



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UFPB
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**



VALBERIO CANDIDO DE ARAUJO

**CORRELAÇÃO ENTRE TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA E MARCADORES
FISIOLÓGICOS PARA CONTROLE DE CARGAS DE TREINO EM ATLETAS DE
BASQUETEBOL**

JOÃO PESSOA-PB

2018

VALBÉRIO CANDIDO DE ARAÚJO

**CORRELAÇÃO ENTRE TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA E MARCADORES
FISIOLÓGICOS PARA CONTROLE DE CARGAS DE TREINO EM ATLETAS DE
BASQUETEBOL**

TESE DE DOUTORADO

Tese de doutorado apresentada a banca Examinadora, referente ao Exame de Defesa do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física (PAPGEF - UPE/UFPB), como requisito final à obtenção de Título de Doutor.

Área de concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano

Linha de pesquisa: Cineantropometria e Desempenho Humano

Orientação: Prof. Dr. Alexandre Sérgio Silva

Co-orientador: Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos

JOÃO PESSOA-PB

2018

Catlogação na publicação
Seção de Catlogação e Classificação

nbsp; Araujo, Valberio Candido
de.
Correlação entre termografia infravermelha e
marcadores
fisiológicos para controle de cargas de treino em
atletas de basquetebol / Valberio Candido de
Araujo. -
João Pessoa, 2019.
0 f. : il.
Orientação: Alexandre Sérgio Silva Silva.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCS.
1. Esporte. 2. Temperatura da pele. 3. Termo
regulação.
4. Treinamento Físico. I. Silva, Alexandre Sérgio
Silva. II. Título.

UFPB/BC

UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UPE-UFPB
CURSO DE MESTRADO E DOUTORADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A Tese: Correlação entre Termografia Infravermelha e Marcadores Fisiológicos para Controle de Cargas de Treino em Atletas de Basquetebol.

Elaborada por Valbério Candido de Araújo

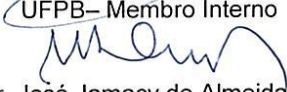
Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de DOUTOR EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano.

Data: 14 de dezembro de 2018

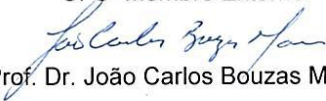
BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. Alexandre Sérgio Silva
Presidente


Prof. Dr. Gilmário Ricarte Batista
UFPB- Membro Interno


Prof. Dr. José Jamacy de Almeida-Ferreira
UFPB- Membro Interno


Prof. Dr. Marcos Bezerra de Almeida
UFS- Membro Externo


Prof. Dr. João Carlos Bouzas Marins
UFV- Membro Externo

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha mãe dona Maria Claudete Candido Costa, por sua incansável dedicação aos seus filhos, sobretudo a mim. Dedico também, a dois anjos que passaram por minha vida, meu avô Benedito Jacinto da Costa e meu tio Antônio Candido Costa.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre presente em todos os momentos de minha vida. Ele me dar forças para superar os momentos difíceis, me livrando de todo mal e suprimindo em todas as minhas necessidades;

A minha querida mãe, Dona Maria Claudete Candido Costa, meus irmãos Claudemir, Vital e Cléa.

Meus tios e tias que sempre me deram muita força em todos os momentos.

Ao meu orientador Dr. Alexandre Sérgio Silva, por tudo que já fez e vem fazendo por mim.

Ao professor co-orientador Dr. Heleodório Honorato Santos, obrigado por sua paciência;

Aos professores membros da banca, Prof. Dr. Gilmário Ricarte Batista (UFPB), Prof. Dr. José Jamacy de Almeida Ferreira (UFPB), Prof. Dr. João Calos Bouzas Marins (UFV), Prof. Dr. Marcus Bezerra de Almeida (UFS) pela ajuda e dedicação em todo processo do meu doutorado;

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), especialmente ao Departamento e a Pós-graduação de Educação Física;

À Universidade de Pernambuco (UPE), referente à sede do Programa Associado de Pós-graduação de Educação Física;

À coordenadora Dra. Maria do Socorro Brasileiro Santos pelo excelente trabalho prestado ao Programa Associado de Pós-graduação de Educação Física;

Ao secretário do Programa Associado de Pós-graduação em Educação Física, sede Universidade Federal da Paraíba, Ricardo da Silva Melo, pelo brilhante trabalho que vem realizando a frente da secretária, sempre motivado e alegre para atender a todos que solicitam algo. Você é um exemplo de profissional, continue sempre assim;

A meu amiga e professora, Dra. Maria do Socorro Cirilo de Sousa, por todos os ensinamentos e carinho que teve comigo durante o início do doutorado.

À minha namorada Priscila Dantas por aguentar meus estresses.

As minhas segundas casas, o Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE) e laboratório (LETFADS) da Universidade Federal da Paraíba que foi o local que me ajudou a crescer e desenvolver

pessoalmente e profissionalmente;

À DeLeve na representada pelas nutricionistas Gisele e Thaíse, por colaborarem com a coleta de dados.

Aos laboratórios de estudos do treinamento físico aplicado ao desempenho e a saúde (LETFADS) Lydiane Toscano, Ana Carla, Ana Paula, André Mendonsa, Bruno Rafael Virginio, Karine Lemos, Klécia Senna, Milena Moura, Vanessa Karla, Luciana Toscano, Karol Lopes, Joane Estrela, Marizangela Ferreir, Vanessa Montenegro, Manoel Neto, Rogerio, Gurstavo Felix. E em especial Valter Azevedo, Douglas Cavalcante, Matheus da Silveira costa e Raquel Brito pela estreita convivência diária no laboratório. Agradeço também a Davi Ribeiro, Reabia Andrade, Glêbia Alexia, Elijákson, Eder, Alice, Matues Duarte de coração, por toda a ajuda em todos os momentos de estresse, bem como, nas coletas com a equipe de basquete, sem essas pessoas me ajudando não teria conseguido, OBRIGADO POR TUDO PESSOAL!!!;

Aos meus amigos do Laboratório de Cineantropometria e Desempenho Humano (LABOCINE) da Universidade Federal da Paraíba Rodrigo Ramalho Aniceto (obrigado compadre por ter me chamado para participar do LABOCINE e graças a seu convite hoje chego ao grau máximo do ensino superior), Adenilson Targino Araújo Júnior, Leonardo dos Santos Oliveira, Júlio Cesar, Hidayane Gonçalves, Elísio Neto, Leandro Oliota Ribeiro, Piettra Galvão, Simoni Bittar, Marlon Madeiro, Lucas de Freitas, Danillo Caldas, Caio Tibério, Gabriel, Thiago Siqueira Paiva de Souza, Joamira Araújo, Iara Cristina Albuquerque, Wanessa Vasconcelos, Luis Rodolfo Rodrigues, Pryscila Silva, Leonardo da Silva, Rammily Keicy Umbelino, Marcell Pereira Dativo da Costa, Emily Ribeiro e Andrigo Zaar.

Aos voluntários que fizeram parte deste estudo, os meus mais sinceros agradecimentos.

As enfermeiras que ajudaram nas coletas, Milena, Paula, Laís e Andréa.

Aos meus familiares, pelo permanente estímulo e apoio.

EPÍGRAFE

*“Viva como se fosse morrer amanhã.
Aprenda como se fosse viver para
sempre”.*

Mahatma Gandhi

RESUMO

A termografia infravermelha (TI) tem sido aplicada entre atletas como um indicador de carga interna de treinamento. No entanto, sua consistência ainda não foi determinada. O objetivo deste estudo foi correlacionar mudanças na temperatura da pele, induzidas por uma sessão exercício (estudo agudo - EA) e, ao longo de uma temporada de treinamento (estudo crônico - EC), com as alterações em medidas fisiológicas de inflamação, estresse oxidativo, dano muscular, modulação autonômica e sensação referida. Participaram do EA 17 atletas ($20,9 \pm 3,2$ anos) e do EC 13 atletas ($20,4 \pm 2,8$ anos), sendo todos de uma equipe semiprofissional de basquetebol. No EA, os atletas realizaram um circuito composto por oito exercícios com características de força, potência, excentricidade e velocidade. Antes do circuito, imediatamente após e transcorridas 2, 4, 24 e 48 horas, eles foram submetidos a medidas de variabilidade da frequência cardíaca (VFC), coletas de sangue para análises de marcadores de dano muscular creatina quinase (CK), lactatodesidrogenase (LDH), proteína C reativa ultrasensível (PCR-us), atividade antioxidante total (CAT) malondialdeído (MDA) e TI. O EC durou 12 semanas, compostas por treinos técnico/tático/físico e jogos competitivos. As avaliações do EA foram replicadas no EC a cada quatro semanas, acrescidas de testes psicométricos (estado de humor, questionário de *overtraining*). Para análise dos dados foram utilizados os teste de ANOVA para medidas repetidas e correlação de *Spearman* ($P \leq 0,05$). Os exercícios físicos do EA promoveram aumento de CK e/ou LDH por até 48h pós treino, mas sem alteração para PCR-us, CAT e MDA. Ocorreu, ainda, redução parassimpática (RMSSD) e aumento simpático, mas apenas no momento imediatamente pós treino. Concomitantemente, a temperatura de corpo inteiro (TICI), a qual foi composta pela média de todas as áreas avaliadas, indicou aumento significativo de $31,3 \pm 0,4$ °C, para $32,0 \pm 0,5$ °C 2h pós treino (PT) e 4h PT ($31,5 \pm 0,5$ °C), reduzindo 24h PT ($30,7 \pm 0,5$ °C) e retornando a valores semelhantes aos iniciais 48h PT ($31,4 \pm 0,6$ °C). Estas alterações na TICI se correlacionaram com PCR-us imediatamente PT ($r = -0,505$, $P = 0,039$), CAT 4h PT ($r = -0,533$, $P = 0,027$), MDA imediatamente PT ($r = -0,559$, $P = 0,020$) e RMSSD 24h PT ($r = -0,487$, $P = 0,048$). No EC, observou-se dano muscular na 4^a e 8^a semanas de treinamento, mas as demais variáveis se mantiveram sem indicar estresse oxidativo, perturbação autonômica ou do estado de humor. Enquanto isso, os valores de TICI iniciaram em $31,3 \pm 0,4$ °C, passando para $31,1 \pm 0,5$ °C após 4 semanas e aumentando significativamente para $31,7 \pm 0,4$ °C, com 8 semanas de treino ($P \leq 0,05$). Foram encontradas correlações da TICI com a CK ($r = -0,566$, $P = 0,040$) e rendimento ($r = 0,587$, $P = 0,013$) após 8 semanas de treinamento e com o vigor ($r = -0,646$, $P = 0,017$) após 12 semanas. A temperatura da pele segmentada por região corporal manteve comportamento similar à do corpo inteiro. Conclui-se que os dados da TI não acompanham de forma consistente os indicadores fisiológicos de dano muscular, estresse oxidativo, inflamação sistêmica, modulação autonômica e sensação referida, seja no EA ou no EC, senão por algumas escassas correlações da TI de algum seguimento corporal, com uma ou outra variável fisiológica em momentos isolados.

Palavras-chave: Esporte. Temperatura da pele. Termo regulação. Treinamento físico.

ABSTRACT

Infrared thermography (IT) has been applied among athletes as an indicator of internal training load, with the advantages of being simple and non-invasive. However, its consistency has not yet been determined. The objective of this study was to compare the changes in skin temperature, through IT, induced by an exercise session (acute study - AS) and throughout a training season (chronic study - CS) with changes in physiological measures of inflammation, oxidative stress, muscle damage, autonomic modulation and referred sensation. The participants were 17 athletes (20.9 ± 3.2 years) and 13 athletes (20.4 ± 2.8 years), all of whom were from a semiprofessional basketball team. In AS, the athletes performed a circuit composed of 8 exercises with characteristics of strength, power, eccentricity and speed. Before the circuit, immediately after and after 2, 4, 24 and 48 hours, they were submitted to measurements of heart rate variability (HRV), blood samples for analysis of muscle damage markers creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), ultra-sensitive C-reactive protein (CRP-us), total antioxidant activity (TAA), malondialdehyde (MDA), and TI. The EC lasted 12 weeks, consisting of technical / tactical / physical training and competitive games. The AS assessments were replicated in the CS every four weeks, plus psychometric tests (mood state, overtraining questionnaire). To analyze the data, we used the ANOVA test for repeated measures and Spearman correlation. The physical exercises of the AD promoted increase of CK and / or LDH for up to 48h post training, but without alteration for PCR-us, CAT and MDA. There was also parasympathetic reduction (RMSSD) and sympathetic increase, but only at the moment immediately after training. At the same time, the whole body temperature (WBT), which was composed by the mean of all evaluated areas, showed a significant increase from 31.3 ± 0.4 ° C, to 32.0 ± 0.5 ° C 2h post training (PT) and 4h PT (31.5 ± 0.5 ° C), reducing PT 24h (30.7 ± 0.5 ° C) and returning values similar to the initial 48h PT (31.4 ± 0.6 ° W). These changes in WBT correlated with PT-CR immediately PT ($r = -0.505$, $p = 0.039$), CAT 4h PT ($r = -0.533$, $p = 0.027$), MDA immediately PT ($r = -0.559$, $p = 0.020$) and RMSSD 24h PT ($r = -0.487$, $p = 0.048$). In the EC, muscle damage was observed in the 4th and 8th weeks of training, but the other variables remained without indicating oxidative stress, autonomic disturbance or mood state. Meanwhile, TICl values started at 31.3 ± 0.4 ° C, rising to 31.1 ± 0.5 ° C 4 weeks later and increasing significantly to 31.7 ± 0.4 ° C with 8 weeks of training. The body temperature segmented by body temperature maintained similar behavior to the whole body, with a significant increase in the 8th week of the season. Correlations of TICl with CK ($r = -0.487$, $p = 0.048$) and yield ($r = -0.487$, $p = 0.048$) with 8 weeks of training and with vigor ($r = -0.487$, $p = 0.048$) after 12 weeks. It is concluded that TI data do not consistently follow the physiological indicators of muscle damage, oxidative stress, systemic inflammation, heart rate variability and mood states, either in EA or in CD, but because of some body follow-up, with one or another physiological variable at isolated moments.

Keywords: Sport. Skin temperature. Thermo regulation. Physical training.

RESUMEN

La termografía infrarroja (TI) se ha aplicado entre atletas como indicador de carga interna de entrenamiento. Sin embargo, su consistencia aún no ha sido determinada. El objetivo de este estudio fue comparar los cambios en la temperatura de la piel, a través de la TI, inducidas por una sesión de ejercicio (estudio agudo - EA) y a largo de una temporada de entrenamiento (estudio crónico - EC) con los cambios en medidas fisiológicas inflamación, estrés oxidativo, daño muscular, modulación autonómica y sensación referida. En el EA 17 atletas ($20,9 \pm 3,2$ años) y del EC 13 atletas ($20,4 \pm 2,8$ años), todos eran de un equipo semiprofesional de baloncesto. En el EA, los atletas realizaron un circuito compuesto por 8 ejercicios con características de fuerza, potencia, excentricidad y velocidad. Antes del circuito, inmediatamente después y transcurridas 2, 4, 24 y 48 horas, se sometieron a medidas de variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), colectas de sangre para análisis de marcadores de daño muscular creatina quinasa (CK), lactatodeshidrogenasa (LDH), proteína C reactiva ultrasensible (PCR-us), actividad antioxidante total (CAT) malondialdehído (MDA) y TI. El EC duró 12 semanas, compuesta de entrenamientos técnico / táctico / físico y juegos competitivos. Las evaluaciones del EA se replicaron en el EC cada cuatro semanas, más las pruebas psicométricas (estado de humor, cuestionario de sobreentrenamiento). Para el análisis de los datos se utilizaron las pruebas de ANOVA para medidas repetidas y correlación de Spearman. Los ejercicios físicos del EA promovieron un aumento de CK y / o LDH por hasta 48h post entrenamiento, pero sin alteración para PCR-us, CAT y MDA. Se produjo una reducción parasimpática (RMSSD) y un aumento simpático, pero sólo en el momento inmediatamente posterior al entrenamiento. Con el tiempo, la temperatura de cuerpo entero (TICI), la cual fue compuesta por la media de todas las áreas evaluadas, indicó aumentó significativamente de $31,3 \pm 0,4$ ° C, a $32,0 \pm 0,5$ ° C 2h después del entrenamiento (PT) y 4h PT ($31,5 \pm 0,5$ ° C), reduciendo las 24 horas ($30,7 \pm 0,5$ ° C) y retornando a valores similares a los iniciales 48h PT ($31,4 \pm 0,6$ °, C). Estos cambios en la TICI se correlacionaron con PCR-us inmediatamente PT ($r = -0,505$, $p = 0,039$), CAT 4h PT ($r = -0,533$, $p = 0,027$), MDA inmediatamente PT ($r = -0,559$, $p = 0,020$) y RMSSD 24h PT ($r = -0,487$, $p = 0,048$). En el EC, se observó daño muscular en la 4ª y 8ª semana de entrenamiento, pero las demás variables se mantuvieron sin indicar estrés oxidativo, perturbación autonómica o del estado de humor. Mientras tanto, los valores de TICI comenzaron a $31,3 \pm 0,4$ ° C, pasando a $31,1 \pm 0,5$ ° C 4 semanas después y aumentando significativamente a $31,7 \pm 0,4$ ° C con 8 semanas de edad entrenamiento. La temperatura de la pele segmentada por región corporal mantuvo comportamiento similar a de cuerpo entero, con aumento significativo en la 8ª semana de la temporada. Se encontraron correlaciones de la TICI con la CK ($r = -0,487$, $p = 0,048$) y rendimiento ($r = -0,487$, $p = 0,048$) con 8 semanas de entrenamiento y con el vigor ($r = -0,487$, $p = 0,048$) después de 12 semanas. Se concluye que los datos de TI no acompañan de forma consistente los indicadores fisiológicos de daño muscular, estrés oxidativo, inflamación sistémica, variabilidad de la frecuencia cardíaca y estados de humor, ya sea en el EA o en el

EC, sino por algunas escasas correlaciones de la TI de un cierto seguimiento corporal, con una u otra variable fisiológica en momentos aislados.

Palabras-clave: Deporte. Temperatura de la piel. Término de regulación. Entrenamiento físico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma de amostragem de ambas as etapas do estudo	42
Figura 2. Desenho da fase aguda do estudo.....	43
Figura 3. Desenho da fase crônica do estudo.....	44
Figura 4. Circuito de exercícios utilizados na fase aguda.....	46
Figura 5. Câmera termográfica utilizada no estudo (FLIR ThermoCAM® T-360).....	56
Figura 6. Local utilizado para captação das imagens termográficas, Laboratório de Termografia (LabTerm).....	57
Figura 7. Áreas das regiões corporais de interesse demarcadas, avaliadas no estudo, separadas por região superior e inferior, nas faces anterior e posterior.....	58
Figura 8. Alterações no valores médios das variáveis fisiológicas ao longo do período do estudo agudo, utilizando o momento pré-treino e o momento anterior como referência.....	65
Figura 9. Alterações nos valores médios das variáveis fisiológicas ao longo do período do estudo agudo, utilizando o pré-treino e o momento anterior como referência.....	67
Figura 10. Ganhos relativos da TICI comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.....	69
Figura 11. Ganhos relativos da TIAT comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.....	71
Figura 12. Ganhos relativos da TIPT comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.....	72
Figura 13. Ganhos relativos da TIAB comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.....	74
Figura 14. Ganhos relativos da TIPB comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.....	75
Figura 15. Ganhos relativos da TIAC comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.....	77
Figura 16. Ganhos relativos da TIPC comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.....	78
Figura 17. Resumo das correlações encontradas entre as variáveis fisiológicas e a temperatura da pele nos momentos avaliados no estudo agudo.....	79

Figura 18. Variações nas médias dos valores de todas das variáveis bioquímicas e psicométricas durante o período de treinamento crônico.....	80
Figura 19. Variações nas médias dos valores das variáveis da escala de Humor de Brunel (BRUMS)	82
Figura 20. Variações nas médias dos valores das variáveis da termografia infravermelha avaliadas durante o período de treinamento crônico.....	83
Figura 21. Ganhos relativos da TICI comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência.....	85
Figura 22. Ganhos relativos da TIAT comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência.....	86
Figura 23. Ganhos relativos da TIPT comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência.....	87
Figura 24. Ganhos relativos da TIAB comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência.....	88
Figura 25. Ganhos relativos da TIPB comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência.....	89
Figura 26. Ganhos relativos da TIAC comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência.....	90
Figura 27. Ganhos relativos da TICP comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência.....	91
Figura 28. Resumo das correlações encontradas entre as variáveis fisiológicas e a temperatura da pele nos momentos avaliados na fase crônica do estudo.....	92

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1. Variáveis que podem ser utilizadas no controle das cargas internas e externas de treino.....	26
Quadro 2. Marcadores fisiológicos e psicométricos utilizados na monitoração do treinamento.....	27
Quadro 3. Descrição da Temporada de treinamento.....	47
Quadro 4. Descrição do microciclo básico.....	48
Quadro 5. Descrição do microciclo estabilizador.....	48
Quadro 6. Descrição do microciclo competitivo.....	49
Quadro 7. Descrição dos 34 RCI utilizados nos estudos agudo e crônico.....	59
Tabela 1: Características das variáveis antropométricas, fisiológicas e termográficas dos atletas antes de iniciarem o treinamento.....	63

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TI	Termografia Infravermelha
CK	Creatina Quinase
FC	Frequência Cardíaca
LDH	Lactato Desidrogenase
MDA	Malondialdeído
CAT	Capacidade Antioxidante Total
2h	Duas horas
ANOVA	Análise de Variância
EDTA	Ácido etilenodiamino tetra-acético
EROS	Espécie reativa de oxigênio
IL-1	Interleucina 1
IL-6	Interleucina 6
PCR-us	Proteína C reativa ultrassensível
TNF- α	Fator de necrose tumoral α

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	19
1.1 Pergunta condutora	22
1.2 Objetivos	22
1.2.1 Geral	22
1.2.2 Específicos	23
2 REVISÃO DE LITERATURA	24
2.1 Controle das cargas de treino em atletas	24
2.2 Ferramentas fisiológicas usadas no controle das cargas internas	28
2.2.1 Dano muscular (Creatina quinase, Lactato desidrogenase).....	28
2.2.2 Inflamação sistêmica	30
2.2.3 Estresse Oxidativo (Capacidade antioxidante total, Malondialdeído)	31
2.2.4 Sistema hormonal	32
2.2.5 Fatores neurais: variabilidade da frequência cardíaca como indicador da atividade nervosa autonômica	33
2.3 Ferramentas psicométricas usadas no controle das cargas internas	34
2.3.1 Escala de Humor de Brunel – (BRUMS).....	35
2.3.2 Questionário de estresse no esporte (RestQ-sport)	36
2.3.3 Questionário de <i>Overtraining</i>	36
2.3.4 <i>Category Ratio 10-Rest Interval Scale</i> (CR10-RIS)	37
2.4 A termografia infravermelha para o controle das cargas de treino	37
2.4.1 Status do uso da termografia infravermelha no contexto esportivo.....	38
3 MATERIAIS E MÉTODOS	41
3.1 Caracterização do estudo	41
3.2 Sujeitos	41
3.3 Aspectos éticos	43
3.4 Desenho do Estudo	43
3.5 Procedimentos para coleta de dados	44
3.5.1 Sessão de exercício para avaliação das respostas agudas	45
3.5.2 Temporada de treinamento	46
3.5.3 Variáveis do estudo	49
3.6 Análise estatística	60
4 RESULTADOS	62
4.2 Sessão de treino extenuante (estudo agudo)	64
4.2 Temporada de treinamento (estudo crônico)	79
5 DISCUSSÃO	92
5.1 Temperatura de pele e outras variáveis no controle das cargas internas de treino	94
5.2 Estudo agudo	95
5.3 Estudo crônico	100
5.4 Limitações	104
5.5 Perspectivas	105
6 CONCLUSÕES	106

REFERÊNCIAS.....	107
APÊNDICE A.....	115
APÊNDICE B.....	117
APÊNDICE C.....	120
APÊNDICE D.....	121
APÊNDICE E.....	122
APÊNDICE F.....	123
APÊNDICE G.....	124
APÊNDICE H.....	125
APÊNDICE I.....	126
ANEXOS.....	127
ANEXO A – Escala de BRUMS.....	127
ANEXO B – Questionário do Overtraining.....	128
ANEXO C – Comitê de Ética.....	129

1 INTRODUÇÃO

O treinamento de alto nível muitas vezes exige uma rotina excessivamente desgastante, podendo levar o atleta a apresentar sinais ou sintomas de *overreaching* não funcional ou *overtraining*. Para Kreher e Schwartz (2012) apesar do difícil diagnóstico, alguns estudos apontam prevalência de *overtraining* em torno 60% de atletas corredores de elite e em aproximadamente 30% de nadadores de longa distância. Já Birrer *et al.* (2013), avaliando 376 atletas jovens ingleses, encontraram 29% dos atletas classificados na condição de *overreaching* não funcional ou *overtraining* pelo menos uma vez na carreira, sendo a incidência maior nos esportes individuais, entres as mulheres e nos atletas de elite.

Apesar dos avanços tecnológicos no esporte, *overreaching* não funcional ou *overtraining* ainda são um problema presente em atletas de alto nível; recentemente foram examinados 348 atletas de elite na Geórgia ($22,0 \pm 4,7$ anos), dos quais 43 foram diagnosticados com excesso de treinamento, dentre eles 37 com *overreaching* não funcional e 6 atletas com *overtraining* (KAJAIA, *et al.*, 2017). Estes dados indicam a importância de acompanhar respondem às cargas de treinamento e sua combinação com o descanso e alimentação. De fato, este controle do treinamento é uma importante linha de investigação, denominada de controle das cargas de treino (BOURDON; CARDINALE, 2017).

Nessa perspectiva, para diagnóstico das cargas internas, diversos marcadores vêm sendo utilizados para determinar o *status* fisiológico dos atletas em função das cargas de treinamento/descanso e aporte nutricional que estão recebendo. Um dos primeiros marcadores reportados na literatura foi a relação cortisol/testosterona, como indicador de desequilíbrio hormonal em situação de excesso de treino (HALSON, 2014). Posteriormente, a presença de enzimas musculares (creatina quinase e lactato desidrogenase) no sangue passou a ser considerada um indicador de microlesão muscular (BROWN; CHEVALIER; HILL, 2015) e, também, marcadores de estresse oxidativo (proteína carbonilada, catalase, glutathione peroxidase) têm sido relacionados com desgaste fisiológico (MARGONIS *et al.*, 2007). Recentemente, tem-se adotado a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), como indicadora da atividade nervosa simpática que aumenta mediante o *overtraining* (MORALES *et al.*, 2014) e os testes

psicométricos, nos quais a fadiga é quantificada de forma autorreferida como ferramenta útil no diagnóstico do estado fisiológico de atletas (SAW; MAIN e GASTIN, 2015).

Outros marcadores indicam o estado fisiológico do atleta por meio de indicadores de inflamação sistêmica. Treinos habituais geram microlesões e inflamações em nível muscular (PINGITORE *et al.*, 2015). Entretanto, quando o atleta está em desequilíbrio entre cargas de treino, descanso e alimentação, este processo inflamatório local pode evoluir para uma inflamação sistêmica, causando ativação de monócitos e citocinas pró-inflamatórias, tais como: Interleucina 6 - IL-6; Interleucina 1 - IL-1; Fator de Necrose Tumoral alfa - TNF- α e Proteína C Reativa – PCR-us (SMITH, 2000).

Apesar de serem bons indicadores de inflamação sistêmica para representar o estado fisiológico do atleta, eles possuem a limitação de precisarem ser adquiridos através de procedimento invasivo e apresentarem alto custo, inviabilizando sua aplicação do ponto de vista prático. Além disso, em humanos, estes marcadores, que são encontrados em nível sanguíneo, indicam fadiga crônica, mas não identificam quais grupamentos musculares estão desgastados a ponto da inflamação local evoluir para sistêmica (MEEUSEN *et al.*, 2013).

Recentemente, a termografia infravermelha (TI) tem sido apontada como uma ferramenta alternativa, para detecção do estado fisiológico de atletas, pois é sensível ao processo inflamatório, já que os mesmos são sempre acompanhados do aumento da temperatura local ou sistêmica (SILLERO-QUINTANA *et al.*, 2015). Trata-se de uma técnica que registra a radiação infravermelha emitida pelo corpo, permitindo a identificação de áreas de hiper ou hiporradiação que podem ser associadas a processos fisiológicos relativos ao exercício ou a mecanismos inflamatórios e patológicos diversos (FERNANDES *et al.*, 2012). Apresenta vantagens que estimulam o seu uso, como: baixo custo por exame, não invasiva, boa reprodutibilidade, diagnóstico rápido, sem contato físico e sem radiação (FERNANDES *et al.*, 2015).

Essa técnica vem sendo utilizada com propriedade na área médica há bastante tempo, como por exemplo na detecção de anormalidades em mamas, podendo se tornar um indicador precoce de câncer (RING, AMMER, 2000). Também podem ser observados trabalhos na área de fisioterapia esportiva, na

detecção de lesão muscular (BADZA *et al.*, 2012) e para acompanhar a evolução da cura das lesões (MARINS *et al.*, 2014). No contexto esportivo, a TI ainda vem sendo pouco investigada. Rodríguez-Sanz *et al.*, (2017), assim como Faquin e Faria (2017), avaliaram alterações na temperatura corporal em atletas de futebol e futsal, respectivamente, submetidos a 30 minutos de corrida, demonstrando aumento da temperatura nas musculaturas investigadas.

Em outro estudo, Sampedro, Piñonosa e Fernandez (2012), identificaram o perfil térmico de um jogador profissional de basquetebol e verificaram assimetria térmica bilateral nos membros superiores e inferiores. Formenti *et al.*, (2013), demonstraram que atletas de natação levaram mais tempo para apresentarem aumento de temperatura corporal, quando comparadas a um grupo sedentário submetidos ao mesmo exercício e avaliados antes, durante e após o término da atividade. Já Fernandes *et al.*, (2017) demonstraram que atletas de futebol apresentavam aumento da temperatura corporal 24h pós jogo e retornando a valores próximos dos iniciais passadas 48h, com este mesmo comportamento observado para a creatina quinase (CK).

Apesar de promissores, estes dados ainda são incipientes, uma vez que a demonstração da relação da TI com processo inflamatório foi feita somente com um único marcador de microlesão muscular e nenhum marcador de inflamação local ou sistêmica foi utilizado. Além disso, nota-se que não foram encontrados relatos do uso da TI enquanto ferramenta para identificar inflamação crônica, de modo que possa refletir como os atletas estão respondendo às cargas de exercícios físicos ao longo das sucessivas semanas que compreendem uma temporada de treinamento e competições, podendo, assim, serem capazes de diagnosticar desequilíbrio entre cargas de treino/descanso/alimentação.

Considerando que têm sido usados indicadores de microlesão muscular, tais como: CK e lactato desidrogenase (LDH); De estresse oxidativo, malondialdeído (MDA); Inflamação, Proteína C Reativa ultrasensível (PCR-us). Monitoramento, variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Também tem sido empregado testes psicométricos e marcadores de inflação sistêmica para monitorar as respostas agudas e crônicas ao treinamento. Assim que verificar se existe correlação dos resultados de TI e tais marcadores, a TI poderá ser

empregada como um marcador de resposta fisiológica ao treinamento, auxiliando no controle das cargas de treino.

Nesse sentido, se a TI for sensível ao processo inflamatório induzido por uma sessão de treinamento e ao desgaste crônico que possa ocorrer ao longo de uma temporada esportiva, esta ferramenta poderá ser proposta como capaz de indicar de forma não invasiva, de baixo custo e fácil aplicabilidade, o diagnóstico de como os atletas estão respondendo fisiologicamente aos treinos e às temporadas de treinamento, configurando-se como uma alternativa a ser utilizada por técnicos e preparadores físicos de forma sistemática, auxiliando na prevenção de *overreaching* não funcional e *overtraining*.

Diante do exposto, este trabalho pretende preencher lacunas dos estudos prévios agudos ao comparar a resposta termográfica, após uma sessão de exercício exaustivo e ao longo de uma temporada desportiva, com marcadores de desgaste muscular e inflamação que têm sido aceitos na monitoração das cargas internas de treino.

1.1 Pergunta condutora

A TI possui associação com marcadores fisiológicos, bioquímicos, neurais e autopercepção de fadiga após uma sessão única de exercícios extenuantes e ao longo de uma temporada de treinamento com atletas de basquetebol ?

1.2 Objetivos

1.2.1 Geral

Analisar a correlação entre as alterações na temperatura da pele por meio da TI e marcadores fisiológicos de inflamação, estresse oxidativo, VFC e auto percepção de fadiga em resposta a uma sessão aguda de exercício extenuantes e ao longo de uma temporada de treinos em atletas de basquetebol de nível semiprofissional.

1.2.2 Específicos

Determinar o efeito de uma sessão de exercício exaustivo e de uma temporada de treinamento nos seguintes marcadores fisiológicos:

- Microlesão muscular CK e da LDH (dano muscular);
- Inflamação sistêmica (proteína C reativa ultrasensível - PCR-us);
- Na atividade oxidante MDA e capacidade antioxidante total (CAT);
- Na variabilidade da frequência cardíaca;
- Na autopercepção de fadiga;
- Na temperatura da pele.

Testar correlações entre marcadores fisiológicos de dano muscular, inflamação sistêmica, atividade oxidante e autopercepção de desgaste fisiológico com a temperatura da pele medida por TI, em reposta a uma sessão aguda e a uma temporada de treinamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Visando a subsidiar o referencial teórico desse estudo, a revisão de literatura foi dividida em quatro tópicos, sendo eles: a) Controle das cargas de treino em atletas; b) Ferramentas fisiológicas usadas no controle das cargas internas; c) Ferramentas psicométricas usadas no controle das cargas internas; d) A TI enquanto ferramenta para o controle das cargas de treino. A seguir serão apresentados, com mais detalhes cada um destes pontos.

2.1 Controle das cargas de treino em atletas

No esporte de alto nível, o planejamento do programa de treinamento físico visa, sobretudo, obter do atleta o máximo de desempenho nas competições. No entanto, para que isso ocorra, os atletas são expostos a altas cargas de treinamento e estresse de competição, sendo necessário gerenciar os riscos associados aos possíveis resultados negativos, mantendo a saúde física, psicológica e o bem-estar do atleta (HALSON, 2014). Nesse sentido, os profissionais do esporte vêm utilizando, cada vez mais, novas técnicas voltadas para o controle de respostas fisiológicas do atleta às cargas de treino, recuperação e nutrição, que contribuam para auxiliar na adaptação das cargas e, conseqüentemente, na prevenção de lesões, mesmo ainda não existindo uma medida ideal que possa quantificar precisamente essa demanda (BOURDON; CARDINALE, 2017).

Atualmente, o monitoramento das cargas de treino utilizado vem sendo realizado durante toda a preparação atlética e, sobretudo, nos períodos de treinamento extenuante e na temporada de competições (ARRUDA *et al.*, 2013). Para Bourdon e Cardinale (2017), existem diversos benefícios atribuídos ao monitoramento das cargas de treino, como: melhor adequação das cargas internas e externas de treino, individualização do programa, melhora das proporções agudas e crônicas das cargas; promoção de *feedback* à comissão técnica; aumento do desempenho e redução do risco de lesão; além de fornecer uma nova via para a comunicação entre equipe de apoio, atletas e treinadores. No entanto, muitas vezes o monitoramento das cargas de treino esbarra na falta de

recursos, equipamentos apropriados e até mesmo na incapacidade dos técnicos em utilizá-lo (HALSON, 2014).

Pesquisadores desta área têm aceitado a classificação do monitoramento das cargas de treino em cargas externas e internas (TAYLOR *et al.*, 2012; HALSON, 2014; BOURDON; CARDINALE, 2017). A primeira é determinada em virtude do trabalho realizado pelo atleta em função do volume e da intensidade dos exercícios; enquanto isso, as cargas internas dizem respeito ao estresse fisiológico e psicológico gerado pelo treinamento ou competição. Sendo assim, a relação entre as duas pode ser capaz de determinar de forma mais precisa a capacidade do atleta de suportar a fadiga nas sessões de treino e durante a periodização (TAYLOR *et al.*, 2012).

Para que ocorra um monitoramento do treinamento e, por consequência, uma maior chance de acerto na prescrição das cargas, melhora do desempenho e prevenção do *overtraining*, algumas ferramentas com diversos parâmetros são utilizadas (ARRUDA *et al.*, 2013; SILVA; MACEDO, 2011). Métodos bioquímicos e instrumentos psicométricos podem ser determinantes em um plano de treinamento efetivo para atletas de alto nível, monitorando possíveis variações indesejadas do estado de estresse e desempenho físico dos mesmos, evocando possíveis mudanças nas cargas internas de treinamento (NUNES *et al.*, 2014).

Nessa perspectiva, Halson (2014) propõe algumas variáveis de cargas internas e externas que podem ser utilizadas no monitoramento das cargas de treino, as quais estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1. Variáveis que podem ser utilizadas no controle das cargas internas e externas de treino

VARIÁVEIS	UNIDADES / DESCRITORES
FREQUÊNCIA	Sessões por dia, semana, mês
TEMPO	Segundos, minutos, horas
INTENSIDADE	Absoluta, relativa
TIPO	Modalidade, ambiente
ESFORÇO MÁXIMO	Máxima potência e altura do salto
REPETIÇÃO DOS ESFORÇOS	Número de esforços, qualidade dos esforços
VOLUME DE TREINAMENTO	Frequência, carga
PERCEPÇÃO DE ESFORÇO	RPE
PERCEPÇÃO DE FADIGA e RECUPERAÇÃO	Questionários; REST-Q, EVA
DOENÇA	Incidência, duração
LESÃO	Tipo / Duração
BIOQUÍMICA e ANÁLISE HORMONAL	Repouso, resposta ao exercício
TÉCNICA	Desvios do movimento
COMPOSIÇÃO CORPORAL	Massa corporal total, massa gorda, massa livre de gordura
SONO	Qualidade, quantidade, rotina Stress
PSICOLOGIA	Stress, ansiedade, motivação
SENSAÇÕES	Esperançoso, neutro, sem esperança

Legenda: REST-Q = Questionário de estresse de recuperação, RPE = classificação do esforço percebido, EVA = escala visual analógica.

Fonte: Traduzido de Halson (2014)

As cargas internas podem ser monitoradas por meio da utilização de marcadores de avaliação fisiológica e psicológica. No Quadro 2, previamente elaborado por Félix (2017), podem ser observados os marcadores que tem sido mais utilizados no contexto esportivo.

Quadro 2. Marcadores fisiológicos e psicométricos utilizados na monitoração do treinamento

Fenômeno	Marcadores bioquímicos, neurais e psicométricos			
Dano muscular	CK	LDH	DNA	3-metil histidina
Inflamação Sistêmica	IL-1, IL-6, TNF- α	PCR	AGP	
Sistema Imune	Glutamina / Glutamato	Leucócitos	Imunoglobulinas	
Estresse Oxidativo	SOD	MDA	GSH-px	CAT
Fatores Neurais	SNS	SNPS		
Sistema Hormonal	Testosterona	Cortisol	ACTH	Noradrenalina / Adrenalina
Testes Psicométricos	POMS	BRUMS	Questionário do Overtraining	RESTQ-Sport

Legenda: CK: Creatina Quinase; LDH: Lactatodesidrogenase; PCR: Proteína C Reativa; AGP: Alfa-1 Glicoproteína; IL: Interleucinas; IgA: TNF- α : Fator de necrose tumoral alfa Imunoglobulina G; SOD: Superóxidodismutase; MDA: Malondialdeído; GSH-px: Glutathiona Peroxidase; CAT: Capacidade Antioxidante Total; SNS: Sistema Nervoso Simpático; SNPS: Sistema Nervoso Parassimpático; ACTH: Hormônio Adrenocorticotrófico; POMS: Perfil do Estados de Humor; BRUMS: Escala de Humor Brunel; RESTQ-Sport: Questionário de Estresse e recuperação para Atletas, DNA – Desoxirribonucleico.
Fonte: Félix (2017).

Ambos os tipos de instrumento, fisiológicos e psicológicos, têm sido usados na monitoração de atletas em vários estudos, mas em alguns casos não foram previamente validados para os diversos contextos esportivos: nível dos atletas, modalidade e outros fatores que podem modificar os resultados de um teste (TAYLOR *et al.*, 2012). Agregado a isso, existe um entendimento de que o monitoramento em esportes coletivos é mais difícil devido à variedade de treinos, individualidades biológicas, tomada de decisão durante o jogo e influência da tática, além de competições internas, podendo ainda ser adicionado a complexidade técnica (HALSON, 2014).

Desse modo, parece ser consenso na literatura que o monitoramento das cargas de treino e, conseqüentemente, prevenção da síndrome de *overtraining*, está condicionada à utilização de diversos marcadores bioquímicos, psicológicos

e fisiológicos. Sendo assim, o monitoramento preciso não pode ser atribuído a um único marcador, o que torna extremamente difícil na prática profissional de forma rotineira (SMITH, 2000; DE FREITAS; MIRANDA; BARRA FILHO, 2009; SILVA; MACEDO, 2011; HALSON, 2014).

2.2 Ferramentas fisiológicas usadas no controle das cargas internas

Marcadores de função fisiológica incluem indicadores bioquímicos de microlesão muscular, inflamação sistêmica, estresse oxidativo, hormônios que respondem ao desgaste fisiológico, bem como ferramentas que indicam o grau de perturbação do sistema nervoso central. Estes marcadores estão detalhados adiante.

2.2.1 Dano muscular (Creatina quinase, Lactato desidrogenase)

Exercícios extenuantes ou incomuns geram lesões físicas na estrutura da membrana celular, que permitem a passagem do conteúdo intracelular para o meio extracelular (BRANCACCIO; LIPPI; MAFFULLI, 2010). Com isso, a presença de elementos específicos do meio intracelular muscular no sangue é indicativo de que ocorreram lesões estruturais ao músculo. É o caso das enzimas creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH), que são específicas de células musculares e cerebrais (BRANCACCIO *et al.*, 2008).

As atividades de enzimas séricas mais elevadas podem ser observadas após exercícios com elevada sobrecarga muscular, sobretudo os que incluem contrações excêntricas, sendo que a atividade de CK sérica total atinge usualmente seu maior pico 24h após o exercício, retornando gradualmente aos níveis basais em aproximadamente 48h (BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007). Geralmente, os danos musculares causados são mais acentuados a partir de valores de CK entre 300 e 500 IU/L, e variam de acordo com as características musculares (TOTSUKA *et al.*, 2002).

Mesmo sendo considerado um bom marcador agudo de dano muscular, a CK também se apresenta como um bom marcador em estudos que avaliam o programa de treinamento do atleta, levando em consideração fatores influenciadores, como: idade, sexo, raça, massa muscular, nível de atividade física

e condição climática (BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007). Em um estudo de 10 semanas com sessões de pliometria, foram encontrados valores de CK 121.9 ± 66.8 IU/L pré-treino, 187.0 ± 144.3 IU/L na quinta semana e 147.8 ± 95.9 IU/L no fim da décima semana de treinamento. Embora os valores tenham aumentado bastante da primeira para a segunda coleta, os mesmos não foram diferentes significativamente (JURADO-LAVANANT *et al.*, 2015). Em outro estudo utilizando corredores avaliados em dois momentos distintos de treinamento, com 28 dias de intervalo, os valores de CK variaram de 133 ± 93 U/L para 148 ± 93 IU/L, também não apresentando diferenças significativas (TOSCANO *et al.*, 2015). Em jogadores de basquetebol submetidos a um torneio com três jogos em um período de três dias, foi encontrado aumento de CK com duas, seis e 24 horas pós-exercício (MONTGOMERY *et al.*, 2008).

Outra enzima intramuscular que também vem sendo utilizada como um marcador de dano muscular é a LDH. A atividade sérica de LDH é um marcador de dano celular, de modo que sua concentração sérica pode ajudar a avaliar a adaptação ao treinamento (BRANCACCIO; LIPPI; MAFFULLI, 2010). Graças ao fato de ser uma enzima citoplasmática impermeável na membrana plasmática, alterações dessa enzima no líquido extracelular podem indicar alteração da permeabilidade da membrana ou o rompimento da mesma (DE FREITAS; MIRANDA; BARRA FILHO, 2009).

Em um estudo realizado com atletas de judô do sexo feminino, foi constatado um aumento significativo da LDH após um microciclo de treinamento com exercícios específicos de corrida (UMEDA *et al.*, 2008). Em corredores maratonistas, foram verificados aumentos significativos nos níveis de LDH, logo após e 20h após o término, sendo observados aumentos significativos dessa variável ao término da prova e valores ainda maiores 20h após (FRANÇA *et al.*, 2006). No entanto, há uma carência de estudos com LDH em atletas de basquetebol. O único estudo encontrado comparou o LDH de 16 jogadores de uma equipe universitária americana com 17 controles saudáveis e com mesmas características físicas e percebeu que os valores de LDH dos jogadores foram significativamente maiores do que o controle antes e após o período de treinamento (ROTENBERG, 1988).

2.2.2 Inflamação sistêmica

Quando o tecido muscular sofre danos estruturais durante uma sessão de treinamento, ocorre uma resposta imediata de inflamação local pós-exercício de inflamação local, processo natural que promove o reparo e o remodelamento tecidual (SILVA; MACEDO, 2011). Entretanto, quando as cargas de treino são muito altas e/ou o tempo de recuperação inadequado, o atleta pode acumular desgaste tecidual sem a devida recuperação. Nestes casos, o organismo reage a este estresse transformando uma inflamação local em uma inflamação de caráter sistêmica (SMITH, 2000).

Esse processo inflamatório sistêmico consiste de ações integradas entre leucócitos, citocinas, proteínas de fase aguda, hormônios e outras moléculas sinalizadoras que controlam a resposta tanto a uma sessão de exercícios como também direcionam as adaptações decorrentes do treinamento. Nessa perspectiva, monitoração de pequenas proteínas ou peptídeos denominados citocinas, diretamente ligadas à função pró-inflamatória podem ser úteis. As citocinas pró-inflamatórias incluem as IL-1, IL-6 e IL8 e o TNF- α , sendo as mais relacionadas ao exercício físico, as IL-1 e IL-6 e o TNF- α (SILVA; SANTIAGO; GOBATTO, 2006; SMITH, 2000). Portanto, o aumento da concentração sérica destes marcadores pode ser um indicativo de desgaste fisiológico crônico em atletas, como tem sido usado em diversos estudos.

As citocinas são ótimos marcadores, entretanto financeiramente dispendiosos. Sendo assim, marcadores indiretos relacionados à atividade dessas citocinas podem ser utilizados, tais como: a PCR-us e a Alfa glicoproteína (AGP) (SILVA; MACEDO, 2011). Estas são duas proteínas de fase aguda sintetizadas pelo fígado, em resposta a um aumento da concentração sérica das citocinas (FOURNIER; MEDJOUBI-N; PORQUET, 2000). Segundo Ayoya *et al.* (2010), as concentrações de PCR-us respondem à inflamação sistêmica rapidamente e têm declínio rápido (dentro de 1-2 dias); já a AGP responde mais lentamente, mas permanece elevada durante um período longo (dentro de 5-6 dias), além de encontrar correlação significativa entre as duas.

No contexto esportivo, a PCR-us tem sido bastante usada em vários trabalhos como marcador de inflamação sistêmica. Nieman *et al.* (2014),

verificaram elevações significativas nos níveis de PCR-us em atletas corredores monitorados por um período de treinamento de 12 semanas. Também foi verificado aumento significativo nos níveis de PCR-us em atletas após serem submetidos a um prova de maratona (SPIROPOULOS *et al.*, 2010). Por outro lado, em estudo com corredores, avaliados 14 e 28 dias após o período inicial, foi observada um aumento nos valores de PCR-us, entretanto, essas variações não foram significativas (TOSCANO *et al.*, 2015).

No basquetebol, por se tratar de um esporte intermitente e de maior característica anaeróbia, tem sido observado que uma partida provoca aumentos moderados dos valores de PCR-us, atingindo pico máximo com 24 horas e em 48 horas já está recuperado de um jogo oficial e em condições de uma nova partida (CHATZINIKOLAOU *et al.*, 2014). Esse comportamento inflamatório moderado após um jogo oficial de alto nível pode ser observado por Souglis *et al.* (2015), que comparam 72 atletas de elite divididos em igual número por modalidade de futebol, basquetebol, handebol e voleibol. Então puderam perceber que níveis de PCR-us nos jogadores de basquetebol após uma partida são inferiores aos do futebol e superiores aos do voleibol.

2.2.3 Estresse Oxidativo (Capacidade antioxidante total, Malondialdeído)

O estresse oxidativo reflete um desequilíbrio entre a produção de espécies reativas de oxigênio e a defesa antioxidante do organismo em favor das espécies reativas, o que, teoricamente, promove estresse oxidativo. Esta condição adversa é associada com dano celular e tecidual e está envolvida em diferentes estados fisiopatológicos, incluindo o envelhecimento, doenças inflamatórias, cardiovasculares, neurodegenerativas e câncer (BARBOSA *et al.*, 2010). No entanto, o estresse oxidativo resultante de sessões de treinamento induz o organismo a aumento de sua capacidade antioxidante (ZANELLA; SOUZA; GODOY, 2007).

Por outro lado, quando o treinamento é excessivo, a produção de espécies reativas de oxigênio supera o sistema de defesa antioxidante, o que pode ocorrer em atletas que estão em estado de *overtraining* (TANSKANEN; ATALAY; UUSITALO, 2010; ZOPPI; MACEDO, 2008). Por isso, vários estudos adotaram o

estresse oxidativo como marcador de desgaste fisiológico em atletas. Em um estudo com 10 atletas de handebol de elite, avaliados durante uma temporada de 6 meses, composta por períodos intensos de treinamento e competições, ao final do período foram constatados aumentos significativos nos índices plasmáticos de estresse oxidativo, que ocorreram simultaneamente com o dano muscular e o estresse físico das atletas (MARIN *et al.*, 2013).

Em outro estudo, realizado com 12 homens saudáveis submetidos a 12 semanas de treinamento resistido progressivo, avaliados a cada 3 semanas, verificou-se que a partir da terceira avaliação (9 semanas de treinamento) os atletas começaram a perder rendimento nas variáveis analisadas (resistência anaeróbia, força máxima e potência de salto), o que coincidiu com uma queda significativa nos valores de capacidade antioxidante total (MARGONIS *et al.*, 2007). Estes autores afirmaram que uma excessiva produção de espécies reativas desempenha um papel prejudicial no desempenho do exercício agudo e crônico através da mudança da função contrátil ou da fadiga muscular. Em estudo com 24 jogadores de basquetebol de elites avaliados durante 32 dias de treinamento, divididos em dois grupos aleatórios (suplementado com vitamina C e placebo), Após esse período, foi observada a diminuição dos níveis de lipoperóxidos no grupo suplementado e concentrações baixas de vitamina C no grupo placebo (SCHRÖDER *et al.*, 2000).

2.2.4 Sistema hormonal

Atletas com desgaste fisiológico apresentam redução na produção de testosterona e aumento na produção de cortisol, sendo esses os principais marcadores hormonais usados no diagnóstico de *overtraining* (DE FREITAS; MIRANDA; BARRA FILHO, 2009). O cortisol desempenha um papel fundamental para evitar a maximização do dano muscular, reduzindo o efeito do edema tecidual e diminuindo a permeabilidade dos capilares. Entretanto o cortisol é classicamente associado à perda de massa muscular. Nesse sentido, a avaliação do nível de cortisol em atletas de alto nível pode fornecer respostas referentes ao nível de cargas de treino que o atleta desenvolveu durante o treino ou jogo (HALSON, 2014).

Em estudo realizado com 10 atletas profissionais de basquetebol que atuaram no campeonato paulista e treinavam 6 dias por semana em dois turnos com treinos de 90 a 120 min, observou-se um aumento significativo no nível de cortisol pré e pós jogo ($P < 0,05$) refletindo sobrecargas de demandas físicas associadas aos ambientes de competição. No entanto, os autores indicaram que são necessários dados adicionais para determinar com mais clareza o impacto das demandas físicas relacionadas às respostas neuroimuno-endócrinas (MOREIRA *et al.*, 2012).

2.2.5 Fatores neurais: variabilidade da frequência cardíaca como indicador da atividade nervosa autonômica

Dentre as repercussões neuroendócrinas que podem ser observadas em atletas com *overtraining*, destaca-se um aumento da atividade nervosa simpática, acompanhada de redução parassimpática (SMITH, 2000). Embora a técnica de microneurografia seja o padrão ouro para medida desta variável, esta possui manuseio dificultoso, é dispendiosa e pouco prática. Enquanto isso, tem sido demonstrado que variações nos intervalos entre as ondas R do eletrocardiograma são indicadores de atividade do fluxo simpático e parassimpático dirigido ao coração, determinando a modulação autonômica (HALSON, 2014). Quando os atletas se encontram em estado de *overtraining*, costumam apresentar aumento do tônus simpático, acompanhado de redução parassimpática, fato este que pode ser detectado pela variabilidade da frequência cardíaca, que é um método simples e não invasivo que permite acessar o predomínio simpático ou parassimpático ao longo da temporada de atletas (SMITH, 2000).

Em estudo realizado com atletas de futsal, foi utilizada uma variável da variabilidade que é a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R entre intervalos adjacentes (lnRMSSD), medido no período de estabilização a cada 1 minuto. Neste estudo, os autores concluíram que lnRMSSD é sensível às mudanças induzidas pelo treinamento em atletas de futsal e pode ser usada para rastrear adaptações autonômicas cardíacas (NAKAMURA *et al.*, 2015). Em outro estudo, essas variáveis também se mostraram sensíveis para identificar o estado de recuperação em exercícios de alta intensidade, com

diminuições concomitantes de R-R e lnRMSSD após um intervalo de recuperação de 4 horas (PANISSA *et al.*, 2016).

A VFC também se mostrou um método eficiente na realização de testes de desempenho, a exemplo do Yo-Yo teste, a FC submáxima e lnRMSSD, que durante o teste demonstraram ser altamente sensíveis às mudanças no desempenho máximo e uma ferramenta de monitoramento potencial simples para treinadores (FREITAS *et al.*, 2015). As medidas da VFC vêm demonstrando potencial de uso na prescrição de treinamento. Em estudo recente, esse método foi utilizado na prescrição de treinamento intensivo de 8 semanas, apresentando melhoria no desempenho do teste de 3000m apenas no grupo que teve o treinamento guiado por VFC durante esse período. Além disso, o intervalo individual na adaptação de treinamento foi menor no grupo guiado por VFC, em comparação com o grupo de treinamento tradicional (VESTERINEN *et al.*, 2016). No basquetebol, a VFC tem sido utilizada para favorecer o *biofeedback* em atletas de auto nível, focaliza a simulação de requisitos fisiológicos com psicológicos, ajudando os atletas a encontrarem seu "nível máximo" de excelência, sendo que essa melhora no construto de auto eficácia pode permanecer mesmo após passado um período de um mês (PAUL; GARG, 2012).

2.3 Ferramentas psicométricas usadas no controle das cargas internas

A despeito da disponibilidade de várias ferramentas para monitoração do atleta, muitas são financeiramente dispendiosas e invasivas, sendo então de questionável praticabilidade administrativa em vários contextos desportivos. Enquanto isso, tem sido validadas avaliações psicométricas pelas quais treinadores identificam mudanças percebidas pelos próprios atletas na dor muscular, sensação de fadiga e bem-estar, qualidade e quantidade de sono e uma variedade de outros fatores psicossociais que são indicadores de desgaste fisiológico provocado pelas cargas de treino. A seguir serão apresentados instrumentos psicométricos utilizados nesse estudo.

2.3.1 Escala de Humor de Brunel – (BRUMS)

Adaptado de “*Profile of Mood States*” (POMS), a Escala de Humor de Brunel (BRUMS) foi desenvolvida com o objetivo de permitir uma mensuração mais rápida dos estados de humor de populações em adultos e adolescentes. O BRUMS contém 24 indicadores simples de humor, tais como as sensações de raiva, disposição, nervosismo e insatisfação, que são perceptíveis pelos sujeitos que estão sendo avaliados (ROHLFS *et al.*, 2004). O instrumento é de relativamente rápida aplicação, sendo os 24 itens da escala direcionados em 6 subescalas: raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor. Cada subescala contém quatro itens. Com a soma das respostas de cada subescala, obtém-se um escore que pode variar de 0 a 16 pontos (ROHLFS *et al.*, 2004).

Em pesquisa realizada com 18 velejadores, de ambos os sexos, após regatas do campeonato Pré-Panamericano de Vela, foi constatada, utilizando o BRUMS, elevada tensão e fadiga, associadas a altos níveis de vigor. Homens apresentaram maior vigor e fadiga, e menor tensão, depressão e raiva quando comparados às mulheres, porém sem diferenças estatisticamente significativas. Quanto à classe, velejadores de classes individuais apresentaram maior tensão, depressão e confusão do que os de classes com dois tripulantes, porém também sem diferenças estatisticamente significativas (BRANDT *et al.*, 2010). Já Leite *et al.* (2013) avaliaram 12 atletas, integrantes da Seleção Brasileira de Para-Atletismo e encontraram valores recomendados nos diferentes estados de humor (Tensão 3,5 - Depressão 0,9 - Raiva 2,3 - Vigor 11,4 - Fadiga 2,9 - Confusão 1,3), destacando-se principalmente o alto valor de Vigor, fato que ainda pouco se tem destacado na literatura internacional.

Esse instrumento vem sendo utilizado com consistência em atletas de basquete. Bôas *et al.* (2014) compararam 38 atletas adultos durante as semifinais e as finais do campeonato estadual paranaense e constataram diferenças significativas nas respostas psicológicas entre os vencedores e os perdedores. Em outro estudo, 11 atletas juvenis do sexo masculino foram avaliados no início, meio e fim de uma temporada competitiva de 29 semanas. Embora a subescala de vigor tenha apresentado redução ($9,5 \pm 2,5$) para ($8,5 \pm 3,7$) e ($6,7 \pm 4,9$), respectivamente, não foram reduções significativas (GOMES *et al.*, 2018).

2.3.2 Questionário de estresse no esporte (RestQ-sport)

Este questionário criado por Kellmann e Kaullus (2001) foi validado no Brasil mediante testes de confiabilidade e teste-reteste por Costa e Samulski (2008). O RESTQ-Sport tem sido um dos questionários psicométricos mais utilizados na monitoração do treinamento, por meio da avaliação de estressores mentais e físicos e as capacidades ou não de recuperação nos últimos três dias e noites (SAW; MAIN; GASTIN, 2015). O RESTQ-Sport é composto por 19 escalas multidimensionais, das quais 7 escalas são relacionadas ao estresse geral, 5 à recuperação geral, 3 ao estresse no esporte e 4 a recuperação específica na prática do desporto, colhendo do atleta informações de suas rotinas emocionais no treinamento e em sua vida fora do ambiente de treinamento e competição (FREITAS *et al.*, 2014).

Em estudo com 11 atletas de futsal masculino ($24,3 \pm 5,0$ anos, $1,73 \pm 0,07$ cm, $75,7 \pm 9,0$ kg, $11,2 \pm 4,1\%$ de gordura), o RESTQ-Sport foi aplicado antes e após a competição de uma semana e apresentou escala de recuperação física menor no pós-competição, comparada com a pré-competição ($p < 0,05$), sendo a escala de fadiga maior no pós-competição comparada com a pré-competição ($P < 0,05$). A diferença entre o Σ das escalas de recuperação e o Σ das escalas de estresse no pós-competição foi menor do que na pré-competição (FREITAS *et al.*, 2014).

2.3.3 Questionário de *Overtraining*

O Questionário de Sintomas Clínicos do *Overtraining* é um instrumento criado na França, composto por 54 questões que analisam a percepção das cargas de treino pelos atletas, por meio de aspectos biopsicossociais relacionados à síndrome, a fim de detectar sintomas iniciais para preveni-los de possíveis danos (BRUN, 1993).

Em sua versão original, o questionário conta com 6 escalas abordando (rendimento, psicológico, fisiológico, social, alimentar e infecção), com perguntas de respostas “sim” e “não”, que analisam aspectos das diferentes variáveis relacionadas à síndrome. No processo de validação para a população brasileira

realizado por Bara Filho *et al.* (2010), o número de perguntas foi reduzido para 29, e também foi detectada uma excessiva objetividade nas possibilidades de resposta, o que dificultou os atletas a expressarem suas percepções. Para que estes pudessem transmitir com mais clareza informações sobre as afirmativas contidas no questionário, foi modificada a possibilidade de respostas introduzindo uma escala tipo Likert de 0 a 3 pontos orientando as respostas, sendo: 0 = nunca; 1 = às vezes; 2 = frequentemente e; 3 = sempre.

Em um estudo com atletas de rúgbi, foi observado que a pontuação do questionário do *overtraining* aumentou com o passar da temporada, demonstrando cansaço e queda do desempenho físico ao final dela (ELLOUMI *et al.*, 2012).

2.3.4 Escala de dor muscular de início tardio (CR10-RIS)

Possui uma escala de dor baseada no *score* de 0 a 10, no qual o valor "zero" (0) corresponde a estar sem dor alguma, até o valor dez (10) que corresponde a estar insuportavelmente dolorido. Pode ser utilizada para avaliar a recuperação de uma musculatura específica para a aplicação de uma nova carga, ou para uma recuperação sistêmica para a aplicação de uma nova série de exercícios, sendo esse tempo de recuperação estimado em 24h ou 48h horas (SMITH *et al.*, 1993).

2.4 A termografia infravermelha para o controle das cargas de treino

Como observado no tópico anterior, variáveis indicadoras de inflamação sistêmica são usadas como ferramentas para o controle das cargas internas do treinamento. Dosar inflamação aguda e sistêmica em atletas exige técnicas invasivas e de custo elevado. Dessa forma, a termografia infravermelha (TI) tem sido apontada como uma alternativa para detecção do estado fisiológico de atletas, já que parece ser sensível ao processo inflamatório, pois geralmente, estes estão acompanhados do aumento da temperatura local ou sistêmica (SILLERO-QUINTANA *et al.*, 2015).

A técnica de TI vem sendo utilizada com bastante propriedade na área médica há bastante tempo, sobretudo na detecção de anormalidades em mamas,

podendo indicar, precocemente, um câncer (RING; AMMER, 2000). Na área de fisioterapia esportiva, já existe um volume de trabalhos onde a TI tem sido usada para a detecção de lesão muscular (BADZA *et al.*, 2012) e para acompanhar a evolução da cura de lesões (MARINS *et al.*, 2014).

A TI é uma técnica de imagens que permite identificar hiper radiação em áreas quentes que podem estar relacionadas à inflamação, aumento do metabolismo ou neoplasia e hiporradiação estar relacionada a diminuição de temperatura associadas a distúrbios isquêmicos e/ou do sistema nervoso autônomo (FERNANDES *et al.*, 2012). O uso desta técnica tem crescido graças a diversas vantagens que potencializam seu uso, como: baixo custo por exame, não invasiva, boa reprodutibilidade, diagnóstico rápido, sem contato físico e nem radiação (MARINS *et al.*, 2014).

Em estudo de revisão sistemática, Santos e Seis (2014), analisaram 8 artigos com o objetivo de verificar a importância da TI como instrumento auxiliar no diagnóstico fisioterapêutico. Os autores destacaram que a TI mostrou-se uma ferramenta útil no diagnóstico precoce permitindo a avaliação de lesões musculares, distúrbios ocupacionais, áreas isquêmicas, locais de atrito excessivo em próteses e sobrecargas articulares além do início de um processo inflamatório, mesmo quando estes ainda não apresentaram sinais e sintomas clássicos, propiciando assim, medidas preventivas para uma intervenção mais rápida e eficaz. Diante disso, os autores afirmaram que a termografia pode ser utilizada como uma excelente ferramenta auxiliar de diagnóstico com boa sensibilidade e confiabilidade.

2.4.1 Status do uso da termografia infravermelha no contexto esportivo

Até o momento, os estudos que utilizaram a TI no contexto esportivo apresentam aplicações realizadas após exercícios agudos ou testes específicos. Sampedro; Piñonosa e Fernandez (2012) identificaram o perfil térmico de um jogador profissional de basquetebol e verificaram assimetria térmica bilateral nos membros superiores e inferiores em repouso, e em determinadas regiões chegando a 0,5°C, o que pode ser indício de possível desequilíbrio térmico. Recentemente, foi utilizada por Fernandes *et al.* (2017), para verificar modificações na temperatura de vários segmentos corporais, em atletas

submetidos a uma sequência de duas partidas, separadas por três dias de intervalo. Eles perceberam que os maiores valores de temperatura se deram 24h pós-jogo e, principalmente, nas regiões da coxa.

Recentemente, 100 atletas de clubes de futebol brasileiro foram avaliados termograficamente. Os valores médios de temperatura na foram: coxa direita $30,2 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$, coxa esquerda de $30,2 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$, perna direita $29,8 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$, e a perna esquerda de $29,9 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$. Na visão posterior, a coxa direita $30,3 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$, coxa esquerda de $30,2 \pm 1,8^{\circ}\text{C}$, perna direita $29,6 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$, e a perna esquerda de $29,4 \pm 1,9^{\circ}\text{C}$ (MARINS *et al.*, 2014a). Estes valores demonstram simetria térmica contralateral, sendo as diferenças inferiores a $0,2^{\circ}\text{C}$, o que caracteriza, segundo Marins *et al.*, 2014a como perfil térmico normal. Em uma revisão com vários estudos, Marins *et al.* (2014) propõem que assimetrias acima de $0,4^{\circ}\text{C}$ devem ser consideradas fora do normal e passíveis de investigação.

É possível também observar diferenças no aumento de temperatura entre grupos. Em um estudo com 7 atletas de natação do sexo feminino e 7 controles também do sexo feminino não treinadas, cada sujeito realizou pequenos saltos com movimentos de flexão plantar por 2 min. As imagens térmicas foram registradas antes (1 min), durante (2 min), e após o exercício (7 min) e constatou-se que as atletas aumentaram sua temperatura da pele de forma mais rápida com relação às não treinadas, indicando que o treinamento físico melhora a capacidade de elevar rapidamente a temperatura da pele em resposta a um exercício localizado. (FORMENTI *et al.*, 2013).

Bandeira *et al.* (2012), utilizando dois grupos de atletas de futebol masculino, procuraram identificar a viabilidade da aplicação da TI no diagnóstico de lesões causadas pelo treinamento físico. Eles verificaram que os indivíduos submetidos a uma sessão de treinamento de baixa intensidade não apresentaram correlação entre os valores de CK e variação de temperatura (pré *versus* 24h pós-treino). Por outro lado, no grupo submetido a exercícios de alta intensidade, houve aumento de temperatura (pré *versus* 24h pós-treino), mesmo não encontrando correlação entre os valores de CK 24h pós-treino e variação de temperatura. Os autores sugerem a possibilidade da utilização de imagens termográficas para, em conjunto com a CK, determinar a intensidade e a localização de lesões musculares pós-treino.

Posteriormente, os mesmos autores, analisando atletas de rúgbi masculino, não encontraram correlação entre a variação da CK e da temperatura média dos músculos selecionados da coxa. No entanto, no grupo de atletas que apresentaram elevação da CK superior a 50% entre o primeiro e o segundo momento de avaliação, os músculos avaliados apresentaram aumento significativo na variação de temperatura (BANDEIRA *et al.*, 2014). Já Fernandes *et al.* (2017) identificaram que a TI de membros inferiores e a CK aumentam consideravelmente em resposta ao desgaste de dois jogos consecutivos separados por um intervalo de três dias, apresentando uma correlação moderada entre CK e a TI de membros inferiores, chegando a valores máximos em determinadas regiões ($r = 0,428$, $P < 0,01$).

A utilização da TI em atletas também foi correlacionada com componentes da capacidade física de atletas, em estudo realizado por Chudecka e Lubkowska (2012), ao submeterem 12 atletas de vôlei a 90 minutos de exercícios, verificaram correlação positiva entre o consumo máximo de oxigênio (VO_2max) e a diminuição da temperatura da pele. Diante disso, os autores indicaram que a TI pode ser utilizada como método adicional, não-invasivo, para fornecer informações sobre a aptidão física de atletas.

Apesar de promissores, estes dados ainda são incipientes, uma vez que a demonstração da correlação da TI com processo inflamatório foi feita somente com um único marcador de microlesão muscular (CK) e nenhum marcador de inflamação sistêmica foram utilizados. Além disso, nota-se que não foram encontrados relatos do uso da TI enquanto ferramenta capaz de diagnosticar como os atletas estão respondendo às cargas externas ao longo das sucessivas semanas que compreendem uma temporada de treinamento e competições (FERNANDES *et al.*, 2017).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Caracterização do estudo

Trata-se de um estudo de natureza correlacional e composto por duas intervenções consecutivas e complementares. O primeiro foi um ensaio clínico, com delineamento transversal (estudo agudo). Posteriormente realizou-se um segundo estudo de característica longitudinal, ao longo de 12 semanas (estudo crônico).

3.2 Sujeitos

A seleção dos participantes foi feita de modo não-probabilístico, na qual os sujeitos foram selecionados de forma intencional (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2012). Foi composta por atletas adultos do sexo masculino de uma equipe de basquetebol da Paraíba, que disputa competições em nível regional (Campeonato Paraibano, Copa Nordeste, Liga Paraibana) e nacional (Copa Brasil). Todos os atletas possuíam mais de seis anos de prática da modalidade, o que caracteriza um grupo com boa experiência na modalidade, com passagens por categorias de base. Foram convidados 27 atletas, que se adequaram aos critérios de inclusão, sendo que 17 finalizaram o estudo agudo e 13 o estudo crônico.

Compuseram a amostra os atletas que contemplaram os seguintes critérios de inclusão:

- Estarem aptos à prática esportiva;
- Terem tempo de prática de basquetebol ≥ 2 ano;
- Estarem em condições osteomusculares de praticar exercícios físicos;
- Terem participado da temporada anterior ao estudo sem apresentar lesões nos últimos três meses ou durante o período transitório que precedeu o estudo;
- Ter obedecido a um período de transição de 4 semanas antes do início do estudo.

Foram excluídos do estudo, os atletas que:

- Faltaram cinco sessões consecutivas ou três sessões antes de cada avaliação no estudo longitudinal;
- Apresentaram alguma lesão de caráter ligamentar e muscular até 10 dias antes de cada avaliação ou ficaram lesionados neste período;
- Não seguiram rigorosamente os procedimentos prévios para a realização das coletas de dados.

A seguir é apresentado o fluxograma com todas as etapas realizadas pelos participantes do estudo.

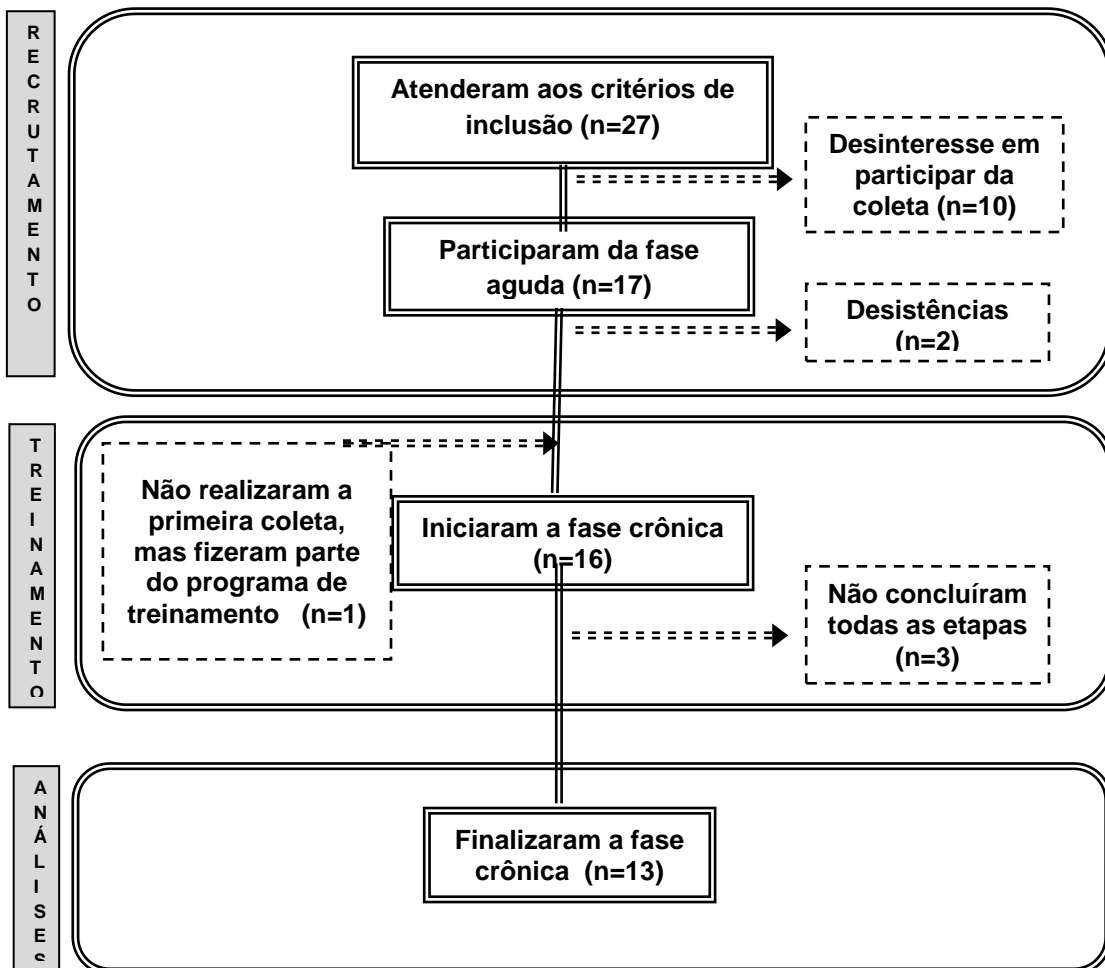


Figura 1 - Fluxograma de amostragem de ambas as etapas do estudo.

3.3 Aspectos éticos

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Brasil, sob o CAAE número: 58593416.6.0000.5188/16. Os participantes foram antecipadamente esclarecidos quanto aos procedimentos realizados na pesquisa e solicitados a assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice A), obedecendo aos critérios estabelecidos na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), de acordo com a declaração de Helsinki. Existiam dois atletas de menor idade, os quais assinaram um termo de assentimento (apêndice B), após seus pais terem assinado o termo de consentimento livre e esclarecido.

3.4 Desenho do Estudo

Após um período de 30 dias sem treinamento, os atletas foram submetidos à avaliações de composição corporal e posteriormente realizaram uma sessão de exercício intenso e exaustivo. Previamente a esta sessão, imediatamente após e transcorridas 2, 4, 24 e 48 horas à sessão de treinamento, os atletas foram submetidos à coleta de variabilidade da frequência cardíaca (VFC), coletas de sangue (para análises de marcadores de dano muscular, estresse oxidativo e inflamação) e imagens de termografia infravermelha (Figura 2).

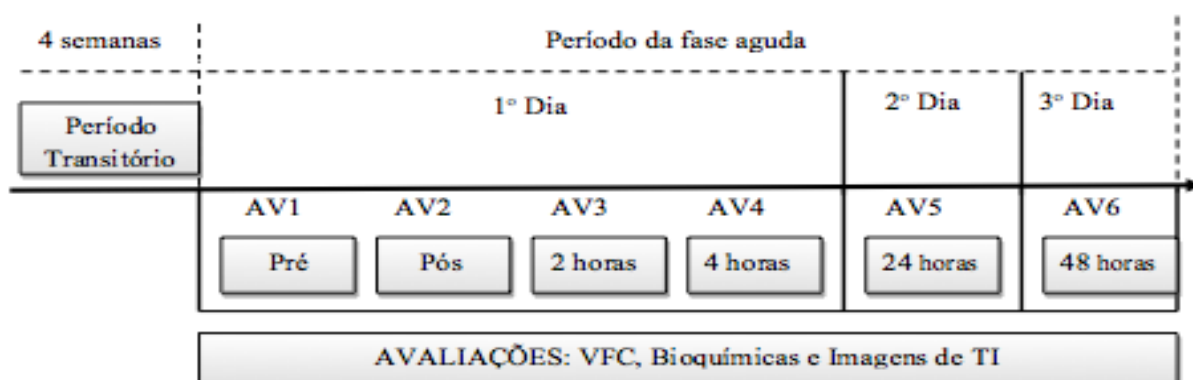


Figura 2 – Desenho da fase aguda do estudo.

Legenda: AV1- AV6 = Momentos das avaliações; VFC = Variabilidade da frequência cardíaca; TI = termografia infravermelha

Terminado o estudo para avaliação das respostas a uma única sessão de exercício, os atletas iniciaram a temporada usual de treinamento. Durante a temporada, os mesmos testes adotados no experimento anterior (sessão aguda) foram reaplicados a cada quatro semanas, acrescidos de testes psicométricos (estados de humor, questionário de *overtraining*) e escala de sono, sempre 48 horas após a última sessão de treinamento do microciclo (Figura 3).

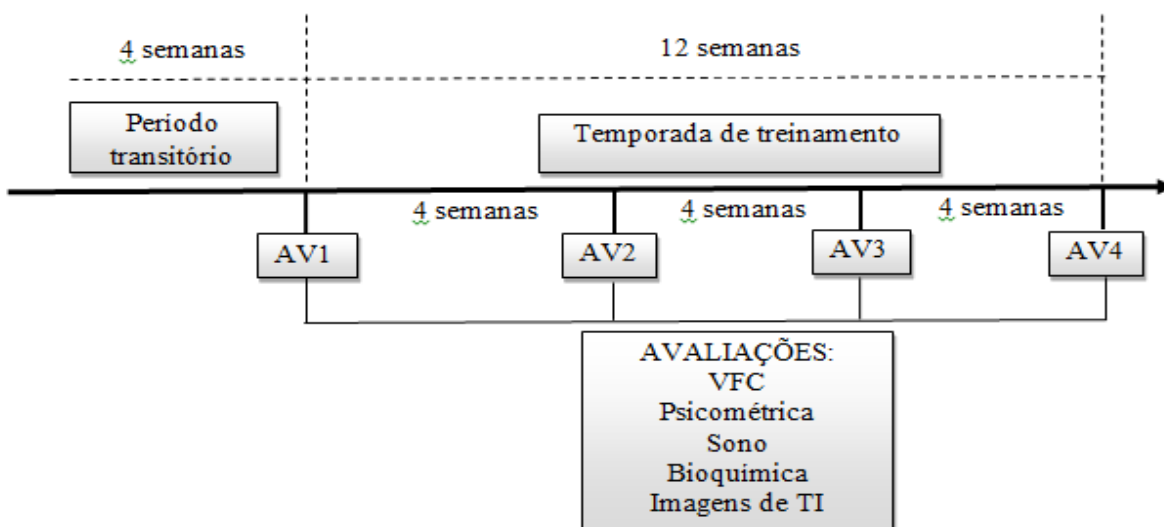


Figura 3 – Desenho da fase crônica do estudo.

Legenda: AV1- AV4 = Momentos das avaliações; VFC = Variabilidade da frequência cardíaca; TI = termografia infravermelha.

3.5 Procedimentos para coleta de dados

Trinta dias após um período de destreino (48 horas antes do primeiro procedimento experimental), os atletas foram convidados a comparecer ao laboratório para esclarecimentos sobre a pesquisa, procedimentos para coleta de dados e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A). A partir desse momento, foram instruídos a não realizar nenhuma atividade física moderada ou vigorosa nas 48 horas que antecederiam o primeiro procedimento experimental (estudo agudo); durante esse período e passados 24 horas sem realizar nenhum exercício, foram encaminhados a realizar a avaliação de composição corporal em uma clínica de nutrição esportiva, o que ocorreu 48h antes da sessão experimental de exercício.

No dia da sessão experimental do estudo agudo, os avaliados foram recebidos no laboratório para o preenchimento de questionários às 8 horas da manhã. Em seguida foram realizadas avaliações de VFC, coleta de sangue e TI. Às 10 horas, todos já estavam no ginásio para o início da sessão de treinamento. Imediatamente após o treino (11 horas), iniciaram as primeiras reavaliações alocados de dois, em dois, conforme o término da estação do circuito. Apenas as avaliações de TI não foram realizadas no ginásio, devido a necessidade de um laboratório com controle de temperatura e umidade, para tanto os atletas foram transportados de carro para o bloco próximo do ginásio.

Durante o primeiro dia, todos os atletas que participaram da sessão aguda receberam a refeição do almoço em um restaurante particular próximo ao ambiente da sessão experimental. Cada atleta almoçou imediatamente após a primeira reavaliação (entre 11:30h e 13h), conforme a sequência de avaliação da TI. Após a refeição, todos foram transportados para o laboratório, para as próximas coletas de todas as variáveis. Eles permaneceram até o término das avaliações em ambiente controlado com temperatura em torno de 20°. A partir das 13 horas foi iniciada a 3ª coleta de dados, após 2 horas foi iniciada a 4ª coleta do dia. No dia seguinte todos os atletas retornaram ao laboratório 24 horas pós treino para realização da 5ª coleta e 48 horas pós treino foi realizada a 6ª coleta (última da fase aguda).

Ao longo de toda a temporada de treinamento (estudo crônico), os atletas retornaram ao laboratório para repetir o protocolo de avaliação por mais três vezes a cada 30 dias. Para tanto, todos os avaliados foram alocados de dois em dois a cada 15 minutos de intervalo, conforme a ordem de avaliação inicial. Todas as avaliações da fase crônica foram realizadas nas segundas-feiras, 48 horas após a última sessão de treino e no horário entre 11 e 13 horas.

3.5.1 Sessão de exercício para avaliação das respostas agudas

A sessão de exercícios para avaliação das respostas agudas foi a primeira sessão de treino da temporada, após os 30 dias de período transitório. Foi composta por 8 exercícios em circuito constituído de: 1- exercício de *burpee* (ferrolho); 2- *jump* com recepção de passe; 3- flexão de braço e barra fixa; 4-

agachamento com salto sobre o arco, 5- Abdominal coordenando braços e pernas; 6- Arremesso em baixo e deslocamento em posição de defesa, 7- agachamento com arremesso de medicinebol de 2kg, 8- Avanço com deslocamento (figura 4). Os exercícios tinham características de força, potência, excentricidade e velocidade, capacidades inerentes ao basquetebol. Para realizar cada volta do circuito, os atletas gastaram 12 minutos. Como cada atleta realizou três voltas no circuito, com intervalo de 5 minutos entre cada volta, a sessão total de treinamento durou 46 minutos, a carga foi a mesma para todos, sendo a intensidade determinada pela velocidade e o número de execução para cada sujeito.

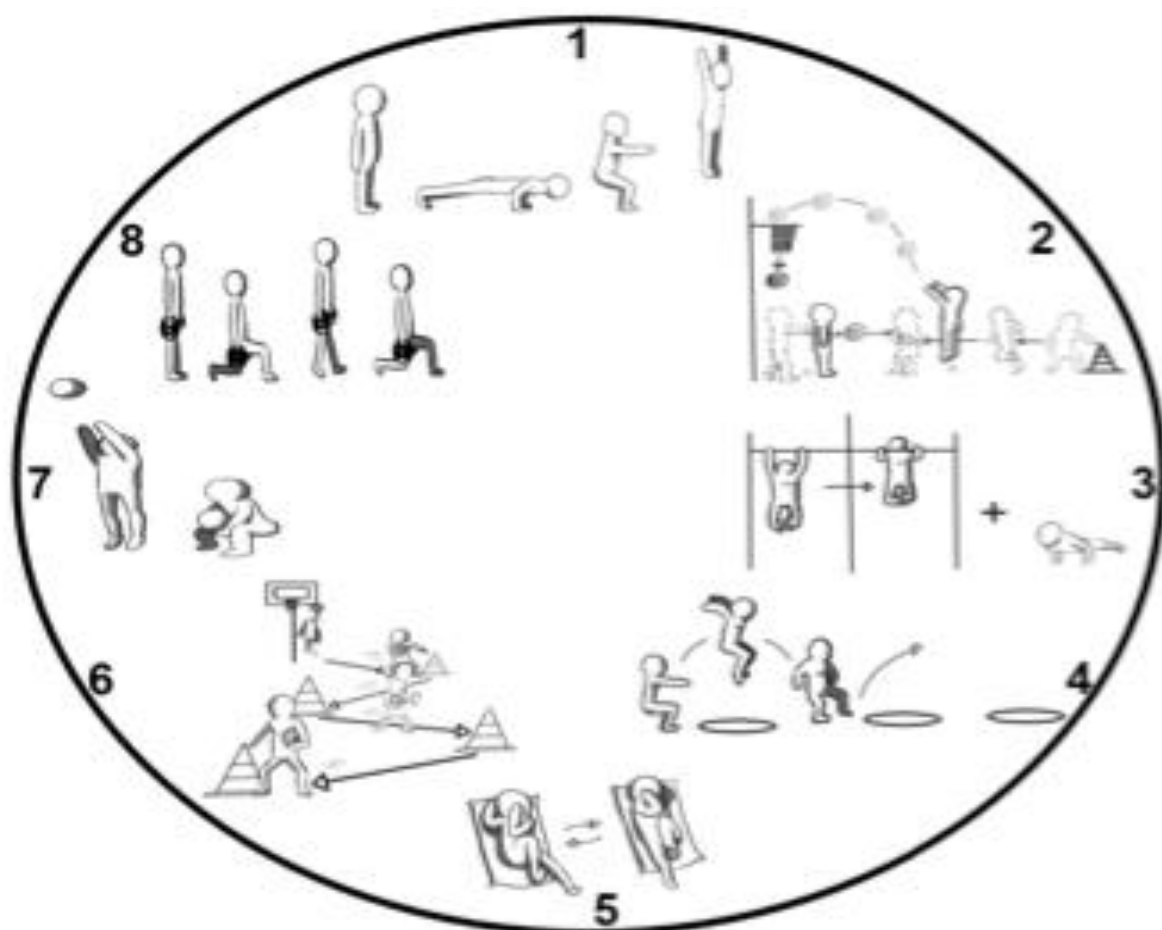


Figura 4 – Circuito de exercícios utilizados na fase aguda

3.5.2 Temporada de treinamento

Após 48 horas da finalização da sessão experimental do estudo agudo, os atletas iniciaram a temporada de treinamento (estudo crônico), com duração de 12

semanas, da acordo com Quadro 3.

As primeiras quatro semanas foram compostas basicamente por exercícios de força/resistência geral e treinos de fundamentos do jogo. Nas quatro semanas seguintes, os exercícios predominantes foram de agilidade, velocidade e resistência, além de treinos técnicos/táticos de baixa complexidade e alguns jogos amistosos. Finalmente, nas últimas semanas, os atletas passaram a ter exercícios predominantemente, de agilidade e técnicos/táticos de moderada complexidade, além de jogos semanais.

Quadro 3. Descrição da Temporada de treinamento

Semanas de treino	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Microciclos	B	B	B	B	E	E	C	E	E	C	E	C
Período	PREPARAÇÃO				Pré-Competitivo				Competitivo			
Competição	Amistosos				Paraibano				Paraibano			
Mês treinamento	Agosto				Setembro				Outubro			

Legenda: B = Básico; E = Estabilizador; C = Competitivo.

Os treinos foram realizados seis vezes por semana, sempre, das 20:00 às 22:00 horas. Havia treinos físicos e de fundamentos à tarde, das 14:00 às 15:00, dois dias por semana, e os treinos da noite eram geralmente técnicos/táticos. Os microciclos possuíam diferentes níveis de volume e intensidade de acordo com o período da programação de treinamento e de eventuais realizações de jogos, como pode ser observado no Quadros 4, 5 e 6.

Quadro 4. Descrição do microciclo básico

		SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
	Duração minutos	120	180	120	180	120	180	Descanso
Tarde	Físico	—	100%	—	100%	—	30%	Descanso
	Técnico	—	—	—	—	—	50%	Descanso
	Tático	—	—	—	—	—	20%	Descanso
	Principal capacidade	—	Força geral	—	Força geral	—	Coor-de-nação	Descanso
Noite	Físico	60%	30%	60%	30%	60%	—	Descanso
	Técnico	20%	50%	20%	50%	20%	—	Descanso
	Tático	20%	20%	20%	20%	20%	—	Descanso
	Principal capacidade	Velocida-de	Resis-tência	Velocidade	Resis-tência	Agilidade	—	Descanso

Quadro 5. Descrição do microciclo estabilizador

		SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
	Duração minutos	120	180	120	180	120	180	Descanso
Tarde	Físico	—	100%	—	100%	—	20%	Descanso
	Técnico	—	—	—	—	—	40%	Descanso
	Tático	—	—	—	—	—	40%	Descanso
	Principal capacidade	—	Força geral	—	Força geral	—	Coor-de-nação	Descanso
Noite	Físico	30%	40%	30%	40%	30%	—	Descanso
	Técnico	40%	10%	40%	10%	40%	—	Descanso
	Tático	30%	40%	30%	40%	30%	—	Descanso
	Principal capacidade	Coor-de-nação	Resis-tência	Coor-de-nação	Resis-tência	Agilidade	—	Descanso

Quadro 6. Descrição do microciclo competitivo

		SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SAB	DOM
	Duração minutos	Descanso	180	120	180	120	120	
Tarde	Físico	Descanso	30%	—	30%	—	JOGO	JOGO
	Técnico	Descanso	40%	—	40%	—	JOGO	JOGO
	Tático	Descanso	30%	—	30%	—	JOGO	JOGO
	Principal capacidade	Descanso	Força geral	—	Força geral	—	—	—
Noite	Físico	Descanso	30%	10%	30%	10%	—	—
	Técnico	Descanso	30%	20%	30%	20%	—	—
	Tático	Descanso	40%	70%	40%	70%	—	—
	Principal capacidade	Descanso	Agilidade	Geral	Agilidade	Geral	—	—

3.5.3 Variáveis do estudo

As variáveis investigadas foram: idade, tempo de treinamento, antropométricas [massa corporal (MC), estatura (ES), índice de massa corporal (IMC), perímetro de cintura (PC), perímetro de quadril (PQ), relação cintura quadril (RCQ), massa livre de gordura (MLG), massa magra (MM), gordura corporal relativa (%G)], bioquímicas (CK, HDL, PCR-us, MDA e CAT), variabilidade da frequência cardíaca (RMSSD e LF/HF), escores de questionários psicométricos (vigor, recuperação, rendimento e escala total), temperatura da pele medida por termografia infravermelha [TI de corpo inteiro (TICI), TI região anterior do tronco (TIAT), TI região posterior de tronco (TI região anterior de braço (TIAB), TI região posterior de braço (TIPB), TI região anterior de coxa (TIAC) e TI região posterior de coxa (TIPC), apresentadas, detalhadamente, a seguir:

Antropométricas:

Todas as variáveis antropométricas foram coletadas 2 horas antes do início do estudo, pelo próprio pesquisador, exceto a bioimpedância, que foi realizada por uma nutricionista experiente, em uma clínica esportiva 48 horas antes.

A estatura foi aferida utilizando um estadiômetro portátil (Sanny®, Brasil) fixado na parede, com escala de medida em 1 mm, formando um ângulo de 90° com o chão. O ponto de leitura foi indicado por um cursor que foi colocado sobre a cabeça do avaliado, conforme descrito em Petroski (2007). Todas as medidas de perimetria foram realizadas utilizando uma fita métrica inelástica (Sanny®, Brasil), sendo a leitura realizada no momento da expiração. A perimetria de cintura foi medida 2,5 cm acima da cicatriz umbilical e a de quadril no ponto médio, entre a crista ilíaca e a prega glútea, seguindo a padronização de Callaway *et al.* (1991).

A MC, MLG, MM e a %G foram medidas antes e depois da intervenção usando o equipamento de Bioimpedância Octopolar *In Body 720* Biospace® (San Francisco, CA, EUA), seguindo os procedimentos referidos no manual, e normas de preparação descritas na literatura, sendo os pontos de contato dos eletrodos com as partes do corpo previamente limpas, conforme recomendado pelo fabricante.

O equipamento funciona por medição de multifrequência segmentar direta e 8 pontos tetrapolares no sistema de eletrodos tátil, sendo dois destes em contato com a palma da mão e dois em contato com os polegares de cada mão; outros dois em contato com a parte anterior e dois com a parte posterior da planta do pé. Permitiu, assim, cinco medidas de impedâncias segmentares (braços direito e esquerdo, membro inferior direito e esquerdo e tronco) que foram analisadas a 1, 5, 50, 250, 500 e 1000 kHz (LING *et al.*, 2011).

Orientações propostas pelo fabricante, foram passadas aos atletas dois dias antes da avaliação, as quais incluíram: comparecerem 10 minutos de antecedência, trajando vestuário apropriado (sunga de banho) por baixo da roupa, duas horas após a última refeição, não ingerir cafeína três horas antes da avaliação, evitarem consumo de bebidas alcoólicas e exercícios de alta intensidade na véspera e no dia da avaliação, não consumirem diurético ou cafeína 12 horas antes, não ingerirem líquidos 30 minutos antes, e terem dormido

de 6 horas a 8 horas na noite anterior da avaliação.

Bioquímicas:

Para a realização das coletas sanguíneas, os atletas foram instruídos a se alimentar normalmente no café da manhã. As coletas de sangue foram realizadas logo após a medida de VFC por volta das 9 horas da manhã sempre por uma enfermeira treinada e experiente, observando todos os procedimentos de assepsia e segurança dentro do laboratório de coleta, exceto imediatamente pós-treino o qual foi realizado no próprio ginásio. Foram coletados 10 ml de sangue venoso de cada voluntário. Posteriormente, 5ml foram colocados em tubos contendo EDTA e protegidos da luz e 5ml em tubos sem EDTA. As amostras foram centrifugadas a 3000rpm por 10 minutos e o sobrenadante (soro ou plasma) transferido para microtubos e refrigerado a 4°C até as análises, que foram analisadas em no máximo 30 dias depois das coletas.

Dano muscular – A concentração plasmática de Creatina Quinase (CK) foi quantificada pelo método UV-IFCC e a da enzima Lactato desidrogenase (LDH) quantificada pelo método de Piruvato-Lactato em modo cinético, ambas por meio do kit comercial LDH Liquiform (Labtest, Minas Gerais, Brasil) seguindo as instruções do fabricante. Ambas absorvâncias foram obtidas no analisador automático Labmax 240 *Premium*® no comprimento de onda 340nm (Fabricado por: Hirose Electronic Sistem Co., Ltd, Tochigi, Japan).

Inflamação – As concentrações plasmáticas de proteína-C reativa ultrasensível (PCR-us) foi determinada por imunoturbidimetria em amostras de soro. Tais concentrações foram determinadas por meio de kits comerciais específicos (Labtest, Minas Gerais, Brasil), conforme instruções do fabricante. Para calibração da PCR-us foi utilizado o calibrador Calibra Plus PCR-ultra (Labtest: Ref-345) a absorvância foi obtida no analisador automático Labmax 240 premium (Labtest, Minas Gerais, Brasil) no comprimento de onda 540nm. e 340nm, respectivamente.

Quanto ao estresse oxidativo, foram quantificadas a Capacidade Antioxidante Total (CAT) e Malondialdeído (MDA). A análise foi baseada no método descrito por Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) no qual uma

alíquota de 1,25 mg de 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) foi diluída em 100 ml de etanol (álcool etílico absoluto 99,5%), mantida sob refrigeração e protegida da luz. Foram adicionados 3,9 ml da solução de DPPH a 100 µl de plasma em tubos, que em seguida foram agitados em vórtex e deixados em repouso por 30 minutos. Posteriormente, foram centrifugados a 10.000 rpm à temperatura de 20°C por 15 minutos e o sobrenadante utilizado para a realização da leitura em espectrofotômetro (Bioespectro® SP-220, Curitiba, Brasil), a um comprimento de onda de 515nm. Os resultados foram expressos como percentual da atividade antioxidante (AOA):

$$AOA = 100 - [DPPH \cdot R]_t / [DPPH \cdot R]_B \cdot 100$$

Onde $[DPPH \cdot R]_t$ e $[DPPH \cdot R]_B$ correspondem às concentrações de DPPH• remanescente após 30 minutos, avaliadas na amostra (t) e no branco (B) preparado com água destilada.

O malondialdeído foi usado como um marcador de peroxidação lipídica, dosado no plasma, de acordo com a metodologia descrita por Ohkawa, Ohishi e Yagi (1979). A atividade oxidante foi quantificada a partir da peroxidação lipídica do MDA, por meio da reação do ácido tiobarbitúrico (TBARS), com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos. Em seguida, foi incubado em banho-maria a 37° por 60 minutos e a mistura precipitada com ácido perclórico à 35% e centrifugada a 14000 rpm por 10 minutos à 4°C. O sobrenadante foi transferido para novas alíquotas e adicionado 400µl de ácido tiobarbitúrico a 0,6% e incubado a 95 – 100° C, por 60 minutos. Após o resfriamento, o material foi lido em espectrofotômetro ultravioleta (Bioespectro, modelo SP 22, Brasil) a um comprimento de onda de 532nm, em temperatura ambiente.

Variabilidade da Frequência Cardíaca:

Para o registro da VFC, os atletas foram instruídos a permanecer sentados em repouso, acordados e respirando espontaneamente durante o período de registro (BLOOMFIELD *et al.*, 2001). Todos os registros foram efetuados na posição sentada, em um ambiente com temperatura controlada a 22 e 24° C, e

sem interferência sonora (KIVINIEMI *et al.*, 2007). Para não haver interferência durante a coleta, o avaliador assegurou que nenhuma pessoa entrasse na sala durante o período de avaliação.

Foi respeitado um período de estabilização de 1 minuto antes de iniciar o registro, seguindo as recomendações de Flatt e Esco (2015). Após esse período, foi realizado o registro dos intervalos R-R com duração de 5 minutos, por meio do cardiofrequencímetro Polar® modelo RS800cx™ (Polar Electro Oy Inc., Kempele, Finlândia) (CASSIRAME *et al.*, 2007; NUNAN *et al.*, 2009; VANDERLEI *et al.*, 2008; WILLIAMS *et al.*, 2016).

As séries de intervalos R-R registradas foram transferidas para um computador por meio do *software* Polar ProTrainer 5 e os dados obtidos por meio do *software* Kubios HRV Standard na versão 3.0 (Biosignal Analysis and Medical Image Group, Departamento de Física, Universidade de Kuopio, Kuopio, Finlândia) (TARVAINEN *et al.*, 2014). Os dados foram inspecionados visualmente e os batimentos ectópicos foram removidos e substituídos por interpolação de intervalos R-R adjacentes.

Para esse estudo, foram adotadas no domínio do tempo a frequência cardíaca e a raiz quadrada do somatório do quadrado da diferença dos intervalos RR adjacentes transformada em logaritmo natural (lnRMSSD). No domínio da frequência, foram adotados a baixa frequência (LF – 0.04; 0.15 Hz), a alta frequência (HF 0.15; 0.4 Hz) para adquirir o balanço simpático-vagal obtido pela razão entre as bandas LF e HF (LF / HF).

Escores de questionários psicométricos:

Para o preenchimento dos questionários psicométricos, todos os atletas foram alocados em uma sala para que fosse feita a leitura 2 horas antes do início da primeira sessão de treino, com o objetivo de sanar todas as dúvidas quanto à interpretação das questões. Em seguida, os atletas foram separados em salas individuais e silenciosas, para o preenchimento conforme sequência de avaliação e orientados por meio do método assistido. Os voluntários foram avisados do tempo estimado que levaram para responder aos testes, de modo a se sentirem

tranquilos e sem pressa. Todos os questionários foram aplicados sempre antes das coletas sanguíneas e geralmente no final da manhã.

Um dos instrumentos utilizados no presente estudo foi o questionário BRUMS, na versão adaptada para o português da escala original (TERRY; LANE; FOGARTY, 2003), validada por Rohlf's *et al.* (2004) (Anexo B). É uma versão reduzida, composta por 24 itens que compõem as 6 subescalas: raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor, as mesmas do POMS. Cada subescala contém quatro itens, com a soma das respostas de cada item, dentro da subescala, obteve-se um escore que pode variar de 0 a 16 pontos. Para obter os escores foi solicitado aos atletas que respondessem com sinceridade as perguntas em relação ao seu último mês de treino.

Outro instrumento utilizado foi o Questionário do *overtraining*, adaptado para a população brasileira por Bara Filho *et al.* (2010), da escala original criada por Brun (1993). O instrumento é composto por 29 questões com possibilidade de respostas em escala tipo Likert de 0 a 3 pontos, orientando as respostas, sendo o nº 0 significando nunca, o nº1 às vezes, o nº2 frequentemente e o nº3 sempre (Anexo C).

Por fim, os atletas responderam à escala de dor, antes, 24h e 48h após o término da sessão de treinamento. A escala de dor é utilizada para a dor muscular de início tardio (DOMS), possui 10 descritores numéricos (0-10) que representam os vários níveis de dor muscular, sendo 0 sem dor e 10 insuportavelmente dolorido (SMITH *et al.*, 1993).

Temperatura da pele medida por termografia infravermelha

O registro dos termogramas foi a última etapa da coleta de dados em cada avaliação. No total, cada atleta foi avaliado seis vezes no estudo agudo e a cada 30 dias no estudo crônico (três coletas), totalizando nove coletas. As avaliações termográficas foram realizadas sempre no Laboratório de Termografia (LabTerm) do Núcleo de Pesquisas nas Ciências do Movimento Humano (NPCMH) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), o qual possui um ambiente totalmente preparado para esse fim, com temperatura ambiente mantida entre 18 e 25°C (FERNÁNDEZ-CUEVAS *et al.*, 2014) e a umidade relativa do ar < 50%,

monitoradas com auxílio de uma estação meteorológica portátil (Oregon Scientific, WMR86, China). Os atletas ficaram posicionados em frente a uma parede de fundo preto, em cima de um *step* à 15cm do piso.

Antes da realização da termografia, os atletas permaneceram em repouso na sala de exame para aclimatação por 15 minutos, sem que as regiões analisadas estivessem em contato com qualquer objeto que permutasse calor por radiação, atendendo às recomendações de um período mínimo proposto por Fernández-Cuevas *et al.* (2014). Os atletas foram orientados a ir vestidos com roupa de banho, não consumir tabaco, álcool ou drogas que afetem a termogênese corporal, não realizar atividade física de moderada a intensa e se alimentar até 2 horas antes do exame termográfico e não utilizar óleos ou cremes hidratantes nas regiões a serem examinadas, conforme recomendações de Gomes da Silva *et al.* (2017).

Para obtenção dos termogramas, foi utilizada uma câmera T-360 (FLIR® Systems, USA), com resolução térmica de alta qualidade de 320 x 240 pixels, visor LCD colorido de 3.5 polegadas, faixa de temperatura de -20 a 120 ° C, sensibilidade térmica de 0,05°C, acurácia de $\pm 2\%$, banda de spectral dos infravermelhos de 7,5 μm a 13 μm , taxa de atualização de 60 Hz, com regulagem da escala de temperatura entre 22°C e 34°C (Figura 5).

Visão anterior

Visão posterior



Figura 5 – Câmera termográfica utilizada no estudo (FLIR ThermoCAM® T-360).

A câmera foi fixada a uma distância de 2,6 metros do sujeito, em um tripé com altura de 1,35 metro do solo para avaliar os membros superiores e a 70 cm do solo para os membros inferiores, assim proporcionando o melhor enquadramento para obtenção dos termogramas (Figura 6).

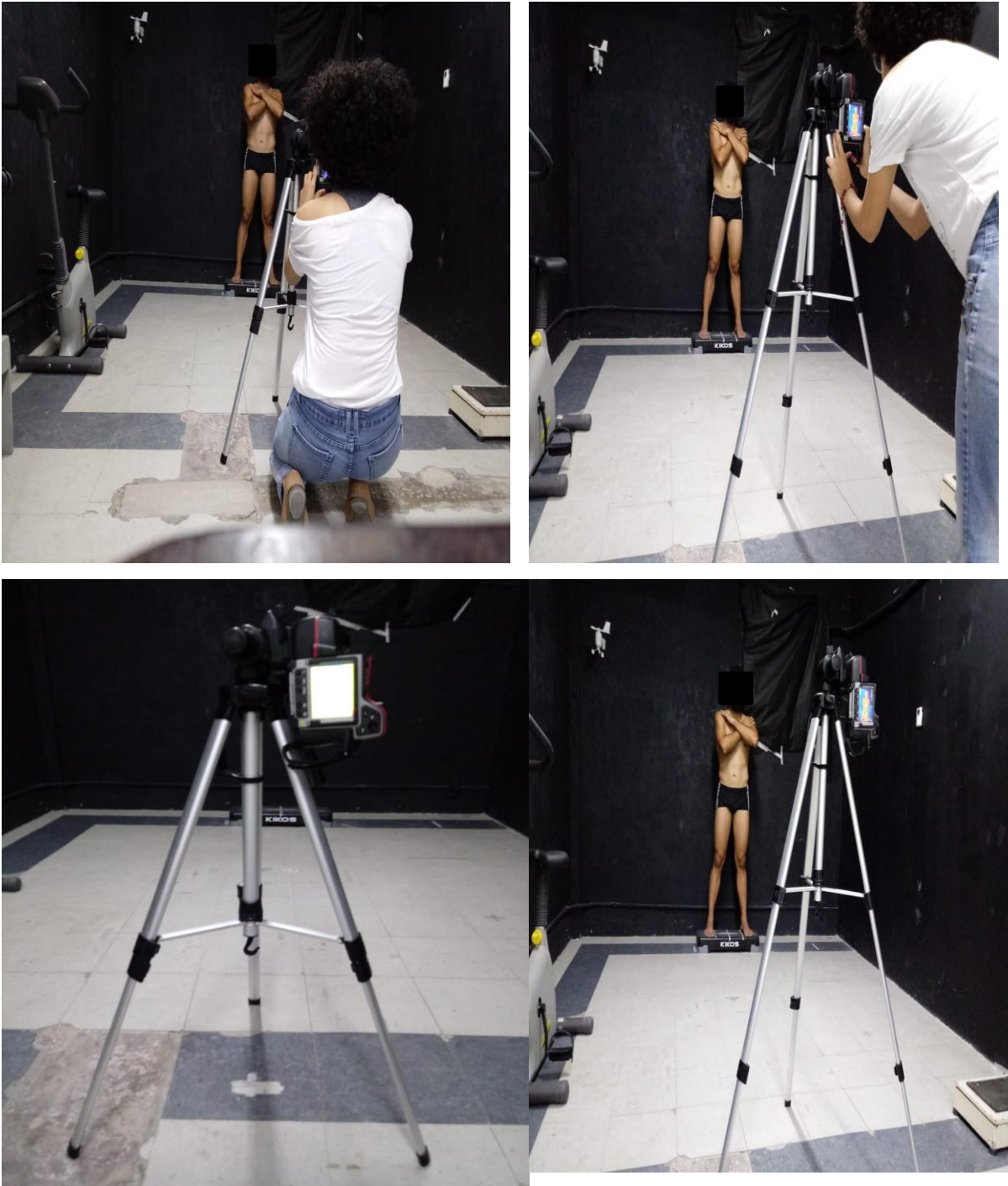


Figura 6 – Local utilizado para a captação das imagens termográficas, Laboratório de Termografia (Lab Term)

Em cada atleta foram feitas imagens da vista anterior e posterior. Para esse estudo, foram determinadas 34 Regiões Corporais de Interesse (RCI), detalhes podem ser vistos na Figura 7 (RING; AMMER, 2000).

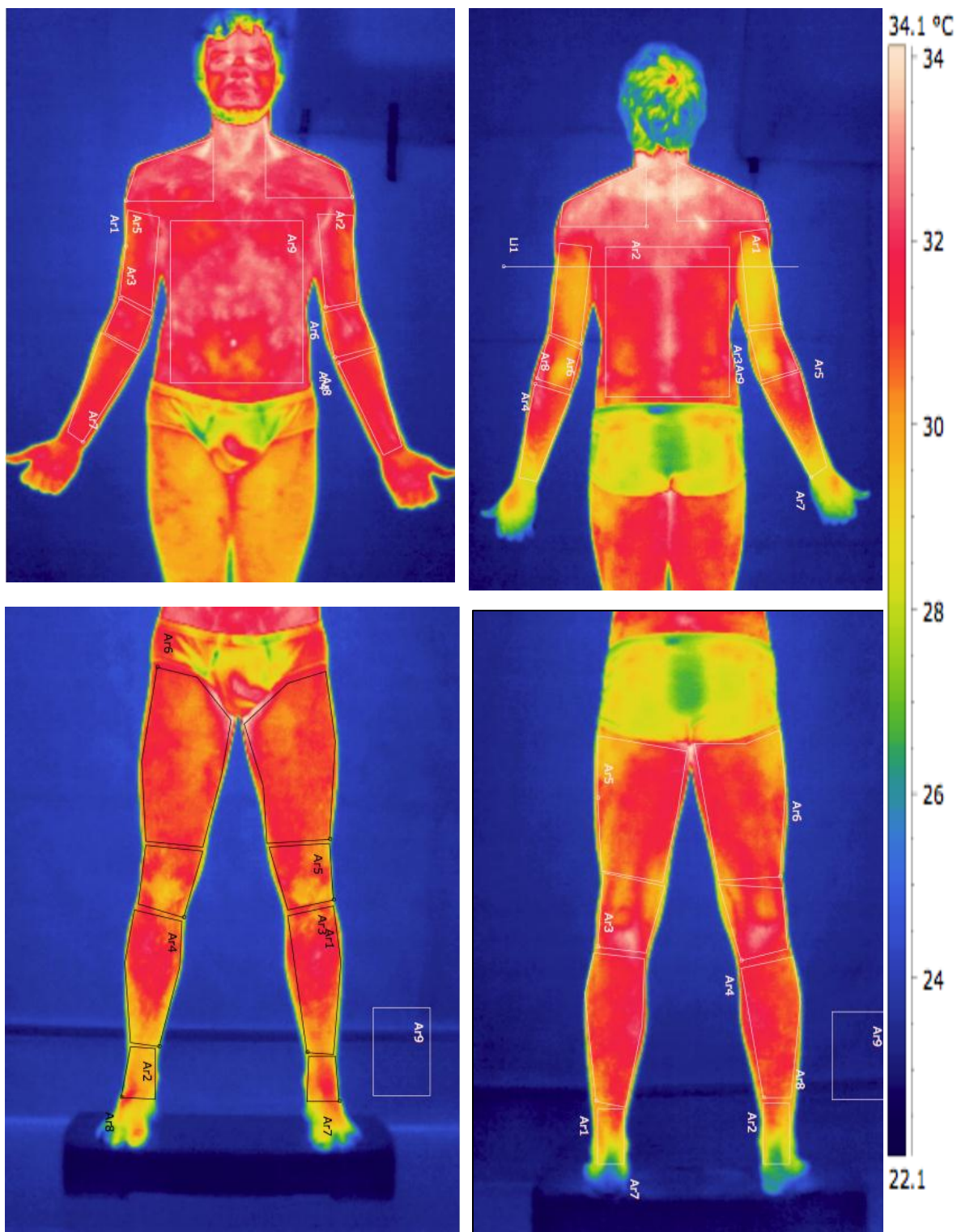


Figura 7 – Áreas das regiões corporais de interesse demarcadas, avaliadas no estudo, separadas por região superior e inferior, nas faces anterior e posterior.

De posse dos termogramas, as imagens foram analisadas através do software FLIR® Thermacam Reporter, versão 8.2, com emissividade de 0,98. Todos os procedimentos de captura das imagens termográficas e posterior análise foram desempenhados pelo mesmo profissional, treinado e com experiência para essa função.

Apesar do equipamento permitir a obtenção de temperaturas mínimas, máximas e médias, para esse estudo optou-se por utilizar a média das temperaturas por ser mais representativa da região analisada. A descrição de cada RCI pode ser observado no Quadro 7.

Quadro 7. Descrição dos do 34 RCI utilizados no estudo agudo e no crônico.

RCI	Descrição	RCI	Descrição	RCI	Descrição	RCI	Descrição
1	tronco anterior	10	tronco posterior	19	tornozelo direito anterior	27	tornozelo direito posterior
2	ombro direito anterior	11	ombro direito posterior	20	tornozelo esquerdo anterior	28	tornozelo esquerdo posterior
3	ombro esquerdo anterior	12	ombro esquerdo posterior	21	perna direita anterior	29	perna direita posterior
4	braço direito anterior	13	braço direito posterior	22	perna esquerda anterior	30	perna esquerda posterior
5	braço esquerdo anterior	14	braço esquerdo posterior	23	joelho direito anterior	31	joelho direito posterior
6	cotovelo direito anterior	15	cotovelo direito posterior	24	joelho esquerdo anterior	32	joelho esquerdo posterior
7	cotovelos esquerdo anterior	16	cotovelos esquerdo posterior	25	coxa esquerda anterior	33	coxa esquerda posterior
8	antebraço direito anterior	17	antebraço direito posterior	26	coxa direita anterior	34	coxa direita posterior
9	antebraço esquerdo anterior	18	antebraço esquerdo posterior				

Para verificar comportamentos de maiores regiões, foram criadas algumas incidências termográficas utilizando a média aritmética de determinadas RCIs:

coxa anterior (RCIs 25 e 26), coxa posterior (RCIs 33 e 34), braço anterior (RCIs 4 e 5), braço posterior (RCIs 12 e 13), média geral do corpo inteiro (médias de todas às RCIs).

3.6 Analise estatística

Foram montados dois bancos de dados (para os estudos agudo e crônico), tendo em vista a utilização de diversas variáveis diferentes em ambos. No banco para o estudo agudo, um atleta teve um momento de avaliação prejudicado por não conseguir fazer a coleta de sangue. Para viabilizar a utilização de seus dados, foi utilizado o recurso estatístico de imputação de dados disponível no próprio *software*.

Os resultados estão apresentados como média e desvio padrão da média. Inicialmente, os dados foram testados quanto à normalidade e homogeneidade utilizando o teste de *Shapiro Wilk* e *Levene*, respectivamente. Em virtude de algumas variáveis não possuírem distribuição normal, foi utilizado o recuso estatístico de *log* na base 10 para transformação dos dados. As alterações promovidas pela sessão de exercício e pelo programa de treinamento nas variáveis termográficas, bioquímicas e psicométricas avaliadas foram verificadas por meio do teste de ANOVA para medidas repetidas, com post hoc de Bonferrone. Para verificar se a temperatura corporal acompanha as alterações nas demais variáveis fisiológicas, foi calculado o delta variação de cada uma desta variáveis, tendo o valor inicial como referência e considerada as alterações em valores percentuais. O cálculo foi feito usando a fórmula abaixo:

$$\Delta\% = [(AV_{pós} - AV_{inic}) / AV_{inic}] * 100$$

Onde: AV pós = Valor da avaliação posterior

AV inic = Valor da avaliação inicial

(*) = Multiplicação

De posse $\Delta\%$, e considerando que os dados não atenderam aos pressupostos de homogeneidade e normalidade, foi realizado o teste de correlação de *Spearman*, para identificar possíveis associações entre as variáveis bioquímicas e as termográficas. Para análise da correlação adotou-se a classificação de Callegari-Jacques (2011): nula = 0,0; fraca = 0,01 a 0,3; regular = 0,31 a 0,6; forte = 0,61 a 0,9; muito forte = 0,91 a 0,99; e plena = 1,0. Para todos os testes, foi adotado nível de significância de $p < 0,05$. As análises foram realizadas por meio do *software SPSS Statistics* (v. 23, IBM SPSS, Chicago, IL).

4 RESULTADOS

Após o período de destreinamento, 17 atletas participaram do estudo agudo. Antes do início dos treinamentos, o grupo apresentava índice de massa corporal, percentual de gordura, massa corporal magra e relação cintura-quadril compatíveis com eutrofia. Também são apresentados os valores iniciais das variáveis bioquímicas e das temperaturas da pele (Tabela 1).

Os resultados iniciais das variáveis relacionadas ao estudo crônico também podem ser observados na Tabela 1. Para a fase crônica, 12 dos 17 atletas que haviam participado do estudo agudo terminaram a temporada realizando todas as avaliações, sendo que um atleta que não havia participado do estudo agudo entrou somente na fase da temporada de treinos e competição. Dessa forma, as características médias das variáveis permaneceram bastante semelhantes, inclusive os valores de TI.

Durante a temporada de treinamento foram realizadas coletas de variáveis referentes às respostas dos testes psicométricos. Todas as dimensões da escala de humor de Brumel (BRUMS) apresentaram pontuação próxima ou superior às referências apontadas no estudo de validação desse instrumento para a população brasileira (ROHLFS *et al.*, 2004). Já em relação aos resultados do questionário de *overtraining*, pôde-se observar que as escalas não apresentaram nenhum indício de desequilíbrio entre as cargas de treino e recuperação, uma vez que todas (recuperação, rendimento e escala total) apresentaram pontuações inferiores a 50% do máximo.

Tabela 1: Características das variáveis antropométricas, fisiológicas e termográficas dos atletas antes de iniciarem o treinamento

VARIÁVEIS	Estudo agudo (n=17)	Estudo crônico (n=13)
Idade (anos)	20,9 ± 3,2	20,4 ± 2,8
Massa corporal (Kg)	78,7 ± 9,0	80,4 ± 11,4
Estatura (Cm)	184,3 ± 10,4	184,9 ± 11,7
Índice de massa corporal (kg/m ²)	23,7 ± 1,7	23,6 ± 2,6
Porcentagem gordura (%)	13,4 ± 7,3	14,3 ± 4,8
Massa livre de gordura (Kg)	67,9 ± 7,5	69,9 ± 11,4
Massa magra (Kg)	63,9 ± 7,0	65,9 ± 10,5
Relação cintura quadril	0,8 ± 0,1	0,8 ± 0,1
Tempo de treinamento (anos)	6,1 ± 1,3	6,4 ± 1,8
Creatina quinase (U/L)	193,2 ± 68,0	189,4 ± 77,0
Lactato desidrogenase (U/L)	276,0 ± 64,6	271,1 ± 69,8
Proteína C reativa ultrasensível (mg/L)	2,7 ± 4,3	-----
Malondialdeído (U/L)	3,3 ± 0,5	3,2 ± 0,5
Capacidade antioxidante total (%)	26,2 ± 15,5	27,1 ± 15,9
Atividade Parassimpática RMSSD (ms)	39,2 ± 15,4	-----
Balanco Autonômico LF/HF	2,8 ± 1,6	-----
Tensão (pontos)	-----	4,0 ± 2,3
Depressão (pontos)	-----	1,3 ± 2,0
Raiva (pontos)	-----	1,3 ± 1,8
Vigor (pontos)	-----	10,5 ± 1,9
Fadiga (pontos)	-----	4,6 ± 2,5
Confusão (pontos)	-----	3,4 ± 1,9
Recuperação (pontos)	-----	9,5 ± 4,0
Rendimento (pontos)	-----	3,7 ± 2,9
Escala total (pontos)	-----	23,1 ± 10,4
TI de corpo de inteiro (°C)	31,3 ± 0,4	31,3 ± 0,5
TI Região Anterior de Tronco (°C)	32,4 ± 0,8	32,6 ± 0,3
TI Região Posterior de Tronco (°C)	32,2 ± 0,9	32,5 ± 0,4
TI Região Anterior de Braço (°C)	32,4 ± 0,5	32,5 ± 0,5
TI Região Posterior de Braço (°C)	31,1 ± 0,5	31,1 ± 0,4
TI Região Anterior de Coxa (°C)	30,9 ± 0,5	31,0 ± 0,6
TI Região Posterior de Coxa (°C)	31,2 ± 0,6	31,2 ± 0,6

Nota: Dados expressos em média e desvio padrão
 U/L: Unidade por Litros; µmol/L: micromol por Litro; %: percentual; RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanco Autonômico; Ti = Termografia Infravermelha, ----- = Variáveis não analisadas. Valores de referência: CK: 57-197 (SPECIAL REFERENCE LABORATORY, 2004); Lactato desidrogenase: 200-480 (MARIN et al., 2013); MDA: 1-3 (VASCONCELOS, et al., 2007); PCR-us: > 3,0 mg/l processo inflamatório (PEARSON et al., 2003); P < 0.05

Visando a subsidiar a apresentação dos resultados desse estudo, optou-se por exibir, separadamente, os resultados das variáveis concernentes ao estudo agudo e, em seguida, as referentes ao estudo crônico.

4.2 Sessão de treino extenuante (estudo agudo)

O questionário CR-10-RIS indicou que os atletas relataram aumento na sensação de dor de $4,8 \pm 1,4$ para $6,4 \pm 1,4$ do pré-treino para 24 horas e para $7,1 \pm 1,2$ 48 horas pós-treino. A concentração sérica de CK aumentou significativamente do momento pré para o pós-treino, e continuou aumentada em todas as demais medidas (2, 4, 24h, até 48 horas pós-treino) (Figura 8 A). Já o LDH se mostrou aumentado apenas no pós-treino, restaurando-se duas horas depois, com valores significativamente menores e, assim, permanecendo até 48 horas pós-treino (Figura 8 B).

A despeito do dano muscular indicado pelos valores de CK e sensação de dor, os resultados da PCR-us indicaram que a sessão de treino não foi capaz de promover inflamação em nível sistêmico, como pode ser visto pela ausência de alteração nesses valores (Figura 8 C). Também foi observada a ausência de estresse oxidativo, uma vez que o MDA (indicador de peroxidação lipídica) permaneceu sem alterações significativas durante todo o período de avaliação, (Figura 8 E). Enquanto isso, valores de CAT (indicador de atividade antioxidante) apresentaram aumento significativo no momento pós-treino, reduzindo significativamente 2h após, retornando a valores próximos dos iniciais 4h pós-treino e assim permanecendo até 48 horas pós exercício (Figura 8 D).

Quanto à VFC, foi observada a redução significativa na RMSSD imediatamente pós-exercício, permanecendo 2h após e normalizando 4h pós-treino (Figura 8 F). No domínio da frequência, os atletas apresentaram aumento simpático vagal na avaliação pós-treino, com redução significativa dos valores na avaliação feita 2h pós, retornando a níveis iniciais e, assim, permanecendo até 48 horas de avaliação (Figura 8 G).

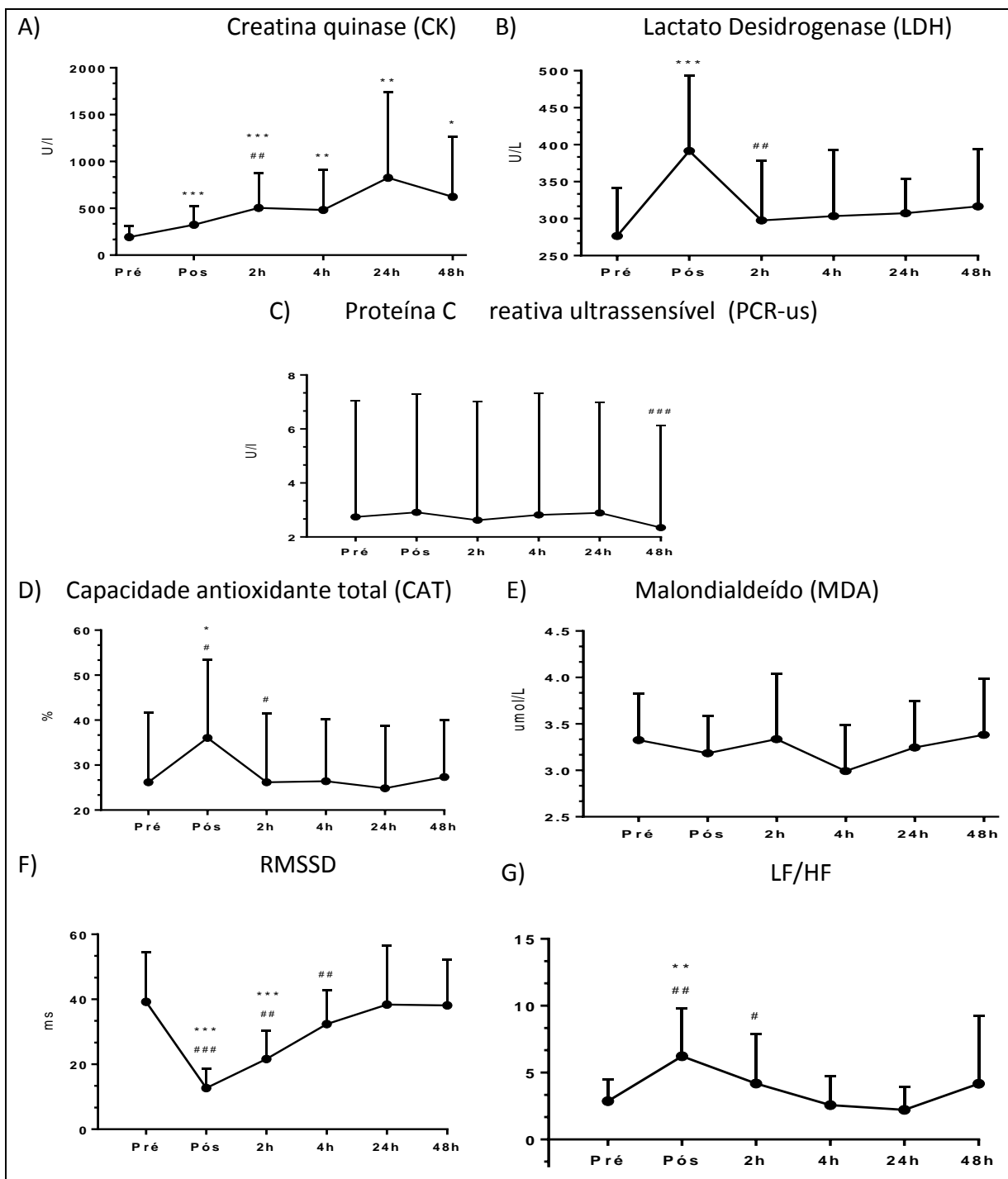


Figura 8. Alterações nos valores médios das variáveis fisiológicas ao longo do período do estudo agudo, utilizando o pré-treino e o momento anterior como referência

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, U/L: Unidade por Litros; $\mu\text{mol/L}$: micromol por Litro; * $P < 0,05$ em comparação com o pré, ** para $P < 0,01$ em comparação com o pré, *** para $P < 0,001$ em comparação com o pré, # para $P < 0,05$ em comparação com o momento anterior, ## para $P < 0,01$ em comparação com o momento anterior, ### para $P < 0,001$. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico

No que tange aos valores de TI, não houve alteração do pré para o momento imediatamente pós-treino na temperatura de pele de corpo inteiro, mas a temperatura aumentou significativamente em 0,8°C 2h pós-treino e, embora tenha reduzido 4 horas pós-treino em relação à medida anterior, ainda estava elevada em relação ao pré-treino. Nas 24h pós-treino, a temperatura se mostrou reduzida em relação ao pré-treino (0,5°C) e voltou a valores similares aos iniciais 48h pós-treino.

O comportamento da temperatura de pele de corpo inteiro se reproduziu de forma consistente para todos segmentos corporais isolados, salvando-se escassas exceções, com redução imediatamente pós-treino em relação aos valores basais, aumento às 2h e 4h pós-treino e volta aos valores basais (ou menores que isto), nas 24 e 48h pós-treino (Figura 9 A). Detalhes de cada segmento corporais estão descritos adiante, onde são indicados os escassos momentos em que o comportamento de um ou outro segmento deferiu da temperatura de pele de corpo inteiro.

A TI da região do tronco reduziu significativamente no pós-treino, apresentando um aumento significativo 2h pós-treino, tanto na região anterior quanto na posterior (Figura 9 B e C). Na avaliação 4h pós, as duas regiões ainda permaneciam com valores de temperatura superiores às iniciais e, 24h após, os valores dos termogramas da região anterior do tronco aumentaram e a região posterior permaneceu sem diferença.

Na análise termográfica dos membros superiores, pode ser observado na figura 9, painéis D e E, que na região anterior houve uma redução significativa da temperatura no momento imediatamente pós-treino, diferentemente do posterior, que permaneceu praticamente constante. Tanto na região anterior, quanto na região posterior, às 2h pós-treino, as temperaturas estavam significativamente superiores aos valores pré-treino, sendo que 4h pós-treino apresentavam valores próximos aos iniciais e significativamente menores comparados à 2h pós-treino.

O comportamento termográfico das coxas (direita e esquerda) foi similar ao que ocorreu no tronco, com redução no momento imediatamente pós-treino, aumento nas 2h e 4h pós-treino e diminuição para valores similares ou menores que o pré-treino nas 24h e 48h pós (Figura 9 F e G).

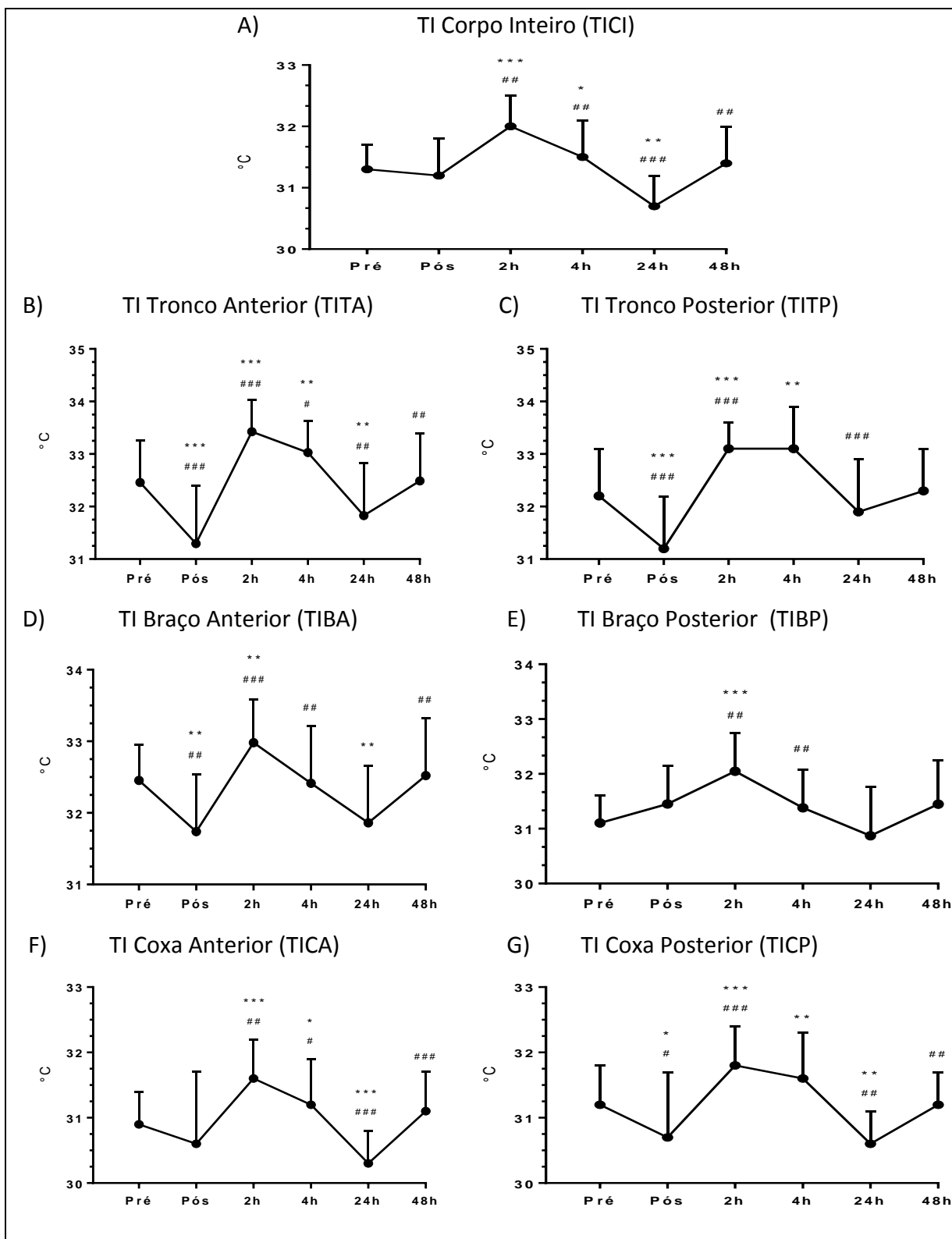


Figura 9: Alterações nos valores médios das variáveis de TI ao longo do período do estudo agudo, utilizando o pré-treino e o momento anterior como referência

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, U/L: Unidade por Litros; $\mu\text{mol/L}$: micromol por Litro; * $p < 0,05$ em comparação com o pré, ** para $p < 0,01$ em comparação com o pré, *** para $p < 0,001$ em comparação com o pré, # para $p < 0,05$ em comparação com o momento anterior, ## para $p < 0,01$ em comparação com o momento anterior, ### para $p < 0,001$ em comparação com o momento anterior

Na Figura 10 são apresentados os valores de correlação entre os percentuais de delta variação da TICI e as demais variáveis estudadas. As correlações se mostraram significativas somente em alguns escassos momentos, algumas vezes foi negativa e o nível de correlação, quando significativo, foi apenas regular, de acordo com a classificação proposta por Callegari-Jacques (2011).

A CK não apresentou correlação com TICI (Figura 10 A); o mesmo foi percebido na LDH, apesar de ter apresentado uma aparência de comportamento inverso comparado com a TICI do pós-treino até 2h, mas sem que tenha sido observada correlação. A partir daí, não apresentou grandes variações até o fim da observação, independente das variações observadas na TICI (Figura 10 B). A PCR-us apresentou uma correlação inversa apenas no momento pós-treino ($r=-0,505$; $P=0,039$), com aumento da temperatura de corpo inteiro diante da redução deste marcador inflamatório. Nos demais momentos, não foi mais observada correlação entre PCR-us e TICI de corpo inteiro (Figura 10 C). A respeito da correlação entre TICI e marcadores de estresse oxidativo, pôde-se observar que o MDA apresentou comportamento semelhante ao PCR-us, também apresentando uma correlação inversa ($r=-0,559$; $P=0,020$) apenas pós-treino (embora tanto a temperatura quanto a peroxidação lipídica estivessem menores no pós-treino em relação ao pré-treino). Não foi observado esse comportamento de correlação nos outros momentos. Já a CAT não apresentou correlação em todos os momentos avaliados (Figura 10 D e E).

Com relação à VFC, foi observado que a atividade parassimpática (RMSSD) apresentou correlação inversa 2h pós-exercício ($r=-0,485$; $P=0,048$), com menor atividade parassimpática em relação ao pré-treino, acompanhada de maior temperatura corporal. Entretanto, o balanço autonômico não apresentou nenhuma correlação nos momentos avaliados (Figura 10 F e G).

Quando realizada a correlação, calculando o delta variação com base no momento anterior como referencial (ou seja, a diferença entre cada valor e o anterior a ele) (Apêndice C), foram encontradas correlações entre TICI com PCR-us pós-treino ($r=-0,505$, $P=0,039$) com CAT 4horas pós ($r=-0,533$, $P=0,027$), MDA pós-treino ($r=-0,559$, $P=0,020$) e RMSSD 24horas pós ($r=-0,487$, $P=0,048$).

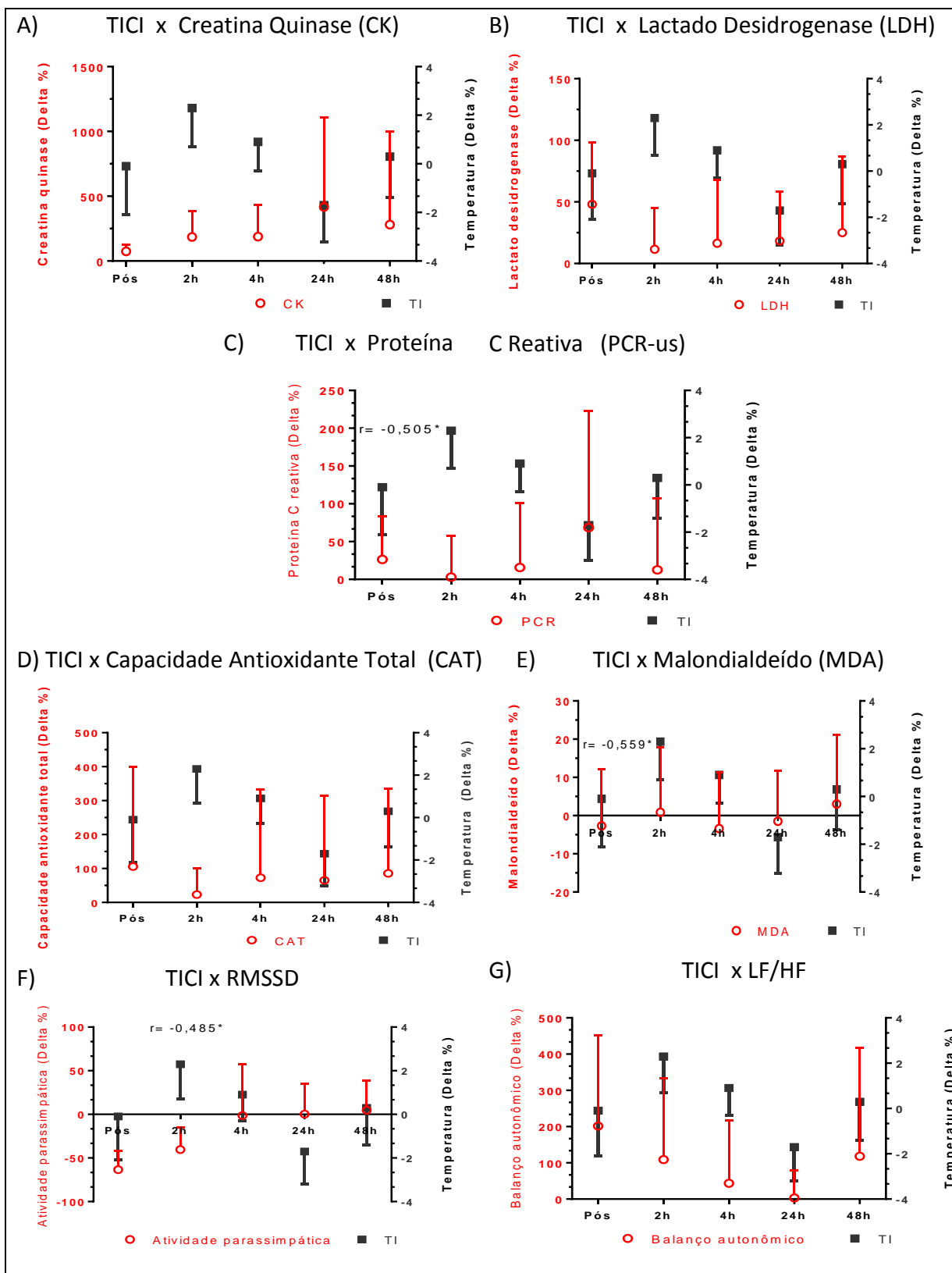


Figura 10. Ganhos relativos da TICI comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência

TICI = Termografia infravermelha de corpo anterior; Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico

Nas Figuras 11 e 12 são apresentados os valores de correlação entre TITA e a TITP, respectivamente, e as demais variáveis estudadas. A CK não apresentou correlação significativa em nenhum dos momentos avaliados (Figuras 11 A e 12 A). O mesmo pode ser observado em relação a LDH, pois em nenhum dos momentos observados ocorreu correlação (Figuras 11 B e 12 B).

Tanto PCR-us quanto CAT e MDA não apresentaram correlação significativa em nenhum dos momentos avaliados (Figuras 11 C, D e E; 12 C, D e E). A variabilidade da frequência cardíaca (RMSSD) foi a única variável que apresentou correlação regular com a TITP 24h ($r=-0,549$, $P=0,022$) e 48 h ($r=-0,542$, $P=0,025$) pós-treino. No entanto, esse comportamento não se repetiu entre a RMSSD e TITA. Já a LF/HF não apresentou correlação com TITP, nem com a TITA (Figuras 11 F e G; 12 F e G).

Quando realizada a correlação, calculando o delta variação com base no momento anterior como referencial (Apêndices D e E), foram encontradas correlações negativas e regulares entre TITA x CAT 4h pós-treino ($r=-0,406$, $p=0,043$), e TITP com RMSSD 48h pós-treino ($r=-0,485$, $p=0,048$).

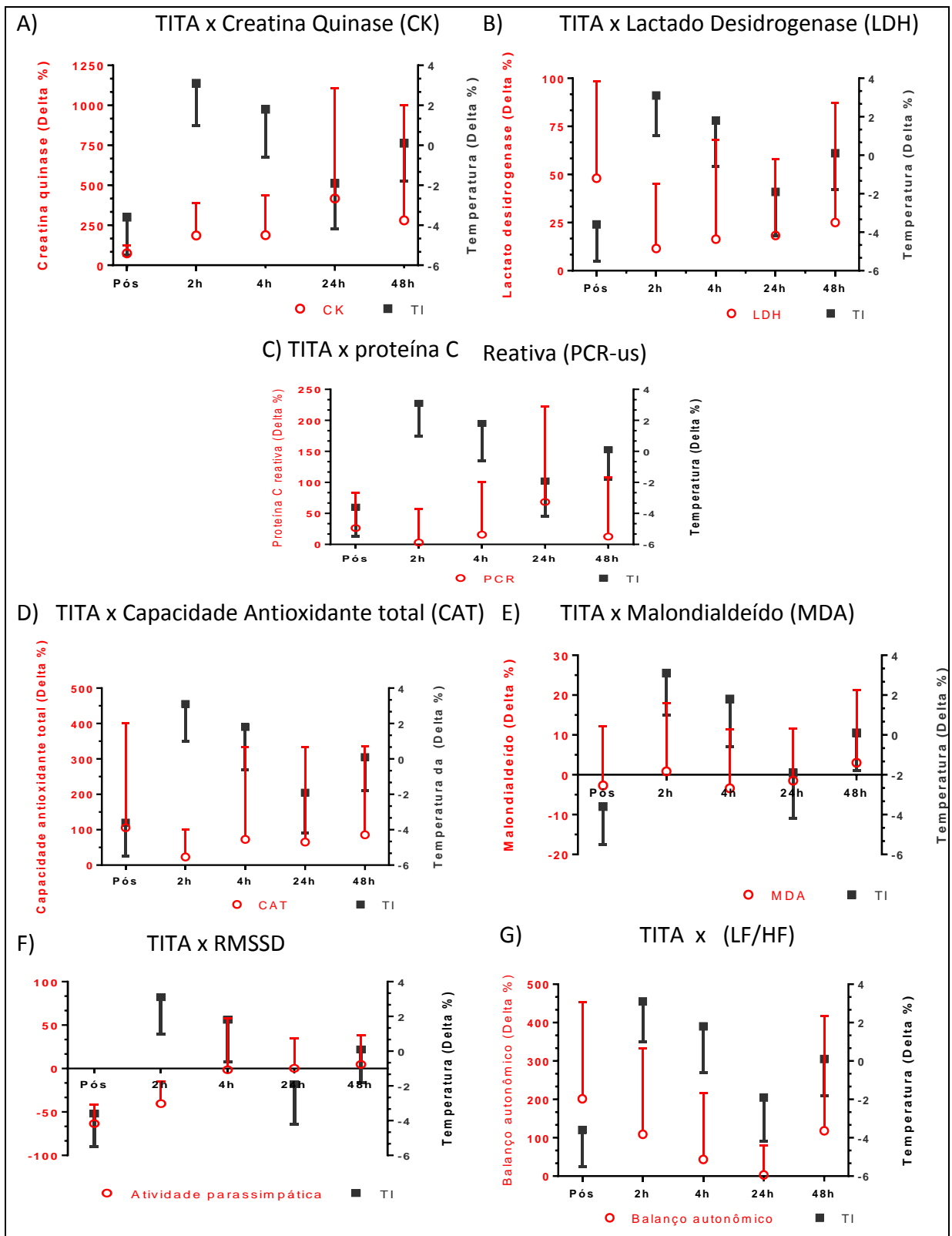


Figura 11. Ganhos relativos da TITA comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico

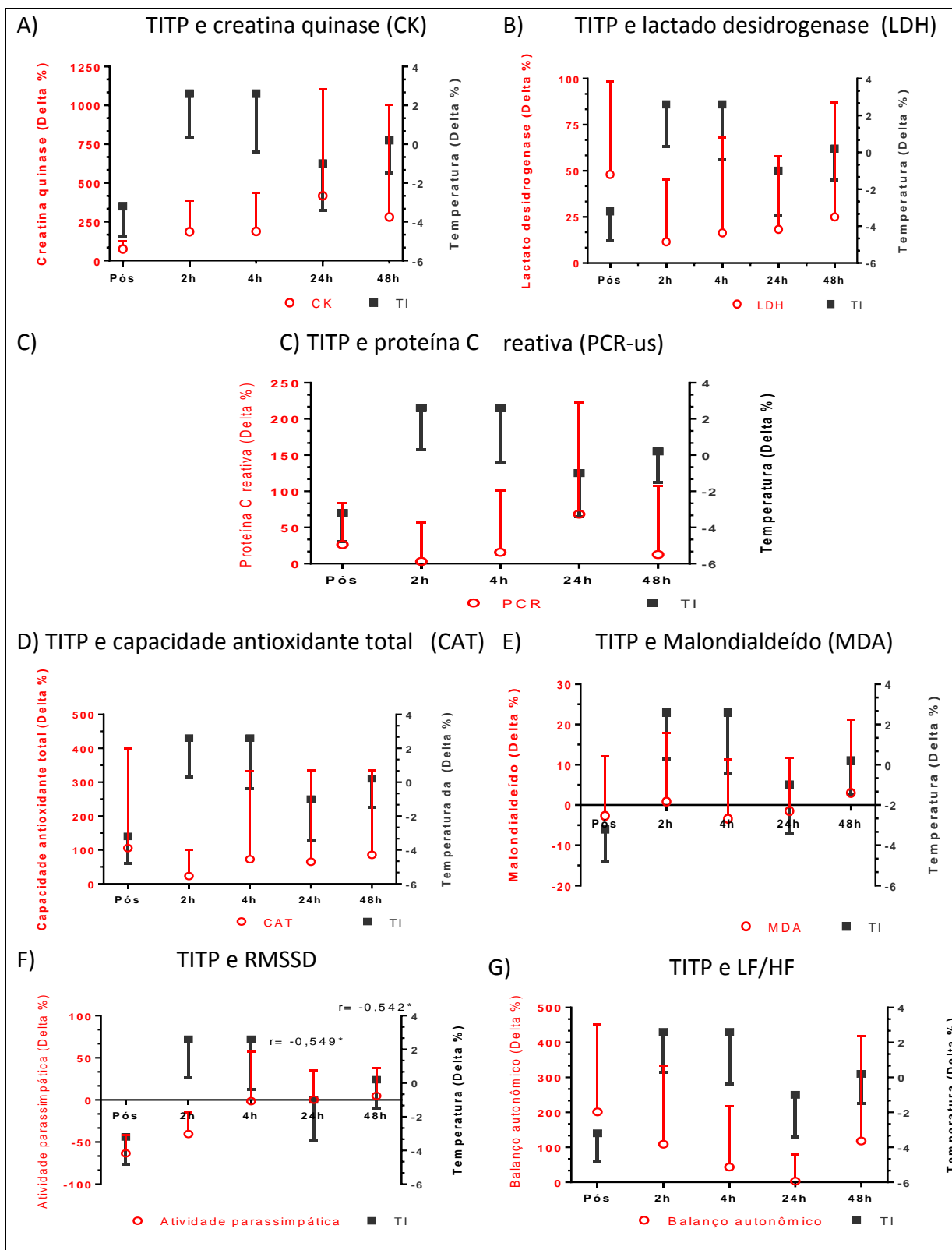


Figura 12. Ganhos relativos da TITP comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico

Nas Figuras 13 e 14 podem ser observados os valores percentuais de delta variação da termografia infravermelha anterior de braço (TIBA) e da termografia infravermelha posterior de braço (TIBP), respectivamente correlacionadas com as variáveis estudadas.

A CK apresentou correlação significativa negativa e regular com a TIBP, imediatamente após o treino ($r=-0,532$, $P=0,028$) (Figuras 13 A e 14 A). Já a LDH apresentou correlação negativa significativa com a TIBA às 2 horas pós-treino ($r=-0,520$, $P=0,036$), mas não apresentou correlação com a TIBP em nenhum momento (Figuras 13 B e 14 B). Também não houve correlação significativa da PCR-us tanto com a TIBA, quanto com a TIBP, em nenhum dos momentos avaliados (Figuras 13 C e 14 C). Finalmente, também não foi encontrada correlação significativa entre as variáveis de TIBA e TIBP com a variável RMSSD.

A TIBA apresentou correlação significativa, negativa e regular, com a variável LF/HF, apenas 4h pós-treino ($r=-0,483$, $P=0,027$), entretanto, esse comportamento não se repetiu entre a TIBP e LF/HF.

Quando realizada a correlação, calculando o delta variação com base no momento anterior como referencial (Apêndices F e G), foram encontradas correlações negativas e regulares entre: TIBA x CK 4h pós-treino ($r=-0,593$, $P=0,012$); TIBP x CK pós-treino ($r=-0,532$, $P=0,026$) e 4h pós-treino ($r=-0,576$, $P=0,015$), TIBA x LDH 4h pós-treino ($r=-0,529$, $P=0,026$), TIBA x RMSSD 4h pós-treino ($r=-0,488$, $P=0,047$) e 48h pós-treino ($r=-0,516$, $P=0,034$).

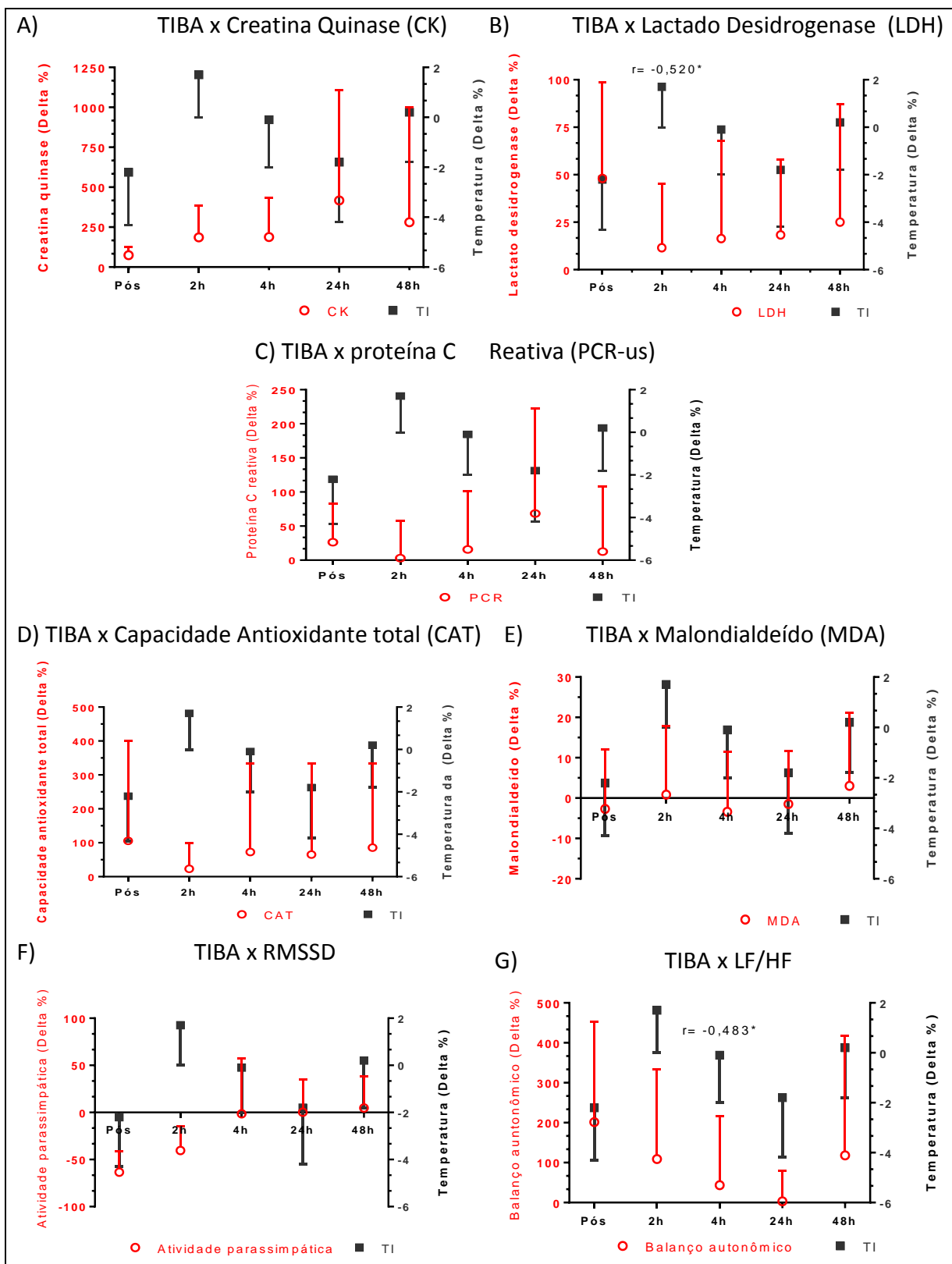


Figura 13. Ganhos relativos da TIBA comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico.

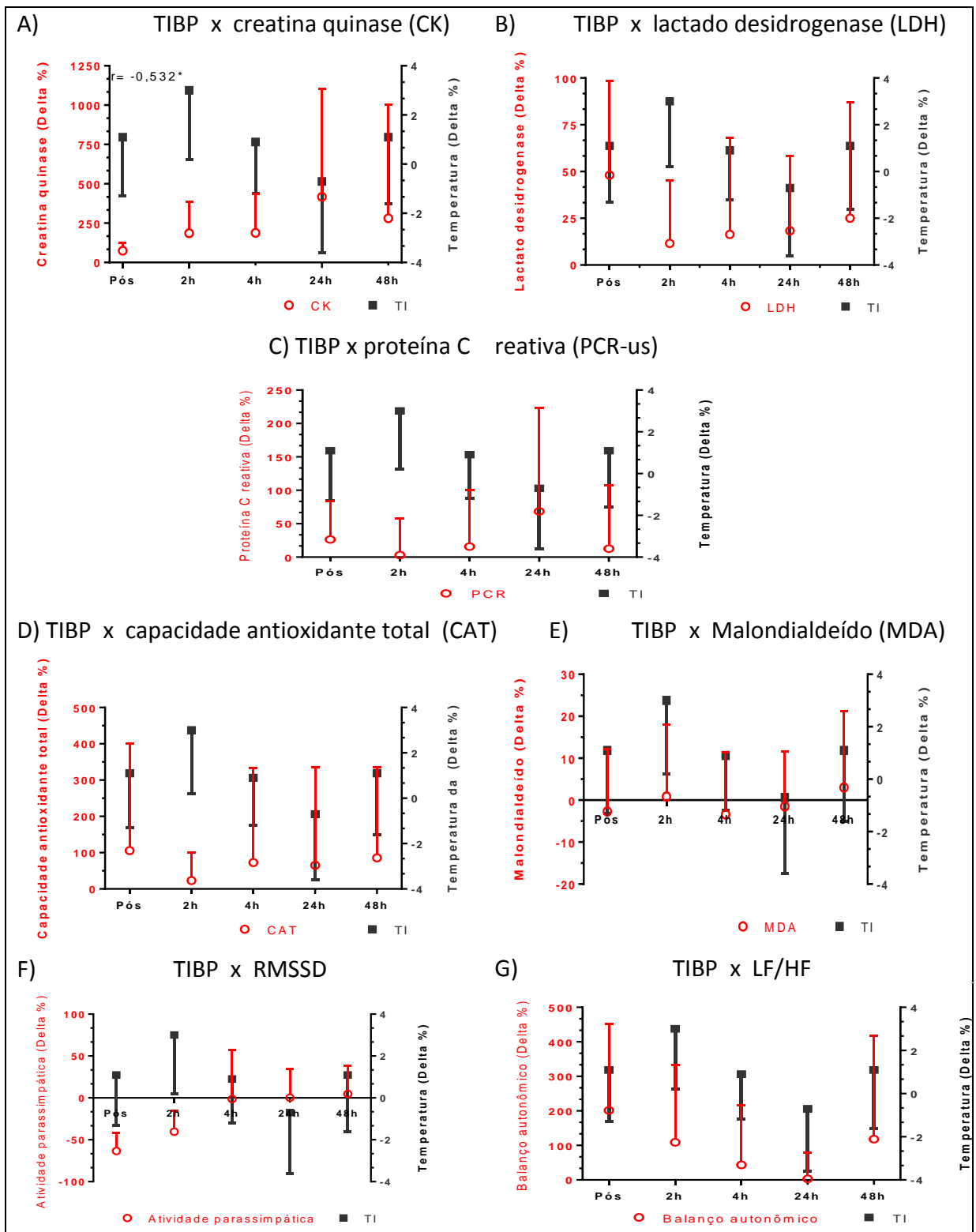


Figura 14. Ganhos relativos da TIBP comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanco Autonômico.

Nas Figuras 15 e 16 podem ser observados os resultados dos testes de correlação entre os valores percentuais de delta variação da TICA e TICIP, com as demais variáveis estudadas. Não houve correlação significativa entre CK x TICA e CK x TICIP, em nenhum dos momentos avaliados (Figura 15 e 16 A, respectivamente). O LDH também não apresentou correlação com a TICA (Figura 15 B). No entanto, foi encontrada uma correlação negativa dessa variável com a TICIP no momento pós-treino ($r=-0,537$, $P=0,026$), como pode ser observado na Figura 16 B. Também foi verificada correlação negativa entre PCR-us e TICA, imediatamente pós-treino ($r=-0,498$, $P=0,042$) e PCR-us x TICIP, também no momento pós-treino ($r=-0,522$, $P=0,035$) como pode ser visto nas Figuras 15 e 16 C. A TICIP também apresentou correlação negativa e regular com o MDA, no pós-treino ($r=-0,564$, $P=0,034$). A variabilidade da frequência cardíaca não apresentou correlação em momento algum com as variáveis TICA e TICIP, seja no domínio da frequência ou no domínio do tempo.

Quando realizada a correlação, calculando o delta variação com base no momento anterior como referencial (Apêndices H e I), foram encontradas correlações entre TICA x CK e TICIP x CK, ambas 48 horas pós-treino ($r=-0,512$, $P=0,036$) e ($r=-0,537$, $P=0,026$), respectivamente. Ambas também correlacionaram com a LDH 2 horas pós-treino ($r=-0,490$, $P=0,046$) e pós-treino ($r=-0,537$, $p=0,026$), respectivamente. A PCR-us foi outra variável que apresentou correlação tanto com a TICA ($r=-0,498$, $P=0,043$), quanto com a TICIP ($r=-0,522$, $P=0,032$), no pós-treino. Das variáveis de estresse oxidativo, a TIPC apresentou correlação com MDA pós-treino ($r=-0,564$, $p=0,016$). A VFC não se correlacionou com nenhuma das variáveis em nenhum dos momentos.

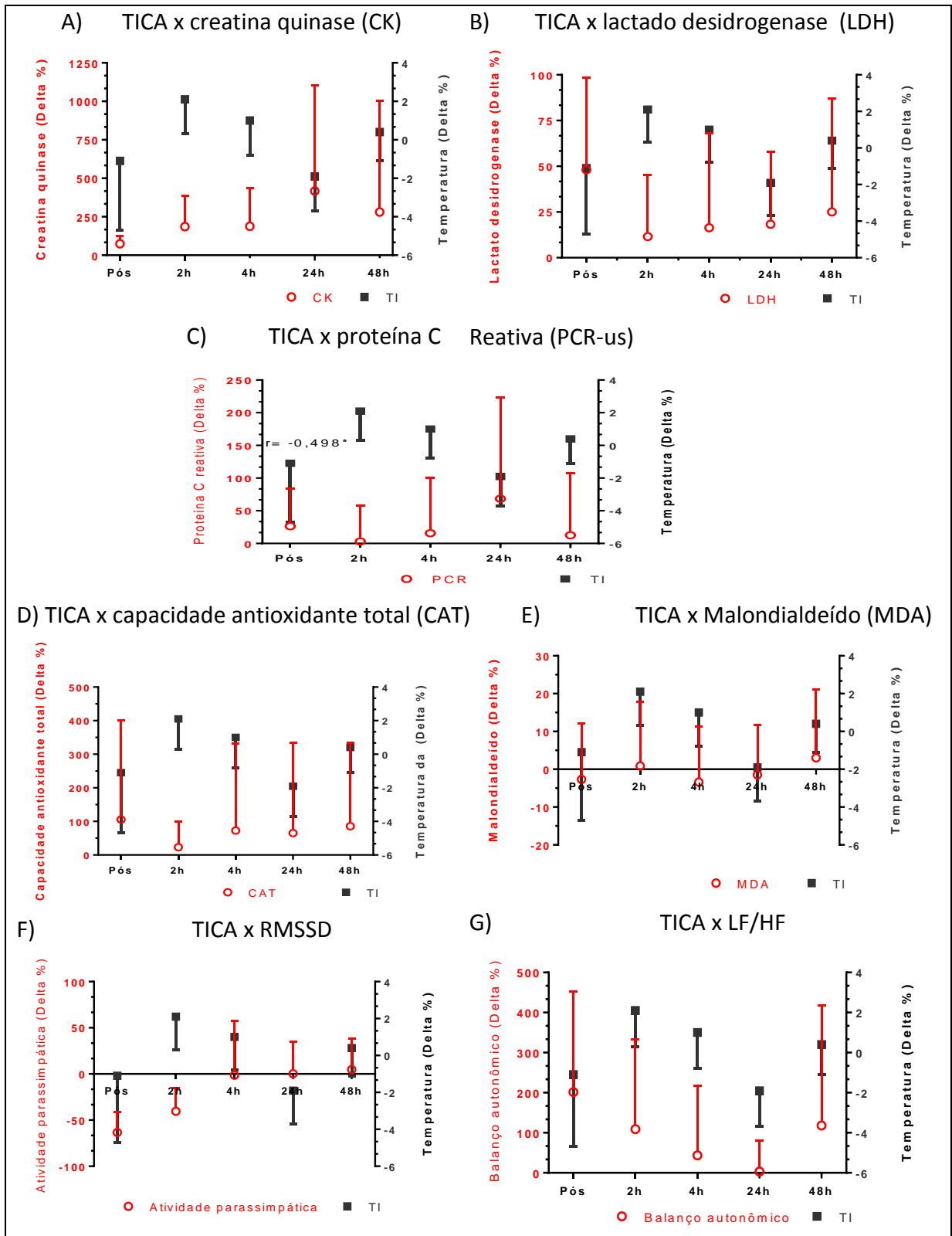


Figura 15. Ganhos relativos da TICA comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico.

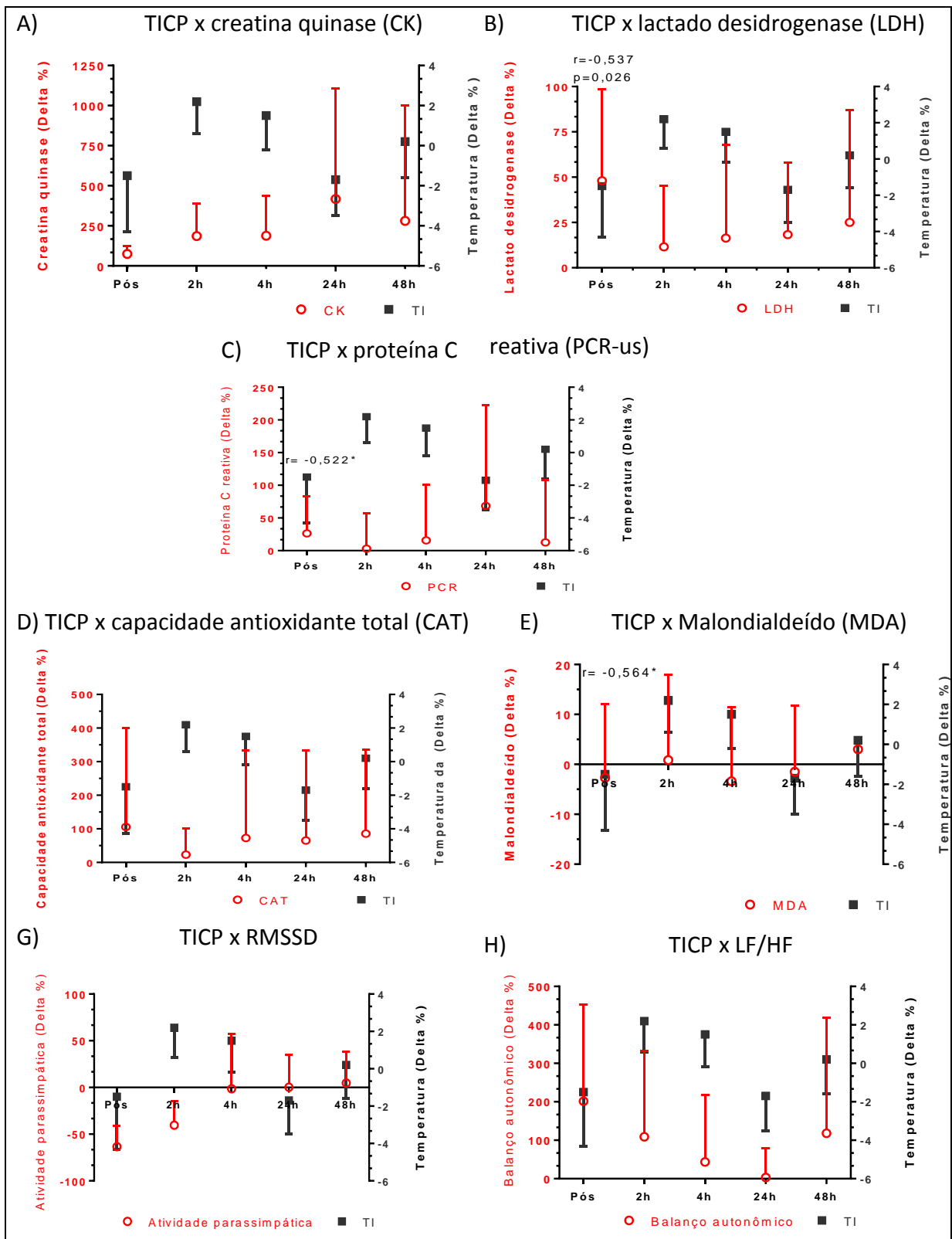


Figura 16. Ganhos relativos da TICI comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas, utilizando o pré treino com referência.

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balço Autônômico.

Para melhor visualização das correlações encontradas na fase aguda do estudo pode ser observado na Figura 17 um resumo das variáveis que se correlacionaram com a temperatura da pele nos diferentes momentos avaliados.

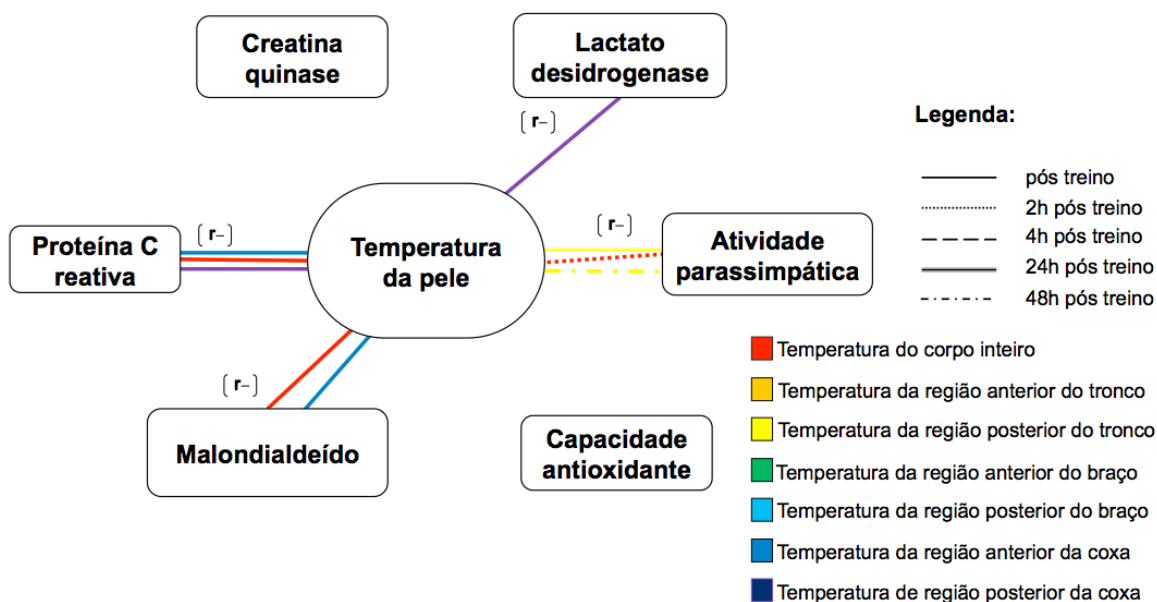


Figura 17. Resumo das correlações encontradas entre as variáveis fisiológicas e a temperatura da pele nos momentos avaliados no estudo agudo.

$r-$ = correlação negativa. Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas,

4.2 Temporada de treinamento (estudo crônico)

A monitoração das variáveis bioquímicas estudadas ao longo da temporada (CK, LDH, MDA, CAT) estão apresentados na Figura 18. Observou-se aumento na atividade sérica da enzima CK do momento inicial até a 4^o semana; após esse período, os valores diminuíram até o fim do período avaliado (Figura 18 A). Já os níveis de LDH aumentaram significativamente apenas na 8^o semana em relação ao momento inicial, entretanto, esse aumento não ultrapassou os limites considerados normais para essa variável (Figura 18 B). Enquanto isso, para o estresse oxidativo, os valores de MDA sofreram uma redução significativa na 8^a semana, aumentando na 12^a semana em relação a 8^a semanas, mas sem

diferença em relação aos valores iniciais (Figura 18 C). Os valores de CAT não se modificaram significativamente ao longo de toda a temporada, apesar de uma constante redução descritiva que pode ser observada na Figura 18 D.

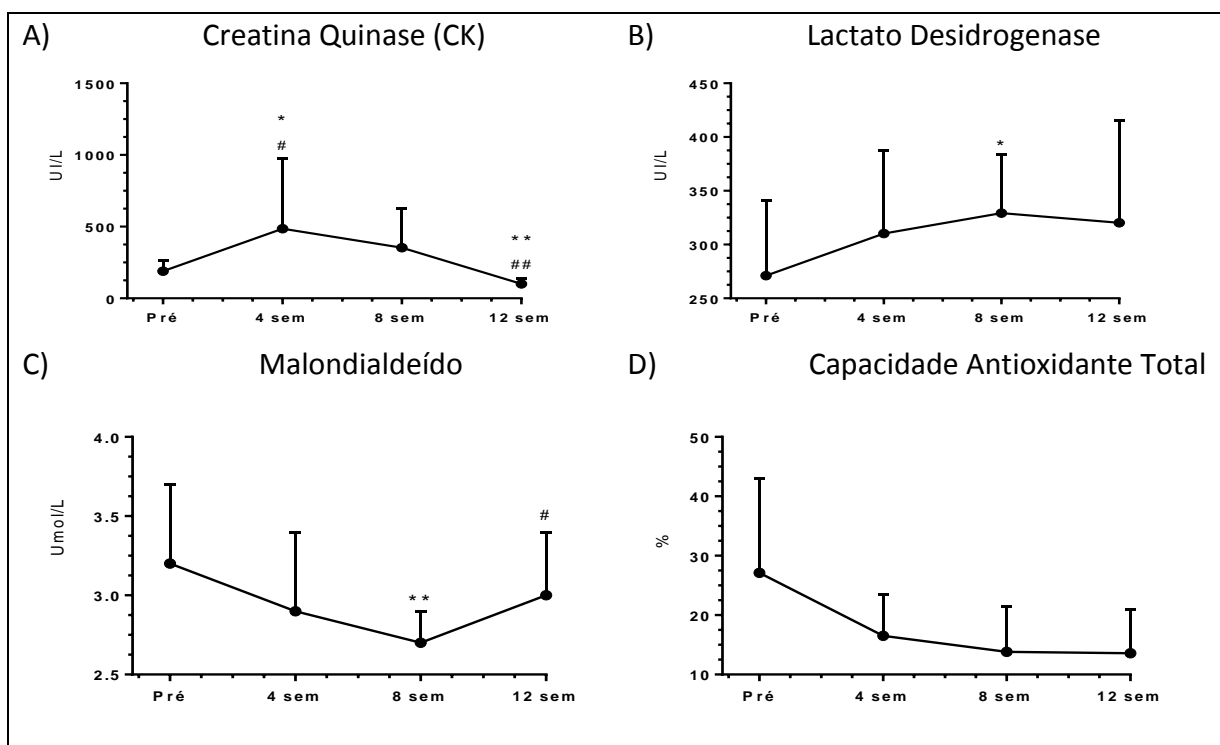


Figura 18. Variações nas médias dos valores das variáveis bioquímicas e do questionário de *overtraining* durante o período de treinamento crônico.

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, U/L: Unidade por Litros; $\mu\text{mol/L}$: micromol por Litro; * $p < 0,05$ em comparação com o pré, ** para $p < 0,01$ em comparação com o pré, *** para $p < 0,001$ em comparação com o pré, # para $p < 0,05$ em comparação com o momento anterior, ## para $p < 0,01$ em comparação com o momento anterior, ### para $p < 0,001$ em comparação com o momento anterior

Na Figura 19, são apresentados os componentes da escala BRUMS e questionário de *overtraining*. Observou-se que durante a temporada de treinamento não houve diferenças em quatro dos seis componentes da escala BRUMS (Tensão, Depressão, Raiva e Vigor; Figuras 19 A, B, C e D. Respectivamente). No entanto, pôde-se observar diminuição na Fadiga na 8ª e 12ª semanas de treinamento (Figura 19 E). Já as medidas do componente de confusão aumentaram com quatro semanas de treino, normalizando-se na 8ª e 12ª semanas (Figura 19 F).

Para as variáveis do questionário de *overtraining*, observou-se redução significativa na escala total nas 8ª e 12ª semanas em relação ao início da temporada (Figura 19 G). No entanto, nos componentes que compõem a escala

total (rendimento e recuperação), não se observou variação ao longo da temporada (Figuras 19 H e I).

As alterações na temperatura da pele ao longo da temporada de treinamento estão apresentadas na Figura 20. Pôde-se notar que até a 4^a semana de treinamento não houveram alterações significativas na temperatura da pele em nenhuma das variáveis estudadas.

Na 8^a semana houve um aumento significativo em comparação aos valores iniciais, para as variáveis TICI, TIBP e TICP (Figuras 20 A, E e G). Três variáveis (TITP, TIBA e TICA), tiveram aumento em seus valores de temperatura da 4^a para a 8^a semana (Figuras 20 C, D e F). Pôde-se observar ainda que em todas as variáveis termográficas avaliadas após 12 semanas de treinamento os valores de temperatura da pele estavam compatíveis aos iniciais. Outro dado importante é que apenas uma variável não apresentou modificação durante todo o período de treinamento (TITA).

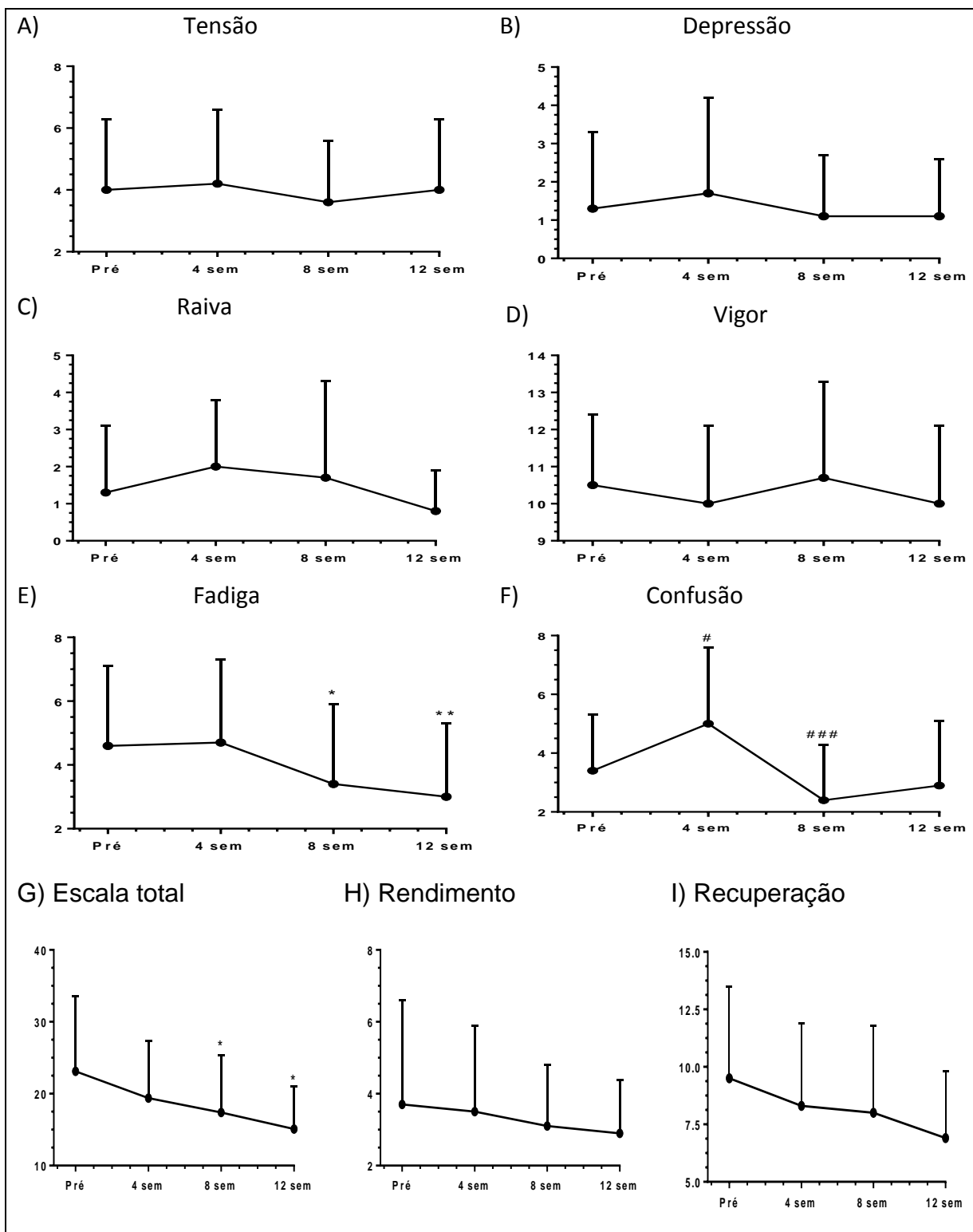


Figura 19. Variações nas médias dos valores das variáveis da escala de humor Brunel (BRUMS) gráficos de A até F e variações nas respostas referentes ao questionário *overtraining* gráficos G, H e I durante o período treinamento crônico.

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, U/L: Unidade por Litro; $\mu\text{mol/L}$: micromol por Litro; * $p < 0,05$ em comparação com o pré, ** para $p < 0,01$ em comparação com o pré, *** para $p < 0,001$ em comparação com o pré, # para $p < 0,05$ em comparação com o momento anterior, ## para $p < 0,01$ em comparação com o momento anterior, ### para $p < 0,001$ em comparação com o momento anterior

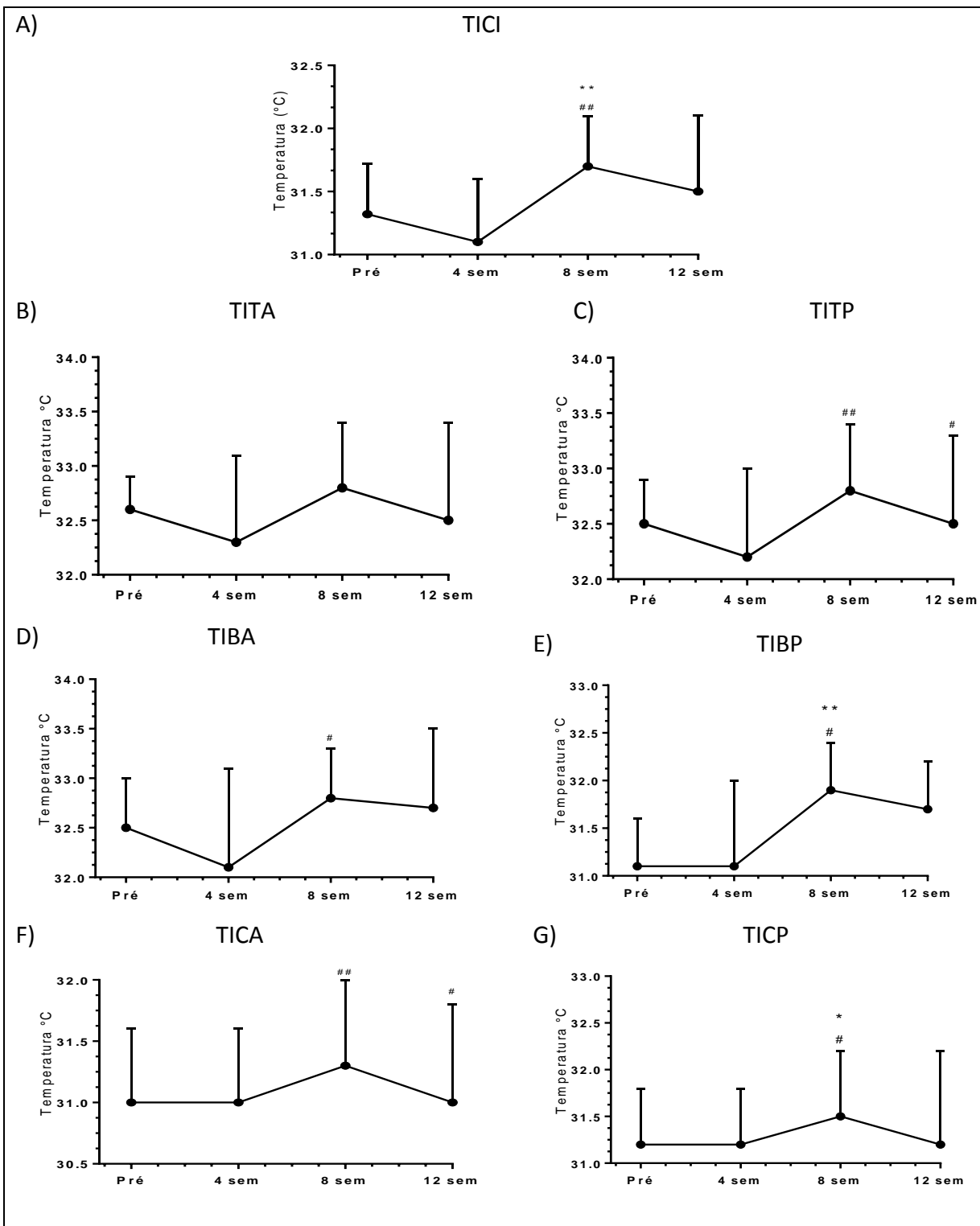


Figura 20. Variações nas médias dos valores das variáveis de termográfica infravermelha avaliadas durante o período de treinamento crônico

Pré = Avaliação pré-exercício, Pós = Avaliação pós-exercício, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, U/L: Unidade por Litros; $\mu\text{mol/L}$: micromol por Litro; * $p < 0,05$ em comparação com o pré, ** para $p < 0,01$ em comparação com o pré, *** para $p < 0,001$ em comparação com o pré, # para $p < 0,05$ em comparação com o momento anterior, ## para $p < 0,01$ em comparação com o momento anterior, ### para $p < 0,001$ em comparação com o momento anterior

A TICI apresentou poucas correlações com variáveis bioquímicas e psicométricas e aconteceram em momentos esporádicos. Observou-se correlação negativa e regular com a CK ($r=-0.566$; $P<0.05$) (Figura 21 A) e positiva de nível regular com a dimensão rendimento do questionário de overtraining ($r=0,587$; $P<0,05$) (Figura 21 G), ambas correlações com 8 semanas de treinamento. TICI ainda apresentou correlação negativa de nível forte com a escala de vigor do questionário de BRUMS nas 12 semanas de treinamento ($r=-0,646$; $P<0,05$; Figura 21 E). No entanto, nos demais momentos, não foram notadas quaisquer outras correlações significantes.

As variáveis TITA e TITP apresentaram correlação apenas na 8ª semana de treinamento, sendo essa correlação negativa com CK com valores ($r=-0,612$; $P<0,05$; $r=-0.555$; $P<0.05$; Figuras 22 e 23 A), respectivamente. Nesta mesma 8ª semana, a TITA e TITP exibiram correlações positivas com a escala de rendimento do questionário de overtraining, com valores, respectivamente de $r=0.600$; $P<0.05$ e $r=0.607$; $P<0.05$ (Figuras 22 e 23 G). E, por fim, com 12 semanas de treinamento, também foram observadas correlações negativas e fortes entre TITA x vigor ($r=-0.659$; $P<0.05$; Figura 22 E).

A TIBA não mostrou correlação significativa com nenhuma das variáveis estudadas. Diferentemente, a TIBP se correlacionou positivamente com MDA após 12 semanas de treinamento ($r=-0,588$; $P<0,05$; Figura 23 C), negativamente com a escala vigor de teste de BRUMS ($r=-0,654$; $P<0,05$; Figura 23 E) e positivamente com o rendimento nesta mesma 12ª semana ($r=0,725$; $P<0,01$; Figura 23 G). Enquanto isso, TICA e TICP correlacionaram-se negativamente apenas com LDH na 8ª semana ($r=-0,512$; $P<0,05$; Figura 26 e 27 B).

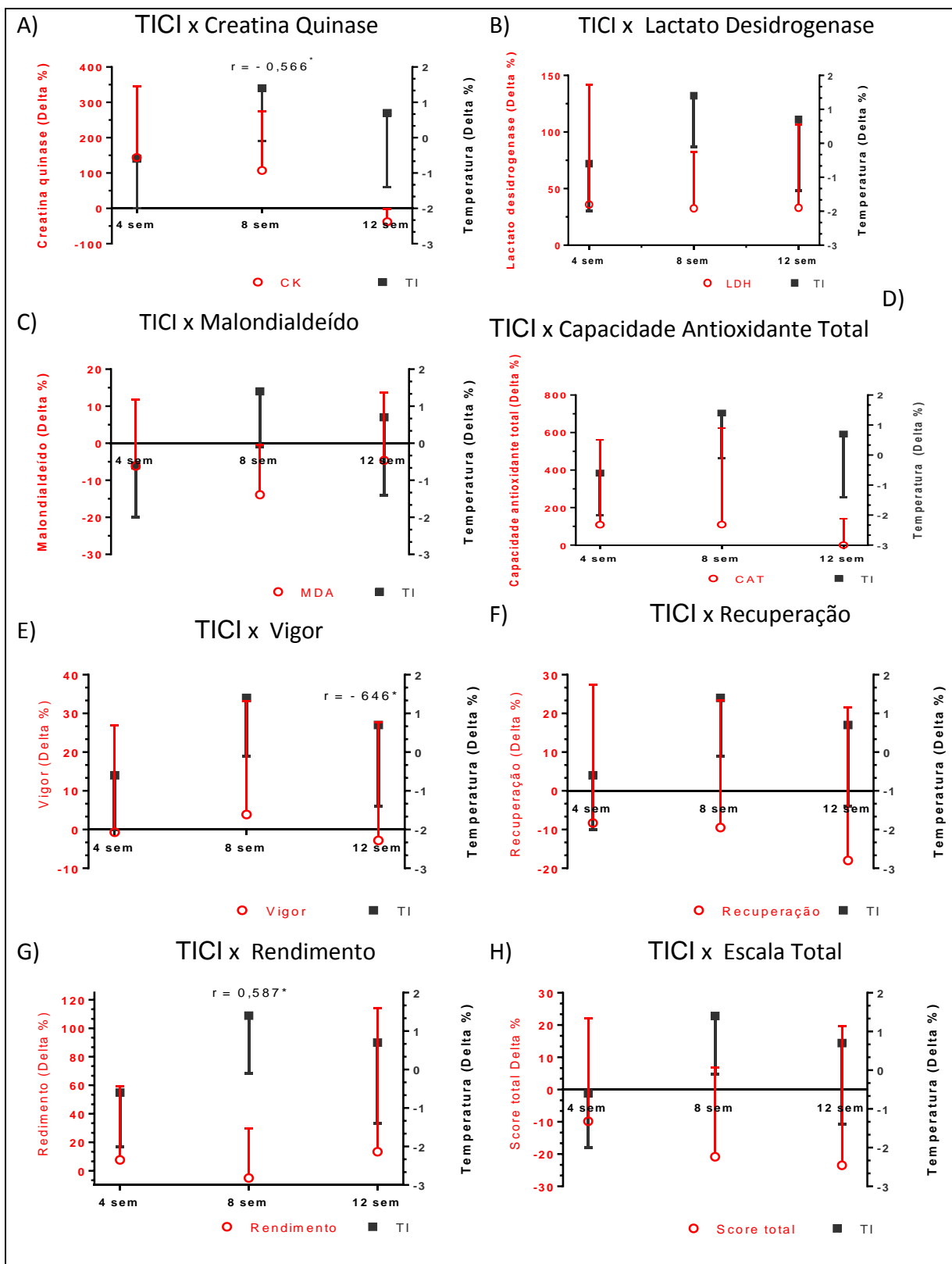


Figura 21. Ganhos relativos da TICI comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. TICI= Termografia infravermelha de corpo inteiro

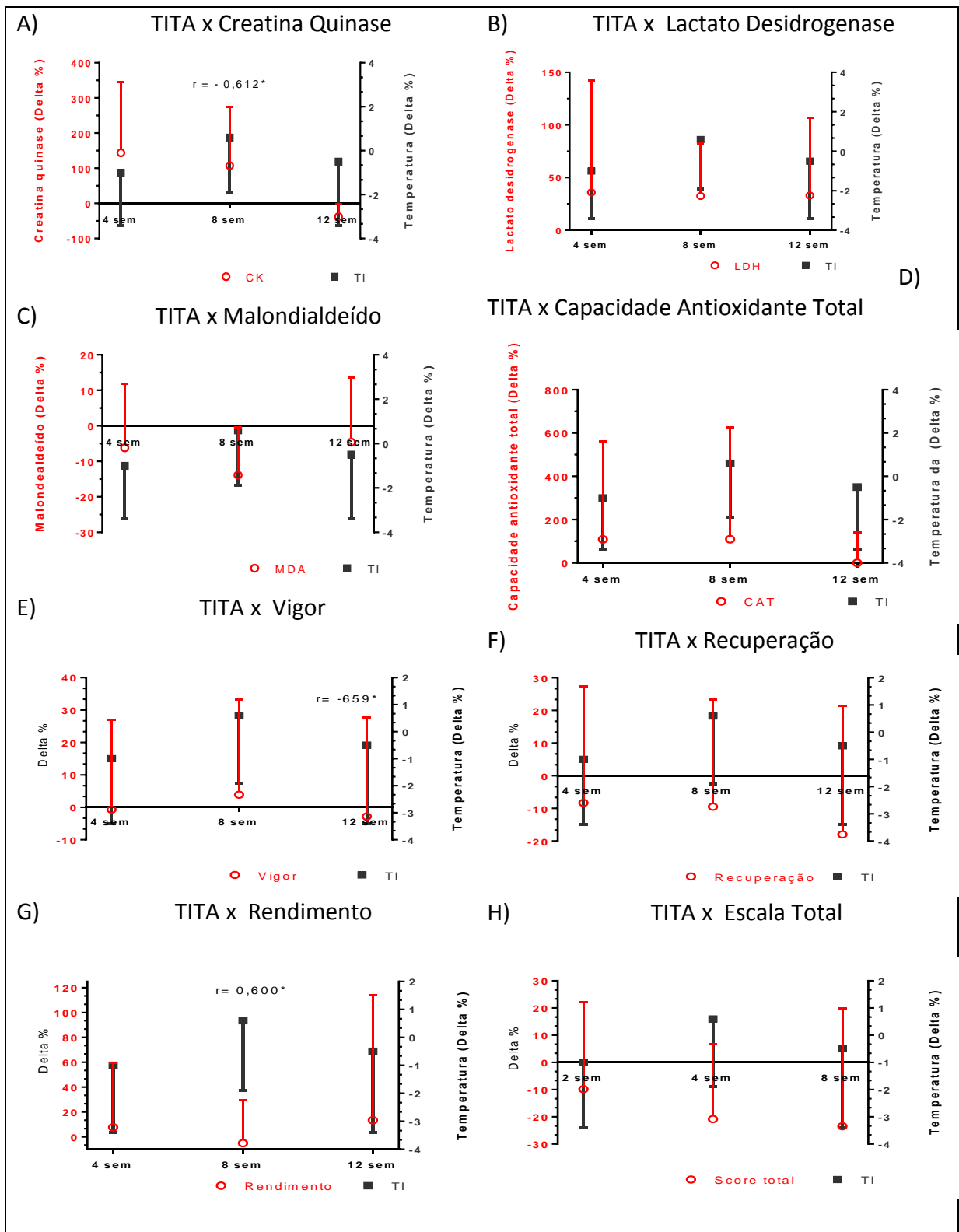


Figura 22. Ganhos relativos da TITA comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. TITA = Termografia infravermelha anterior de tronco

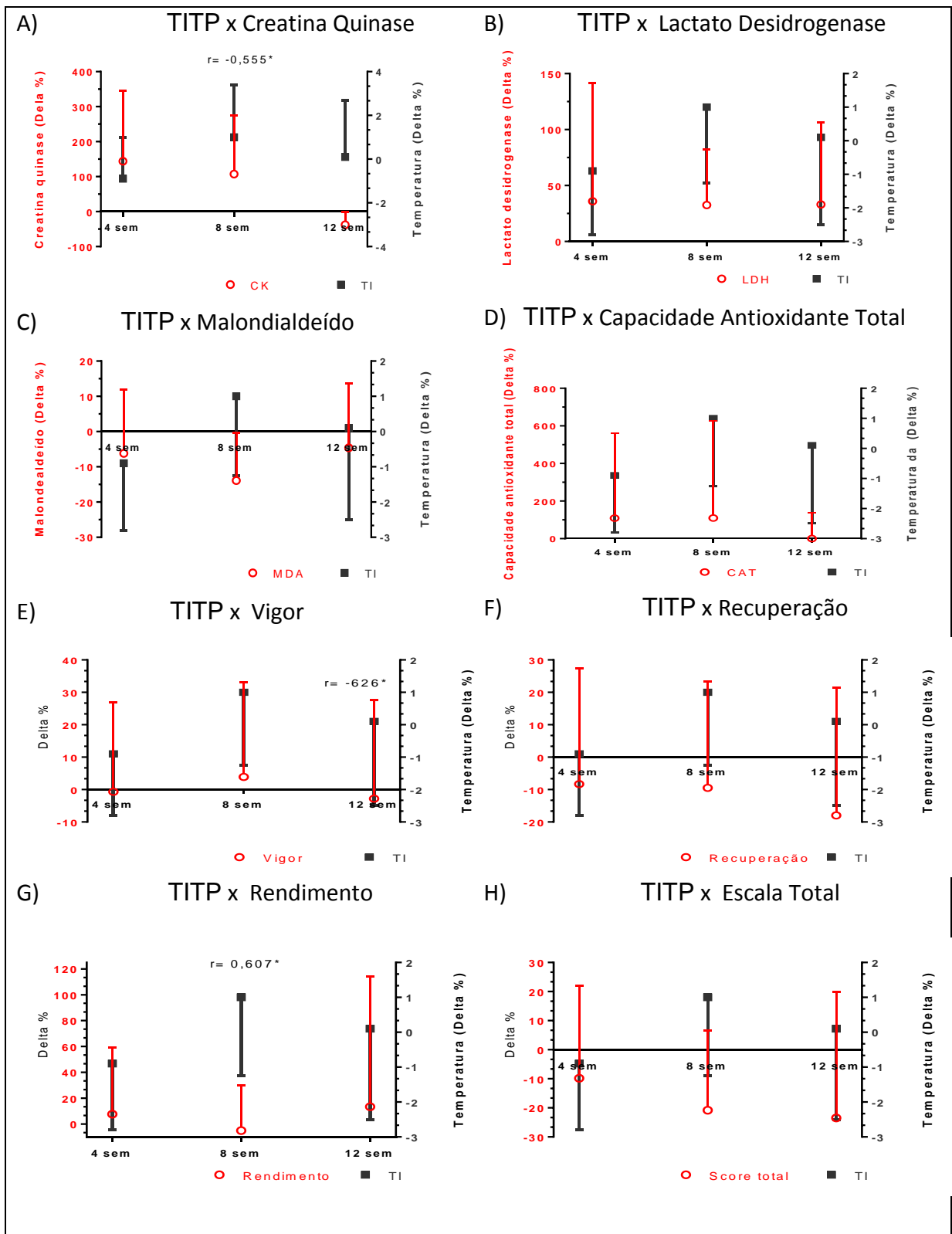


Figura 23. Ganhos relativos da TIPP comparados com os ganhos relativos das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência.

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância

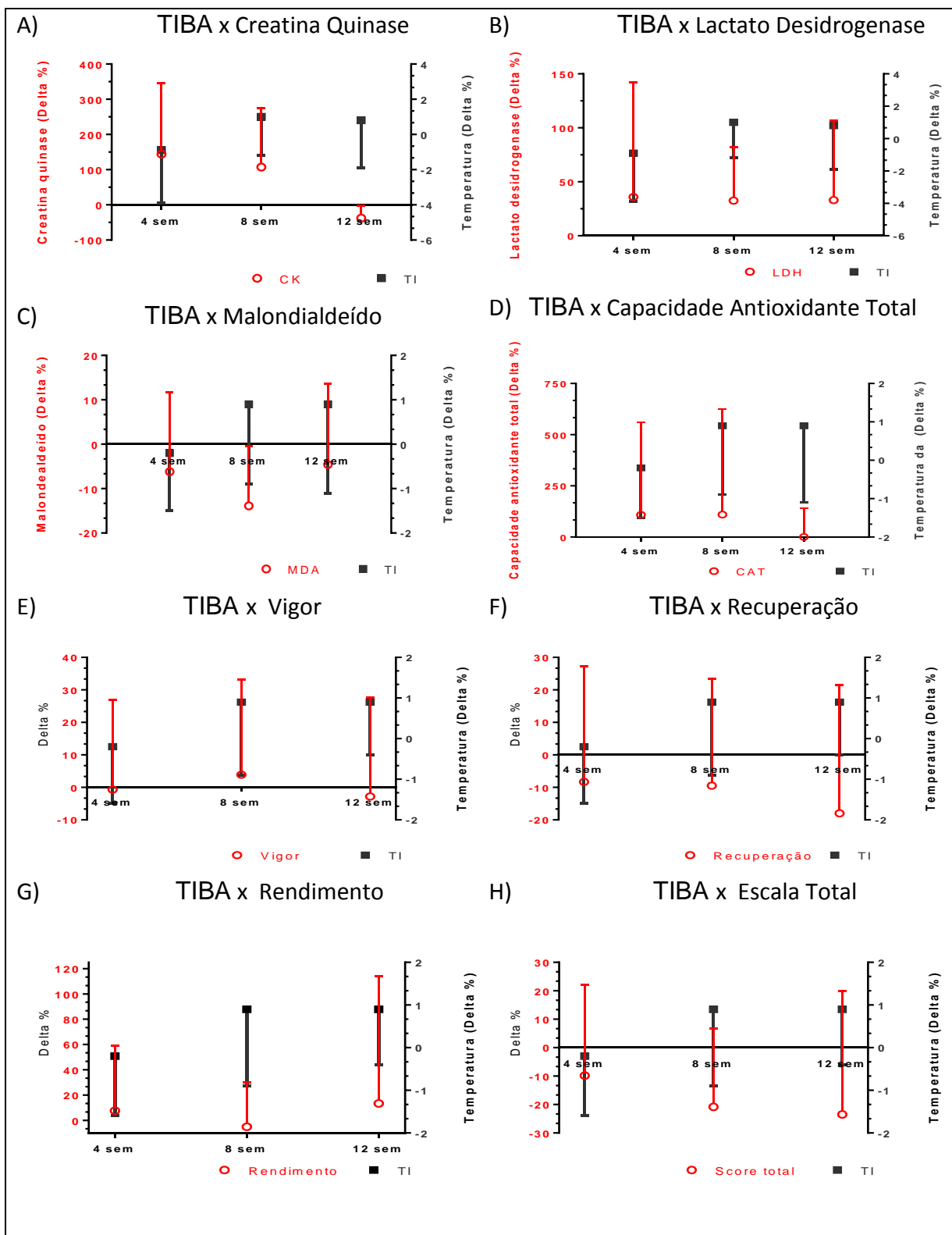


Figura 24. Ganhos relativos da TIBA comparados com os das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência.

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância.

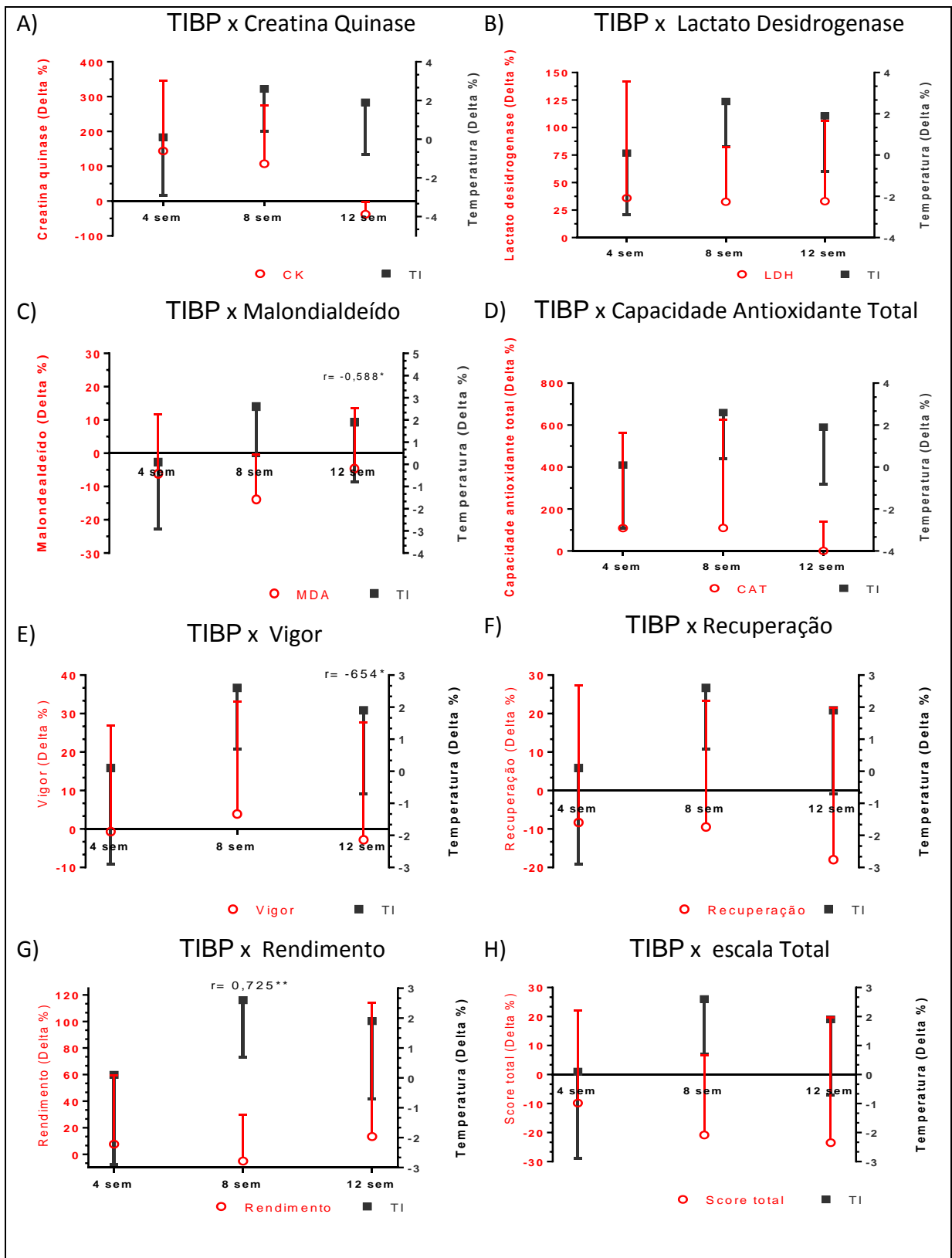


Figura 25. Ganhos relativos da TIBP comparados com os das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância

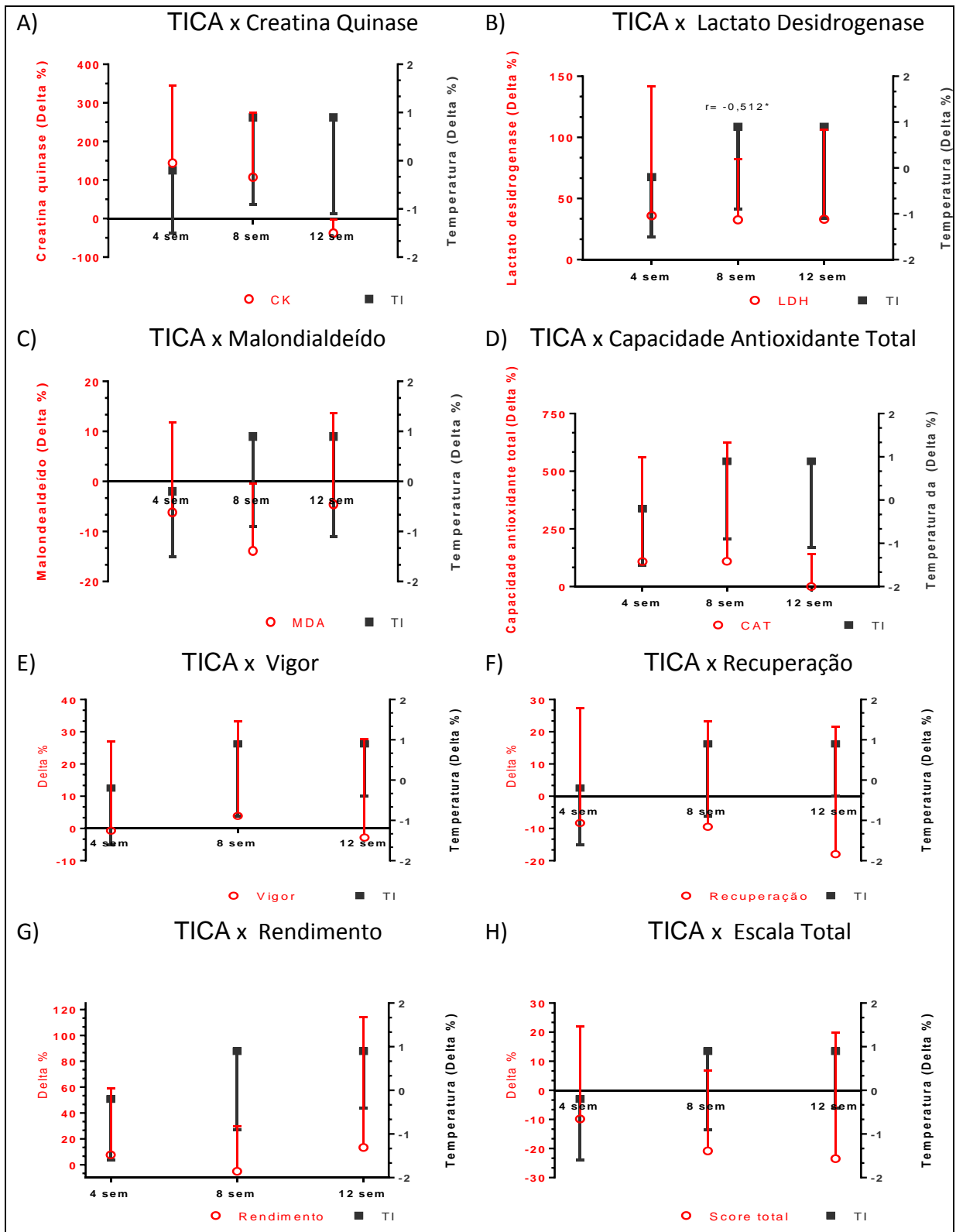


Figura 26. Ganhos relativos da TICA comparados com os das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. TIAC = Termografia infravermelha anterior de coxa

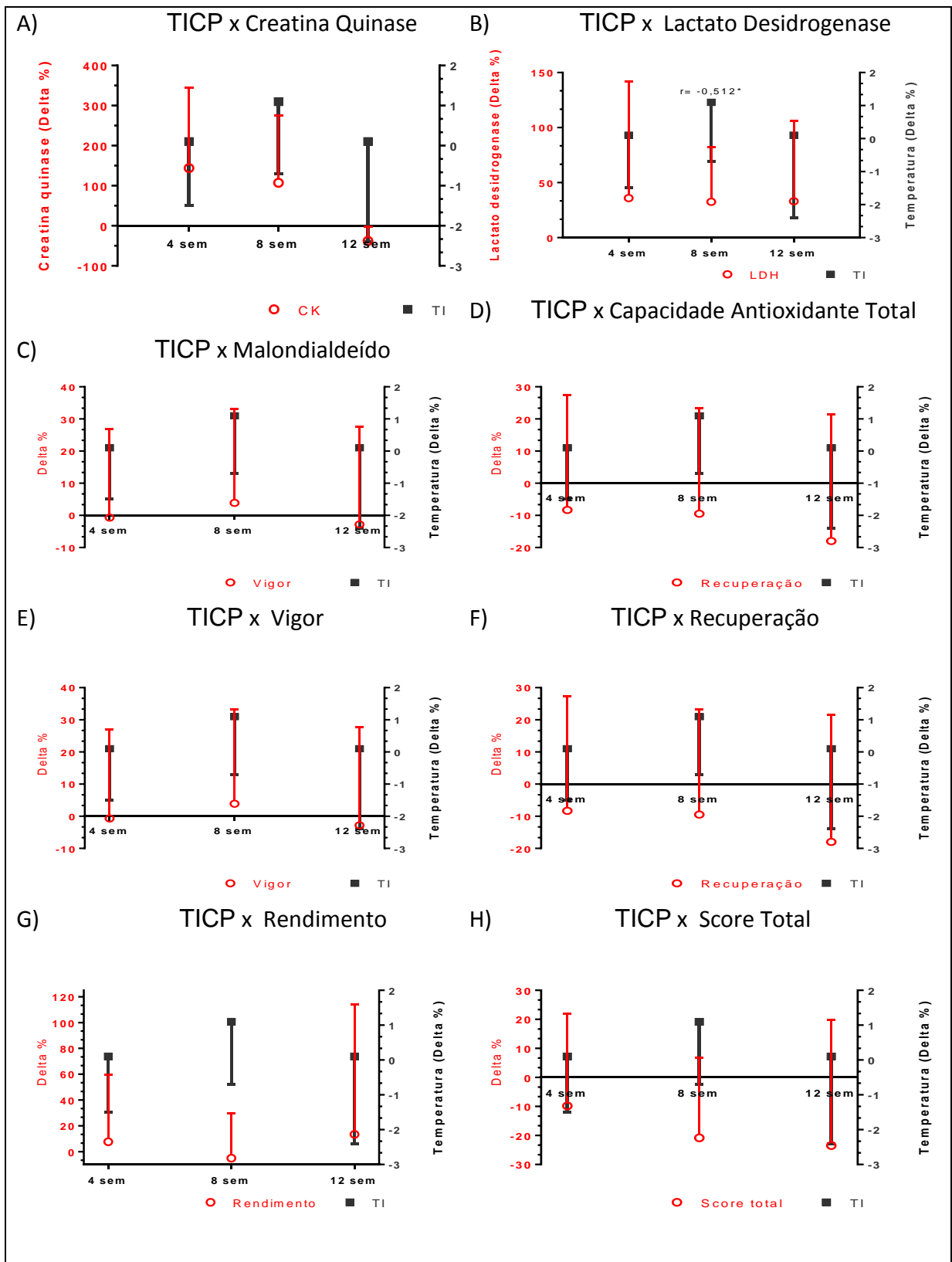


Figura 27. Ganhos relativos da TICP comparados com os das variáveis fisiológicas e psicométricas utilizando o pré treino como referência

Pré = Avaliação pré-treino, Pós = Avaliação pós-treino, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância

Para melhor visualização das correlações encontradas na fase crônica do estudo pode ser observado na Figura 28 um resumo das variáveis que se correlacionaram com a temperatura da pele nos diferentes momentos avaliados.

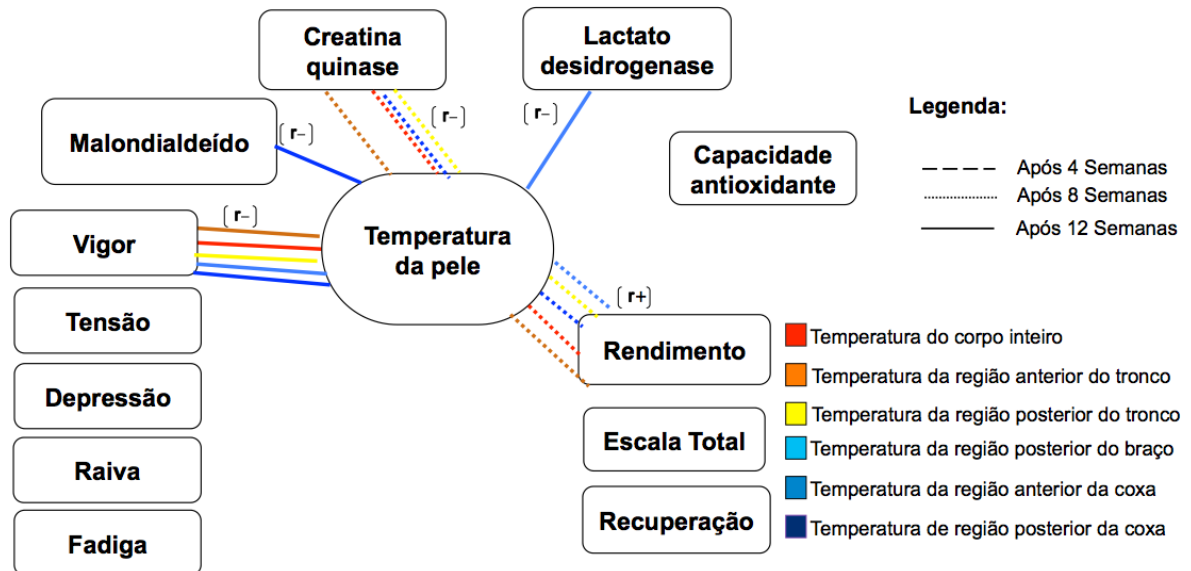


Figura 28. Resumo das correlações encontradas entre as variáveis fisiológicas e a temperatura da pele nos momentos avaliados na fase crônica do estudo.

r - = correlação inversa, r + = correlação direta.

5 DISCUSSÃO

A pesar de não ser objetivo deste estudo é importante mencionar que foi verificada a assimetria entre os membros dos atletas durante todo o período do estudo e observado que em nenhuma avaliação foi identificada assimetria superior a $0,5^{\circ}\text{C}$, o que caracteriza ausência de lesão ou sobrecarga de treinamento entre os membros de acordo com a classificação de Marins et al., (2015).

Este estudo mostrou que ocorre uma redução da temperatura da pele imediatamente após uma sessão de exercício, que é acompanhada por aumento de temperatura 2h e 4h pós sessão de treino (exceção de braço anterior e posterior nas 4h pós-treino), e posterior reestabelecimento aos níveis pré-exercício nas 24h e 48h pós-treino.

No acompanhamento ao longo da temporada, observou-se aumento significativo na temperatura de pele apenas na 8ª semana em relação ao início da temporada, em apenas alguns termogramas (TICI, TICP e TIBP), sendo que este aumento não se viu mais na 12ª semana. TITP, TICA e TIPA apresentaram aumento na 8ª semana em relação à quarta semana, mas sem diferenças em relação ao início da temporada.

Este comportamento, entretanto, é acompanhado de forma apenas esporádica com modificações em marcadores de dano muscular (CK e LDH), inflamação sistêmica (PCR-us), estresse oxidativo (MDA e CAT), neural (VFC) e percepção subjetiva de desgaste e recuperação (BRUMS e questionário de *overtraining*), tanto nas respostas agudas a uma sessão de exercício, quanto cronicamente, ao longo da temporada. Deste modo, correlações entre temperatura de pele e demais variáveis foram escassas.

No acompanhamento durante a temporada de treinamento, observaram-se correlação de temperatura corporal com algumas das demais variáveis apenas na 8ª semana, e algumas escassas correlações na 12ª semana. As correlações da 8ª semana foram de ordem negativa, entre CK e TICI, TITA e TITP. Já o LDH se correlacionou negativamente com TICA e TICP. Isto aconteceu graças a um aumento na temperatura da 8ª semana em relação à inicial, enquanto CK e LDH diminuíram nesta mesma semana em relação à pré-temporada. Quanto ao

estresse oxidativo, a alteração de temperatura se correlacionou apenas com MDA, e apenas na 12ª semana. Finalmente, quanto aos instrumentos de sensação referida, apenas o VIGOR se correlacionou negativamente com TICI, TITA e TIPA, e apenas na 12ª semana, enquanto o rendimento foi a única variável a se correlacionar positivamente, com TICI, TITA, TITP e TIBP, apenas na 8ª semana.

5.1 Temperatura de pele e outras variáveis no controle das cargas internas de treino

Apesar da quantidade crescente de pesquisas vinculadas ao monitoramento das cargas de treino, não existe uma única ferramenta considerada padrão ouro para este fim (HALSON, 2014; SILVA; MACEDO, 2011). Quando considerados os estudos de revisão que analisaram os marcadores já adotados antes do surgimento da TI, estes estudos mostram que eles não se correlacionam entre si de forma consistente (SAW; MAIN; GASTIN, 2015; HALSON, 2014). No entanto, a enzima CK tem sido considerada a mais consistente na monitoração da carga interna de treino (BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007; TOTSUKA *et al.*, 2002).

Instrumentos que usam medidas referidas por atletas têm sido considerados com sensibilidade e consistência superiores às medidas objetivas, tanto para as respostas agudas quanto crônicas ao exercício/treinamento (SAW; MAIN; GASTIN, 2015). Essa capacidade dos instrumentos psicométricos avaliarem a resposta às cargas internas vem promovendo sua utilização em atletas de basquetebol (MOREIRA *et al.*, 2012; NUNES *et al.*, 2014). No entanto, essas medidas podem ser manipuladas pelos atletas e em alguns casos se tornam desmotivantes para eles quando aplicadas com frequência.

O estado da arte nesta área de investigação indica a necessidade de se aprimorar os estudos com as ferramentas existentes, como também a necessidade de surgimento de novas ferramentas que sejam de boa praticabilidade administrativa e sensibilidade para controle das cargas internas de treinamento (SAW; MAIN; GASTIN, 2015). É neste contexto que a TI tem gerado expectativa em pesquisadores e profissionais desportivos (SILLERO-QUINTANA *et al.*, 2015).

Por ser uma ferramenta relativamente nova no contexto da monitoração das cargas internas de treino, os estudos com a TI ainda são incipientes. De fato, até o momento atual, segundo o nosso conhecimento, não existe nenhum estudo na literatura utilizando a TI para acompanhar atletas ao longo de uma temporada, senão apenas acompanhando as respostas agudas a uma ou poucas sessões de treinamento ou eventos de competições esportivas. Estes estudos comparam os dados da TI com o estado de treinamento dos atletas (BRITO *et al.*, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2018; RODRIGUEZ SANZ *et al.*, 2017), com a composição corporal (CHUDECKA; LUBKOWSKA, 2015; WEIGERT *et al.*, 2018), avaliação de equipamentos esportivos (FAQUIN; FARIA, 2017; QUESADA *et al.*, 2015) ou apenas traçando o perfil termográfico de atletas (SAMPEDRO; PIÑONOSA; FERNANDEZ, 2012; DEL ESTA *et al.*, 2017).

Outra questão importante sobre esse assunto é que os estudos que têm sido realizados não apresentam demonstração da eficácia e da sensibilidade da TI para diagnosticar o estado fisiológico de atletas. De fato, até a presente data, os estudos encontrados na perspectiva de demonstrar correlação da TI com marcadores de cargas de treino adotaram apenas CK como variável de controle e não foram encontradas correlações efetivas em nenhum deles (BANDEIRA *et al.*, 2012; BANDEIRA *et al.*, 2014; FERNANDES *et al.*, 2017).

O presente estudo foi desenvolvido para minimizar essas lacunas ao testar relações da TI com outras ferramentas de monitoração fisiológicas previamente adotadas na literatura. Isto foi feito para as respostas agudas a uma sessão de exercício e também ao longo de uma temporada, considerando que a maior utilidade da monitoração das cargas de treino é justamente para as respostas cronicamente obtidas pelos atletas ao longo das várias semanas de treinamento e levando em conta também a ausência de avaliação da eficácia da TI nestas condições crônicas. A seguir serão discutidos com detalhes os comportamentos das variáveis envolvidas nos estudos agudo e crônico.

5.2 Estudo agudo

Espera-se que uma sessão de treinamento com cargas suficientemente altas provoque dano muscular (FOSCHINI; PRESTES; CHARRO, 2007). Esta foi

a intenção com o protocolo de exercício realizado no início de uma temporada, após 30 dias sem treinamentos. De fato, os dados da escala CR-10 evidenciaram que os atletas referiram níveis altos de sensação de dor muscular de início tardio, o que classifica a sessão como capaz de ter provocado dano muscular. O aumento de CK desde imediatamente o final do treino até as 24h pós-treino confirma o dano muscular causado por esta sessão. Sabe-se que o dano muscular provoca um processo inflamatório local (TRICOLI, 2008), de modo que pode ser esperado aumento da temperatura pelo menos nos segmentos corporais em que os atletas referiram dor muscular.

De fato, nossos dados mostraram este aumento de temperatura. No entanto, ocorreu um comportamento oposto no momento imediatamente pós-treino, com redução significativa da temperatura da maioria dos segmentos corporais, mas não no termograma de corpo inteiro, embora com aumento nas 2h e 4h posteriores em praticamente todos os termogramas. Esta redução de temperatura imediatamente pós exercício também foi notada por Trecroci *et al.* (2018). Uma possível explicação para este fenômeno é um ajuste fisiológico de redirecionamento do sangue da periferia (região próxima à pele) para o interior dos músculos ativos. Isto ocorreria mediado por uma ação vasoconstritora atribuída ao aumento de catecolaminas e outros hormônios vasoconstritores liberados com o aumento da intensidade do exercício (TRECROCI *et al.*, 2018).

Curiosamente, os estudos prévios que mostraram redução de temperatura de pele imediatamente pós-treino também indicaram um aumento posterior da temperatura, assim como ocorreu com os nossos dados (CHOLEWKA *et al.*, 2016; DEL ESTA *et al.*, 2017). É provável que o aumento da temperatura às 2h e/ou 4h depois da sessão de treino reflita o início do processo de inflamação induzida pelo exercício. Em sendo isto verdade, podemos supor que a TI é um marcador mais precoce de inflamação do que a dor referida que ocorre apenas 10h a 15h pós-treino (FOSCHINI; PRESTES; CHARRO, 2007). Teria a mesma sensibilidade da CK, mas com a vantagem de não precisar de procedimentos invasivos.

Por outro lado, o aumento de temperatura logo nas 2h pós-exercício coincide com o comportamento da CK no pós-exercício, que já se mostrou aumentada nas mesmas 2h e 4h pós-treino em que a temperatura também estava

aumentada. No entanto, correlações só foram encontradas imediatamente ao final do exercício. Esta correlação, obviamente foi de direção negativa, uma vez que, neste momento, a temperatura estava diminuída em relação ao pré exercício, enquanto a CK estava aumentada, não guardando assim uma relação esperada. Do mesmo modo, nas 24h e 48h pós-treino, a CK continuava aumentada, enquanto a temperatura já se havia restaurado aos valores pré-exercício, de modo que as variáveis não se correlacionaram, nem mesmo negativamente. Enquanto isso, a CK normalmente começa a aumentar imediatamente pós-treino, mas de forma lenta e progressiva, atingindo o pico apenas 24 a 48h pós-treino (BRANCCACCIO; MAFFULLI; LIMONOGELLI, 2007). Os dados do nosso estudo corroboram com este comportamento previamente determinado para a CK, uma vez que esta enzima teve aumento lento nas primeiras horas pós-treino e um pico 24h depois, sendo que este pico ocorreu justamente quando a temperatura já havia voltado aos valores iniciais.

Bandeira *et al.* (2012; 2014) foram os primeiros a testar a correlação entre CK e TI. Nestes dois estudos eles também não verificaram correlação entre as variáveis. No entanto, no segundo estudo os atletas que apresentaram um aumento maior que 50% nas concentrações de CK, também aumentaram a temperatura de membros inferiores, porém, sem correlação.

Mais recentemente Fernandes *et al.* (2017) avaliaram, em estudo de caso, um atleta de futebol em um pós-jogo e os resultados mostraram aumento nas concentrações séricas de CK acompanhado de aumento da temperatura em membros inferiores. No entanto, dados de apenas um atleta não permitem inferência estatística e não suporta o uso da TI como ferramenta para indicar desgaste físico, reafirmando a necessidade de mais pesquisas para esclarecer essa correlação.

A enzima LDH teve um comportamento inesperado enquanto uma indicadora de dano muscular. Esperava-se um aumento com comportamento cinético similar à CK (BRANCCACCIO *et al.*, 2008). Existem evidências de que a LDH parece só aumentar mediante dano muscular de grandes proporções (UMEDA *et al.*, 2008), mas no nosso estudo ela aumentou depois do exercício, embora tenha se restaurado logo em seguida. Como consequência deste aumento em um único momento, correlacionou-se muito escassamente com a TI

(apenas com a TIBA 2h pós-treino e TICP pós-treino). Até o presente momento, não foram encontrados estudos que avaliaram a correlação entre as alterações da TI e LDH. Considerando que esta enzima parece só aumentar em caso de grande desgaste muscular, somente na monitoração de atletas que se encontrem nesta condição é que será possível estabelecer um elo com a TI.

A sessão de exercício não promoveu qualquer aumento na PCR. Como consequência, correlações foram vistas apenas no momento imediatamente pós-treino (de direção negativa), apenas para TICI, TICA e TICP, e motivada unicamente pela redução da temperatura de pele. Uma explicação para a ausência de alteração na PCR é que, pelo que se sabe, o dano muscular é mediado por inflamação de caráter local, o qual tem a participação de prostaglandinas como agente pró-inflamatório; enquanto isso, a PCR é um mediador inflamatório sistêmico. De fato, Smith (2000) propõe que o processo em condições de treinamento x descanso normal, ocorreria inflamação apenas em nível muscular local, mediado por prostaglandinas, e inflamação sistêmica ocorreria somente em caso de overtraining. Entretanto, inflamação pós exercício tem sido mostrada por Silva e Macedo (2011), Nieman *et al.* (2014), Spiropoulos *et al.* (2010) e Toscano *et al.* (2015). Uma importante diferença destes estudos para o nosso, é que os atletas estavam fisiologicamente descansados por estarem há 30 dias sem treinamento.

A despeito de um razoável volume de estudos que avaliaram a PCR-us como um marcador inflamatório em atletas (SPIROPOULOS *et al.*, 2010; TOSCANO *et al.*, 2015; SOUGLIS *et al.*, 2015; CHATZINIKOLAOU *et al.*, 2014), nenhum fez correlação com a TI, isto torna o presente estudo inovador sobre este enfoque.

Na literatura, já é bem evidente que as concentrações séricas de malondialdeído (MDA) aumentam em resposta ao exercício físico, principalmente quando os atletas são submetidos a exercício extenuante ao longo de uma temporada (TANSKANEN; ATALAY; USITALO, 2010; MARIN *et al.*, 2013). Este fenômeno, entretanto, não se repetiu no presente estudo. Assim como no caso da PCR, uma provável explicação é que os atletas dos estudos prévios foram monitorados em uma sessão de exercício dentro da temporada de treinamento,

enquanto nesse estudo os atletas estavam fisiologicamente descansados quando fizeram a sessão inicial de treino.

Esse parece ser o único estudo no qual houve monitoramento do estresse oxidativo em atletas fisicamente descansados após um período transitório. Os dados de CAT, que aumentaram somente significativamente imediatamente pós-treino, indicam que o sistema antioxidante foi competente para evitar a peroxidação lipídica. Deste modo, nossos dados fornecem segurança para afirmar que a sessão não promoveu estresse oxidativo significativo na fase de recuperação. Sendo assim, não surpreende a ausência de correlações com a temperatura, especialmente nos momentos imediatamente pós, 2h e 4h pós, onde ocorreu alteração na temperatura da pele.

A variabilidade da frequência cardíaca tem se destacado nos últimos anos como uma nova e interessante ferramenta para o controle das cargas de treino. Tem sido usada em estudos que monitoram respostas agudas, inclusive da modalidade de basquete (PAUL *et al.*, 2012). A variável da VFC mais adotada e aceita até o momento é o RMSSD (ESCO; FLATT, 2014); (BLOOMFIELD *et al.*, 2001). Os estudos prévios têm mostrado uma diminuição dos valores de RMSSD (que significa redução parassimpática), nos momentos pós-exercício, sendo que ocorre restauração aos valores de repouso em 2 a 4 horas (PAUL *et al.*, 2012). Nossos dados corroboraram precisamente com esses estudos prévios.

Interessantemente, o RMSSD se mostrou responsivo à sessão de exercício precisamente pelo mesmo período da temperatura de pele (imediatamente pós, 2h e 4h pós-treino). No entanto, correlações foram vistas apenas com TICI, TIPI e TIBP. Ainda assim, a correlação não foi nos momentos em que RMSSD e TI se mostraram responsivas ao exercício. De qualquer maneira, a semelhança descritiva na responsividade destas duas variáveis para uma sessão de exercício merece ser melhor investigada, segundo nossa sugestão. Já o LF/HF só se correlacionou com a TIBA 4h pós-treino. O curioso, nesses dados, é o fato de que a maior parte das correlações foram com 24h ou 48h, o que nos leva a crer que as duas variáveis parecem interagir no momento em que o corpo está buscando a homeostase.

Como implicações práticas, o presente estudo demonstra que a TI pode ser uma indicadora precoce de inflamação (2h pós-exercício), porém esta técnica já

não apresenta tanta sensibilidade na avaliação realizada 24h pós-treino. Nosso estudo, entretanto, não foi capaz de afirmar qual o tempo pós-treino a TI seria um indicador de inflamação, uma vez que nosso protocolo não realizou medidas entre 4h e 24h pós-treino. Então, sugerimos que estudos futuros destinados a avaliar a sensibilidade da TI para a inflamação aguda induzida por uma sessão única de treinamento colem termogramas entre 4h e 24h pós-treino, para melhor determinar até que momento a TI poderia ser adotada como marcador de dano/inflamação muscular. Interessantemente, o comportamento da TI se assemelhou ao do RMSSD, uma vez que estas duas variáveis se alteraram do momento imediatamente pós-exercício até 4h pós-exercício, não parecendo mais ser um indicador da carga e treino depois deste momento. Por isso, parece ser interessante aprofundar estudos com as duas variáveis.

5.3 Estudo crônico

Ao longo de uma temporada, a monitoração das cargas internas se torna mais importante, devido ao seu potencial para prevenção do *overreaching* não-funcional e/ou *overtraining* (HALSON, 2014). Até o presente momento, esse parece ser o primeiro estudo em que a termografia é utilizada como uma ferramenta de avaliação no controle das cargas internas ao longo de uma temporada, especialmente no basquetebol.

Considerando os termogramas, este estudo mostrou que os atletas reagiram fisiologicamente bem à temporada de treinamento, uma vez que a temperatura de pele se mostrou elevada apenas na 8ª semana, em relação ao início de temporada. Este aumento foi na região coxa anterior e posterior, justamente os membros mais solicitados em praticamente todos os exercícios típicos do basquetebol.

O dados de todas as demais variáveis apontaram na mesma direção dos termogramas, indicando escassos momentos de desequilíbrio fisiológico ao longo da temporada. Primeiramente, notou-se que os atletas referiram condições psicométricas melhoradas ao longo da temporada, de modo que não surgiram sintomas de fadiga crônica. De outro lado, houve redução do estresse oxidativo na 8ª semana (justamente quando havia se apresentado aumento de

temperatura). Esta redução do estresse oxidativo é um dos benefícios trazidos pelo exercício. No entanto, o consenso sobre o assunto é que exercícios realizados de forma adequada (sem sintomas de *overreaching* não funcional ou *overtraining*), reduzem o estresse oxidativo (HALSON, 2014), enquanto este fenômeno surge em situação de excesso de treinamento, segundo a teoria mais aceita para a etiologia do *overtraining* (SMITH, 2000).

Os dados indicadores de dano muscular podem oferecer uma perspectiva mais local do que sistêmica. De qualquer modo, apresentaram aumento significativo de CK (4ª semana) e LDH (8ª semana), em relação ao início da temporada. No entanto, a análise das Figuras 8 A e B fazem ver que a CK aumentou apenas na 4ª semana e se reduziu progressivamente ao longo do restante da temporada. O aumento na 4ª semana parece ter sido consequência da carga inicial de treinamento da temporada, considerando que os atletas vieram do período de transição. Enquanto isso, a CK se reduziu progressivamente ao longo do restante da temporada, terminando com valores descritivamente inferiores aos do início da temporada. Por outro lado, a LDH se mostrou aumentada na 8ª semana, mas os valores estavam abaixo do considerado clinicamente relevante (450 U/l), mesmo considerando os atletas com desvio padrão elevado para os valores superiores.

Tomadas todas as variáveis em conjunto, temperatura de pele, percepção subjetiva referida pelos atletas, estresse oxidativo e dano muscular indicaram que os atletas responderam fisiologicamente bem à temporada de treinamento. Nesta percepção, este estudo pode mostrar que as variáveis analisadas fornecem informações em harmonia entre si, na medida em que todas apontam numa mesma direção. No entanto, considerando a pequena faixa de variação das variáveis, o estudo não mostrou correlações frequentes e consistentes com a temperatura de pele.

A CK se correlacionou com os resultados de alguns termogramas, mas no sentido oposto à hipótese do estudo. Ou seja, na 8ª semana, quando a temperatura estava elevada, a CK estava diminuindo em relação à quarta semana. As escalas de vigor e de rendimento dos questionários de BRUMS e de *overtraining*, respectivamente, tiveram o mesmo comportamento, com os atletas referindo maior disposição para o treinamento quando a temperatura estava

elevada. Enquanto isso, LDH e temperatura da pele estavam aumentadas na 8ª semana, mas uma correlação que deveria aparecer não foi vista.

Para explicar esta ausência de correlação, temos duas perceptivas: 1- Embora sem alterações importantes, as flutuações na temperatura deveriam ser acompanhadas de flutuações nas demais variáveis; 2- Deve ser discutida a possibilidade de que as correlações não surgiram porque não houve alterações importantes nas variáveis ao longo da temporada.

Considerando a primeira perspectiva, e lembrando que ocorreu aumento de temperatura nas coxas na 8ª semana, esperava-se que as demais variáveis acompanhassem este aumento de temperatura. Sendo a temperatura um indicador de inflamação, este estudo crônico teve a importante limitação de não terem sido feitas medidas de marcadores inflamatórios, nem mesmo a PCR, que foi adotada no estudo agudo. Por outro lado, existe um consenso de que a inflamação sistêmica é acompanhada de aumento do estresse oxidativo ou redução da capacidade antioxidante em estudos clínicos (MARIN, 2013). Estes dados são corroborados na área do treinamento esportivo, onde Smith (2000), destaca que um atleta em *overtraining* apresenta atividade inflamatória concomitante com estresse oxidativo.

Considerando esta relação, entretanto, nosso estudo mostrou que justamente na 8ª semana, na qual a temperatura estava elevada, os atletas se apresentaram com menor peroxidação lipídica da temporada. Eles ainda estavam numa fase de redução da CK em relação à medida anterior (4ª semana), o que indicava, mais uma vez, ótimo estado fisiológico.

Por outro lado, a temperatura aumentada da 8ª semana coincidiu com situação semelhante na LDH, outro indicador de dano muscular. A este respeito, destaca-se que a LDH estava elevada, mas dentro da faixa clínica, e a CK não indicava dano muscular. De qualquer modo, a temperatura de pele estava aumentada justamente nas coxas, o que permite a interpretação de que somente estes membros, os mais usados nos exercícios, poderiam estar localmente desgastados. Braço posterior também estava com aumento de temperatura, sendo que estes músculos são muito usados nos passes e arremessos (extensão de cotovelo).

A segunda perspectiva acima mencionada é a de que a ausência de alterações importantes nas variáveis durante a temporada impediu as análises estatísticas desse estudo crônico. Sem haver perturbações importantes na temperatura, bem como nas demais variáveis, as correlações ficam sem sentido. Neste momento, deve ser salientado que a alteração de temperatura na 8ª semana, embora significativa, não ultrapassou 0,5° C, limite proposto na literatura para que a alteração seja considerada clinicamente relevante (MARINS *et al.*, 2013) – uma única exceção foi o braço posterior. Este dado está na mesma condição da LDH, que, como já mencionado, teve aumento sem relevância clínica na 8ª semana, a despeito da significância estatística neste momento.

Diante desse contexto, um melhor cenário para testar a relação entre TI e demais ferramentas de controle fisiológico seria em uma temporada mais desgastante para os atletas. Obviamente, na pesquisa não se deve trabalhar nesta direção, não só por questões éticas, mas também porque o objetivo final de qualquer atleta é o desempenho máximo na competição, de modo que em se percebendo problemas com cargas internas, os ajustes devem ser feitos, em prol do desempenho do atleta e em detrimento do estudo.

Há de se considerar que o estudo foi feito em uma equipe de nível semiprofissional, e conseqüentemente dispunha de um calendário pouco denso. Acompanhar uma equipe de mais alto nível, com rotinas de viagens de treino e competições, bem mais inadequadas para as cargas internas de treino, torna-se uma opção para melhor determinar a associação ente TI e demais ferramentas fisiológicas.

Outra opção seria monitorar atletas durante um mesociclo que possa ser bem controlado para a presença de microciclos enfaticamente ordinário, de choque e regenerativo. Dessa forma, a TI e as demais ferramentas seriam aplicadas no início e final de cada um desses microciclos. Esta metodologia não interfere na preparação do atleta, porque é comum para eles periodizarem seus treinamentos desta maneira, especialmente em períodos não competitivos. Nestas condições, a TI deveria acusar desgaste fisiológico no momento pós-microciclo de choque e um reparo fisiológico antes do microciclo ordinário e depois do microciclo regenerativo.

Implicação prática: analisados descritivamente, TI e demais variáveis caminharam na mesma direção – todas essas ferramentas indicando que os atletas não tiveram desgaste fisiológico ao longo da temporada. No entanto, o estudo não foi capaz de dizer se a TI, bem como as demais ferramentas, seriam capazes de denunciar situações em que os atletas estivessem sofrendo com inadequação nas cargas internas de treino ou com sintomas de *overreaching* não funcional ou *overtraining*. Em síntese, ainda não podemos declarar algo sobre a eficácia da TI no monitoramento de atletas ao longo de uma temporada de forma plena (em condições de ajuste e de desajuste nas cargas internas de treinamento).

5.4 Limitações

Uma limitação importante desse estudo foi o fato de os atletas estarem com grande variabilidade de composição corporal. Isso pode ter gerado maior variabilidade nos valores da TI, tanto para o estudo agudo, como para o crônico, considerando que a composição corporal é uma variável influenciadora na obtenção do termograma (WEIGERT *et al.*, 2018).

Outra limitação foi o fato de não terem sido realizados testes de desempenho físico, a exemplo do salto vertical no estudo agudo e RAST-test, especialmente no estudo crônico. Isso ajudaria a melhor demonstrar possível desgaste fisiológico, ou queda de rendimento ao longo da temporada, no caso do estudo crônico.

Finalmente, uma última limitação foi a ausência da utilização de citocinas pró-inflamatórias, na comparação com a TI, uma vez que essas podem identificar estágios inflamatórios com mais precisão. Para este estudo, foi usado apenas a PCR-us na fase aguda. Seria extremamente importante sua utilização na fase crônica, uma vez que durante a temporada é que geralmente os atletas apresentam processo inflamatório sistêmico.

5.5 Perspectivas

Estudos subsequentes se tornam necessários na busca de entender melhor as variações da temperatura da pele no monitoramento das cargas de treino. Sugere-se a aplicação de TI no acompanhamento das alterações da temperatura da pele após microciclos (ordinário, choque e regenerativo) de uma temporada de treinamento. Isso provocaria, nos atletas, um estado de *overreaching* não funcional, comum a uma temporada de treinamento, o que possibilitaria testar a sensibilidade da TI em diversas probabilidades de respostas, incluindo aplicações imediatamente pós-jogo.

6 CONCLUSÕES

A TI apresentou comportamento diferente quando investigada aguda e cronicamente, sendo que, em ambas as situações, a variação de temperatura mostrou ser dependente da área analisada e do atleta.

No estudo agudo, uma única sessão de treino composta por exercícios extenuantes promoveu dano muscular local sem repercussões sistêmicas de inflamação e estresse oxidativo. A TI parece ser um bom indicador de desgaste muscular, bem como termorregulação, sobretudo até o período de 4 horas pós-treino, no qual foram encontradas as maiores quantidades de correlações.

A TI se mostrou capaz de indicar que os atletas se mantiveram com carga interna bem equilibrada durante uma temporada, mas este estudo não foi capaz de dizer se a TI é sensível para captar situações em que sejam administradas inadequações na carga interna de treinamento.

Demonstrada a capacidade da TI em identificar que os atletas se adaptaram satisfatoriamente às cargas de treino, foi reforçado o diagnóstico apontado por outros marcadores. Aliada à vantagem de não ser uma técnica invasiva ou radioativa, viabilizando sua utilização em cada microciclos, torna-se uma ferramenta aliada dos profissionais envolvidos na comissão técnica, na promoção de um treinamento com cargas mais individualizadas, mesmo se tratando de um esporte coletivo.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE P. L. Interferência da prática de atividade física habitual na postura de jovens. **Revista Terapia Manual**, V. 8, n. 37, p.198-203, 2010.
- ALVES, R. N.; COSTA, L. O. P.; SAMULSKI, D. M. Monitoramento e prevenção do supertreinamento em atletas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 5, p. 291-6, 2006.
- ANICETO, R. R. escalas de percepção subjetiva de recuperação (cr10-ris) e de esforço (omni-res): uma validação concorrente para exercícios de força com e sem restrição de fluxo sanguíneo. **Tese de doutorado**, 2016.
- ARRUDA, A. F. S. et al. Planejamento e monitoramento da carga de treinamento durante o período competitivo no basquetebol. **Revista Andaluza de Medicina del Desporte**, v. 6, n. 2, p. 85–89, 2013.
- AYOYA, M. A. et al. α 1-Acid glycoprotein, hepcidin, C-reactive protein, and serum ferritin are correlated in anemic schoolchildren with *Schistosoma haematobium*. **The American journal of clinical nutrition**, v. 91, n. 6, p. 1784-1790, 2010.
- BADZA, V. et al. Possibilities of thermovision application in sport and sport rehabilitation. **Vojnosanitetski Pregled**, v. 69, n. 10, p. 904–7, 2012.
- BANDEIRA, F. et al. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 4, p. 246-251, 2012.
- BANDEIRA, F. et al. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 1, p. 59–64, 2014.
- BARA FILHO, M. G. et al. Adaptação e validação da versão brasileira do questionário de overtraining. **HU Revista**, v. 36, n. 1, 2010.
- BARBOSA, K. B. F. et al. Estresse oxidativo&58; conceito, implicações e fatores modulatórios Oxidative stress&58; concept, implications and modulating factors. **Revista de nutrição**, v. 23, n. 4, p. 629-643, 2010.
- BIRRER, D. et al. Prevalence of non-functional overreaching and the overtraining syndrome in Swiss elite athletes. **Schweizerische Zeitschrift fur Sportmedizin und Sporttraumatologie**, v. 61, n. 4, p. 23–29, 2013.
- BLOOMFIELD, D. M. et al. Comparison of spontaneous vs. metronome-guided breathing on assessment of vagal modulation using RR variability. **American Journal Physiolog Heart Circulation Physiolog**, v. 280, n. 3, p. 1145–1150, 2001.

BÔAS, M. S. V. et al. The stress level of basketball players at different times of the game in an official competition. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 25, n. 2, p. 203-210, 2014.

BOURDON, P.; CARDINALE, M. Monitoring Athlete Training Loads: Consensus Statement. **Journal of Sports**, v.12, p. 161–170, 2017.

BRANCACCIO, P. et al. Serum Enzyme Monitoring in Sports Medicine. **Clinics in Sports Medicine**, v. 27, n. 1, p. 1–18, 2008.

BRANCACCIO, P.; LIPPI, G.; MAFFULLI, N. Biochemical markers of muscular damage. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 48, n. 6, p. 757–767, 2010.

BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, F. M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **British Medical Bulletin**, v. 81–82, n. 1, p. 209–230, 2007.

BRANDT, R. et al. Estados de humor de velejadores durante o Pré-Panamericano. **Motriz**, v. 16, n. 4, p. 834–840, 2010.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C.L.W.T. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Science and Technology Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRITO, C. J. et al. Immune Response Related With Skin Thermal Pattern in Judokas: A New Application for Infrared Thermography?. **Journal of strength and conditioning research**, 2018.

BROWN, R.; CHEVALIER, G.; HILL, M. Grounding after moderate eccentric contractions reduces muscle damage. **Open access journal of sports medicine**, v. 6, p. 305–17, 2015.

BRUN, J. F. et al. Analyse des signes subjectifs du surentraînement sportif chez six adeptes du Tae Kwon Do. **Science & sports**, v. 8, n. 1, p. 17-20, 1993.

CALLAWAY, C.W. et al.,. **Anthropometric standartization reference manual**. Abridged Edition. Champaign, IL.: Human Kinetics Books, 1993.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística**: princípios e aplicações. Porto alegre: Artmed, 2011.

CASSIRAME, J. et al. L'utilisation d'un nouveau système d'enregistrement de fréquence cardiaque battement à battement pour l'analyse traditionnelle de variabilité de fréquence cardiaque. **Science & Sports**, v. 22, n. 5, p. 238–242, 2007.

CHATZINIKOLAOU, A. et al. The microcycle of inflammation and performance changes after a basketball match. **Journal of sports sciences**, v. 32, n. 9, p. 870-882, 2014.

CHOLEWKA, A. et al. May thermal imaging be useful in cyclist endurance tests?. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 123, n. 3, p. 1973-1979, 2016.

CHUDECKA, M.; LUBKOWSKA, A. The Use of Thermal Imaging to Evaluate Body Temperature Changes of Athletes During Training and a Study on the Impact of Physiological and Morphological Factors on Skin Temperature. **Human Movement**, v. 13, n. 1, p. 33–39, 2012.

COSTA, L. O. P.; SAMULSKI, D. M. Processo de validação do questionário de estresse e recuperação para atletas (RESTQ-Sport) na língua portuguesa. **Revista brasileira de Ciência e Movimento**, v. 13, n. 1, p. 79-86, 2008.

DE FREITAS, D. S.; MIRANDA, R.; BARRA FILHO, M. Marcadores psicológico, fisiológico e bioquímico para determinação dos efeitos da carga de treino e do overtraining. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 4, p. 457–465, 2009.

DEL ESTAL, A. et al. Thermal asymmetries in striking combat sports athletes measured by infrared thermography. **Science & Sports**, v. 32, n. 2, p. e61-e67, 2017.

SANTOS, M. G. R.; et al. Termografia: uma ferramenta de auxílio no diagnóstico fisioterapêutico: revisão de literatura. **Revista de Terapia Manual**. v12, n.3 p. 1013-1032, 2014.

ELLOUMI, M. et al. Monitoring training load and fatigue in rugby sevens players. **Asian journal of sports medicine**, v. 3, n. 3, p. 175, 2012.

ESCO, M.; FLATT, A. Ultra-short-term heart rate variability indexes at rest and post-exercise in athletes: Evaluating the agreement with accepted recommendations. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 13, n. 3, p. 535–541, 2014.

FAQUIN, A.; DA FONSECA FARIA, F. Avaliação da dissipação de calor radiante em calçado de Futsal através de análise termográfica. **RBFF-Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 9, n. 33, p. 138-143, 2017.

FÉLIX, G. S. Relação de testes psicométricos com variáveis fisiológicas utilizadas no controle das cargas de treino em atletas recreacionais. **Dissertação de mestrado**, 2017.

FERNANDES, A. A. et al. Avaliação da temperatura da pele durante o exercício através da termografia infravermelha: Uma revisão sistemática. **Revista**

Andaluza de Medicina del Deporte, v. 5, n. 3, p. 113–117, 2012.

FERNANDES, A. A. et al. Effect of a professional soccer match in skin temperature of the lower limbs: a case study. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 13, n. 3, p. 330, 2017.

FERNANDES, A. A. et al.,. Applications of Infrared Thermography in Sports. a Review. **Revista internacional de medicina y ciencias de la actividad física y del deporte**, v. 15, n. 60, p. 805–824, 2015.

FERNÁNDEZ-CUEVAS, Ismael et al. Monitoring skin thermal response to training with infrared thermography. **New Stud Athl**, v. 29, n. 1, p. 57-71, 2014.

FOSCHINI, D.; PRESTES, J.; CHARRO, M. A. Relação entre exercício físico, dano muscular e dor muscular de início tardio. **Revista brasileira de cineantropometria e desempenho humano**, v. 9, n. 1, p. 101-106, 2007.

FORMENTI, D. et al. Thermal imaging of exercise-associated skin temperature changes in trained and untrained female subjects. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 41, n. 4, p. 863–871, 2013.

FOURNIER, T.; MEDJOUBI-N, N.; PORQUET, D. **Alpha-1-Acid Glycoprotein**. v. 1482, 2000.

FRANÇA, S. C. A. et al. Resposta divergente da testosterona e do cortisol séricos em atletas masculinos após uma corrida de maratona. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 50, n. 6, p. 1082–1087, 2006.

FREITAS, V. H. et al. Efeito de quatro dias consecutivos de jogos sobre a potência muscular, estresse e recuperação percebida, em jogadores de futsal [Effect of four successive days of games in muscle power, perceived stress and recovery in futsal players]. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 28, n. 1, p. 23–30, 2014.

FREITAS, V. H. et al. Sensitivity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test and Cardiac Autonomic Responses to Training in Futsal Players Sensitivity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test and Cardiac Autonomic Responses to Training in Futsal Players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 5, p. 553–558, 2015.

GARET, M. et al. Individual interdependence between nocturnal ANS activity and performance in swimmers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 12, p. 2112–2118, 2004.

GOMES DA SILVA, A. et al. Resposta térmica da pele ao exercício em remoergômetro de alta versus moderada intensidade em homens fisicamente ativos. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, 2017.

GOMES, J. H. et al. Estado de humor, composição corporal e desempenho físico

de jogadores jovens de basquetebol ao longo de uma competição. **Journal Physical Education**, v. 29, e2969, 2018.

HALSON, S. L. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. **Sports Medicine**, v. 44, n. Suppl 2, p. S139-147, 2014.

JURADO-LAVANANT, A. et al. The Effects of Aquatic Plyometric Training on Repeated Jumps, Drop Jumps and Muscle Damage. **International Journal of Sports Medicine**, 2015.

LAURENT, C. M.; et al. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 25, n. 3, p. 620-628, 2011.

LEITE, G. S. et al. Relação entre estados de humor, variabilidade da frequência cardíaca e creatina quinase de para-atletas brasileiros. **Revista da Educação Física/UEM**, 2013.

LING, C. HY et al. Accuracy of direct segmental multi-frequency bioimpedance analysis in the assessment of total body and segmental body composition in middle-aged adult population. **Clinical Nutrition**, v. 30, n. 5, p. 610-615, 2011.

KAJAIA, T. et al. The effects of non-functional overreaching and overtraining on autonomic nervous system function in highly trained georgian athletes. **Georgian Medical**, p. 97, 2017.

KELLMANN, M.; KALLUS, K. W. Recovery-stress Questionnaire for Athletes: user manual. **Human Kinetics**, 2001, v. 1.

KIVINIEMI, A. M. et al. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. **European Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 6, p. 743–751, 2007.

KREHER, J. B.; SCHWARTZ, J. B. Overtraining syndrome: a practical guide. **Sports health**, v. 4, n. 2, p. 128-138, 2012.

MARGONIS, K. et al. Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: Implications for diagnosis. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 43, n. 6, p. 901–910, 2007.

MARIN, D. P. et al. Oxidative stress and antioxidant status response of handball athletes: Implications for sport training monitoring. **International Immunopharmacology**, v. 17, n. 2, p. 462–470, 2013.

MARINS, A. A. F. et al. Measuring skin temperature before, during and after exercise: a comparison of thermocouples and infrared thermography. **Physiological Measurement**, v. 35, n. 2, p. 189, 2014.

MARINS, J. C. B. et al. Thermographic profile of soccer players' lower limbs.

Revista Andaluza de Medicina del Deporte, v. 7, n. 1, p. 1–6, 2014.

MEEUSEN, R. et al. Prevention, diagnosis, and treatment of the overtraining syndrome: Joint consensus statement of the European College of Sport Science and the American College of Sports Medicine. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 1, p. 186–205, 2013.

MONTGOMERY, P. G. et al. Muscle damage, inflammation, and recovery interventions during a 3-day basketball tournament. **European Journal of Sport Science**, v. 8, n. 5, p. 241-250, 2008.

MORALES, J. et al. Use of Heart Rate Variability in Monitoring Stress and Recovery in Judo Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 7, p. 1896–1905, 2014.

MOREIRA, A. et al. Monitoring internal load parameters during simulated and official basketball matches. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 26, n. 3, p. 861-866, 2012.

NAKAMURA, F. Y. et al. Ultra-Short-Term Heart Rate Variability is Sensitive to Training Effects in Team Sports Players. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 14, n. 3, p. 602–5, 2015.

NIEMAN, D. C. et al. Immune and inflammation responses to a 3-day period of intensified running versus cycling. **Brain, behavior, and immunity**, v. 39, p. 180-185, 2014.

NUNAN, D. et al. *Validity and reliability of short-term heart-rate variability from the Polar S810*. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. [S.l: s.n.], 2009

NUNES, J. A. et al. Monitoring training load, recovery-stress state, immune-endocrine responses and physical performance in elite female basketball players during a periodized training program. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 28, n. 10, p. 2973–2980, 2014.

OLIVEIRA, S. Â. F. et al. Measuring of skin temperature via infrared thermography after an upper body progressive aerobic exercise. **Journal of Physical Education and Sport**, v. 18, n. 1, p. 184-192, 2018.

OHKAWA, H.; OHISHI, N.; YAGI, K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. **Analytical biochemistry**, v. 95, n. 2, p. 351-358, 1979.

PAUL, M; GARG, K. The effect of heart rate variability biofeedback on performance psychology of basketball players. **Applied psychophysiology and biofeedback**, v. 37, n. 2, p. 131-144, 2012.

PANISSA, V. L. G. et al. High-Intensity Intermittent Exercise and its Effects on

Heart Rate Variability and Subsequent Strength Performance. **Frontiers in Physiology**, v. 7, n. March, p. 1–7, 2016.

PEARSON, T.A., et al. Markers of inflammation and cardiovascular disease: application to clinical and public health practice: A statement for healthcare professionals from the Centers for Disease Control and Prevention and the American Heart Association. **Circulation**. v. 107, n.3, p. 499-511, 2003.

PETROSKI, E. L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. Blumenau: Nova Letra, 2007.

PINGITORE, A. et al. Exercise and oxidative stress: Potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. **Nutrition**, v. 31, n. 7–8, p. 916–922, 2015.

QUESADA, JI P. et al. Effects of graduated compression stockings on skin temperature after running. **Journal of thermal biology**, v. 52, p. 130-136, 2015.

QUINTANA, M. S. assessment in humans TERMOINEF Group Protocol for thermographic assessment in humans Edited for the Pre-Congress **XIII EAT Congress**. n. SEPTEMBER, 2015.

RING, E. F. J.; AMMER, K. **The Technique of Infra Red Imaging in Medicine**. p. 7–14, 2000.

RODRÍGUEZ-SANZ, D. et al. Infrared thermography applied to lower limb muscles in elite soccer players with functional ankle equinus and non-equinus condition. **PeerJ**, v. 5, p. e3388, 2017.

ROHLFS, I. C. P. D. M. et al. Aplicação de instrumentos de avaliação de estados de humor na detecção da síndrome do excesso de treinamento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 10, n. 2, p. 176–181, 2004.

ROTENBERG, Z. et al. " Flipped" patterns of lactate dehydrogenase isoenzymes in serum of elite college basketball players. **Clinical chemistry**, v. 34, n. 11, p. 2351-2354, 1988.

SAW, A. E.; MAIN, L. C.; GASTIN, P. B. Monitoring the athlete training response: subjective self-reported measures trump commonly used objective measures: a systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, p. 281-291, 2015.

SAMPEDRO, J.; PIÑONOSA, S.; FERNANDEZ, I. La termografía como nueva herramienta de evaluación en baloncesto: Estudio piloto realizado a un jugador profesional de la ACB. **Cuadernos de Psicología del Deporte**, v. 12, p. 51-56, 2012.

SCHRÖDER, H. et al. Nutrition antioxidant status and oxidative stress in professional basketball players: effects of a three compound antioxidative supplement. **International journal of sports medicine**, v. 21, n. 02, p. 146-150, 2000.

SILLERO-QUINTANA, M. et al. Infrared thermography as a support tool for screening and early diagnosis in emergencies. **Journal of Medical Imaging and Health Informatics**, v. 5, n. 6, p. 1223-1228, 2015.

SILVA, F. O. C.; MACEDO, D. V. Physical exercise, in ammatory process and adaptive condition: an overview. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, n. 4, p. 320–328, 2011.

SILVA, A. SR; SANTHIAGO, V.; GOBATTO, C. A. Compreendendo o overtraining no desporto: da definição ao tratamento. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 6, n. 2, p. 229-238, 2006.

SMITH, L. L. Cytokine hypothesis of overtraining: a physiological adaptation to excessive stress? **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, n. 2, p. 317–31, 2000.

SMITH, LL, *et al.* The Effects of Static and Ballistic Stretching on Delayed Onset Muscle Soreness and Creatine Kinase. **Research quarterly for exercise and sport**. v.64, n-1, p 103-107,1993.

SOUGLIS, A. et al. Comparison of inflammatory responses and muscle damage indices following a soccer, basketball, volleyball and handball game at an elite competitive level. **Research in sports medicine**, v.23, n.1, p. 59-72, 2015.

SPIROPOULOS, A. et al. Effect of inflammation induced by prolonged exercise on circulating erythroid progenitors and markers of erythropoiesis. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine**, v. 48, n. 2, p. 199–203, 2010.

TANSKANEN, M.; ATALAY, M.; UUSITALO, A. Altered oxidative stress in overtrained athletes. **Journal of sports sciences**, v. 28, n. 3, p. 309–317, 2010.

TAYLOR, K.-L. et al. Fatigue Monitoring in High Performance Sport: a Survey of Current Trends. **Journal of Australian Strength and Conditioning**, v. 20, n. 1, p. 12–23, 2012.

TARVAINEN, M. P. et al. Kubios HRV - Heart rate variability analysis software. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 113, n. 1, p. 210–220, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>>.

TERRY, P. C.; LANE, A. M.; FOGARTY, G. J. Construct validity of the Profile of Mood States—Adolescents for use with adults. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 4, n. 2, p. 125-139, 2003

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Artmed Editora, 2012.

TOSCANO, L. T. et al. Potential ergogenic activity of grape juice in runners. **Applied Physiology, Nutrition & Metabolism**, v. 40, n. 9, p. 899–906, 2015.

TOTSUKA, M. et al. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 4, p. 1280–1286, 2002.

TRECROCI, A. et al. Bilateral asymmetry of skin temperature is not related to bilateral asymmetry of crank torque during an incremental cycling exercise to exhaustion. **PeerJ**, v. 6, p. e4438, 2018.

TRICOLI, V. Mecanismos envolvidos na etiologia da dor muscular tardia. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 9, n. 2, p. 39-44, 2008.

UMEDA, T. et al. Effects of intense exercise on the physiological and mental condition of female university judoists during a training camp. **Journal of sports sciences**, v. 26, n. 9, p. 897-904, 2008.

VANDERLEI, L. C. M. et al. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. **Brazilian journal of medical and biological research**, v. 41, n. 10, p. 854–9, 2008.

VASCONCELOS, S. M. L. et al. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidantes e marcadores de dano oxidativo em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química nova**. São Paulo. Vol. 30, n. 5 (Sept./Oct. 2007), p. 1323-1338, 2007.

VESTERINEN, V. et al. Individual endurance training prescription with heart rate variability. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 48, 2016.

WEITGERT M. et al. The influence of body composition on exercise-associated skin temperature changes after resistance training. **Journal of Thermal Biology**, v. 75, p. 112-119, 2018.

WILLIAMS, D. P. et al. Two-week test-retest reliability of the Polar® RS800CX™ to record heart rate variability. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, p. 1–6, 2016.

ZANELLA, A. M.; SOUZA, D. R. S.; GODOY, M. F. Influência do exercício físico no perfil lipídico e estresse oxidativo. **Arquivos Ciências Saúde**, v. 14, n. 2, p. 107–112, 2007.

ZOPPI, C. C.; MACEDO, D. V. Overreaching-induced oxidative stress, enhanced HSP72 expression, antioxidant and oxidative enzymes downregulation. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 18, n. 1, p. 67–76, 2008.

APÊNDICE A
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

O presente estudo intitula-se “ Comparação entre termografia infravermelha e marcadores fisiológicos para controle de cargas de treino em atletas de basquetebol”. O objetivo desta pesquisa é avaliar marcadores biológico, temperatura corporal e estado psicológico atletas de basquetebol. Já os objetivos específicos são: Identificar os marcadores fisiológicos, quantificá-los e confrontá-los com os seus respectivos valores de referência; Verificar o estado Humoral a partir de questionários validados para pesquisa científica; Analisar o estado nutricional através de recordatório alimentar de 24 horas; Diagnosticar a qualidade do sono por meio da escala de sonolência diurna e avaliar a temperatura dos atletas por meio da termografia infravermelha. Esse estudo está sendo desenvolvida por Valbério Candido de Araújo, aluno do curso de Pós-graduação em Educação Física da UPE/UFPB, sob a orientação da Prof. Dr. Alexandre Sérgio Silva.

Para este estudo, serão aplicados questionários sócio demográfico, de avaliação psicológica (Perfil do Estado de Humor - POMS, Escala de Humor Brunel - BRUMS, Questionário do Overtraining e Questionário de Estresse e Recuperação para Atletas - RESTQ-Sport), Escala de sonolência diurna e Recordatório Nutricional de 24 horas. Serão realizadas fotos térmicas, para avaliar possíveis inflamações causadas pleno treinamento por meio da termografia infravermelha, a qual não possui qualquer tipo de radiação ou qualquer contra indicação à saúde do participante. Também serão realizadas: avaliação antropométrica (peso corporal, estatura e bioimpedância), registro da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) (através de um cardiófrequencímetro) e coleta de sangue para avaliação dos marcadores de dano muscular (creatina quinase - CK, lactato desidrogenase – LDH), e de estresse oxidativo (Malondialdeído - MDA e Capacidade Antioxidante Total - CAT). Para a realização destes procedimentos os atletas terão que comparecer ao Laboratório de Estudos de Treinamento Físico Aplicado ao Desempenho e à

Saúde (LETFADS), localizado no departamento de Educação Física da Universidade Federal da Paraíba.

Solicitamos sua colaboração para participação dos procedimentos necessários da pesquisa e disponibilidade para execução do protocolo. Os riscos previsíveis para os participantes são roxidão no braço por conta da coleta sanguínea e constrangimento ao responder os questionários, porém para minimizar esses riscos a coleta será realizada por um enfermeiro treinado e experiente e as respostas dos questionários serão mantidas em sigilo. Os benefícios da pesquisa são: acompanhamento dos aspectos fisiológico, psicológico, nutricional e demográfico dos atletas que serão entregues após a coleta de dados.

Os dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome e da entidade que representa será mantido em sigilo. Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, não receberá pagamento para isso, bem como não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador (a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. O pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Atenciosamente, _____

Assinatura do Participante da Pesquisa

Profº Ms. Valbério Candido de Araújo
(Pesquisador responsável)

Contato do Pesquisador Responsável: Profº Ms. Valbério Candido de Araújo
Telefone: (83) 98801-XXXX

APÊNDICE B

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

O presente estudo intitula-se “ Comparação entre termografia infravermelha e marcadores fisiológicos para controle de cargas de treino em atletas de basquetebol”. O objetivo desta pesquisa é avaliar marcadores biológico, temperatura corporal e estado psicológico atletas de basquetebol. Já os objetivos específicos são: Identificar os marcadores fisiológicos, quantificá-los e confrontá-los com os seus respectivos valores de referência; Verificar o estado Humoral a partir de questionários validados para pesquisa científica; Analisar o estado nutricional através de recordatório alimentar de 24 horas; Diagnosticar a qualidade do sono por meio da escala de sonolência diurna e avaliar a temperatura dos atletas por meio da termografia infravermelha. Esse estudo está sendo desenvolvida por Valbério Candido de Araújo, aluno do curso de Pós-graduação em Educação Física da UPE/UFPB, sob a orientação da Prof. Dr. Alexandre Sérgio Silva.

Para este estudo, serão aplicados questionários sócio demográfico, de avaliação psicológica (Perfil do Estado de Humor - POMS, Escala de Humor Brunel - BRUMS, Questionário do Overtraining e Questionário de Estresse e Recuperação para Atletas - RESTQ-Sport), Escala de sonolência diurna e Recordatório Nutricional de 24 horas. Serão realizadas fotos térmicas, para avaliar possíveis inflamações causadas pleno treinamento por meio da termografia infravermelha, a qual não possui qualquer tipo de radiação ou qualquer contra indicação à saúde do participante. Também serão realizadas: avaliação antropométrica (peso corporal, estatura e bioimpedância), registro da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) (através de um cardiofrequencímetro) e coleta de sangue para avaliação dos marcadores de dano muscular (creatina quinase - CK, lactato desidrogenase – LDH), e de estresse oxidativo (Malondialdeído - MDA e Capacidade Antioxidante Total - CAT). Para a realização destes procedimentos os atletas terão que comparecer ao Laboratório de Estudos de Treinamento Físico Aplicado ao Desempenho e à Saúde (LETFADS), localizado no departamento de Educação Física da Universidade Federal da Paraíba.

Solicitamos sua colaboração para participação dos procedimentos necessários da pesquisa e disponibilidade para execução do protocolo. Os riscos previsíveis para os participantes são roxidão no braço por conta da coleta sanguínea e constrangimento ao responder os questionários, porém para minimizar esses riscos a coleta será realizada por um enfermeiro treinado e experiente e as respostas dos questionários serão mantidas em sigilo. Os benefícios da pesquisa são: acompanhamento dos aspectos fisiológico, psicológico, nutricional e demográfico dos atletas que serão entregues após a coleta de dados.

Os dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome e da entidade que representa será mantido em sigilo. Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, não receberá pagamento para isso, bem como não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador (a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano. O pesquisador estará a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para que o atleta ao qual sou responsável possa participar da pesquisa. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

Nome participante da pesquisa

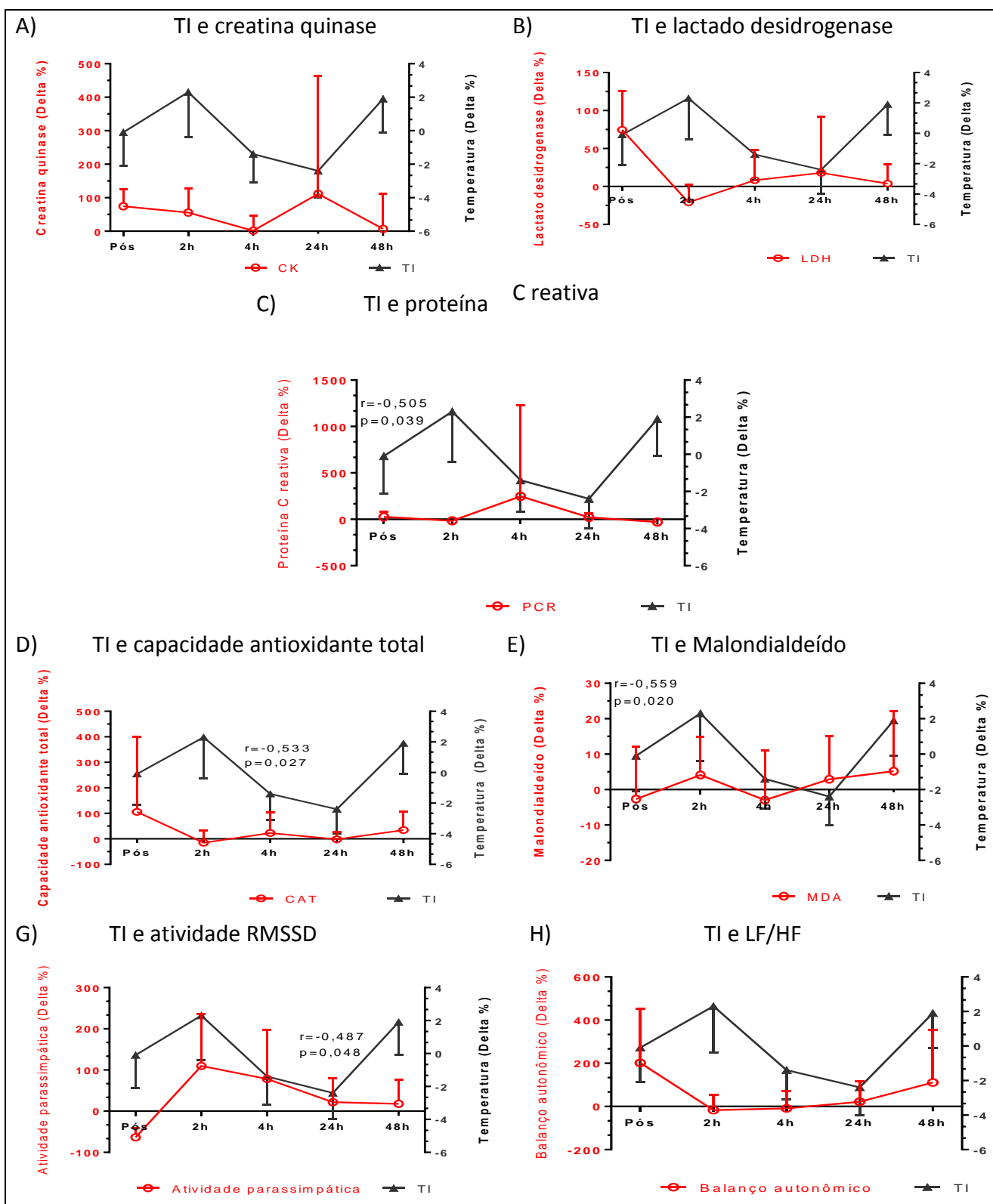
Nome do responsável pelo participante

Assinatura do responsável

Profº Ms. Valbério Candido de Araújo
(Pesquisador responsável)

Contato do Pesquisador Responsável: Profº Ms. Valbério Candido de Araújo
Telefone: (83) 98801-XXXX

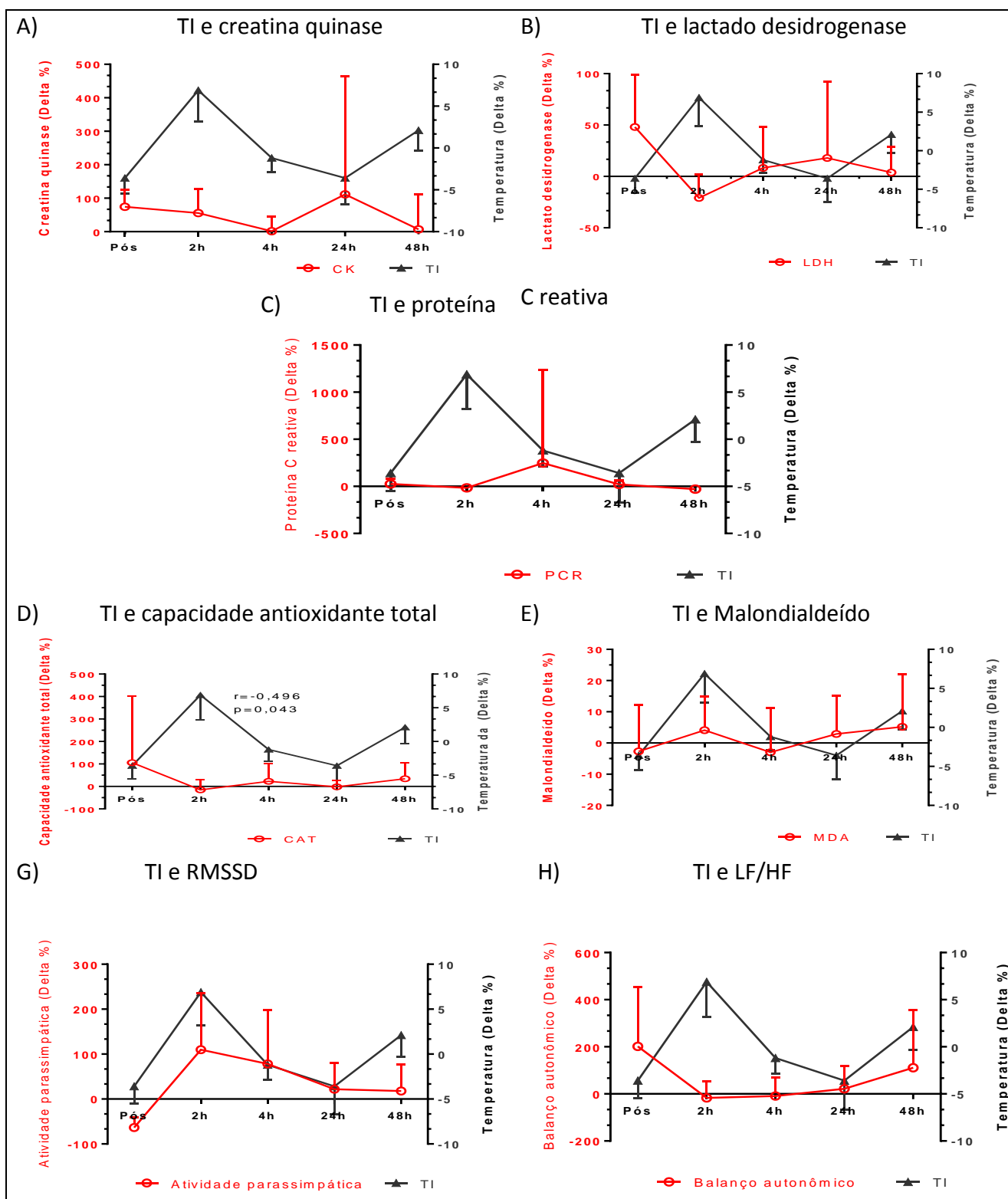
APÊNDICE C



Legenda: Pré = Avaliação pré-exercício, Pós = Avaliação pós-exercício, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autônômico.

Correlação utilizando o momento anterior de avaliação, entre termografia de corpo inteiro e variáveis fisiológicas.

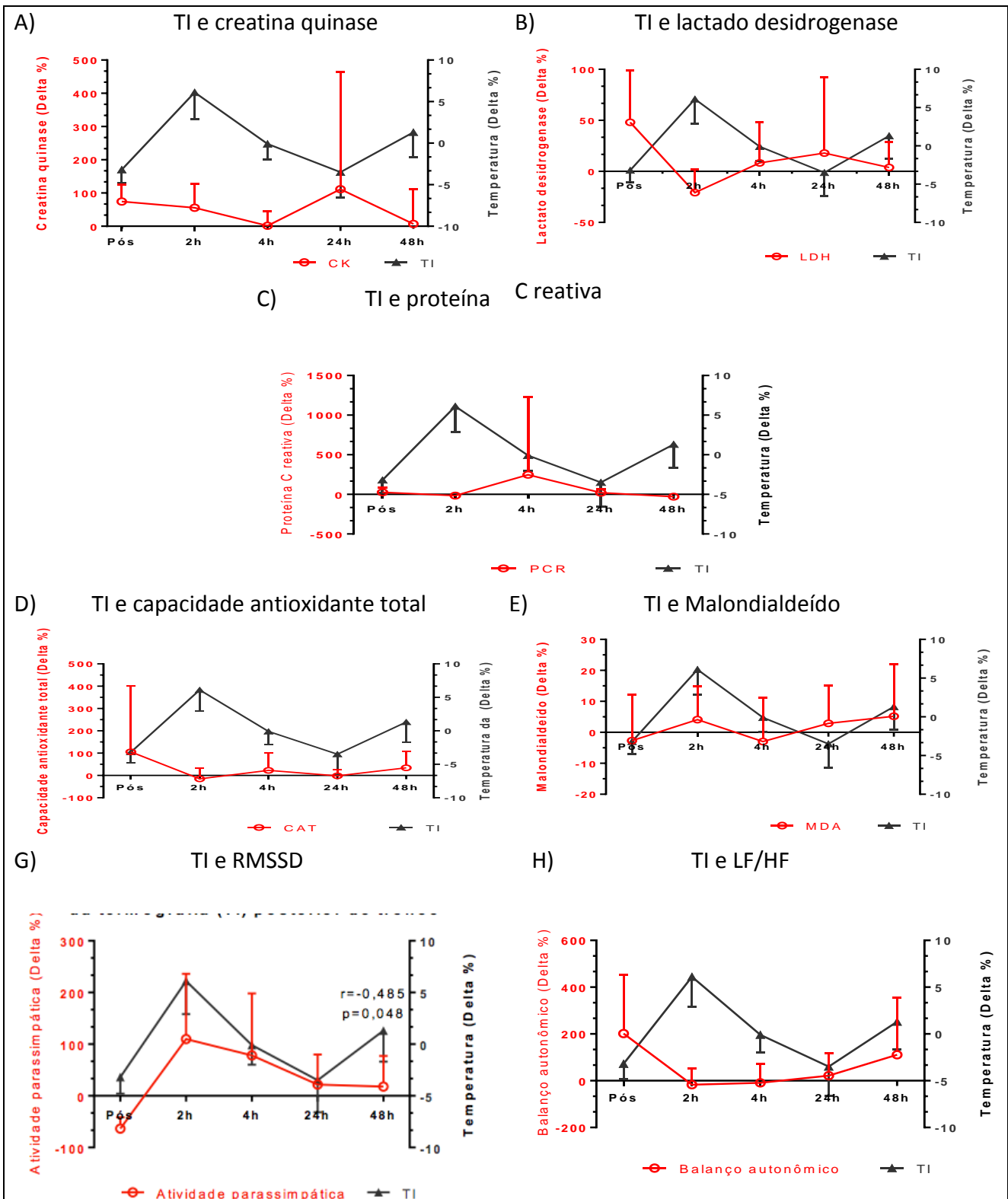
APÊNDICE D



Legenda: Pré = Avaliação pré-exercício, Pós = Avaliação pós-exercício, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico.

Correlação utilizando o momento anterior de avaliação, entre termografia anterior de tronco e variáveis fisiológicas.

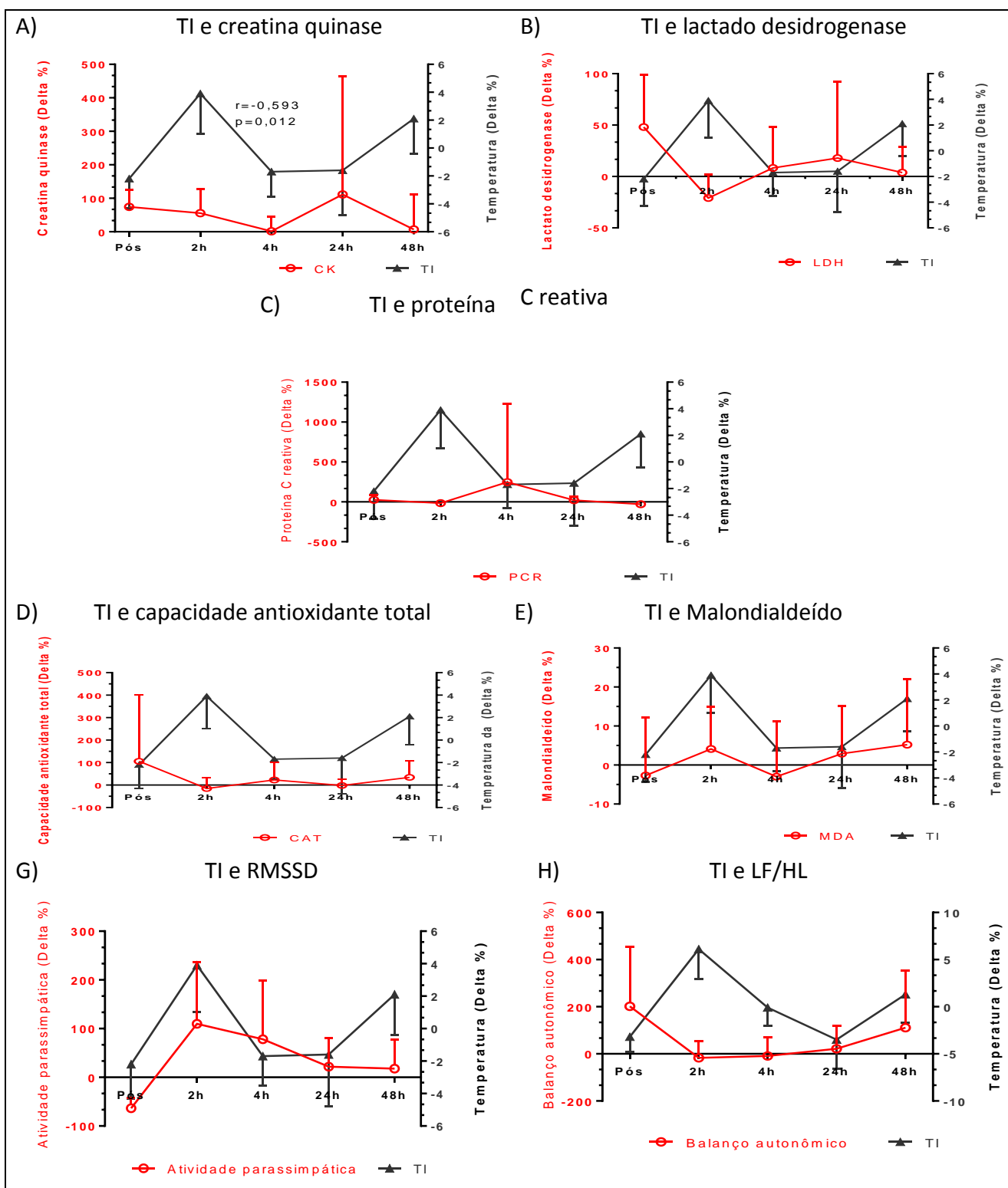
APÊNDICE E



Legenda: Pré = Avaliação pré-exercício, Pós = Avaliação pós-exercício, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico.

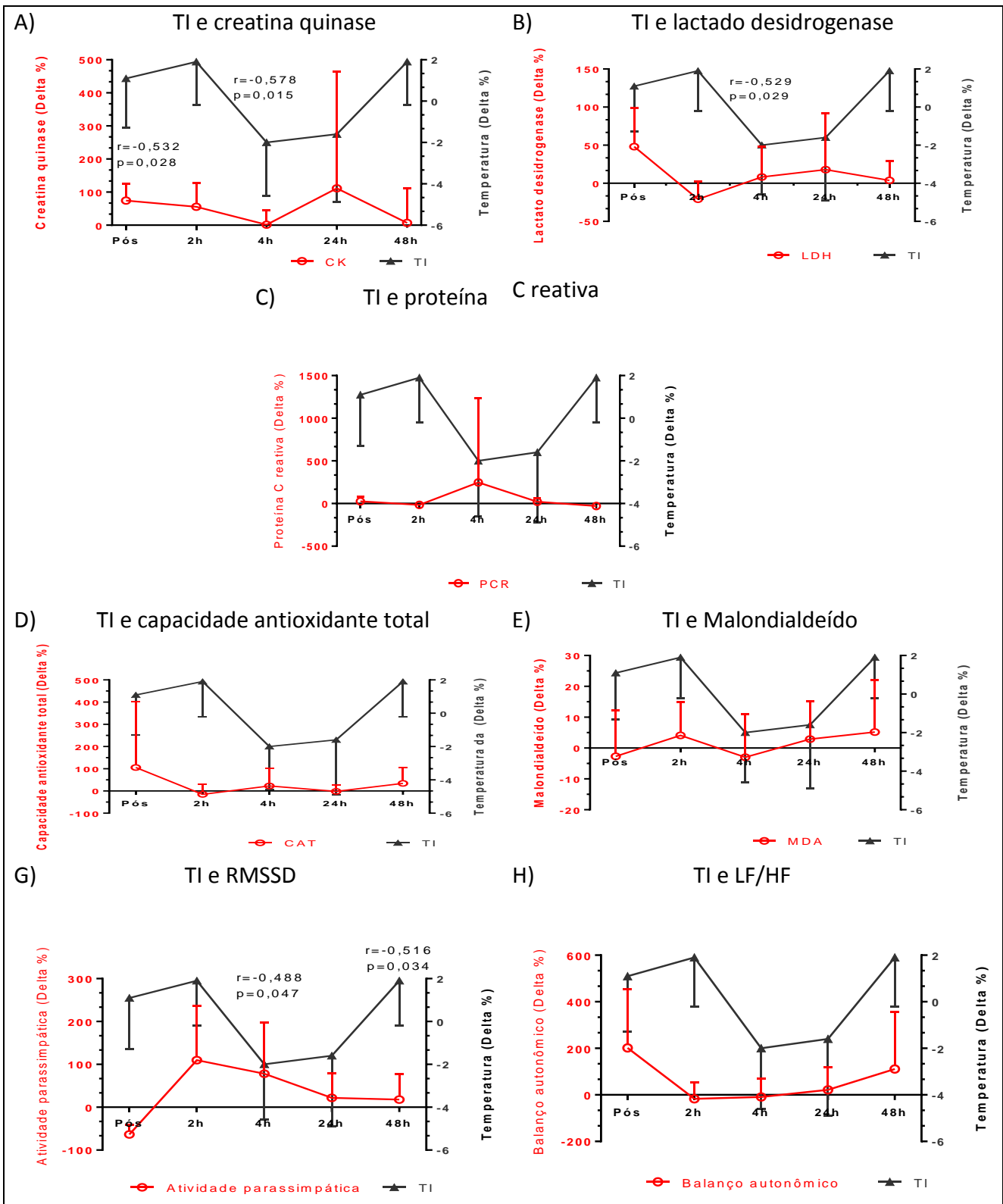
Correlação utilizando o momento anterior de avaliação, entre termografia posterior de tronco e variáveis fisiológicas.

APÊNDICE F



Correlação utilizando o momento anterior de avaliação, entre termografia anterior de braço e variáveis fisiológicas.

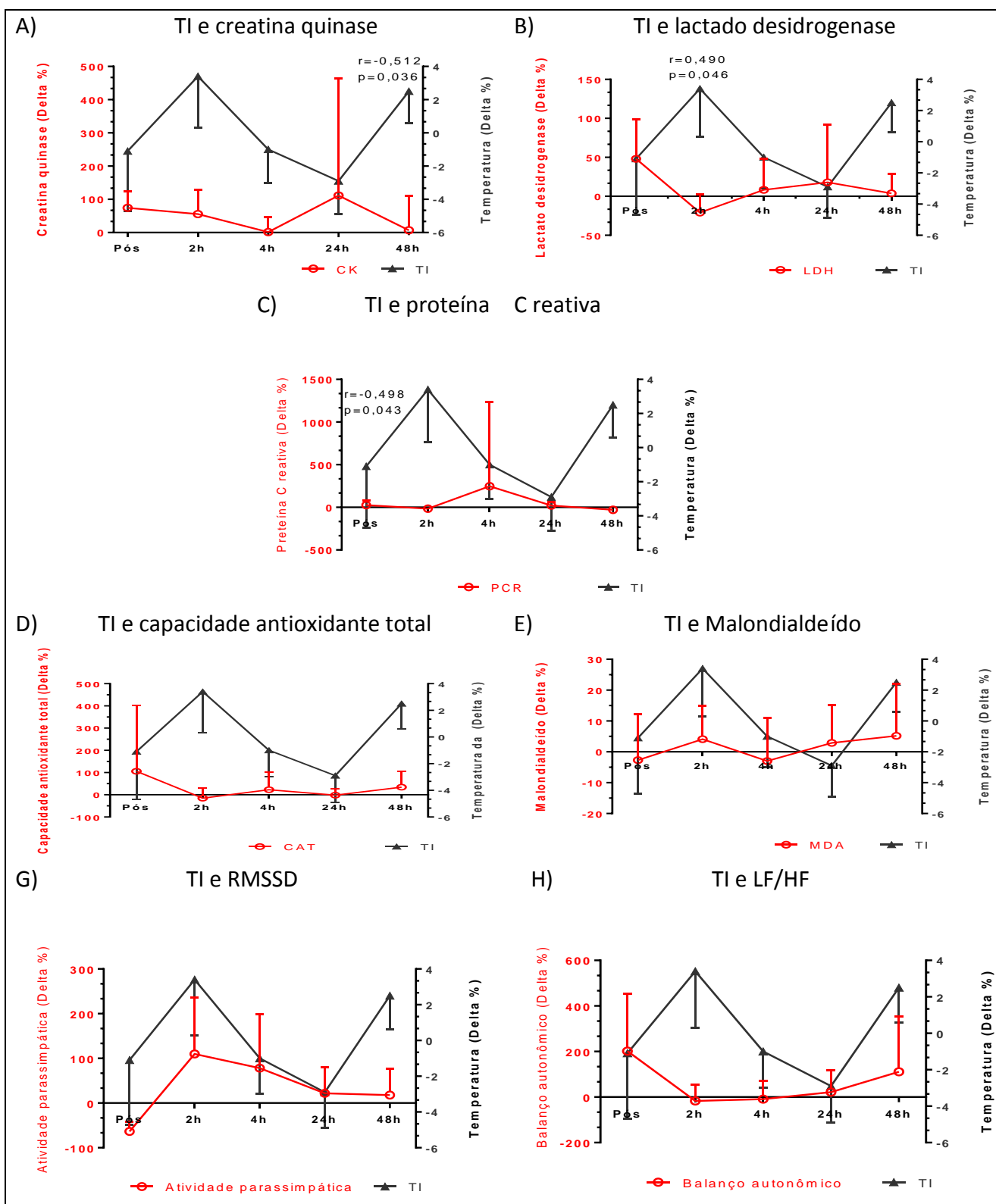
APÊNDICE G



Legenda: Pré = Avaliação pré-exercício, Pós = Avaliação pós-exercício, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico.

Correlação utilizando o momento anterior de avaliação, entre termografia posterior de braço e variáveis fisiológicas.

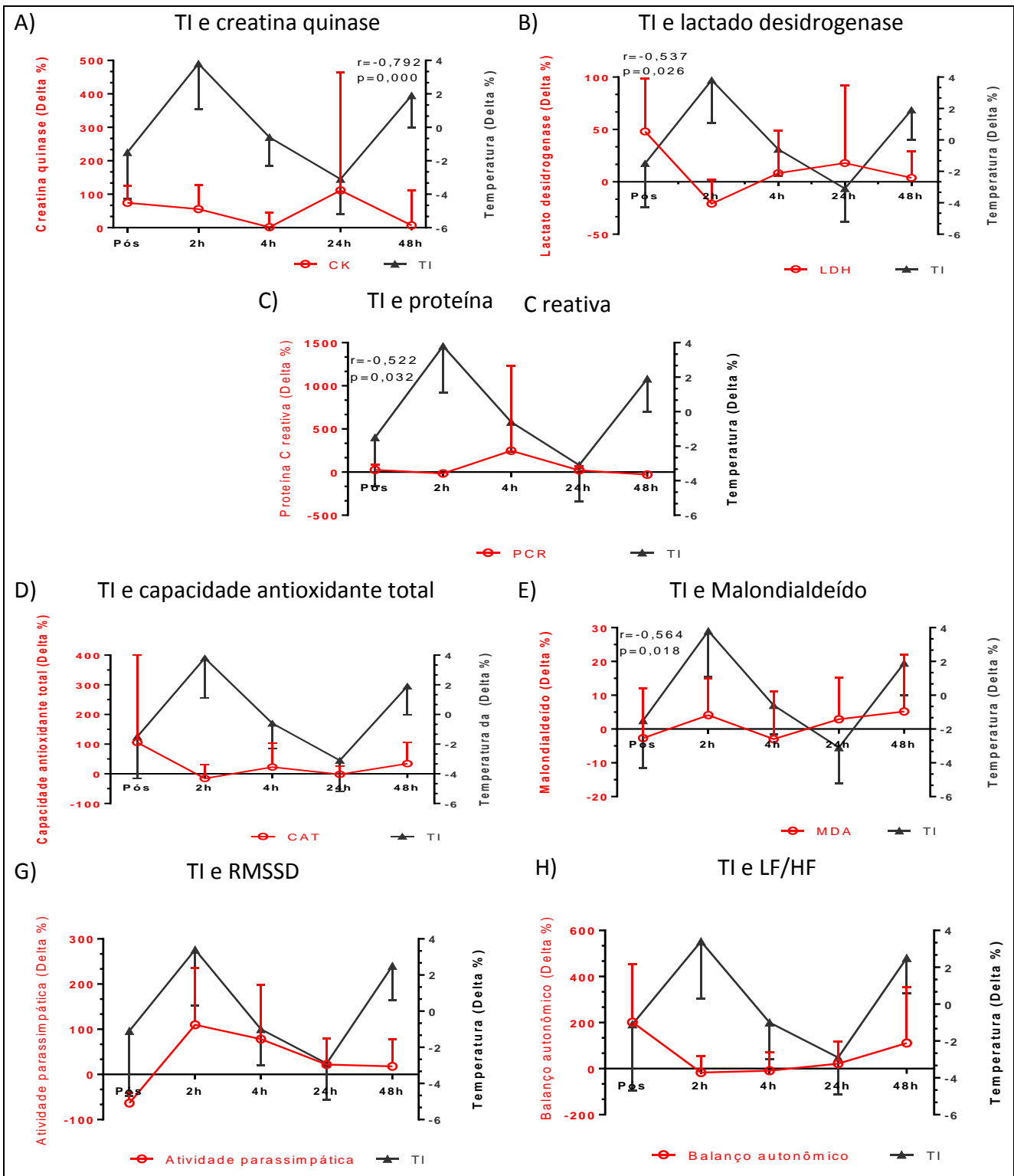
APÊNDICE H



Legenda: Pré = Avaliação pré-exercício, Pós = Avaliação pós-exercício, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico.

Correlação utilizando o momento anterior de avaliação, entre termografia anterior de coxa e variáveis fisiológicas.

APÊNDICE I



Legenda: Pré = Avaliação pré-exercício, Pós = Avaliação pós-exercício, 2h = Avaliação após 2 horas, 4h = Avaliação após 4 horas, 24h = Avaliação após 24 horas, 48h = Avaliação após 48 horas, Delta % = Variação percentual com relação o momento inicial, r = valor da correlação, p = valor de significância. RMSSD = Atividade parassimpática. LF/HF = Balanço Autonômico.

Correlação utilizando o momento anterior de avaliação, entre termografia posterior de coxa e variáveis fisiológicas.

8 ANEXOS

8.2 ANEXO A – Escala de BRUMS

Escala:

0 = nada 1 = um pouco 2 = moderadamente
3 = bastante 4 = extremamente

	0	1	2	3	4
1. Apavorado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Animado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Confuso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Esgotado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Deprimido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Desanimado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Irritado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Exausto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Inseguro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Sonolento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Zangado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Triste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ansioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Preocupado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Com disposição	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Infeliz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Desorientado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Tenso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Com raiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Com energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Cansado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Mal-humorado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Alerta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Indeciso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

8.3 ANEXO B – Questionário do Overtraining

0 – Nunca / 1 – Às vezes / 2 – Frequentemente / 3 - Sempre

01	Não estou atento como antes	0	1	2	3
02	Tenho sentido menos apetite que antes.	0	1	2	3
03	Tenho comido mais que antes (um pouco compulsivamente).	0	1	2	3
04	Tenho dormido mal.	0	1	2	3
05	Tenho ficado sonolento durante o dia.	0	1	2	3
06	Os intervalos entre os treinos me parecem insuficientes (curtos).	0	1	2	3
07	Meu rendimento tem sido pior.	0	1	2	3
08	Tenho ficado resfriado frequentemente.	0	1	2	3
09	Sinto que estou cansado.	0	1	2	3
10	Sinto-me inferiorizado.	0	1	2	3
11	Tenho tido câimbras e dores musculares.	0	1	2	3
12	Tenho falta de entusiasmo.	0	1	2	3
13	Tenho tido pouca segurança em mim mesmo.	0	1	2	3
14	Sinto-me fraco	0	1	2	3
15	Sinto-me nervoso, tenso, inquieto.	0	1	2	3
16	Tenho aguentado meu treinamento com muita dificuldade.	0	1	2	3
17	Tenho me cansado facilmente.	0	1	2	3
18	Tenho tido vontade de descansar.	0	1	2	3
19	Tenho tido menos confiança em mim mesmo.	0	1	2	3
20	Tenho tido dificuldades para me concentrar nas minhas atividades esportivas.	0	1	2	3
21	Meus gestos técnicos têm piorado.	0	1	2	3
22	Tenho perdido força interior/raça.	0	1	2	3
23	Tenho dormido muito.	0	1	2	3
24	Tenho sentido menos prazer na minha atividade esportiva.	0	1	2	3
25	Tenho me irritado facilmente.	0	1	2	3
26	As sessões de treino me parecem cada vez mais difíceis.	0	1	2	3
27	Tenho sentido minhas pernas pesadas.	0	1	2	3
28	Tenho sido pessimista, tenho pensado negativamente.	0	1	2	3
29	Tenho me sentido menos motivado.	0	1	2	3

8.4 ANEXO C – Comitê de Ética



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CERTIDÃO

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou por unanimidade na 7ª Reunião realizada no dia 25/08/2016, o Projeto de pesquisa intitulado: **“COMPARAÇÃO ENTRE TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA E MARCADORES FISIOLÓGICOS PARA CONTROLE DE CARGAS DE TREINO EM JOGADORES DE BASQUETEBOL”**, do pesquisador Valbério Candido de Araújo. Prot. nº 0456/16. CAAE: 58593416.6.0000.5188.

Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à apresentação do relatório final do estudo proposto à apreciação do Comitê.


Andrea Márcia da C. Lima
Mat. SIAPE 1117510
Secretária do CEP-CCS-UFPB

