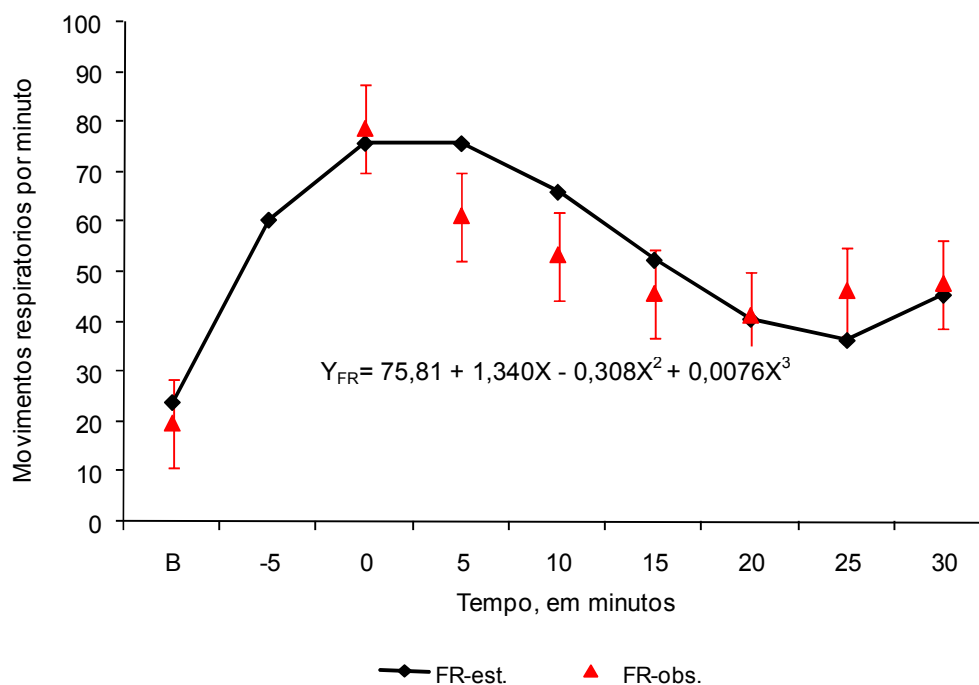


Figura 16- Movimentos respiratórios médios por minuto de ambos tratamentos. A curva em preto representa as médias dos dados estimados pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias os dados observados, e os erros padrão.

6.1.2.3 Sudação

Não foi observada diferença significativa entre tratamentos ($p=0,663$) para a variável taxa de sudação (SUD). O coeficiente de variação do total dos dados observados foi muito elevado (71,73%), indicando uma grande dispersão dos mesmos.

A tabela 5, que contém os dados observados a campo durante o teste, mostra uma superioridade aritmética nos valores de SUD do tratamento GE, desde o início da aplicação dos tratamentos no minuto 0 até o minuto 10, momento no qual a relação se inverte e assim se mantêm até o minuto 25, onde os valores de GE voltam a ser maiores que HR, já no minuto 30. Em ambos tratamentos, a SUD do minuto 30 é superior à do minuto 0, tanto nos valores observados quanto nos estimados.

Tabela 5- Médias de taxa de sudação observadas ($n=9$) em gramas por metro quadrado de pele por minuto, correspondentes aos tratamentos gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR).

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
GE	10,45 ^a	38,47 ^a	32,55 ^a	36,74 ^a	32,31 ^a	32,56 ^a	36,09 ^a	40,46 ^a
HR	6,29 ^a	28,60 ^a	29,98 ^a	30,15 ^a	32,85 ^a	32,94 ^a	41,76 ^a	35,24 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p<0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores aos tratamentos.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias pós-exercício posteriores aos tratamentos.

A curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 17), que contém as médias dos dois tratamentos, mostra através do teste um incremento moderado na SUD do início dos resfriamentos no minuto 0 até o minuto 10, e a continuação uma diminuição suave até o minuto 20, que não chega a atingir os valores do minuto 0, e um aumento a partir do minuto 20 até o minuto 30. Este aumento da SUD no final do teste foi significativo ($p=0,0063$).

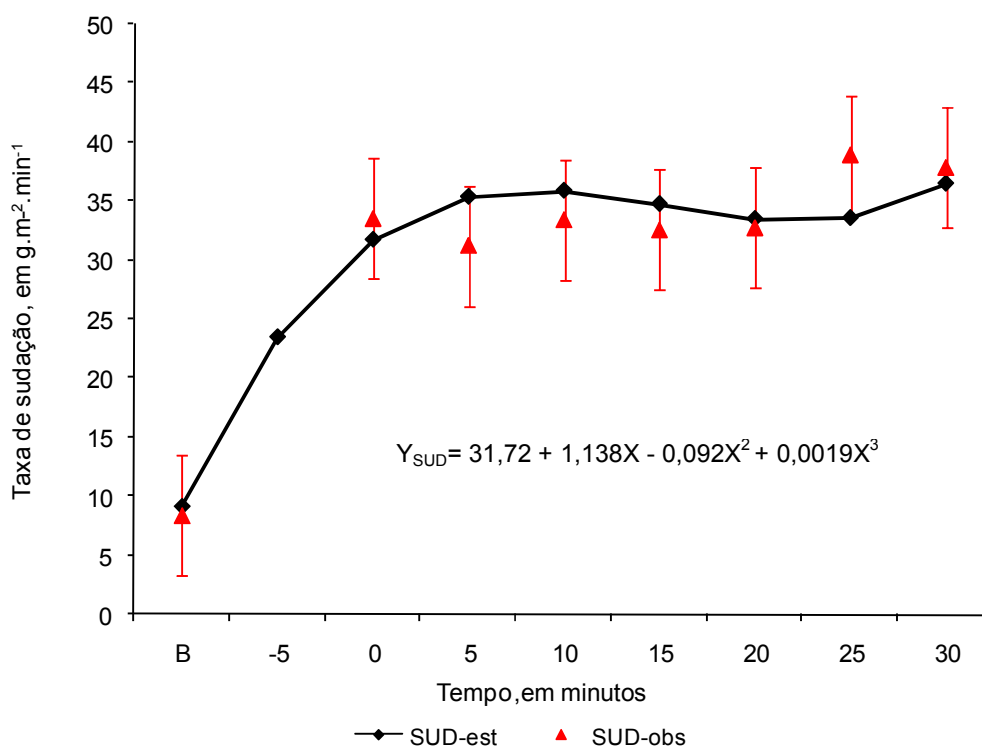


Figura 17- Taxas médias de sudorese de ambos tratamentos. A curva em preto representa as médias dos dados estimados pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias dos dados observados, e os seus erros padrão.

6.1.2.4 Temperatura Retal

Não foi observada diferença entre tratamentos ($p= 0,2375$) para a variável temperatura retal (TR). O baixo coeficiente de variação (2,18%) indica uma baixa dispersão dos dados para esta variável.

A tabela 6 mostra, no tratamento GE, um aumento na TR 5 minutos após o início do resfriamento, e a partir deste ponto, uma diminuição até o final do tratamento, no minuto 20, momento em que aumenta levemente até o minuto 25, para finalizar com uma nova diminuição no minuto 30. No tratamento HR, a temperatura diminuiu desde o início do resfriamento no minuto 0, até o minuto 15, momento em que sofre um aumento, para finalizar em queda até o minuto 30.

Em ambos tratamentos, a TR do final do experimento foi inferior a do início no minuto 0, tanto nos dados observados quanto nos estimados. As TR do tratamento GE foram, do minuto 0 ao minuto 30, superiores as do tratamento HR, porém sem diferença significativa.

Tabela 6- Temperaturas retais médias observadas (n=9) correspondentes aos tratamentos gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
GE	37,37 ^a	39,39 ^a	39,44 ^a	39,37 ^a	39,37 ^a	39,27 ^a	39,30 ^a	39,12 ^a
HR	37,46 ^a	39,27 ^a	39,26 ^a	39,12 ^a	39,20 ^a	39,02 ^a	38,80 ^a	38,72 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores aos tratamentos.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias pós-exercício posteriores aos tratamentos.

A curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 18), que é composta pelas médias dos dois tratamentos, mostra um aumento na TR do início do resfriamento, do minuto 0 até o minuto 5, momento a partir do qual começa a diminuir gradativamente até o minuto 30.

A TR só retoma o valor inicial, do minuto 0, no minuto 15. Do minuto 25 ao minuto 30 a TR continua diminuindo, mas com tendência a estabilizar. Este efeito de estabilização da TR no final do teste foi significativo no modelo de regressão linear ($p < 0,0001$).

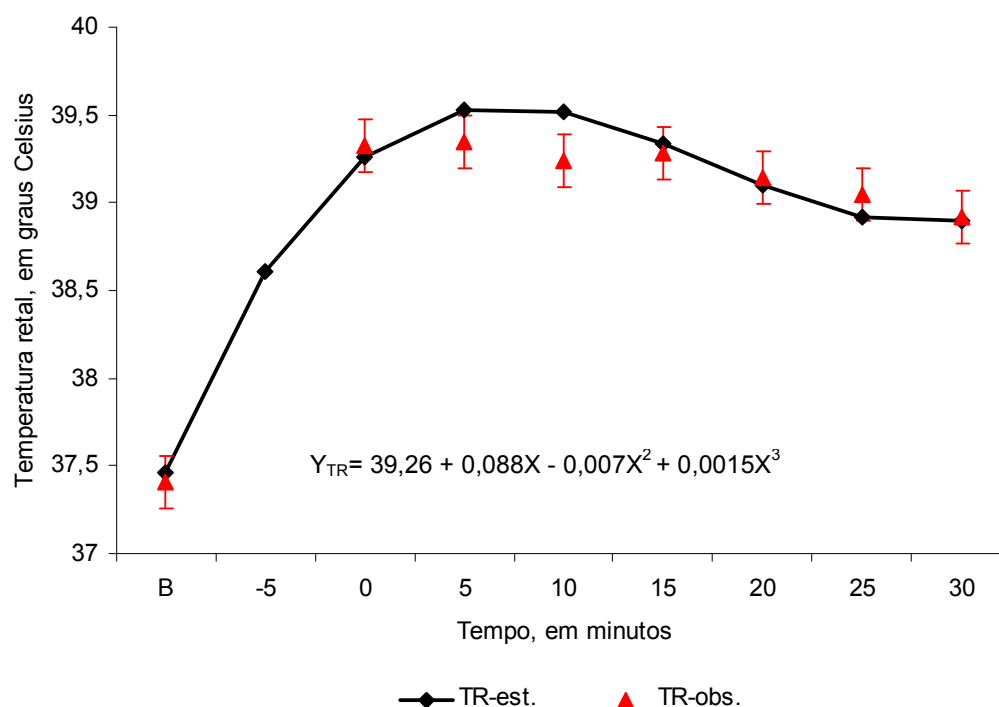


Figura 18- Temperaturas retais médias de ambos tratamentos. A curva em preto representa as médias dos dados estimados pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias dos dados observados, e os seus erros padrão.

6.1.2.5 Temperatura Superficial do Pescoço

Foi observada diferença significativa entre tratamentos ($p=0,0187$) para a variável temperatura superficial do pescoço (TSP), assim com interação significativa entre tratamentos e tempo ($p<0,0001$). O coeficiente de variação do total dos dados observados foi de 5,6%.

A tabela 7, que relaciona as TSP observadas a campo durante o experimento, mostra temperaturas maiores no tratamento GE, comparadas ao tratamento HR, ao longo de todo o teste.

A TSP aumenta suavemente, no tratamento GE, do minuto 0 ao minuto 5, e a partir deste ponto começa a diminuir até o final do resfriamento, no minuto 20; a continuação se produz um novo aumento até o minuto 25, para finalizar com um leve decréscimo no minuto 30.

No tratamento HR, a TSP diminuiu do minuto 0 até o minuto 10, e a partir deste ponto sofre um aumento constante até o final do teste no minuto 30.

A TSP do minuto 30 nos dois tratamentos finaliza por baixo da TSP inicial do minuto 0, mas com valores muito similares a esta.

Tabela 7-Temperaturas superficiais médias do pescoço observadas (n=9) correspondentes aos tratamentos gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
GE	31,94 ^a	37,39 ^a	37,43 ^a	37,29 ^a	36,79 ^a	36,42 ^a	36,74 ^a	36,66 ^a
HR	31,59 ^a	36,62 ^a	36,41 ^a	35,50 ^b	35,56 ^b	35,80 ^a	36,08 ^a	36,21 ^a

^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores aos tratamentos.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias pós-exercício posteriores aos tratamentos.

As curvas dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 19) mostram um aumento da TSP nos dois tratamentos do minuto 0 ao minuto 5, e a continuação uma diminuição destes valores até o minuto 25. As TSP só retornam ao valor do minuto 0 em algum ponto entre o minuto 10 e o minuto 15.

Do minuto 25 ao minuto 30 é possível observar um aumento da TSP em ambos tratamentos, mais pronunciado no tratamento HR. Este aumento foi significativo em ambos tratamentos ($p < 0,0001$).

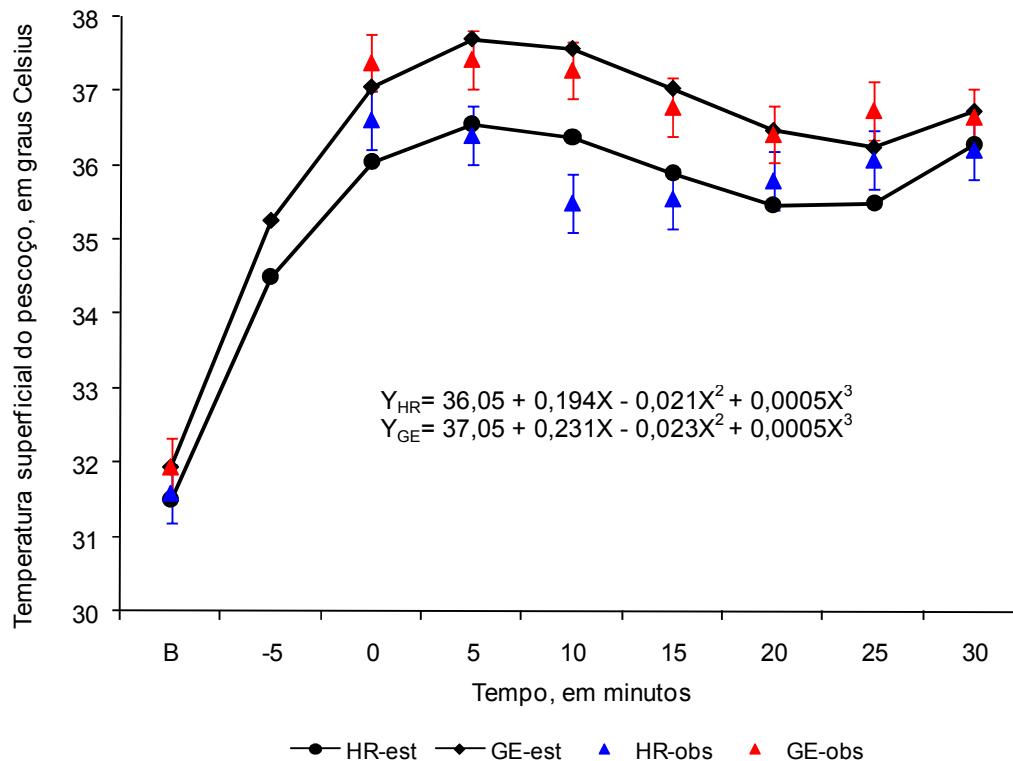


Figura 19- Temperaturas superficiais médias do pescoço dos tratamentos GE e HR. As curvas em preto representam as médias dos dados de cada tratamento, estimados pelo modelo de regressão linear. Os triângulos em vermelho representam as médias dos dados observados com os erros padrão do tratamento GE, e os triângulos em azul as médias dos dados observados com os erros padrão do tratamento HR.

6.1.2.6 Temperatura Superficial do Tórax

Foi observada uma diferença significativa entre tratamentos ($p < 0,0001$) para a variável temperatura superficial do tórax (TST). Houve também interação entre tempo e tratamento ($p < 0,0001$). O coeficiente de variação foi de 8,81%, indicando uma baixa dispersão de dados nesta variável.

Na tabela 8, onde estão relacionados os dados de TST observados no teste, pode-se notar que os resultados divergem já a partir do início do tratamento (minuto 5), e assim se mantêm até o minuto 25, 5 minutos após o final dos resfriamentos. No minuto 30 ambos valores convergem na igualdade estatística. As TST do tratamento GE foram superiores as do tratamento HR ao longo de todo o teste.

Tabela 8- Temperaturas médias superficiais do tórax observadas (n=9), correspondentes aos tratamentos gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
GE	31,93 ^a	36,78 ^a	36,84 ^a	36,57 ^a	36,42 ^a	36,49 ^a	36,56 ^a	36,53 ^a
HR	31,80 ^a	36,30 ^a	33,11 ^b	30,89 ^b	31,10 ^b	30,24 ^b	34,58 ^b	35,40 ^a

^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores aos tratamentos.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias pós-exercício posteriores aos tratamentos.

Na figura 20 pode-se observar que o tratamento HR produz uma diminuição acentuada de temperatura, chegando a valores inferiores à TST basal a partir do minuto 15, tanto nos dados observados quanto nos estimados, e mais ainda no momento final do tratamento (minuto 20).

A partir da suspensão do tratamento no minuto 20 pode-se observar uma rápida recuperação da TST, que alcança valores semelhantes aos do tratamento GE no minuto 30. Os dados estimados pelo modelo de regressão linear mostram uma temperatura final (minuto 30) de ambos tratamentos, superior à temperatura inicial (minuto 0).

A curva dos dados estimados no tratamento GE apresenta um aumento da TST do início do resfriamento até o minuto 10, e a partir deste ponto um a diminuição suave até o minuto 25, momento em que aumenta novamente. Este aumento da TST no final do teste foi significativo nos dois tratamentos ($p < 0,0001$).

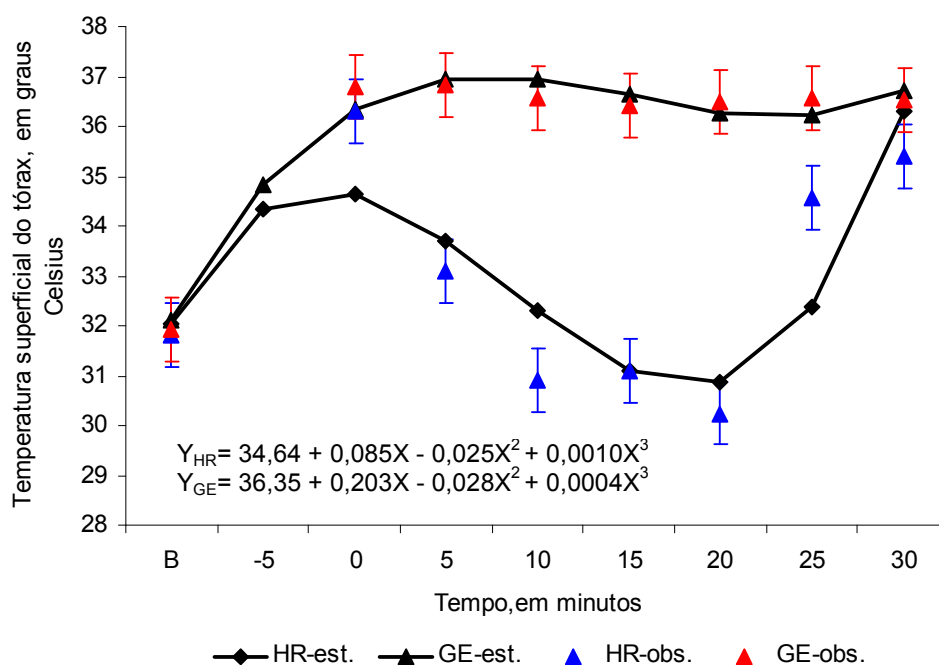


Figura 20- Temperaturas médias superficiais do tórax dos tratamentos GE e HR. As curvas em preto representam as médias de cada tratamento, dos dados estimados pelo modelo de regressão linear. Os triângulos em vermelho representam as médias dos dados observados do tratamento GE com os seus erros padrão, e os triângulos em azul as médias dos dados observados do tratamento HR com os seus erros padrão.

6.1.2.7 Temperatura Superficial da Garupa

Foi observada diferença entre tratamentos ($p < 0,0001$) para a variável temperatura superficial da garupa (TSG). Houve também interação significativa entre tratamento e tempo ($p < 0,0001$). O coeficiente de variação foi de 8,45%, indicando uma baixa dispersão de dados. As curvas de ambos tratamentos foram similares aquelas da TST.

A tabela 9 expõe as médias dos dados observados a campo durante o experimento para cada tratamento, e mostra que as TSG do tratamento HR foram inferiores às do tratamento GE ao longo do teste em todos os tempos.

No tratamento GE, a TSG começa a diminuir a partir do minuto 0 até o minuto 20, momento no qual inicia um aumento até o minuto 25, para ter uma nova queda no minuto 30. A TSG final foi inferior à TSG do minuto 0 neste tratamento.

O tratamento HR induziu uma diminuição pronunciada na TSG do minuto 0 até o minuto 20, chegando a valores próximos aos basais. Nos minutos 25 e 30, a

TSG experimenta um aumento repentino, finalizando o teste com valor inferior ao inicial no minuto 0, e ao do tratamento GE no mesmo tempo.

Tabela 9- Temperaturas médias superficiais observadas da garupa (n=9) correspondentes aos tratamentos gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
GE	31,21 ^a	38,09 ^a	37,48 ^a	36,97 ^a	36,76 ^a	36,73 ^a	36,80 ^a	36,61 ^a
HR	30,83 ^a	37,30 ^a	34,19 ^b	32,80 ^b	32,06 ^b	31,18 ^b	34,08 ^b	35,21 ^a

^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$)

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores aos tratamentos.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias pós-exercício posteriores aos tratamentos.

Na figura 21 pode-se observar, a partir do minuto 5, uma divergência nas curvas dos dados estimados pelo modelo de regressão linear, correspondendo as temperaturas mais baixas ao tratamento HR, que ficam muito perto dos valores basais no minuto 20.

Enquanto o tratamento GE começa com um aumento da TSG até o minuto 5, o tratamento HR induz uma diminuição da TSG pronunciada que se estende até o minuto 20. A queda na TSG no tratamento GE só começa a partir do minuto 5, é mais moderada que a do tratamento HR, e se estende até o minuto 25.

Um aumento na TSG pode ser observado no final dos dois tratamentos, sendo mais pronunciado no tratamento HR. O aumento da TSG no final do tratamento HR é mais rápido que a diminuição durante o resfriamento. As TSG finais dos dois tratamentos ficaram abaixo da TSG do minuto 0, tanto nos dados observados quanto nos estimados, sendo a do tratamento GE superior a do tratamento HR. Este aumento final foi significativo nos dois tratamentos ($p < 0,0001$)

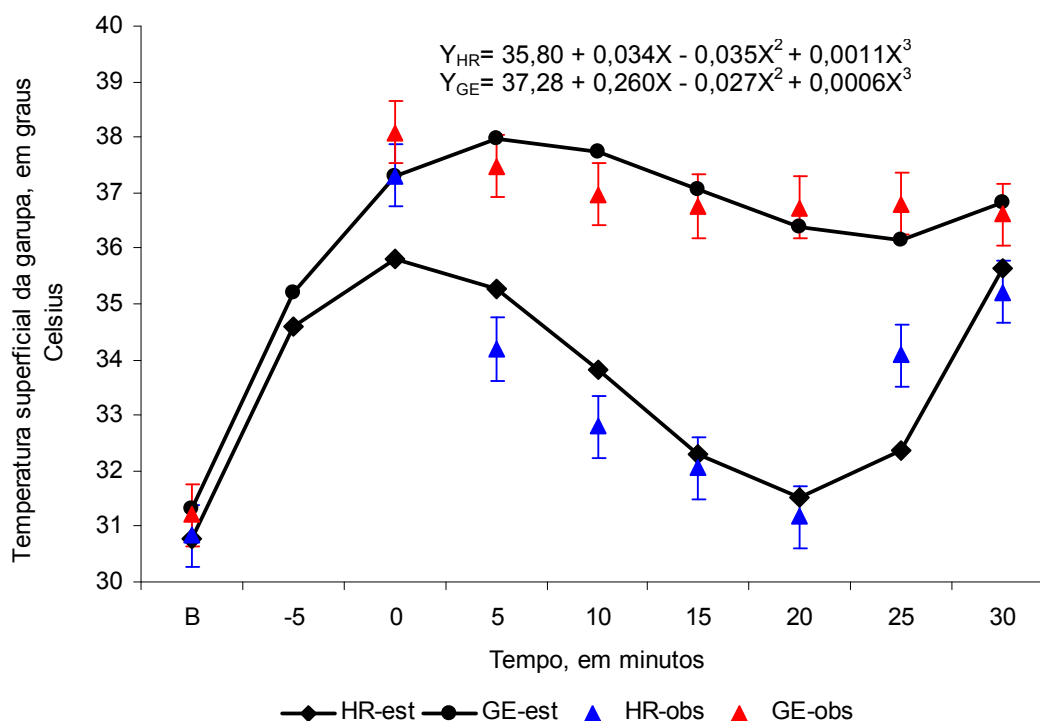


Figura 21- Temperaturas médias superficiais da garupa dos tratamentos GE e HR. As curvas em preto representam as médias de cada tratamento, estimadas pelo modelo de regressão linear. Os triângulos em vermelho representam as médias dos dados observados no tratamento GE, com os seus erros padrão, e os triângulos em azul as médias dos dados observados no tratamento HR, com os seus erros padrão.

6.1.2.8 Temperatura Auricular

Foi observada uma diferença estatística ($p=0,0446$) entre tratamentos, no modelo de regressão linear, para a variável temperatura auricular (TAu). O baixo valor do coeficiente de variação (3,93%) indica uma baixa dispersão dos dados para esta variável.

A tabela 10, que expõe os dados observados a campo, mostra que a TAU do tratamento HR foi inferior à do tratamento GE ao longo do teste em todos os tempos. O tratamento GE induziu uma diminuição na TAU a partir do minuto 0 até o minuto 20, estabilizando entre os minutos 10 e 15. Nos minutos 25 e 30 pode-se observar um aumento da TAU, que finaliza no minuto 30 abaixo do valor observado no minuto 0.

No tratamento HR é possível observar um pequeno aumento da TAU no minuto 5, com uma diminuição progressiva até o minuto 20. A partir da suspensão do resfriamento no minuto 20 até o minuto 25 a TAU aumenta, para diminuir no

minuto 30, e finalizar com valor muito semelhante ao do minuto 0, apesar de ser inferior ao mesmo.

Tabela 10- Temperaturas auriculares médias observadas (n=8) correspondentes aos tratamentos gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
GE	34,30 ^a	38,51 ^a	38,46 ^a	38,37 ^a	38,38 ^a	38,10 ^a	38,11 ^a	38,21 ^a
HR	33,99 ^a	37,98 ^a	38,07 ^a	37,83 ^a	37,79 ^a	37,71 ^a	37,77 ^a	37,71 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores aos tratamentos.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias pós-exercício posteriores aos tratamentos.

A curva dos dados estimados pelo modelo de regressão (figura 22) mostra uma resposta de ambos tratamentos muito semelhante, com um aumento da T_{Au} no início do resfriamento até o minuto 5, e a seguir uma diminuição suave até o minuto 25, momento a partir do qual se produz um incremento da T_{Au}, mais pronunciado no tratamento GE. Este aumento final foi significativo nos dois tratamentos ($p < 0,0001$).

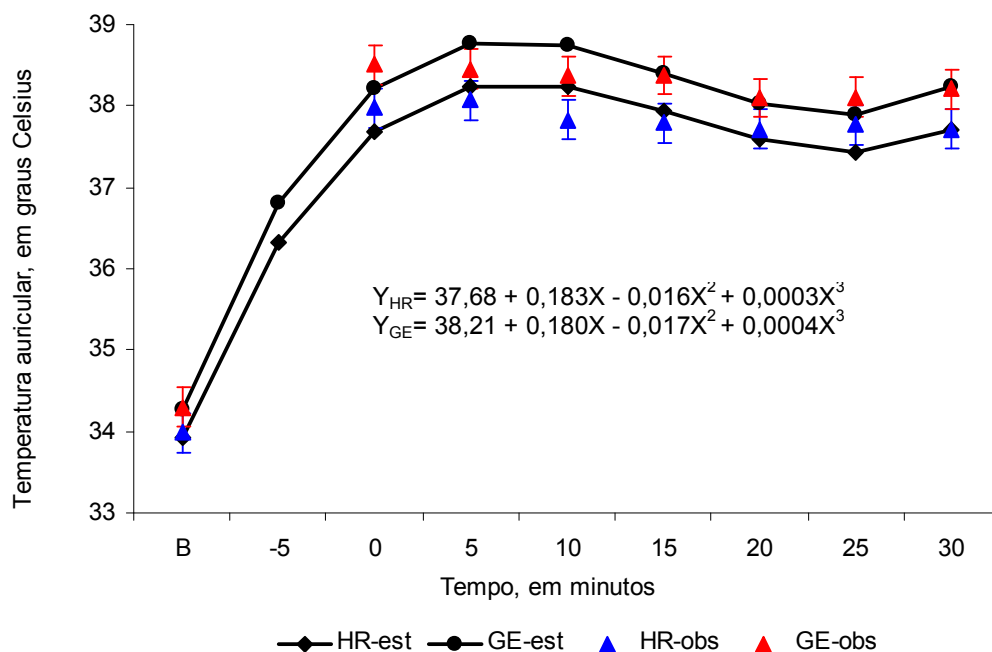


Figura 22- Temperatura auricular dos tratamentos GE e HR. As curvas em preto representam as médias de cada tratamento, estimadas pelo modelo de regressão linear. Os triângulos em vermelho representam as médias dos dados observados com os erros padrão do tratamento GE, e os triângulos em azul as médias dos dados observados com os erros padrão do tratamento HR.

6.1.2.9 Temperatura da Base da Cauda

Não foi observada diferença significativa entre tratamentos ($p=0,3380$) para a variável temperatura da base da cauda (TBC). O coeficiente de variação baixo (4,39%) sinaliza uma pequena dispersão de dados para esta variável.

A tabela 11 mostra, no tratamento GE, uma diminuição na TBC desde o início do resfriamento até o minuto 25, que finaliza com um leve aumento no minuto 30. A TBC final foi inferior à do início no minuto 0. Os dados tabelados do tratamento HR revelam um aumento da TBC no minuto 5, uma diminuição até o minuto 15, manutenção da TBC no minuto 20, um novo aumento no minuto 25, para finalizar em decréscimo no minuto 30.

Em ambos tratamentos, as TBC observadas do final do teste (minuto 30) foram inferiores às do início no minuto 0. Os dados estimados (figura 23) apontam uma relação inversa a anterior.

Tabela 11- Temperaturas médias da base da cauda observadas ($n=9$) correspondentes aos tratamentos gelo nas extremidades (GE) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
GE	34,21 ^a	39,10 ^a	39,02 ^a	39,00 ^a	38,94 ^a	38,68 ^a	38,60 ^a	38,61 ^a
HR	33,86 ^a	38,78 ^a	38,99 ^a	38,71 ^a	38,66 ^a	38,66 ^a	38,72 ^a	38,63 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p<0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores aos tratamentos.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias pós-exercício posteriores aos tratamentos.

Na curva dos dados estimados (figura 23), pode-se observar um aumento da TBC do minuto 0 até o minuto 10 dos tratamentos, momento a partir do qual se inicia uma diminuição que se mantém até o minuto 25. A TBC estimada só fica abaixo dos valores iniciais a partir do minuto 20. Nos últimos 5 minutos do teste é possível observar uma inversão desta tendência.

Este aumento na TBC no final do teste foi detectado como significativo ($p<0,0001$) pelo modelo de regressão linear.

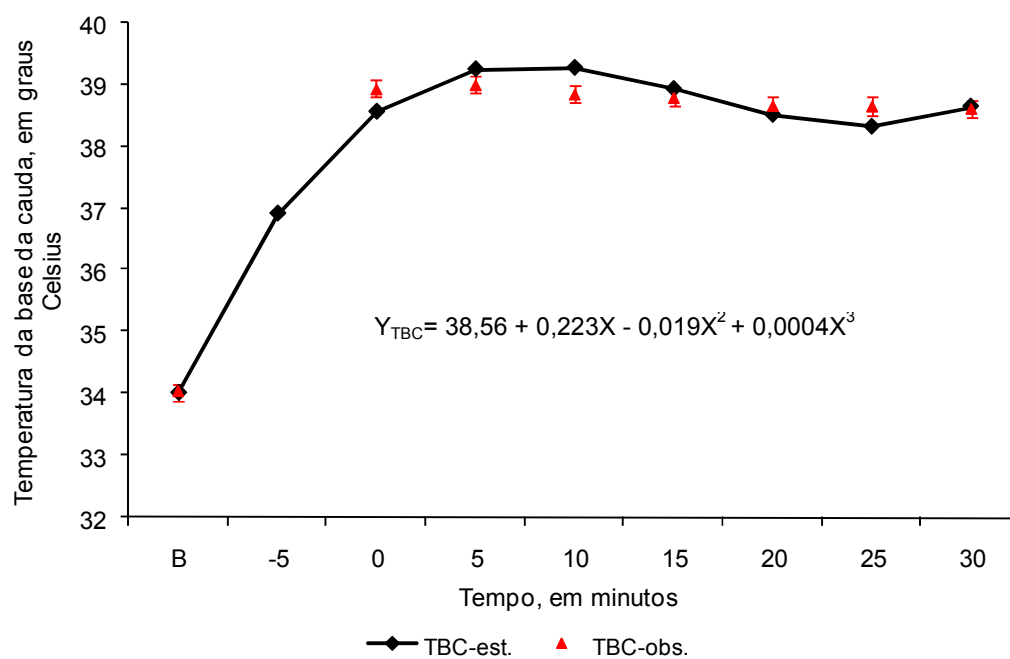


Figura 23- Temperatura da base da cauda dos tratamentos GE e HR. A curva em preto representa as médias dos dados estimados pelo modelo de regressão linear para os dois tratamentos, os triângulos em vermelho representam os dados observados com os seus erros padrão.

6.2 Experimento de julho

Os resultados do experimento do mês de julho estão dispostos na mesma ordem daqueles de maio, a única diferença consiste em que aqui estão mencionadas as diferenças ambientais do picadeiro e da Câmara Bioclimática entre os experimentos.

6.2.1 Condições ambientais no experimento do mês de julho

As condições ambientais do experimento do mês de julho devem ser consideradas de igual maneira às de maio, com um ambiente externo, representado pelo picadeiro, e um ambiente controlado, a Câmara Bioclimática, onde foram aplicados os tratamentos.

6.2.1.1 Picadeiro

No ambiente externo foram registradas a temperatura ambiente (TA), a temperatura radiante ou de globo negro (TGN), e a velocidade do ar (VA). A tabela 12 relaciona as médias e os erros padrão destas medidas, obtidas no experimento do mês de julho.

Tabela 12- Médias e erros padrão de temperatura ambiente (TA), temperatura de globo negro (TGN) em graus Celsius, e velocidade do ar (VA) em metros por segundo, durante o exercício dos cavalos destinados ao tratamento com água à temperatura ambiente (ATA) e ao tratamento do hiper-resfriamento (HR) no picadeiro, no experimento do mês de julho.

Tratamento	TA	TGN	VA
HR	27,28 ^a ±0,87	38,17 ^a ±3,23	1,47 ^a ±0,83
ATA	27,61 ^a ±1,60	38,33 ^a ±3,32	1,33 ^a ±0,78

^a Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,005$).

6.2.1.2 Câmara Bioclimática

No interior da Câmara Bioclimática foram registradas a temperatura ambiente (TA), a temperatura radiante ou de globo negro (TGN), a umidade relativa ambiente, a temperatura da água do tratamento água a temperatura ambiente (ATA), e da

água usada para o hiper-resfriamento. A tabela 13 contém as médias e os erros padrão destas medidas, assim como a temperatura dos tratamentos ATA e HR, obtidas no experimento do mês de julho.

Tabela 13- Médias e erros padrão da temperatura ambiente (TA), da temperatura de globo negro (TGN) e da temperatura da água dos tratamentos (TTr), em graus Celsius, e da umidade relativa ambiente (UR) em porcentagem na Câmara Bioclimática, no experimento do mês de julho.

Tratamento	TA	TGN	UR	TTr
HR	35,00 ^a ±0,71	35,00 ^a ±0,71	43,28 ^a ±3,35	4,84 ±0,56
ATA	34,89 ^a ±0,78	34,89 ^a ±0,78	45,31 ^a ±3,67	24,28 ±0,67

^a Médias seguidas da mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,005$).

6.2.2 Variáveis fisiológicas

A apresentação dos resultados das variáveis fisiológicas do mês de julho segue a mesma metodologia dos resultados do mês de maio.

6.2.2.1 Frequência Cardíaca

Não foi observada diferença entre tratamentos ($p=0,15$) para a variável FC, nem interação entre tempo e tratamento ($p=0,87$). O coeficiente de variação foi de 27,86%.

A tabela 16, que relaciona as FC observadas a campo durante o experimento, mostra valores inferiores no tratamento HR quando comparados aos do tratamento ATA, do início do teste até o final no minuto 30. No minuto 25 do tratamento HR se observa um leve aumento da FC, quando comparada à do minuto 20, tendência que se inverte no minuto 30.

Tabela 16- Frequências cardíacas médias observadas (n=9) correspondentes aos tratamentos água a temperatura ambiente (ATA) e hiper-resfriamento (HR), em batimentos por minuto.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
ATA	33,89 ^a	72,78 ^a	59,11 ^a	51,11 ^a	46,11 ^a	41,56 ^a	40,78 ^a	39,89 ^a
HR	32,00 ^a	69,78 ^a	55,78 ^a	46,67 ^a	41,00 ^a	39,78 ^a	40,00 ^a	38,22 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores ao tratamento

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias posteriores ao resfriamento.

A curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 24) mostra uma diminuição da FC já no início do resfriamento no minuto 0, tendência que se mantém até o minuto 25, chegando praticamente ao valor basal.

Do minuto 25 ao minuto 30 se observa um aumento da FC, que finaliza no minuto 30 abaixo dos valores do minuto 0. Este aumento da FC no final do teste foi significativo ($p < 0,0001$).

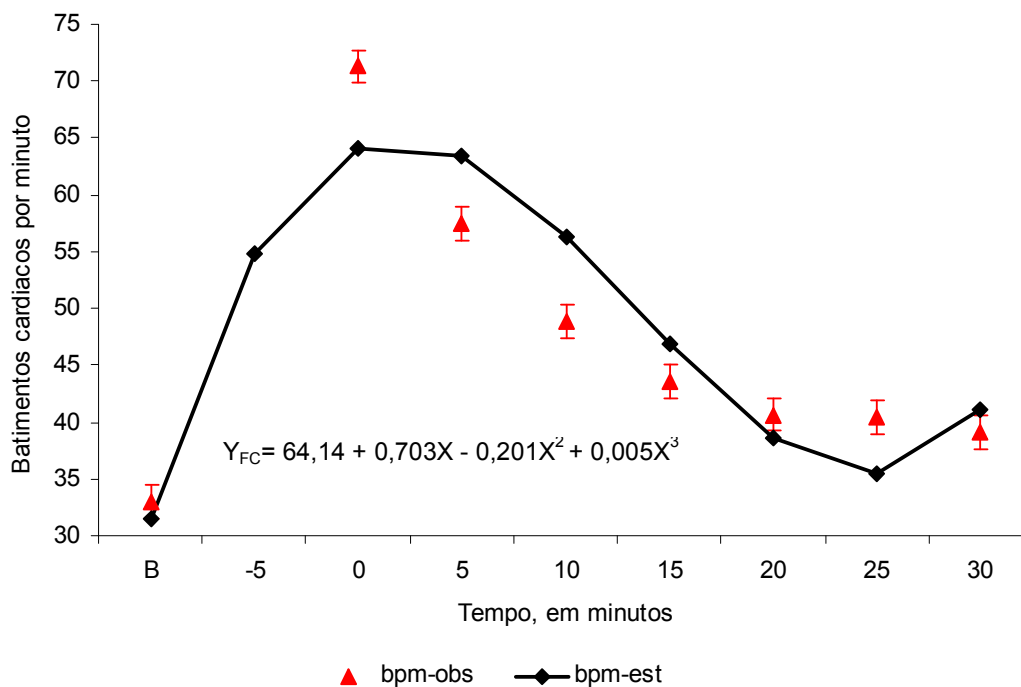


Figura 24- Batimentos cardíacos médios por minuto dos tratamentos ATA e HR. A curva em preto representa as médias dos dois tratamentos, estimadas pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias dos dados observados, e os seus erros padrão.

6.2.2.2 Frequência Respiratória

Não foi observada diferença entre tratamentos ($p=0,58$) para a variável FR. Um coeficiente de variação do total dos dados observados de 100,5 % indica uma grande dispersão nos valores desta variável.

A tabela 17, que relaciona os dados observados durante o experimento, mostra valores de FR superiores no tratamento HR quando comparados ao tratamento ATA no minuto 5, invertendo esta relação do minuto 10 até o minuto 30.

No minuto 20, momento final do resfriamento, a FR do tratamento HR chega a ser inferior a FR basal, e a FR do tratamento ATA fica quase igual a esta. Do minuto

25 ao minuto 30, a FR aumenta nos dois tratamentos, ficando os valores finais no minuto 30 por baixo da FR inicial no minuto 0.

Tabela 17- Frequências respiratórias médias (n=9), correspondentes aos tratamentos água a temperatura ambiente (ATA) e hiper-resfriamento (HR), em movimentos respiratórios por minuto.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
ATA	14,89 ^a	75,11 ^a	41,11 ^a	28,22 ^a	21,00 ^a	15,44 ^a	19,56 ^a	20,11 ^a
HR	13,78 ^a	73,33 ^a	43,44 ^a	20,78 ^a	15,00 ^a	13,33 ^a	14,44 ^a	15,33 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores ao tratamento.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias posteriores ao resfriamento.

A curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 25) mostra uma diminuição da FR a partir do início dos tratamentos no minuto 0, que se estende até o minuto 25, momento no qual se inverte esta relação.

As FR dos minutos 20 e 25, nos dados estimados, chegam a ser inferiores à FR basal. O aumento da FR do minuto 25 ao minuto 30 foi significativo ($p < 0,0001$).

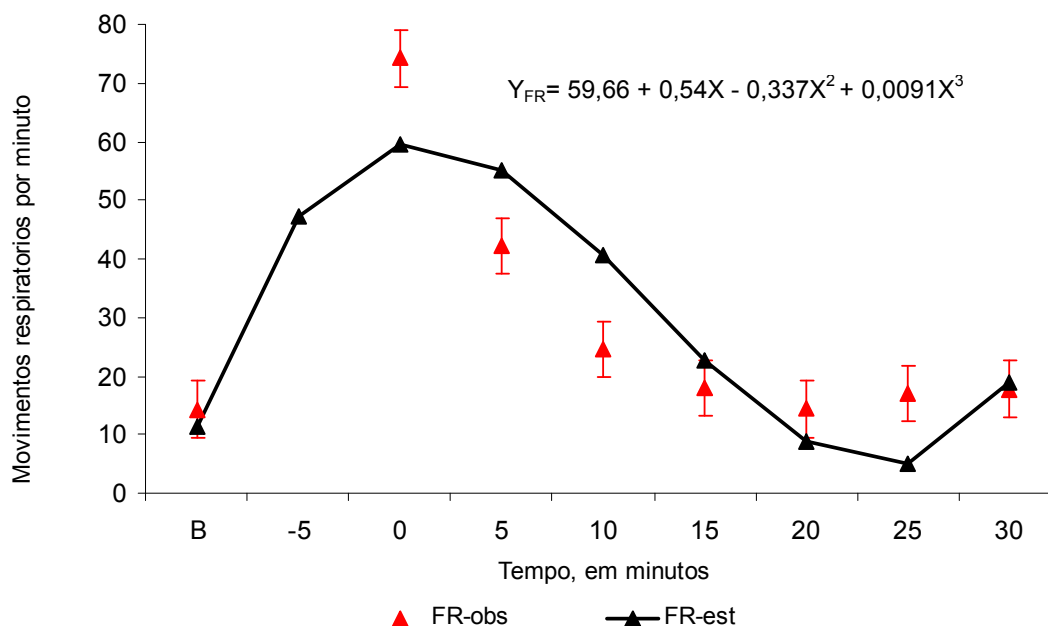


Figura 25- Movimentos respiratórios médios por minuto de ambos tratamentos. A curva em preto representa as médias dos dois tratamentos, estimadas pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias dos dados observados, e os seus erros padrão.

6.2.2.3 Taxa de Sudação

Não foi observada diferença significativa ($p=0,40$) entre tratamentos para a variável taxa de sudação (SUD), nem interação entre tempo e tratamento ($p=0,88$). Um coeficiente de variação elevado do conjunto total de dados observados (116,02%) indica uma dispersão de valores de SUD elevada.

A tabela 18, que relaciona os valores de SUD observados durante o teste, mostra um incremento na SUD nos dois tratamentos do minuto 0 ao minuto 5, seguido de uma diminuição até o minuto 15. No minuto 20, enquanto no tratamento ATA a SUD continua diminuindo, no tratamento HR volta a aumentar, mantendo esta tendência até o minuto 25, e finalizando no minuto 30 com uma diminuição.

O aumento da SUD pós-resfriamento no tratamento ATA se estende do minuto 25 ao 30, finalizando com valores superiores aos do minuto 0. A SUD final do tratamento HR finalizou abaixo do valor do minuto 0.

Tabela 18- Taxas de sudação médias ($n=9$), em gramas por metro quadrado de pele por minuto, correspondentes aos tratamentos água a temperatura ambiente (ATA) e hiper-resfriamento (HR).

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
ATA	4,03 ^a	25,97 ^a	30,80 ^a	22,70 ^a	22,51 ^a	22,48 ^a	32,42 ^a	34,43 ^a
HR	4,65 ^a	29,21 ^a	30,92 ^a	18,06 ^a	13,92 ^a	17,42 ^a	18,47 ^a	15,06 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p<0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores ao tratamento.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias posteriores ao resfriamento.

A curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 26) mostra um aumento da SUD do início do resfriamento no minuto 0 até o minuto 5 nos dois tratamentos, e a partir daqui uma diminuição gradativa até o final do resfriamento no minuto 20.

Do minuto 20 ao minuto 25 se observa um pequeno aumento, e do minuto 25 ao minuto 30 um aumento maior da SUD, finalizando o teste com valores superiores aos iniciais no minuto 0. Este aumento da SUD nos últimos 10 minutos foi significativo ($p=0,0024$).

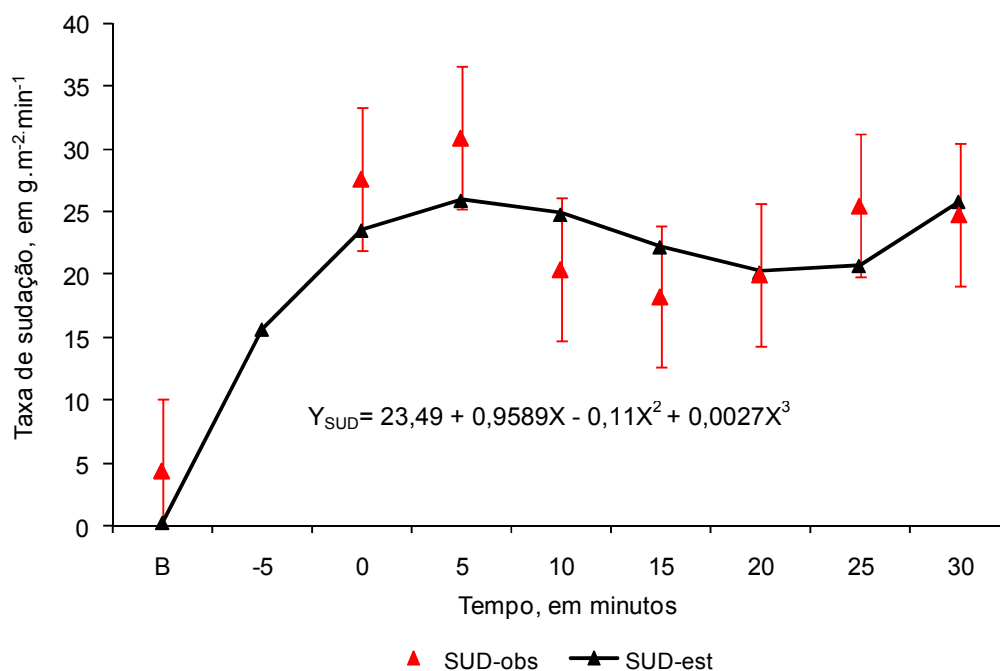


Figura 26- Taxas de sudorese médias de ambos tratamentos. A curva em preto representa as médias dos dois tratamentos, estimadas pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias dos dados observados, e os seus erros padrão.

6.2.2.4 Temperatura Retal

Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos ($p=0,89$) para a variável temperatura retal (TR), nem interação entre tempo e tratamento ($p=0,99$). O coeficiente de variação do conjunto total de dados observados foi muito baixo (2,08%).

A tabela 19, que relaciona os dados observados a campo durante o experimento, mostra TR de ambos tratamentos muito semelhantes, sendo levemente superiores no tratamento HR nos minutos 5 e 10, invertendo esta tendência do minuto 15 até o final. Em ambos tratamentos, os dados observados indicam uma queda constante da TR em todos os tempos, do minuto 0 ao minuto 30.

Tabela 19- Temperaturas retais médias (n=9) correspondentes aos tratamentos água a temperatura ambiente (ATA) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
ATA	37,17 ^a	39,27 ^a	39,19 ^a	39,01 ^a	38,89 ^a	38,74 ^a	38,69 ^a	38,56 ^a
HR	37,07 ^a	39,18 ^a	39,20 ^a	39,08 ^a	38,88 ^a	38,73 ^a	38,68 ^a	38,54 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores ao tratamento.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias posteriores ao resfriamento.

A curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 27) mostra um incremento na TR desde o início do resfriamento no minuto 0 ao minuto 5, momento a partir do qual começa a diminuir até o minuto 25.

Do minuto 25 ao minuto 30 se observa um aumento na TR, que foi significativo ($p < 0,0001$). Tanto nos dados observados quanto nos estimados, a TR final no minuto 30 foi inferior à TR inicial do minuto 0.

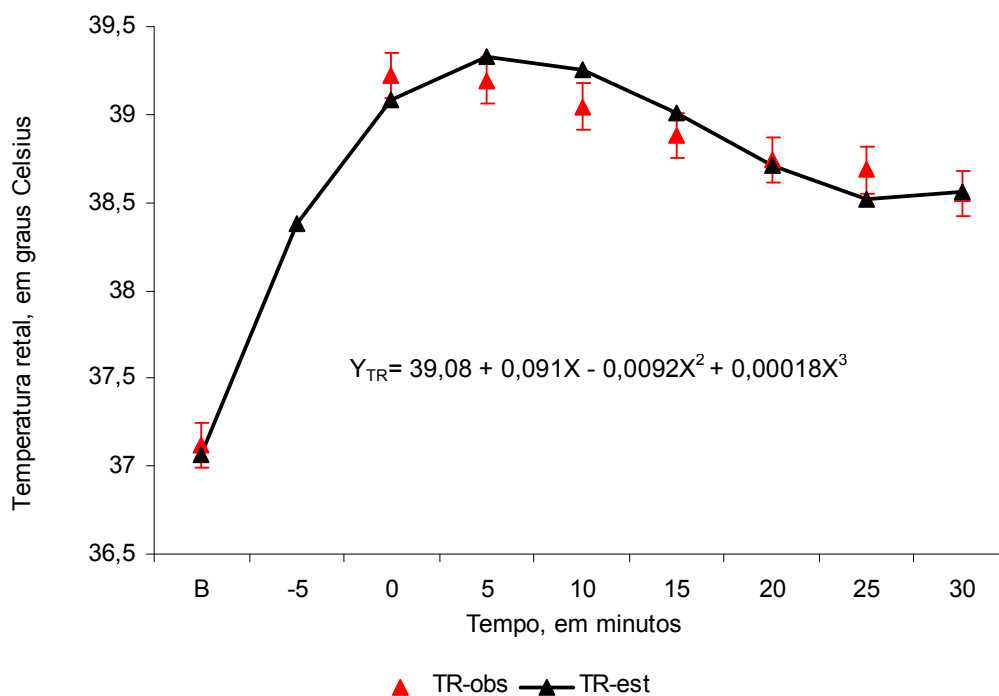


Figura 27- Temperatura retal de ambos tratamentos. A curva em preto representa as médias dos dois tratamentos, estimadas pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias dos dados observados, e os seus erros padrão.

6.2.2.5 Temperatura Superficial do Pescoço

Foi observada diferença entre os tratamentos HR e ATA ($p=0,05$) para a variável temperatura superficial do pescoço (TSP). O coeficiente de variação do total dos dados foi de 6,73%.

A tabela 20, onde figuram os dados observados durante o experimento, mostra TSP do tratamento HR inferiores às temperaturas do tratamento ATA a partir do minuto 5 até o final do teste no minuto 30.

Uma diminuição da TSP nos dois tratamentos pode ser observada a partir do minuto 0 até o minuto 20; uma vez suspensos os resfriamentos a TSP aumenta até o minuto 30. A TSP do minuto 30 de ambos tratamentos foi inferior à temperatura inicial no minuto 0.

Tabela 20- Temperaturas superficiais médias observadas do pescoço ($n=9$) correspondentes aos tratamentos água a temperatura ambiente (ATA) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
ATA	30,21 ^a	36,66 ^a	35,62 ^a	35,24 ^a	34,28 ^a	33,61 ^a	34,24 ^a	34,39 ^a
HR	29,13 ^a	36,89 ^a	35,09 ^a	33,93 ^b	33,44 ^a	32,62 ^a	33,64 ^a	33,72 ^a

^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p<0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores ao tratamento.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias posteriores ao resfriamento.

A curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 28) mostra um aumento na TSP desde o início do tratamento no minuto 0 até o minuto 5, momento em que começa a diminuir até o minuto 25 nos dois tratamentos.

A queda de temperatura mais acentuada se produz entre o minuto 5 e o minuto 20, momento em que finaliza o resfriamento. O tratamento HR apresenta uma diminuição maior, quando comparado ao tratamento ATA.

Do minuto 20 ao 25 esta queda se suaviza, iniciando-se então um aumento da TSP que se estende o minuto 30. Este aumento é mais pronunciado no tratamento HR. Este efeito cúbico foi significativo nos dois tratamentos ($p<0,0001$).

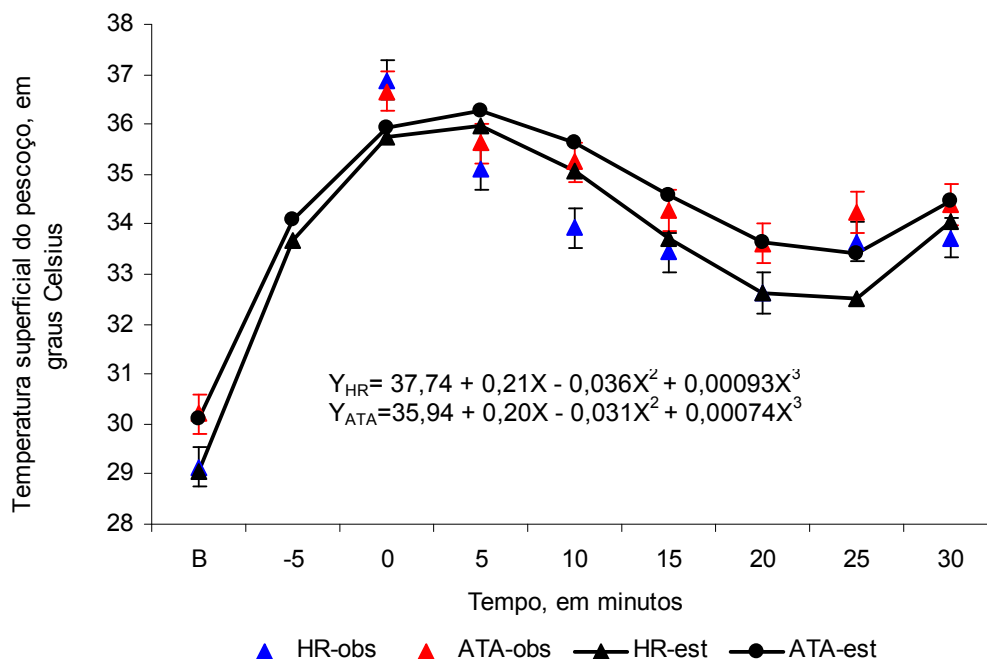


Figura 28- Temperatura superficial do pescoço dos tratamentos ATA e HR. As curvas em preto representam as médias de cada tratamento, estimadas pelo modelo de regressão linear. Os triângulos vermelhos representam as médias dos dados observados no tratamento ATA com os seus erros padrão, e os triângulos em azul as médias dos dados observados no tratamento HR, e os seus erros padrão.

6.2.2.6 Temperatura Superficial do Tórax

Foi observada uma diferença significativa entre tratamentos ($p=0,0016$), para a variável temperatura superficial do tórax (TST). O coeficiente de variação do total dos dados observados foi de 9,88%. Houve interação significativa entre tempo e tratamentos ($p<0,0001$).

A tabela 21, que contém as médias dos dados observados durante o experimento, mostra valores de TST inferiores no tratamento HR, quando comparados aos do tratamento ATA, do minuto 5 até o final no minuto 30, sendo os valores compreendidos entre o minuto 5 ao 25 diferentes significativamente; a diferença no minuto 30 não é significativa. No minuto 20 do tratamento HR, a TST chega a ser inferior a TST basal.

Tabela 21- Temperaturas superficiais médias observadas do tórax (n=9) correspondentes aos tratamentos água a temperatura ambiente (ATA) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
ATA	29,52 ^a	35,83 ^a	34,33 ^a	33,79 ^a	32,39 ^a	31,50 ^a	33,03 ^a	33,38 ^a
HR	28,78 ^a	36,08 ^a	32,78 ^a	29,56 ^b	29,03 ^b	26,31 ^b	30,93 ^b	32,52 ^a

^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores ao tratamento.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias posteriores ao resfriamento.

Na curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 29), as TST dos dois tratamentos começam a diminuir já no início do resfriamento no minuto 0, sendo o decréscimo da TST do tratamento HR maior ao do tratamento ATA, chegando inclusive a valores inferiores à TST basal.

A partir do minuto 20, momento em que se suspenderam os tratamentos, as TST dos dois tratamentos começaram a aumentar suavemente até o minuto 25, e mais abruptamente do minuto 25 ao minuto 30. Este efeito foi mais pronunciado no tratamento HR que no tratamento ATA, e foi significativo em ambos tratamentos ($p < 0,0001$). As diferenças de TST entre tratamentos, que foram máximas no minuto 20, desapareceram ao final do teste, no minuto 30.

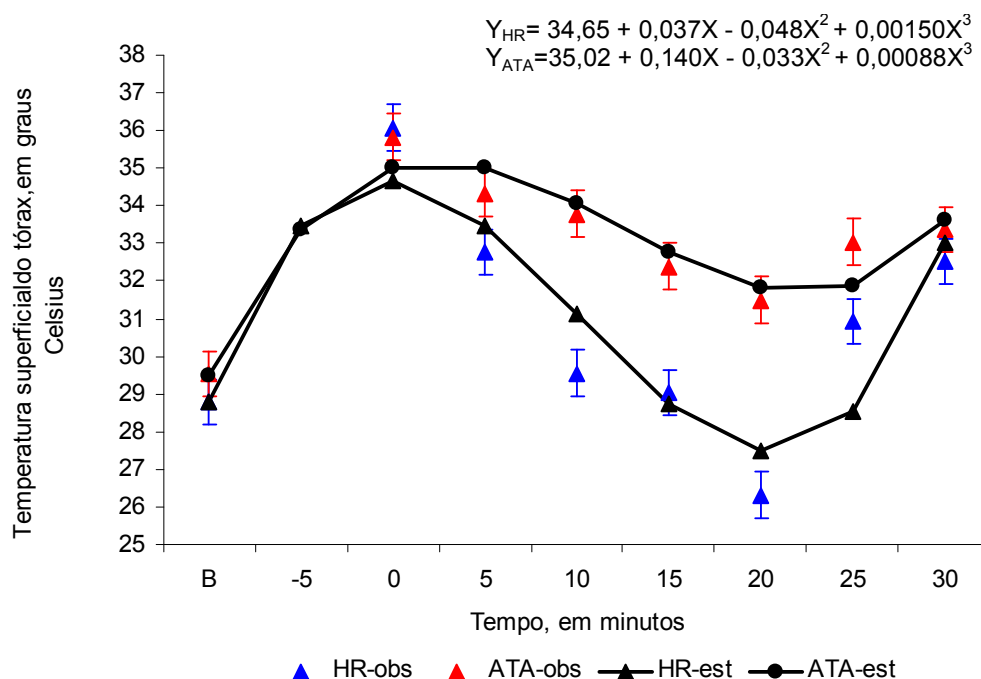


Figura 29- Temperatura superficial do tórax dos tratamentos ATA e HR. As curvas em preto representam as médias de cada tratamento, estimadas pelo modelo de regressão linear. Os triângulos vermelhos representam as médias dos dados observados no tratamento ATA com os seus erros padrão, e os triângulos em azul as médias dos dados observados no tratamento HR, e os seus erros padrão.

6.2.2.7 Temperatura Superficial da Garupa

Houve diferença significativa entre tratamentos ($p=0,03$) para a variável temperatura superficial da garupa (TSG), e foi observada interação entre tempo e tratamento ($p=0,059$). O coeficiente de variação do conjunto total de dados observados foi de 10,3%.

A tabela 22, onde figuram os dados observados durante o teste, mostra valores de TSG inferiores no tratamento HR, quando comparados aos do tratamento ATA, do minuto 5 até o minuto 30. Estas diferenças foram significativas nos minutos 15 e 20. A semelhança da TST, a TSG no minuto 20 chega a ser inferior a TSG basal. As TSG do final do teste foram inferiores às TSG do início no minuto 0.

Tabela 22- Temperaturas superficiais médias observadas da garupa (n=9) correspondentes aos tratamentos água a temperatura ambiente (ATA) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
ATA	29,38 ^a	36,91 ^a	34,18 ^a	32,96 ^a	32,07 ^a	30,91 ^a	33,13 ^a	32,99 ^a
HR	28,40 ^a	37,00 ^a	32,82 ^a	31,82 ^a	29,53 ^b	27,13 ^b	31,56 ^a	32,66 ^a

^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores ao tratamento.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias posteriores ao resfriamento.

As curvas dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 30) mostram uma diminuição das TSG nos dois tratamentos desde o início do resfriamento no minuto 0 até o final dos tratamentos no minuto 20. A partir deste ponto começaram a aumentar, suavemente até o minuto 25, e mais pronunciadamente até o minuto 30.

Este aumento do minuto 20 ao 30 foi maior no tratamento HR, quando comparado ao tratamento ATA. Tanto nos dados estimados quanto nos observados do tratamento HR, a TSG do minuto 20 foi inferior a TSG basal. O aumento da TSG do minuto 20 ao minuto 30 nos dois tratamentos foi significativo ($p < 0,0001$).

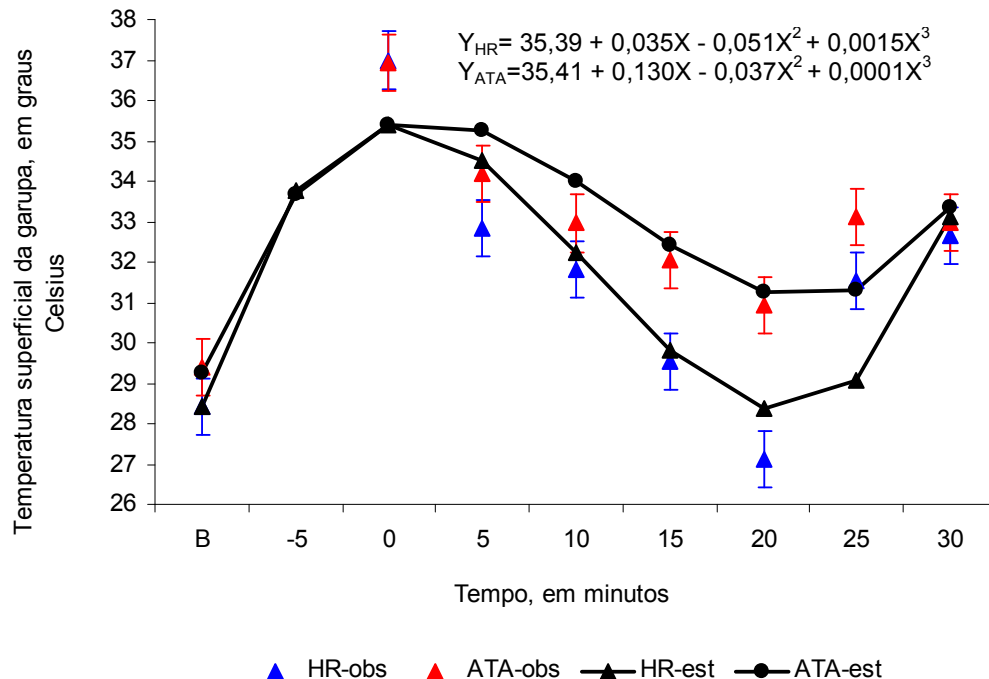


Figura 30- Temperatura superficial da garupa dos tratamentos ATA e HR. As curvas em preto representam as médias de cada tratamento, estimadas pelo modelo de regressão linear. Os triângulos vermelhos representam as médias dos dados observados no tratamento ATA com os seus erros padrão, e os triângulos em azul as médias dos dados observados no tratamento HR, e os seus erros padrão.

6.2.2.8 Temperatura Auricular

Não foi observada diferença entre tratamentos ($p=0,49$) para a variável temperatura auricular (TAu). O coeficiente de variação foi de 3,95%.

A tabela 23, que relaciona os dados observados durante o experimento, mostra uma superioridade dos valores do tratamento ATA durante os 10 primeiros minutos do resfriamento, e a partir do minuto 15 uma alternância entre um e outro até o minuto 30.

A TAu final de ambos tratamentos no minuto 30 ficou praticamente igual à TAu do início do experimento no minuto 0, tanto nos dados observados quanto nos estimados pelo modelo de regressão.

Tabela 23- Temperaturas auriculares médias observadas (n=8) correspondentes aos tratamentos água a temperatura ambiente (ATA) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
ATA	32,86 ^a	36,65 ^a	36,69 ^a	36,64 ^a	36,28 ^a	36,36 ^a	36,13 ^a	36,54 ^a
HR	32,50 ^a	36,47 ^a	36,33 ^a	36,37 ^a	36,30 ^a	36,17 ^a	36,46 ^a	36,45 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores ao tratamento.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias posteriores ao resfriamento.

A curva dos dados estimados pelo modelo de regressão linear (figura 31) exibe um aumento na T_{Au} desde o início do tratamento no minuto 0, atingindo somente os valores do minuto 0 no minuto 15. A diminuição na T_{Au} se inicia no minuto 5 e transcorre até o minuto 25, momento a partir do qual aumenta rapidamente. Este aumento da T_{Au} no final do teste foi detectado como significativo pelo modelo de regressão ($p < 0,0001$).

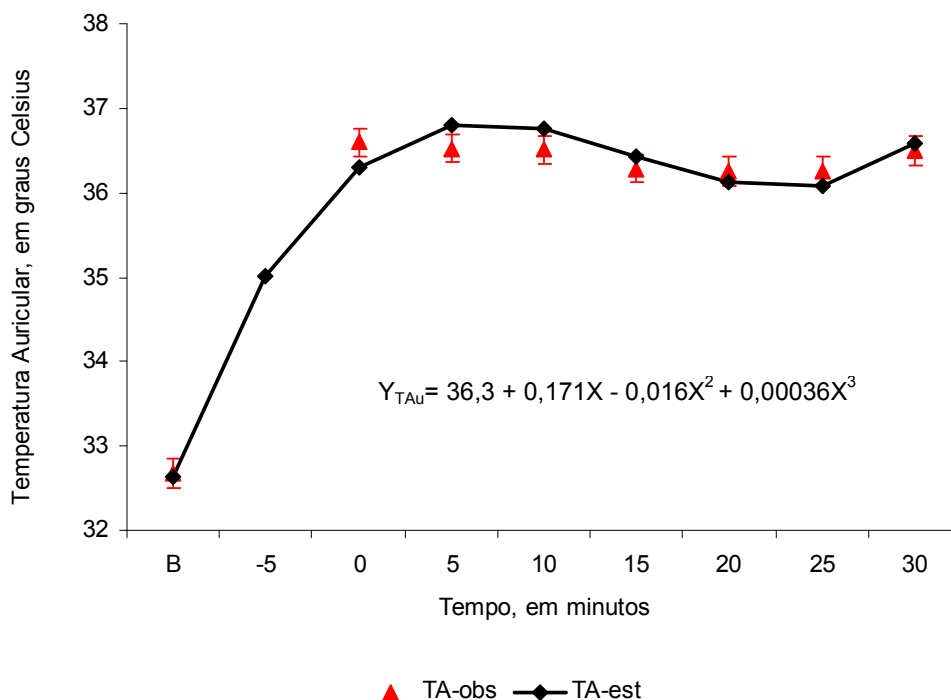


Figura 31- Temperatura auricular de ambos tratamentos. A curva em preto representa as médias dos dois tratamentos, estimadas pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias dos dados observados, e os seus erros padrão.

6.2.2.9 Temperatura da Base da Cauda

Não houve diferença significativa entre tratamentos ($p=0,41$) na variável temperatura da base da cauda (TBC), também não foi observada interação ($p=0,63$) entre tempo e tratamentos. O coeficiente de variação do conjunto total de dados foi de 4,48%.

Na tabela 24, onde estão relacionadas às médias das TBC observadas durante o experimento, nota-se no tratamento ATA que a TBC diminuiu do minuto 0 ao minuto 15, e a partir do minuto 20 só aumentou até o final do teste. No tratamento HR, mesmo que suavemente, a TBC só aumentou do início no minuto 0 ao final no minuto 30.

Tabela 24- Temperaturas médias observadas da base da cauda ($n=9$), correspondentes aos tratamentos água a temperatura ambiente (ATA) e hiper-resfriamento (HR), em graus Celsius.

	Basal	0	5	10	15	20	25	30
ATA	32,41 ^a	36,98 ^a	36,97 ^a	37,06 ^a	36,77 ^a	36,84 ^a	36,80 ^a	36,87 ^a
HR	32,42 ^a	36,46 ^a	36,52 ^a	36,57 ^a	36,70 ^a	36,77 ^a	36,88 ^a	36,94 ^a

^a Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p<0,05$).

Basal: valores pré-exercício (cinza); 0, 5, 10, 15, 20, 25, 30: minutos pós-exercício.

Amarelo: médias pós-exercício anteriores ao tratamento.

Azul: médias com tratamento; vermelho: médias posteriores ao resfriamento.

A curva dos dados estimados (Figura 32) mostra um aumento da TBC do minuto 0 ao minuto 10, e uma diminuição do minuto 10 ao minuto 25, momento no qual a TBC voltou a valores do minuto 0. Do minuto 25 ao minuto 30 aconteceu um aumento da TBC, que finalizou acima dos valores iniciais do minuto 0. Este aumento final foi significativo no modelo de regressão linear ($p<0,0001$).

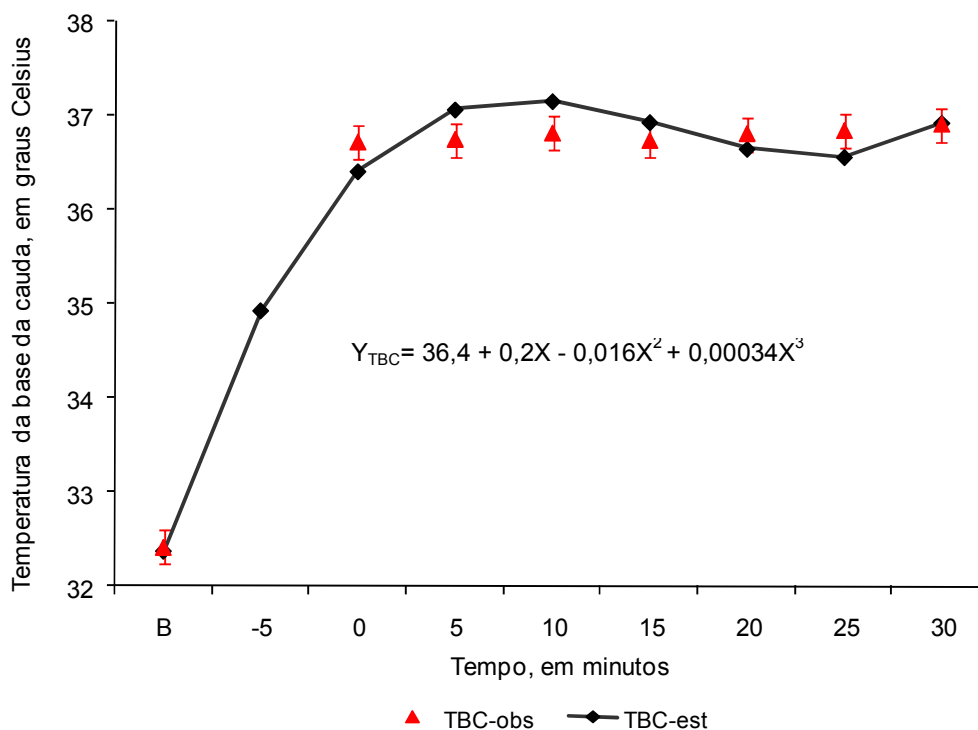


Figura 32- Temperaturas da base da cauda. A curva em preto representa as médias dos dois tratamentos, estimadas pelo modelo de regressão linear, e os triângulos em vermelho as médias dos dados observados, e os seus erros padrão.

6.3 Comparações entre experimentos de maio e julho

As comparações das condições ambientais no picadeiro e na Câmara Bioclimática expõem as diferenças observadas entre os experimentos. A única variável que não apresentou diferença entre os experimentos foi a temperatura ambiente no picadeiro.

6.3.1 Picadeiro

Houve diferença estatística nas condições ambientais do picadeiro entre os experimentos de maio e de julho (tabela 14). A temperatura ambiente foi praticamente a mesma nos dois experimentos ($p=0,11$), mas a temperatura radiante ou globo negro foi menor no mês de julho ($p=0,003$), e a velocidade do ar foi maior no mesmo mês ($p=0,0002$).

Tabela 14- Médias e erros padrão de temperatura ambiente (TA), temperatura de globo negro (TGN) em graus Celsius, e velocidade do ar (VA) em metros por segundo, nos experimentos de maio e de julho no picadeiro.

Experimento	TA	TGN	VA
maio	27,97±0,47 ^a	41,00±1,78 ^a	0,51±0,16 ^a
julho	27,44±1,26 ^a	38,25±3,18 ^b	1,40±0,78 ^b

^{a,b} Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

6.3.2 Câmara Bioclimática

Na Câmara Bioclimática também foi observada diferença entre os experimentos de maio e julho (tabela 15). As médias de temperatura ambiente (TA) e de globo negro (TGN) foram inferiores no experimento do mês de julho ($p < 0,0001$), assim como a umidade relativa (UR) ($p < 0,0001$).

Tabela 15- Médias e erros padrão de temperatura ambiente (TA), temperatura de globo negro (TGN) em graus Celsius, e umidade relativa ambiente (UR) nos experimentos de maio e de julho na Câmara Bioclimática.

Experimento	TA	TGN	UR
Maio	37,72±0,46 ^a	37,72±0,46 ^a	49,28±1,71 ^a
Julho	34,94±0,73 ^b	34,94±0,73 ^b	44,29±3,57 ^b

^{a, b} Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem pelo teste T para amostras independentes ($p < 0,05$).

7. Discussão

A revisão de trabalhos sobre resfriamento em eqüinos permite ao pesquisador compor um quadro do estado da arte que apresenta algumas características dignas de destaque. A primeira delas é o escasso número de publicações sobre o assunto, e a segunda a concentração destas num período específico, entre os anos 1994 e 1999, tendo como eixo central os jogos olímpicos de Atlanta de 1996.

Em termos técnicos, é notável ainda a falta de padronização dos protocolos de exercício, dos critérios de aplicação dos resfriamentos, por exemplo, com os animais em estação ou em movimento, aplicando água com mangueira de maneira constante ou com regador em ciclos, duração dos ciclos, temperatura da água e quantidade, uso ou não de ventiladores, padronização de parâmetros ambientais em termos de temperatura ambiente e umidade relativa, entre outros procedimentos.

Se considerarmos que a carga térmica final de um eqüino em exercício ou em determinada condição ambiental, é o resultado de uma equação que depende da somatória de múltiplos fatores, é fácil compreender a complexidade da termorregulação nesta espécie e quantas lacunas faltam ser preenchidas para um conhecimento integral destes eventos fisiológicos.

Devido às diferenças nas condições ambientais entre os experimentos de maio e julho neste estudo (tabelas 14 e 15), não foi possível fazer uma comparação direta entre os três tratamentos aqui aplicados, porém, certas analogias podem ser traçadas entre experimentos. Especialmente não foi possível comparar os métodos com água a temperatura ambiente e gelo nas extremidades, e estes dois métodos, separadamente, apresentaram resultados finais semelhantes aos do método de hiper-resfriamento, considerando os resultados do minuto 30.

Das 9 variáveis estudadas, somente uma, a TR do experimento do mês de maio (figura 18), não apresentou um aumento no minuto 30 em relação aos minutos 20 ou 25; porém, a inversão da tendência de baixa do minuto 25 ao minuto 30 foi significativa no modelo de regressão.

Quando se compararam as variáveis em que houve diferença entre tratamentos, ou variáveis com resultados semelhantes comparadas entre experimentos, é destacável o fato que quanto mais pronunciada foi a diminuição no valor de cada variável, do minuto 0 ao minuto 20, mais intensa foi a recuperação do mesmo no pós-resfriamento.

Trabalhos feitos com resfriamento de eqüinos por Kohn, Hinchcliff e McKeever (1999), Williamson et al. (1995) e Art, Votion e Lekeux (1995), avaliaram os efeitos do resfriamento com água gelada comparados com animais sem tratamento ou com água a 31°C, mas não incluíram no protocolo de estudo uma observação pós-tratamento dos parâmetros usados.

Marlin et al. (1998) são autores de um raro estudo onde os efeitos pós-tratamento foram avaliados, mesmo assim por um curto período de tempo (4 minutos). Nesse trabalho foi medida a temperatura da artéria pulmonar (TAP) usando uma sonda inserida via jugular e alocada na artéria pulmonar, e fizeram-se medições durante e após o exercício, em cavalos resfriados com água a 6°C. Eles observaram que durante a fase de resfriamento, que durava 30 segundos, a TAP diminuía, e no momento que o tratamento era suspenso durante outros 30 segundos, a TAP aumentava.

Este comportamento cíclico foi observado durante os primeiros 4 ciclos de resfriamento, ao final dos quais a TAP chegou a $37\pm 0,2$ °C, tendo começado em $41,5\pm 0,4$ °C no minuto 0. A partir daqui, e apesar de terem sido aplicados mais dois ciclos de resfriamento, a TAP aumentou consistentemente até 4 minutos após a finalização do tratamento, atingindo um valor similar a TAP basal de $38,2\pm 0,2$ °C.

O declínio gradual das temperaturas e dos valores nos parâmetros usados para avaliar carga térmica nos eqüinos, sem evidência de comportamento cíclico, foi observado por Marlin et al. (1996b) unicamente em animais resfriados passivamente, sem artifícios, enquanto caminhavam.

A magnitude das variações do leito vascular não foi avaliada de maneira direta no presente trabalho, tal como feito por McConaghy et al. (1996) em estudos post-mortem com pôneis inoculados com micro esferas radiativas, tampouco a temperatura do sangue. Porém, com base nos achados deste estudo e comparações com os estudos mencionados, pode-se inferir a partir da discussão de cada variável separadamente, que os resultados aqui observados são produto principalmente de três fatores: 1- Modificações na capacidade do compartimento vascular, por meio da vasoconstrição e da vasodilatação, 2- Variações na temperatura do sangue e 3- Calor de condução proveniente das grandes massas musculares.

7.1 Freqüência Cardíaca

Os ajustes da FC nos eqüinos em treinamento são muito rápidos, uma vez finalizado o exercício. Tanto no experimento de maio quanto no de julho, os cavalos demoraram aproximadamente dois minutos a partir da finalização do exercício até o ingresso na Câmara Bioclimática. Este intervalo é suficiente para uma redução substancial dos bpm. A FC máxima pós-exercício (72,78 bpm) observada no minuto 0, corresponde ao tratamento ATA do mês de julho (tabela 16).

No trabalho de Marlin et al. (1998) a FC caiu de 184 ± 10 bpm no final do exercício para 107 ± 5 bpm um minuto depois. Após 6 minutos de resfriamento a FC foi para 62 ± 6 bpm, sendo esta diminuição gradual. No trabalho feito por Kohn, Hinchcliff e McKeever (1999), os bpm só foram inferiores a 60 a partir do minuto 24 de resfriamento.

Uma vez finalizado o exercício, diminui a demanda de oxigênio por parte do tecido muscular, e com isto a necessidade de irrigá-lo profusamente. Com uma necessidade menor de perfusão, grande parte do sangue acumulado nos músculos é desviada para a circulação central, e os vasos que irrigam os músculos se contraem (Marlin et al., 1998).

Da mesma maneira que um aumento na capacidade do leito vascular por vasodilatação induz um aumento na FC para manter a pressão arterial estável (GEOR et al., 1995; NIELSEN et al., 1997; McCONAGHY et al., 1996), é lógico supor que uma diminuição drástica do mesmo, como a finalização do exercício ou um rápido resfriamento, produza um aumento na pressão sanguínea.

No estudo de Art, Votion e Lekeux (1995), o achado de uma atividade maior das enzimas musculares LDH (> 1500 UI/L) e CK (2889 UI/L) 48 h após o exercício em eqüinos exercitados em ambiente quente e úmido (30°C e 75% de UR), levou aos autores a concluir que nestas condições ambientais os músculos seriam menos irrigados, se comparados aqueles de cavalos que treinaram em ambiente temperado (15°C e 55% de UR), devido a um desvio periférico maior de sangue, atendendo a necessidades termorregulatórias.

Neste trabalho não foi avaliada a pressão arterial, e nenhum dos trabalhos consultados que usaram resfriamento em eqüinos sequer a mencionam, porém, a diminuição na FC associada à finalização do exercício (tabelas 3 e 16), sem

variações ou com aumento na temperatura do sangue, leva a concluir que esta diminuição dos bpm se deva a um ajuste na pressão arterial.

Os resultados similares de ambos experimentos permitem supor que os três tratamentos produziram modificações no compartimento vascular muito similares, de maneira que a pressão arterial resultante foi similar para todos eles.

O aumento da FC nos dois experimentos, do minuto 25 ao minuto 30 (figuras 15 e 24), pode ser explicado pela vasodilatação periférica produzida após a finalização do tratamento, que é comprovada pelo aumento nas temperaturas superficiais, e é reflexo de um esforço do organismo para dissipar o calor remanescente nos tecidos profundos. Este novo aumento na capacidade do leito vascular obrigaria o coração a aumentar a FC para manter o DC, e assim sustentar a pressão arterial em patamares adequados. Esta relação entre DC e temperatura superficial já foi observada por Marlin et al. (1998).

7.2 Freqüência Respiratória

Os resultados observados nesta variável mostram uma diminuição acentuada nos movimentos respiratórios por minuto (MRM) nos primeiros 5 minutos de tratamento nos dois experimentos (tabelas 4 e 17), sendo este efeito mais notável no tratamento de julho. Nos minutos seguintes, a queda nos MRM se mantém, porém mais suavemente.

Mesmo com as correções feitas pelo modelo de regressão linear, em momento nenhum dos resfriamentos é possível observar um aumento nos MRM (figuras 16 e 25). A média máxima de MRM (82,76) foi observada no minuto 0 do tratamento GE (tabela 4).

Estes resultados contrastam com os encontrados de Marlin et al. (1998), onde a FR no minuto 0 foi de 123 ± 10 MRM, aumentando até 2,5 minutos pós-exercício, atingindo um máximo de 158 ± 4 MRM. Os MRM só voltaram ao mesmo patamar do minuto 0 no minuto 6, e a partir deste momento começaram a diminuir pronunciadamente.

A dinâmica diferente destas FR pode ter relação com vários fatores. No trabalho de Marlin et al. (1998), o aumento da FR do minuto 0 ao minuto 6 obedece sem dúvida a razões termorregulatórias, uma vez que a demanda de oxigênio com o animal parado diminui acentuadamente.

O fato dos MRM serem praticamente o dobro dos achados neste estudo pode ter relação com a carga térmica dos animais. Apesar de usarem um protocolo de exercício mais curto (3 minutos de trote e 8 minutos de galope curto), esses cavalos trabalharam em esteira com 5° de inclinação, sem convecção, e com UR de $83,5 \pm 1,4\%$.

Nos experimentos de maio e de julho, os cavalos demoraram aproximadamente 2 minutos entre o final do exercício e o ingresso na Câmara Bioclimática. Durante este tempo os animais se transladaram do picadeiro até a Câmara Bioclimática ao passo, cobrindo uma distância de 80 metros. Esta caminhada pode ter contribuído como fator termolítico, fazendo com que apresentassem uma carga térmica latente menor.

Outra hipótese que justifica esta diferença pode estar focada no método de medição usado em cada experimento. No experimento de Marlin et al. (1998) a FR foi aferida usando uma sonda alocada na narina do cavalo, com os resultados obtidos instantaneamente, entre movimento e movimento.

Nos experimentos de maio e de julho, a FR foi mensurada a minuto cheio por contagem dos movimentos respiratórios. A contagem começou aproximadamente dois minutos após o exercício, e deve ser somado mais um minuto da avaliação da FC, por tanto o minuto 0 da FR destes experimentos seria 4 minutos aproximadamente após o fim do exercício. Isto quer dizer que este aumento da FR pode ter acontecido nestes experimentos, mais não foi detectado pela metodologia. No trabalho de Marlin et al. (1998), os registros começaram um minuto pós-exercício.

Outros trabalhos (ART; VOTION; LEKEUX, 1995; MARLIN et al., 1996b) também comprovaram um aumento da FR pós-exercício em eqüinos, mas esses animais não foram submetidos a resfriamento, e exercitaram em condições de calor e umidade elevadas (30°C e UR de 80%). No trabalho de Art, Votion e Lekeux (1995), foi feita uma comparação com um grupo de cavalos que trabalharam num ambiente de 15°C e 75%, e nesse caso não foi observado aumento da FR.

No tratamento do mês de julho (figura 25) é possível observar na curva de regressão, que os MRM chegam a serem inferiores aos valores basais. Isto acontece também nas TST nos tratamentos HR de ambos experimentos. Kohn, Hinchcliff e McKeever (1999) avaliaram a dinâmica da TAP em eqüinos resfriados com água fria, e comprovaram uma diminuição da temperatura a níveis inferiores

aos basais (37,5°C) a partir do minuto 20, que se manteve até o minuto 25, momento em que começou a aumentar, apesar do resfriamento.

Mesmo sendo importante uma FR elevada no final do exercício para ressíntese de fosfocreatina, para o catabolismo do ácido láctico e para o controle da acidose (ROSE et al., 1988), a regulação da FR parece ter um vínculo maior com a temperatura do sangue que com estas funções metabólicas. Se levarmos em consideração os valores de TAP pós-resfriamento dos trabalhos de Kohn, HInchcliff e McKeever (1999) e Marlin et al. (1998), onde a temperatura do sangue central atingiu valores inferiores aos basais após 20 minutos de resfriamento ativo, pode-se estabelecer uma relação direta entre FR e temperatura do sangue, com o hipotálamo como órgão mediador.

À vista dos resultados obtidos neste estudo, fica claro que qualquer um dos três métodos de resfriamento artificial usados tem grande potencial para reduzir a FR, fato que *a priori*, em termos de exercício, não representa vantagem alguma, mas que em termos de equilíbrio ácido-base pode ser prejudicial, pois inativa-se um importante mecanismo de controle da acidose metabólica.

7.3 Sudação

Como observado na figura 17, as médias estimadas de SUD no mês de maio mostram todos os valores pós-exercício mais elevados que aqueles obtidos no minuto 0, e traçam uma curva descendente muito suave até o minuto 20, momento a partir do qual a SUD aumenta.

A curva do modelo de regressão deste experimento reflete a média dos tratamentos GE e HR, sendo que no tratamento GE a pele não foi resfriada, somente seca com um pano para facilitar a evaporação do suor.

No experimento de julho (figura 26), esta curva também é produto da média dos tratamentos HR e ATA, porém, a pele do corpo foi resfriada nos dois casos. Na observação dos gráficos da TSP (figuras 19 e 28) pode-se verificar certa semelhança nos valores que compõem as curvas destas duas variáveis nos dois experimentos.

Hodgson et al. (1993) trabalhando com eqüinos em diferentes intensidades de exercício demonstraram uma alta correlação entre carga de exercício, temperatura

do sangue na carótida e taxa de sudação, e estabeleceram uma relação diretamente proporcional entre temperatura do sangue e taxa de sudação.

Bullard, Dill e Yousef (1970) observaram, em jumentos, que a taxa de sudação estava altamente correlacionada com a temperatura superficial quando esta última aumentava; porém, esta relação não era válida para temperaturas superficiais decrescentes, assim, uma diminuição na temperatura superficial não correspondeu a uma diminuição da taxa de sudação. Estes achados coincidem em parte com os observados neste estudo. O mecanismo que controla este evento, também observado por Jenkinson, Elder e Bovell (2006), ainda não foi elucidado.

Em humanos, o resfriamento local da pele atenua a taxa de sudação, provavelmente por uma diminuição da liberação de neuro-transmissores ou uma insensibilização dos receptores das glândulas sudoríparas (DiPASQUALE, D.M; BUONO, M.J; KOLKHORST, 2003).

Shibasaki, Wilson e Crandall (2006), num amplo trabalho de revisão sobre sudação no exercício em humanos, concluíram que esta é o resultado de uma sintonização muito fina do organismo para equacionar vários fatores, não somente de carga térmica senão também de estresse, grau de hidratação, osmolaridade plasmática, estímulos metabólicos musculares, etc.

Foi bem estabelecida a importância do papel da temperatura do SNC na regulação da sudação, através dos trabalhos com macacos *rhesus* de Smiles, Elizondo e Barney (1970), posteriormente comprovado em humanos por vários autores (GISOLFI e WENGER, 1984). Porém, ainda não estão bem estabelecidas quais as conexões neuronais e que combinação de neuro-receptores regulam cada situação. A irrigação do *fundus* glandular, e diversas terminações nervosas do *fundus* e do ducto glandular, já foram responsabilizados por Jenkinson, Elder e Bovell (2006) de agirem em conjunto no controle da sudação em eqüinos.

A transmissão do estímulo sudomotor é considerada como de base humoral, representada pela presença de adrenalina na corrente sanguínea (LOVATT EVANS, 1966), e poucas dúvidas existem sobre o papel significativo dos efeitos vasculares na resposta sudomotora nos eqüinos. Qualquer situação que aumente o fluxo sanguíneo ou a concentração plasmática de adrenalina ativará a sudação nos eqüinos; o exercício, por exemplo, induz tanto uma quanto outra situação (JENKINSON; ELDER; BOVELL, 2006).

Neste trabalho não foi avaliada nem a irrigação da pele nem o cortisol plasmático, mas a julgar pelos resultados de outros estudos (McCONAGHY et al., 1996; ART; VOTION; LEKEUX, 1995) pode-se inferir que a TSP guarda uma relação com a irrigação da região, o que pode esclarecer a participação da mesma no comportamento das curvas dos experimentos de maio e de julho (figuras 19 e 28).

A intensidade da resposta da SUD nos experimentos de maio e julho (figuras 17 e 26), principalmente no que se refere à diminuição da secreção, guarda certa relação com os comportamentos das curvas de T_{Au} e T_{BC} (figuras 22, 23, 31 e 32), que apresentam declínios suaves de valores.

Benzinger (1960) observou em humanos que o aumento na taxa de sudação, provocada pelo exercício ou variações no meio ambiente, tinha uma correlação maior com a temperatura timpânica que com a temperatura da pele. Esta correlação também foi observada neste trabalho, a pesar dos coeficientes serem baixos (0,22 e 0,16 respectivamente).

7.4 Temperatura Retal

Os valores de TR observados neste estudo atingiram valores máximos de 39,44°C em maio (tabela 6) e 39,27°C em julho (tabela 19). Valores similares (39,03±0,47°C) foram observados por Williamson et al. (1995) em animais treinados e exercitados com protocolos de exercício considerados moderados. Os resultados de TR obtidos por Kohn, Hinchcliff e McKeever (1999), trabalhando com resfriamento pós-exercício em eqüinos usando água a 6°C, mostraram um aumento da TR nos primeiros 12 minutos de tratamento, tanto para o grupo resfriado com água fria quanto para o grupo controle (sem resfriamento artificial), sendo que a diminuição a temperaturas inferiores àquelas do momento inicial do pós-exercício começou só a partir dos 12 minutos de tratamento. O mesmo efeito foi observado por Geor et al. (1995) e Marlin et al. (1998)

Estes achados coincidem com os dados observados neste estudo, em ambos experimentos, onde tanto em maio quanto em julho (figuras 18 e 27) é possível constatar um aumento nas TR; porém, no experimento de julho, a TR diminuiu mais rapidamente que no experimento de maio.

De todas as variáveis estudadas aqui, somente uma, a TR no mês de maio (figura 18), não apresentou um aumento no minuto 30 em comparação ao minuto 20

ou 25; mesmo assim, a inversão da tendência de baixa do minuto 25 ao minuto 30 foi significativa no modelo de regressão.

De qualquer maneira, é importante observar que a variável TR tem um comportamento mais linear que as demais variáveis aqui estudadas, o que pode significar que, ao efeito de resfriamento convectivo do sangue circulante na região, é possível somar-se uma grande influência do calor de condução proveniente das massas musculares adjacentes. Isto é especialmente verdadeiro, considerando que o termômetro clínico deve ser mantido no reto por pelo menos um minuto.

O uso da TR em determinados casos, como por exemplo, no exercício, é contestada por muitos autores (HODGSON et al., 1993), que não a consideram um indicador fiel da dinâmica térmica corporal para um determinado momento. O seu uso, porém, é freqüente em estudos a campo por ser uma mensuração prática e não invasiva (KIELBLOCK, 1987).

A pesar da semelhança dos resultados (figuras 18 e 27) nos dois experimentos, e da precariedade da TR para detectar mudanças térmicas corporais com rapidez, um efeito cúbico em ambos experimentos foi detectado no minuto 30, mais notadamente no experimento de julho.

No experimento de maio, a TR demorou mais para começar a diminuir a valores inferiores ao minuto 0, porém o efeito de inversão de tendência a partir do minuto 25 é muito menor, se comparado ao tratamento de julho. Este traçado da curva de dados pode ser explicado com base em processos hemodinâmicos e de temperatura do sangue. Estes resultados (figuras 18 e 27), que são a média dos dois tratamentos, expressam um arrefecimento por convecção menos importante, por serem as médias das temperaturas sanguíneas que irrigam a região, superiores às do tratamento de julho, tendo mais peso no resultado o calor condutivo.

No experimento de julho, a TR diminuiu a valores inferiores aos registrados no minuto 0 mais rapidamente do que o ocorrido no mês de maio, porém, o aumento da TR no pós-resfriamento foi mais pronunciado. Como o resultado reflete médias de dois tratamentos que usam um resfriamento com água no corpo inteiro, o resfriamento do sangue subcutâneo foi maior que o do mês de maio. Por tanto, a dinâmica convectiva, ou seja, a diminuição e o aumento da TR influenciada pela irrigação do reto foi mais destacada que a condutiva; deve-se considerar também a vasoconstrição induzida pelo mesmo processo.

O trabalho de Williamson et al. (1995), que comparou dois métodos de resfriamento pós-exercício, usando água a 9°C no corpo inteiro e água a 31°C evitando grandes massas musculares, revelou diferenças entre tratamentos nos minutos 15, 20, 25 e 30 pós-exercício, porém, no minuto 35, final do experimento, esta diferença tinha desaparecido.

Apesar de suas limitações, a TR foi, de todas as temperaturas aferidas neste estudo, a que melhor expressou a carga térmica e a dinâmica da temperatura interna pós-exercício.

7.5 Temperaturas Superficiais

As temperaturas superficiais registradas neste estudo foram as variáveis que apresentaram maior diferença entre tratamentos, principalmente TST e TSG (figuras 20, 21, 29 e 30). A TSP (figuras 19 e 28) foi a que menor diferença entre tratamentos apresentou, apesar de ser uma região anatômica ricamente irrigada (McCONAGHY et al., 1996), onde os fenômenos vasomotores deveriam ser mais evidentes. O resultado da medição das temperaturas superficiais neste estudo, esta composto por três fatores: temperatura da pele, temperatura dos pelos, e temperatura do ar e vapor de água retida entre os pelos.

Avaliações termográficas feitas por Marlin et al. (1998) comprovaram um rápido aumento da temperatura superficial dentro dos 30 segundos pós-resfriamento, o que indicaria um rápido equilíbrio de temperatura entre os três fatores acima mencionados.

7.5.1 Temperatura Superficial do Pescoço

Se considerarmos os dados observados, (tabelas 7 e 20, figuras 19 e 28) veremos que nos dois experimentos existe uma concordância no minuto 10, momento em que é possível observar a maior amplitude entre tratamentos. Após este tempo ambos tratamentos tendem à convergência, finalizando o resfriamento (minuto 20) e o teste (minuto 30) sem diferenças significativas.

Art, Votion e Lekeux (1995) mensuraram, no seu trabalho, a TSP de equinos em exercício com termógrafo infravermelho, e descreveram uma amplitude térmica

maior em cavalos exercitados em ambiente quente e úmido (30°C e 75% de UR), quando comparados a animais exercitados em ambientes temperados e secos (15°C e 55% de UR); as TSP observadas nesse estudo foram, respectivamente, 29,2± 0,3°C e 29,1 ± 0,4°C no basal, e 32,2± 0,5°C e de 39± 0,6°C imediatamente após o exercício.

Desafortunadamente, estes autores não mencionaram as TSP durante o resfriamento, apesar de tê-las registrado. No mesmo trabalho, o aumento de temperatura registrado nesta região durante e após o exercício foi atribuído a um aumento da capacidade do leito vascular subjacente.

A pouca diferença entre tratamentos observada neste estudo pode ter a sua explicação na baixa capacidade vasomotora da região. O incremento na irrigação da pele do pescoço não foi avaliado no trabalho de McConaghy et al. (1996), porém é sugestivo o fato de que na pele da cabeça, região anatômica onde a sudorese começa rapidamente, o aumento do fluxo sanguíneo foi baixo (17,9±16,4 ⇒ 19±16,2 mL.min⁻¹.100g⁻¹).

Isto indica que uma determinada região anatômica pode ter uma rica irrigação, mas baixa capacidade de aumentar ou diminuir o compartimento vascular.

Por outro lado, a massa muscular da região não participa de modo expressivo no exercício, sendo sua função principal a manutenção da cabeça numa posição adequada, evitando movimentos parasitários. Por tanto, o calor armazenado nos músculos da região pode não ser suficientemente elevado para participar em grandes modificações da TSP.

7.5.2 Temperatura Superficial do Tórax

A TST do experimento do mês de maio (figura 20) foi a variável que apresentou resultados mais expressivos neste estudo. Em ambos experimentos, a TST do tratamento HR atingiu valores inferiores inclusive a TST basal (figuras 20 e 29). Nos dois tratamentos onde foi usada água para refrigerar o tórax (HR e ATA) a TST diminuiu notoriamente; já no tratamento GE, onde nenhum elemento frio tomou contato com a superfície do tórax, a variação na TST foi muito suave e pouco significativa.

Se considerarmos que o ponto anatômico escolhido para avaliar TST tem 8-10cm de espessura, que a massa muscular da região decresce sua atividade de maneira significativa durante o resfriamento, tal como observado na FR, e que o lado interior da parede torácica é resfriado pelo ofego, podemos supor que a dinâmica térmica dos tecidos subjacentes cumpre um papel importante nos resultados observados.

Porém, os resultados observados na TSG invalidam estes argumentos, uma vez que nesta variável a temperatura superficial no tratamento HR também desce a valores inferiores ao basal, porém os tecidos subjacentes estão representados pela maior e mais ativa massa muscular do organismo no exercício, que provavelmente armazena a maior quantidade de calor do organismo.

Portanto, a explicação mais plausível para os valores encontrados na TST está centrada em eventos vasoativos, onde a diminuição da temperatura é originada por uma forte vasoconstrição periférica, e o aumento abrupto dos minutos 25 e 30 por uma vasodilatação expressiva.

Estes achados reforçam a teoria proposta por alguns autores (HODGSON; DAVIES; MCCONAGHY, 1994; COSTRINI, 1990; NOAKES, 1986), de que um resfriamento intenso da superfície corporal de eqüinos hipertérmicos pode produzir uma vasoconstrição de tal magnitude, que resulte numa interferência na troca de calor indivíduo/ambiente por isolamento térmico.

Trabalhos realizados por Marlin et al. (1998), com resfriamento pós-exercício em eqüinos, avaliaram a dinâmica térmica periférica por meio de termografia, e observaram um rápido aumento da temperatura na região torácica e da garupa (>5 °C) 25 segundos após um ciclo de 30 segundos de resfriamento com água a 6 °C, e um aumento final 5 minutos após 6 ciclos de resfriamento.

O estudo realizado por McConaghy et al. (1996), esclarece de algum modo estes fatos. Estes autores, trabalhando com micro esferas radiativas injetadas na corrente sanguínea, mensuraram a distribuição sanguínea em diferentes partes do organismo de pôneis submetidos a estresse calórico, e constataram um aumento de 300% na circulação da pele do tórax e da garupa ($3 \pm 0,8 \Rightarrow 8,2 \pm 0,8 \text{ mL} \cdot \text{min}^{-1} \cdot 100\text{g}^{-1}$).

Assim, fica claro que a circulação periférica destas regiões anatômicas é baixa em termos de fluxo basal, comparada com outras regiões, mas apresenta uma enorme capacidade de aumento para atender necessidades termorregulatórias.

Portanto, os resultados observados neste estudo para esta variável, apresentam uma relação mais estreita com a capacidade de modificação do compartimento vascular periférico, que com a temperatura do sangue ou com o calor de condução originado dos tecidos vizinhos.

A grande diferença entre tratamentos no experimento do mês de maio, e um comportamento similar entre tratamentos no experimento do mês de julho (figuras 20 e 29), permitem supor a existência de um forte estímulo vasoconstritor local. Este argumento é reforçado pelo fato de que outras variáveis observadas, que podem ser relacionadas à temperatura do sangue (TBC, T_{Au} e FR), não apresentaram diferença.

7.5.3 Temperatura Superficial da Garupa

Os resultados da TSG (figuras 21 e 30) nos dois experimentos mostraram resultados similares aos seus homólogos da TST, com temperaturas de resfriamento inferiores às temperaturas basais, como no caso do minuto 20 do tratamento HR do mês de julho.

A única diferença substancial entre ambas variáveis é a intensidade dos tratamentos GE e ATA, mas pronunciada na TSG que na TST.

Em estudos realizados por Kohn, Hinchcliff e McKeever (1999), que trabalharam com resfriamento pós-exercício em equinos, a temperatura do glúteo (TG) diminuiu significativamente, tanto no resfriamento ativo com água fria quanto no passivo, sem resfriamento algum. Durante o resfriamento passivo, a TG diminuiu suavemente até o minuto 30 pós-exercício, de 42,5°C para 42°C, enquanto que no resfriamento ativo, a temperatura diminuiu de 42,5 °C para 40 °C no minuto 0 ao 30.

No mesmo trabalho onde a TG foi registrada com uma sonda alocada a 15 cm de profundidade na massa muscular, a diminuição da temperatura foi linear, sem apresentar o efeito cúbico observado neste estudo. A explicação para esta divergência se baseia, em primeiro lugar, no fato que no experimento de Kohn, Hinchcliff e McKeever (1999) não foi avaliado o efeito pós-resfriamento, e em segundo lugar, no presente estudo, não foi medida a temperatura intramuscular do glúteo, e sim a superfície da garupa, onde os eventos vasomotores têm mais peso nos resultados que o calor de condução da massa muscular.

No tratamento GE do mês de maio (figura 21), os valores observados mostram uma clara diminuição da TSG já nos primeiros 5 minutos. Apesar deste mesmo efeito ter sido observado nos outros dois tratamentos, é importante destacar que durante o tratamento GE não foi aplicado nenhuma fonte de frio na garupa, portanto, a diminuição observada na TSG neste caso deve ser atribuída a uma vasoconstrição, somada a um sangue circulante mais frio na região.

Os valores estimados pelo modelo de regressão linear mostram um aumento da TSG no tratamento GE do minuto 0 ao minuto 12 aproximadamente (figura 21), este achado coincide em parte com a observação feita por Marlin et al. (1998), que avaliaram a TG durante o resfriamento alocando uma sonda a 5 cm de profundidade na massa muscular, e comprovaram um aumento na temperatura 1-2 minutos pós-exercício com resfriamento.

Nesse mesmo trabalho, a avaliação termográfica da superfície da pele evidenciou este efeito, que foi atribuído a uma redistribuição sanguínea, resultante de um aumento no fluxo sanguíneo da pele proveniente das massas musculares, cuja demanda por sangue decresce abruptamente uma vez interrompido o exercício.

Porém, nos tratamentos HR e ATA, este efeito não foi observado, e sim uma diminuição drástica na TSG a partir do minuto 0, tanto nos valores observados quanto nos estimados. Estes achados diferem das observações de Marlin et al. (1998), que avaliaram o efeito pós-resfriamento da TG por 5 minutos, sem constatar aumento pós-resfriamento, e sim decréscimo linear da TG, da mesma maneira que Kohn, Hinchcliff e McKeever (1999). Mais uma vez, a discrepância residiria no método de aferição.

O aumento pós-resfriamento da TSG a partir do minuto 20 deve ser atribuído a uma rápida vasodilatação na região. No minuto 30 do experimento do mês de maio, as TSG finais em ambos tratamentos divergem por uma margem estreita, sem significância estatística ($p=0,08$), sendo a TSG do tratamento GE inferior à do tratamento HR por $1,40\text{ }^{\circ}\text{C}$, e isto após ter atingido uma diferença de $5,55^{\circ}\text{C}$ no minuto 20. O mesmo efeito pode ser observado no experimento de julho, neste caso, também sem diferença no minuto 30 ($p=0,74$). Nos dois casos é destacável o rápido aumento da TSG do tratamento HR, quando comparado ao aumento nos tratamentos GE e ATA. Fica evidente neste caso que a resposta vasodilatadora é praticamente duas vezes mais veloz que a vasoconstritora.

Os achados deste estudo referentes às temperaturas superficiais expõem claramente a grande capacidade de aumento e diminuição do compartimento vascular periférico, reafirmando a sua importância na regulação da temperatura corporal nos eqüinos, com destaque para a região do tórax e garupa, e em menor medida a do pescoço.

7.6 Temperatura Auricular e Temperatura da Base da Cauda

O comportamento destes dois parâmetros nos dois testes realizados neste estudo foi muito similar, ao ponto de apresentarem uma alta correlação estatística ($R^2=0,84$), e representam bem as mudanças vasomotoras e de temperatura do sangue produzida pelos resfriamentos.

McConaghy et al. (1996), trabalhando com micro esferas radiativas, conseguiram mensurar a distribuição sanguínea em diferentes partes do organismo de pôneis submetidos a estresse calórico, e constataram um aumento do fluxo sanguíneo de 4 vezes no pavilhão auricular ($2,7\pm 1,4 \Rightarrow 11\pm 1,1 \text{ mL}\cdot\text{min}^{-1}\cdot 100\text{g}^{-1}$).

Este aumento na circulação sanguínea nesta região anatômica faz com que o ambiente do ouvido médio, onde foi alocado o termômetro, sofra fortemente a influência da temperatura do sangue circulante e das variações no calibre vascular, fazendo com que qualquer mudança no leito vascular local seja rapidamente detectada.

Marlin et al. (1996b) determinaram num estudo, que a TBC de eqüinos em exercício e um bom indicador externo da TAP, em condições ambientais quentes.

Sem estabelecer correlações estatísticas, Marlin et al. (1998) observaram num teste de resfriamento em cinco cavalos, uma estreita relação entre a TBC e a TAP nos primeiros 4 minutos de resfriamento, em que a diminuição da TBC se deveria a uma diminuição na temperatura do sangue circulante, porém, a partir do minuto 4, a TAP começaria a aumentar de maneira constante apesar dos ciclos de resfriamento sucessivos aplicados aos animais.

Estes achados foram justificados com o argumento de que a diminuição da TBC a partir do minuto 4 se deveria não a diminuição na temperatura do sangue, senão a vasoconstrição cutânea geral, que no caso foi mensurada e correlacionada com termografia.

Segundo eles, os primeiros ciclos de resfriamento não afetariam o calibre do leito vascular dérmico, permitindo uma termólise mais substancial, como a observada por Williamson et al. (1995), que compararam a temperatura da água de resfriamento (9°C) com a da água colhida na parte mais baixa do abdômen, e detectaram uma diferença de temperatura de 14°C.

Segundo Marlin et al. (1998) após o quarto ciclo de resfriamento, a vasoconstricção ganharia força, impedindo dessa maneira um transporte de calor por convecção das massas musculares a superfície corporal, apesar dos sucessivos ciclos de resfriamento.

Nos três tratamentos deste estudo pode-se observar que, tanto na TAU quanto na TBC, como em todas as outras variáveis, a uma maior resposta termolítica corresponde uma recuperação de valores mais rápida.

A interpretação dada neste estudo para estes resultados, seria de que quanto menor a temperatura do tratamento e maior a área corporal estimulada, maior seria a vasoconstricção produzida, não somente a nível cutâneo, mas também a nível muscular.

Como conseqüência, o calibre menor nos vasos que atravessam as massas musculares, somado a uma temperatura sanguínea que já não diminui em virtude da vasoconstricção periférica, impede uma transferência de calor apropriada das fibras musculares para o sangue.

No momento em que o resfriamento é suspenso, a vasodilatação repentina associada a uma baixa TAP, por tanto com um amplo gradiente, faz com que a grande quantidade de calor acumulada na fibra muscular se transfira com maior rapidez, quando comparada com tratamentos que usam temperaturas de resfriamento maiores.

Em referência a utilidade clínica da TAU e da TBC cabe ressaltar, em primeiro lugar, que devido às características da espécie eqüina, alguns animais podem apresentar uma relutância à manobra de registro, como foi o caso neste estudo, em que um dos cavalos não permitiu aferir a TAU. O mesmo pode acontecer com a TBC, o que de certa maneira limita o seu uso.

Por outro lado, a alta correlação encontrada neste estudo entre TAU e TBC, se refere à semelhança do comportamento através do experimento, e não a uma correspondência no valor numérico, o que quer dizer que qualquer variação na TAP em conjunto com qualquer alteração vasomotora superficial, será detectada por

ambas medidas quase que ao mesmo tempo, mas nenhuma das duas pode ser usada como referência da temperatura corporal, como pode ser observado quando comparadas ambas com a TR, e tal como o observado por Marlin et al. (1998).

8. Conclusões

Os três métodos demonstraram diminuir a temperatura central (temperatura retal) e a frequência cardíaca com a mesma eficiência. Ficou evidente, à vista dos resultados de taxa de sudação, a limitação dos três métodos para conter as perdas de água e eletrólitos durante a recuperação pós-exercício.

Os resultados das temperaturas superficiais deixam claro que a uma maior resposta termolítica durante o resfriamento, decorrente de vasoconstrição periférica, corresponde a um maior aumento de temperatura superficial após o resfriamento. Isto pode ser devido a um efeito isolante mediado por vasoconstrição, cuja intensidade estaria relacionada à temperatura do tratamento utilizado, água ou gelo, sobre a superfície corporal. Ao maior isolamento corresponderia um maior armazenamento de calor corporal.

O método de resfriamento com água a temperatura ambiente mostrou-se o mais prático, pela facilidade de aplicação.

9. Implicações

Considerando que a temperatura aferida entre o arnês e a pele dos cavalos neste estudo é a mesma da água fria usada no resfriamento, em torno dos 6°C, não foi possível determinar vantagem alguma no uso destes dispositivos, que por outro lado exigem um desembolso para sua confecção, e um condicionamento por parte do animal. O uso de água fria nos membros apresentaria os mesmos resultados que os arneses, e seria mais prático e econômico, por dispensar o uso de gelo moído, tornando-se energeticamente econômico.

A igualdade nos resultados dos três tratamentos sinaliza um limite no resfriamento pós-exercício em eqüinos, por tanto outras estratégias devem ser adotadas para avançar numa área cada vez mais exigente.

Com base nos resultados de estudos anteriores, e inferências feitas a partir dos resultados obtidos neste estudo, fica claro que o resfriamento significativo do sangue obtido com os métodos de resfriamento não é transmitido de maneira completa para outros compartimentos corporais, ao menos nos tempos usados habitualmente nos protocolos de resfriamento.

Ainda que não comprovado, é possível hipotetizar que a uma menor temperatura no resfriamento corresponde uma menor temperatura do sangue, o que propiciaria uma resposta vasoconstritora maior, tanto a nível periférico quanto a nível muscular. Este evento teria como conseqüência propiciar uma superfície de troca de calor menor entre os capilares sanguíneos e as fibras musculares, resultando em menor termólise convectiva.

Sendo válido este argumento, trabalhos futuros deveriam focar a sua estratégia em aumentar a troca de calor por condução e convecção a nível de circulação sangüínea muscular. Isto seria possível evitando uma resposta vasoconstritora exagerada, usando temperaturas de resfriamento mais elevadas que as habituais, aumentando a superfície de troca de calor, apesar do gradiente térmico menor. A movimentação do animal durante o resfriamento, visando aumentar o fluxo sanguíneo na massa muscular, pode resultar num sinergismo considerável, que pode ser potencializado com o uso de outros elementos, tais como ventiladores. Pelo exposto, e considerando o estado da arte, fica claro que em matéria de resfriamento pós-exercício de cavalos de esporte, grandes esforços serão necessários para obter resultados cada vez menores.

10. Referências

AOKI, T.; KIMURA, S.; WADA, M. On the responsiveness of the sweat glands in the horse. **J. Invest. Dermatol.**, Cleveland, v.33, p.441-443, 1959.

ART, T.; LEKEUX, P. Effect of environmental temperature and relative humidity on breathing pattern and heart rate in ponies during and after standardized exercise. **Vet. Rec.**, Norwich, v.123, p.295-299, 1988.

ART, T.; LEKEUX, P. Training-induced modifications in cardio respiratory and ventilatory measurements in Thoroughbred horses. **Eq. Vet. J.**, Newmarket, v.25, n.6, p.532-536, 1993.

ART, T.; VOTION, D.; LEKEUX, P. Physiological measurements in horses after strenuous exercise in hot, humid conditions. **Eq. Vet. J. Suppl.**, Newmarket, v.20, p.120-124, 1995.

BAPTISTE, K.E. A function for guttural pouches in the horse. **Aust. Vet. J.**, Melbourne, v.78, n.5, p.353-353, 2000.

BENZINGER, T.H. The sensory receptor organ and quantitative mechanism of human temperature control in warm environment. **Fed. Proc.**, Charlottesville, v.19, p.32-43, 1960.

BERMAN, A. Influence of some factors on the relative evaporative rate from the skin of cattle. **Nat.**, London, v.179, n.4572, p.1256, 1957.

BIJMAN, J.; QUINTON, P.M. Predominantly β -adrenergic control of equine sweating. **Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.**, Bethesda, v.246, p.349-353, 1984.

BULLARD, R.W.; DILL, D.B.; YOUSEF, M.K. Responses of the burro to desert heat stress. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.29, n.2, p.159-167, 1970.

CALENDÁRIO NACIONAL DE ENDURO EQUÍSTRE, 2008. Disponível em: <http://www.endurancebrasil.com.br/index.htm>
Acesso em: 08 Out. 2008

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE HIPISMO, CBH. **Endurance, 2008**. Disponível em: <http://www.cbh-hipismo.com.br/index2.htm>
Acesso em: 11 Out. 2008

COSTRINI, A. Emergency treatment of exertional heatstroke and comparison of whole body cooling techniques. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Philadelphia, v.22, n.1, p.15-18, 1990.

DiPASQUALE, D.M.; BUONO, M.J.; KOLKHORST, F.W. Effect of skin temperature on the colinergic sensitivity of the human eccrine sweat gland. **Japan. J. Physiol.**, Tokyo, v.53, n.6, p. 427-430, 2003.

ENDURANCEBRASIL, 2008. Disponível em :
<http://www.endurancebrasil.com.br/port/provas>
Acesso em: 08 out. 2008.

ESCOLA DE EQUITAÇÃO DO EXERCITO. **Regulamento de Polo 2003**. Disponível em: <http://www.esegex.ensino.eb.br/regulamentos>
Acesso em: 14 out. 2008.

ENDURANCE RULEBOOK FEI. 6th edition, 2005. Disponível em:
<http://www.fei.org/Disciplines/Endurance/Rules/Pages/Regulations.aspx>
Acesso em: 23 abr. 2008.

EVENTING RULEBOOK FEI. 22nd edition, 2006. Disponível em: <http://www.fei.org/Disciplines/Eventing/Documents/ANNEX5>
Acesso em: 14 de out. 2008.

FLAMINO, M.J.B.F.; RUSH, R.B. Fluid and electrolyte balance in endurance horses. **Vet. Clin. North. Am.: Eq. Pract.**, Philadelphia, v.14, p.147-157, 1998.

GEOR, R.J.; McCUTCHEON, L.J. Thermoregulatory adaptations associated with training and heat acclimatization in fluids and electrolytes in athletic horse. **Vet. Clin. North. Am.: Eq. Pract.**, Philadelphia, v.14, p. 97-120, 1998.

GEOR, R.J. et al. Thermal and cardio respiratory responses of horses to sub maximal exercise under hot and humid conditions. **Eq. Vet. J. Suppl.**, Newmarket, v.20, p.125-132, 1995.

GISOLFI, C.V.; WENGER, C.B. Temperature regulation during exercise, old concepts, new ideas. **Exerc. Sport. Sci. Rev.**, Indianapolis, v.12, p.339-372, 1984.

GUTHRIE, A.J., LUND, R.J. Thermoregulation in fluids and electrolytes in the athletic horse. **Vet. Clin. North Am. Eq. Pract.**, Philadelphia, v.14, p.45-59, 1998.

HALES, J.R.S. Effects of exposure to hot environments on the regional distribution of blood flow and on cardio respiratory function in sheep. **Pflugers Arch. Eur. J. Physiol.**, Berlin, v.344, n.2, p.133-148, 1973.

HALES, J.R.S; DAMPNEY, R.A.L. The redistribution of the cardiac output in the dog during heat stress. **J. Therm. Biol.**, Amsterdam, v.1, p.29-34, 1975.

HART, C. The proper use of water during an endurance ride. **Endurance News**, Auburn, v.25, p.11-12, 1993.

HODGSON, D.R.; DAVIES, R.E.; MCCONAGHY, F.F. Thermoregulation in the horse in response to exercise. **Br. Vet. J.**, London, v.150, n.3, p.219-234, 1994.

HODGSON, D.R. et al. Dissipation of metabolic heat in the horse during exercise. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.74, n.3, p.1161-1170, 1993.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The Athletic Horse**. Oxford: WB Saunders, 1994, 497p.

HOPKINS, S.R. et al. Effect of prolonged heavy exercise on pulmonary gas exchange in horses. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.84, n.5, p.1723-1730, 1998.

HUBERT, J.D.; BEADLE, R.E.; NORWOOD, G. Equine anhydrosis. **Vet. Clin. North Am.: Eq. Pract.**, Philadelphia, v.18, n.2, p.355-369, 2002.

JEFFCOTT, L.B.; CLARKE, A.F. Progress Towards Atlanta 1996. **Eq. Vet. J. Suppl.**, Newmarket, v.20, 1995.

JENKINSON, D.McE.; ELDER, H.Y.; BOVELL, D.L. Equine sweating and anhydrosis: Part 1, equine sweating. **Eur. Soc. Vet. Dermatol.**, Zurich, v.17, p.361-392, 2006.

KAMINSKI, R.P. et al. Effect of altered ambient temperature on breathing in ponies. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.58, n.5, p.1585-1591, 1985.

KERR, M.G.; SNOW, D.H. Composition of sweat of the horse during prolonged epinephrine infusion, heat exposure and exercise. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.44, n.8, p.1571-1577, 1983.

KIELBLOCK, A.J. Strategies for the prevention of heat disorders with particular reference to the efficacy of body cooling procedures. In: HALES, J.R.S; RICHARD, D.A.B. **Heat stress: physical exertion and environment**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers BV, 1987, p.489-497.

KOHN, C.W.; HINCHCLIFF, K.W.; MCKEEVER, K.H. Evaluation of washing with cold water to facilitate heat dissipation in horses exercised in hot, humid conditions. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.60, n.3, p.299-305, 1999.

LINDINGER, M.I. Exercise in the heat: Thermoregulatory limitations to performance in humans and horses. **Can. J. Appl. Physiol.**, Guelph, v.24, n.2, p.152-163, 1999.

LINDINGER, M.I. et al. Heat acclimation improves regulation of plasma volume and plasma Na⁺ content during exercise in horses. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.88, n.3, p.1006-1013, 2000.

LOVATT EVANS, C. Physiological mechanisms that underlie sweating in the horse. **Br. Vet. J.**, London, v.122, n.30, p.117-123, 1966.

LOVING, N.S.; JOHNSTON, A.M. **Veterinary manual for the performance horse**. Oxford: Blackwell Science Ltd., 1995, p.223-224.

MANOHAR, M. Respiratory muscle perfusion during strenuous exercise. In: PERSSON SGB, LINDHOLM A., JEFFCOTT L.B. **Equine exercise physiology 3**. Davis: ICEEP Publications, 1991, p.1-8.

MANOHAR, M. Tracheobronchial perfusion during exercise in ponies. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.68, n.5, p.2182-2185, 1990.

MANOHAR, M. et al. Bronchial circulation during prolonged exercise in ponies. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.53, p.925-929, 1992.

MARLIN, D.J. et al. Acclimation and acclimatization of competition horses to high temperature and humidity. In: AUER, D.E.; HOUGHTON, E. **Proceedings of the 11th International Conference of Racing Analysts and Veterinarians**. Newmarket: R&W Publications Ltd, 1996a, p.85.

MARLIN, D.J. et al. Physiological responses in non heat acclimated horses performing treadmill exercise in cool (20°C/40%RH), hot dry (30°C/40%RH) and hot humid (30°C/80%RH) conditions. **Eq. Vet. J., Suppl.**, Newmarket, v.22, p.70-84, 1996b.

MARLIN, D.J. et al. Post exercise changes in compartmental body temperature accompanying intermittent cold water cooling in the hyperthermic horse. **Eq. Vet. J.**, Newmarket, v.30, p.28-34, 1998.

McCONAGHY, F.F. et al. Redistribution of cardiac output in response to heat exposure in the pony. **Eq. Vet. J., Suppl.**, Newmarket, v.22, p.42-46, 1996.

McCONAGHY, F.F. et al. Selective brain cooling in the horse during exercise and environmental heat stress. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.79, p.1849-1854, 1995.

McCONAGHY, F.F. Thermoregulation. In: HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. **The Athletic Horse**. Oxford: WB Saunders, 1994, 497p.

McCUTCHEON, L.J.; GEOR R.J. Influence of training on sweating responses during sub maximal exercise in horses. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.89, n.6, p.2463-2471, 2000.

MONTGOMERY, I.; JENKINSON, D.M.; ELDER, H.Y. The effects of thermal stimulation on the ultra structure of the fundus and duct of the equine sweat gland. **J. Anat.**, Brighton, v.135, n.1, p.13, 1982.

NAYLOR, J.R.J. et al. Effects of dehydration on thermoregulatory responses of horses during low-intensity exercise. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.75, n.2, p.994-1001, 1993.

NIELSEN, B. et al. Acute and adaptative responses in humans to exercise in a warm, humid environment. **Pflugers Arch. Eur. J. Physiol.**, Berlin, v.434, n.1, p.49-56, 1997.

NOAKES, T.D. Body cooling as a method for reducing hyperthermia. **South Afr. Med. J.**, Cape Town, v.70, n.6, p.373-374, 1986.

OGAWA, T.; BULLARD, R.W. Characteristics of sub threshold sudomotor neural impulses. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.32, n.3, p.395-400, 1970.

OOSTERBAAN, M.M.S.O. et al. Heart rate, blood biochemistry and performance of horses competing in a 100 km endurance ride. **Vet. Rec.**, Norwich, v.128, n.8, p.175-179, 1991.

PELLETIER, N. et al. Effect of sub maximal exercise and training on dead space ventilation in the horse. In: J.R. GILLESPIE; N.E. ROBINSON. **Equine Exercise Physiology 2**. Davis: ICEEP Publications, 1987, p.225-234.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T.; COX, R. Ventilatory and metabolic reactions to heat stress during prolonged exercise. **J. Sports Med. Phys. Fitness**, Torino, v.22, n.1, p.32-36, 1982.

RAY, C.A.; GRACEY, K.H. Augmentation of exercise-induced muscle sympathetic nerve activity during muscle heating. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.82, n.6, p. 1719-1733, 1997.

ROSE, R.J. An evaluation of heart rate and respiratory rate recovery for assessment of fitness during endurance rides. In: SNOW, D.H.; PERSSON, S.G.B.; ROSE, R.J. **Equine exercise physiology**. Cambridge: Granta Editions, 1983, p.505-509.

ROSE, R.J. et al. Maximum O₂ uptake, O₂ debt and deficit, and muscle metabolites in thoroughbred horses. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.64, n.2, p.781-788, 1988.

ROWELL, L.B. **Human Circulation: Regulation during physical stress**. New York: Oxford University, 1986, 416p.

SCHLEGER, A.V.; TURNER, H.G. Sweating rates of cattle in the field and their reaction to diurnal and seasonal changes. **Aust. J. Agric. Res.**, v.16, n.1, p.92-106, 1965.

SCOTT, C.M.; MARLIN, D.J.; SCHROTER, R.C. Quantification of the response of equine apocrine sweat glands to β_2 -adrenergic stimulation. **Eq. Vet. J.**, Newmarket, v.33, n.6, p.605-612, 2001.

SHIBASAKI, M.; WILSON, T.E.; CRANDALL, C.G. Neural control and mechanisms of eccrine sweating during heat stress and exercise. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.100, n.5, p.1692-1701, 2006.

SMILES, K.A.; ELIZONDO, R.R.; BARNEY, C.C. Sweating response during changes of hypothalamic temperature in the rhesus monkey. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v.40, n.5, p.653-657, 1976.

SNOW, D.H. Identification of the receptor involved in adrenaline mediated sweating in the horse. **Res. Vet. Sci.**, Amsterdam, v.23, n.2, p.264, 1977.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS Institute Inc. (2000). **User's guide**. SAS Institute Inc., Cary.

TALUKDAR, A.H.; CALHOUN, M.L.; STINSON, A.W. Specialized vascular structure in the skin of the horse. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.33, n.2, p.335-338, 1972.

THIEL, M.; TOLKMITT, G.; HÖRNICKE, H. Body temperature changes in horses during riding: time course and effects on heart rate and respiratory frequency. In: Gillespie JR, Robinson NE, eds. **Equine exercise physiology 2**. Davis: ICEEP Publications, 1987, p.183-193.

TITTO, E.A.L. et al. Taxa de sudação e composição mineral do suor de eqüinos das raças Bretão, Anglo-Árabe e Mangalarga. **Ars Vet.**, Jaboticabal, v.14, n.3, p.264-272, 1998.

VALBERG, S. et al. Muscle histopathology and plasma aspartate amino transferase, creatine kinase and myoglobin changes with exercise in horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. **Eq. Vet. J.**, Newmarket, v.25, n.1, p.11-16, 1993.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B.J.; CASABURI, R. Respiratory control during exercise. In: FISHMAN, A.P. **Handbook of physiology**. Bethesda: American Physiological Society, 1986, p.595-619.

WILLIAMSON, L. et al. Comparison between two post exercise cooling methods. **Eq. Vet. J. Suppl.**, Newmarket, v.18, p.337-340, 1995.

ANEXO 1- Parecer da Comissão de Ética em Experimentação Animal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos
Departamento de Ciências Básicas

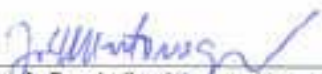
Pirassununga, 2 de junho de 2008.

Sujeito: Resposta ao pedido encaminhado à Comissão de Ética em 31/08/07.

Prezado Professor,

Tendo por base os princípios estabelecidos no Regimento Geral do Comitê de Ética em Experimentação Animal da FZEA, informamos que projeto de pesquisa "Termorregulação em cavalos submetidos a diferentes métodos de resfriamento pós-exercício" recebeu parecer favorável de um pesquisador que atua na área. Deste modo, a Comissão de Ética da FZEA considerou-o aprovado.

Atenciosamente,



Prof. Dr. João Alberto Negrão
Presidente da Comissão de Ética

Prof. Dr. Evaldo Antônio Lencioni Titto
Departamento de Zootecnia
Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos