

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

RAFAEL CARVALHO DE MORAES

**ANÁLISE DE BIOMARCADORES
SANGUÍNEOS EM ESTÍMULOS
ANAERÓBIOS MÁXIMOS NO NADO
CRAWL**

Campinas
2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

RAFAEL CARVALHO DE MORAES

**ANÁLISE DE BIOMARCADORES
SANGUÍNEOS EM ESTÍMULOS
ANAERÓBIOS MÁXIMOS NO NADO
CRAWL**

Tese de Doutorado apresentada à Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Doutor em Educação Física na Área de Concentração CIÊNCIA DO DESPORTO.

Orientador: Orival Andries Júnior

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO
FINAL DA TESE DE DOUTORADO DEFENDIDA
PELO ALUNO RAFAEL CARVALHO DE MORAES
E ORIENTADO PELO PROF. DR. ORIVAL
ANDRIES JÚNIOR.


Orival Andries Júnior
Orientador

Campinas
2012

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
ANDRÉIA DA SILVA MANZATO – CRB8/7292
BIBLIOTECA DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA UNICAMP

M791a Moraes, Rafael Carvalho de, 1982-
Análise de biomarcadores sanguíneos em estímulos anaeróbios máximos no nado crawl / Rafael Carvalho de Moraes. - Campinas, SP: [s.n], 2012.

Orientador: Orival Andries Júnior.
Tese (doutorado) – Faculdade de Educação Física,
Universidade Estadual de Campinas.

1. Biomarcadores. 2. Estímulos Anaeróbios. 3. Nado crawl. I. Andries Junior, Orival. II. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital:

Título em inglês: Blood biomarkers analysis in maximum anaerobic bouts in front crawl swimming.

Palavras-chaves em inglês:

Biomarkers

Anaerobic bouts

Crawl swimming

Área de Concentração: Ciências do Desporto

Titulação: Doutorado em Educação Física

Banca Examinadora:

Orival Andries Júnior [orientador]

Claudio Alexandre Gobatto

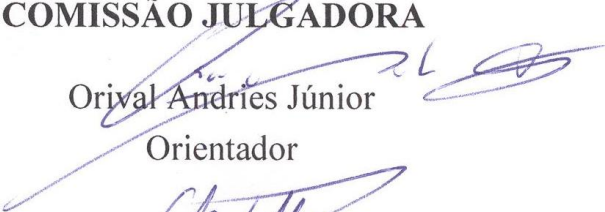
Fernando Oliveira Catanho da Silva

Mara Patrícia Traina Chacon Mikahil

Emilson Colantonio

Data da defesa: 27-02-2012

Programa de Pós-Graduação: Educação Física

COMISSÃO JULGADORA

Orival Andries Júnior

Orientador



Claudio Alexandre Gobatto



Emilson Colantonio



Mara Patricia Traina Chacon Mikahil



Fernando Oliveira Catanho da Silva

Dedicatória

“Há grandes Homens que fazem com que todos se sintam pequenos. Mas, o verdadeiro Grande Homem é aquele que faz com que todos se sintam Grandes”

Max Gehringer

Dedico este trabalho a Deus que sempre me abençoou e à minha família. É tudo puro mérito de vocês. Este trabalho é um mísero agradecimento ao que vocês me proporcionam todos os dias....

Agradecimentos

Aos que me esqueci desde já mil desculpas, aos citados aqui desculpem-me também pela brevidade e simplicidade. Vocês mereciam mais que um livro somente de agradecimentos.

Quero agradecer a meus pais, meus irmãos e sobrinha por proporcionarem a construção de uma família unida e feliz, sempre estarem me incentivando e dando apoio em todos os momentos e por serem os responsáveis por mais uma conquista de minha vida. PAI, MÃE, FÊ, PAULA e MARIA muito obrigado por tudo, vocês sempre estarão comigo não importa onde eu esteja, AMO VOCÊS. Vocês são a família que qualquer um quer ter, mas DEUS não oferece milagre a todos, e eu fui o abençoado de possuir vocês.

A toda minha família, primos (as) e tios (as), especialmente primos Carlos, Jô, Gah, Gui, Sívio, Mônica, Lelê e Jujú por sempre estarem deixando meus finais de semana e feriados mais alegres por mais difícil que fosse o momento.

Agradeço a Jackie por estar sempre do meu lado, me ajudando em tudo para que meu caminho se tornasse o menos penoso possível, sempre nos divertimos muito. Enorme abraço para toda sua família também, que sempre me ajudaram, mesmo que sendo a distância.

Ao meu Orientador Orival responsável por esta pesquisa e a pessoa que me ensinou a dar os primeiros passos para iniciar minha carreira profissional, além de sempre ser paciente e estar sempre pronto para minhas dúvidas.

Aos professores: Mara Patrícia, Cláudio Alexandre Gobatto, Augusto Carvalho Barbosa e Fernando Oliveira Catanho da Silva pela disponibilidade de serem membros julgadores de minha tese.

A Professora Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss por fornecer seu laboratório (LADESP) para que eu pudesse realizar minhas análises – sem você minha pesquisa não teria a riqueza que consegui.

Ao técnico do LADESP Edson, que estava sempre pronto a solucionar minhas dúvidas para as análises, você é dez.

Ao meu amigo Fernando, considerado um IRMÃO, pelos momentos, que nem posso descrevê-los de tantos que foram, que passamos juntos. Nos divertimos demais.

Ao meu amigo, membro de minha família Davi, juntamente com Lindomar e família por fazer parte dessa etapa de minha vida, espero sempre ter vocês ao meu lado, são poucos que tem tanta sorte...

Ao meu amigo Brenno por me ajudar de maneira inacreditável em minhas coletas. Obrigado por simplesmente.... TUDO

Ao meu experiente amigo José Roberto por sempre estar me apoiando em meus caminhos.

Ao Lazarão pela amizade e por me ajudar nesta pesquisa, sem você não teria conseguido análises com tanta qualidade.

Aos meus amigos Ronan, Dona Isabel, Roger, Gustavão e Lélia por tornarem a execução de meu trabalho sempre muito agradável, vocês são incríveis...

Ao meu amigo Diego Cama nem sei porque rsrsrsrsrsr, dee ser por isso neh? Só palhaçada.

Aos meus amigos, Luizão – Doido, Catarina – Madimba, Marina e Rapha – Personal Frete, por momentos tão divertidos e pelos ótimos jantares.... Aribaaa...

Ao meu amigo Gustavo Arruda, pela amizade, prontidão em sempre me ajudar!! Valeu tch tch tttt tchaaaammps...

Aos meu amigos Adriano, Fernando, Vinícius, Abrão, Fezão e Lucas por também serem responsáveis por esta pesquisa.

Agradeço a meu também irmão, Parceiraço, Pinguas (Thiagão) nos afastamos um pouco pelas ocasiões mas minha consideração por você se mantém enorme.

A todos da ACADEMIA EXTREME, por sempre estarem me ouvindo e descontraindo.

Ao Augusto (IPATINGA), por me ajudar nesta pesquisa, pelas discussões que sempre me ajudaram a enriquecer meus conhecimentos.

Aos meus amigos de anos Telles e Guima.

Ao meu amigo Renatinho.

Ao Kabeção (Renatão) pelos momentos de conversa e de muita, mas muita risada....

A minha sempre amiga Maira, por me apoiar no começo de minha caminhada para este objetivo e sempre estar torcendo pelo meu futuro..

A todo pessoal do LABEX que tornaram meu conhecimento mais rico e me ensinaram a observar as obrigações de outra maneira.

A todo pessoal de minha sala na graduação pelas festas e momentos que passamos juntos.

A Prof. Denise por me receber sempre de portas abertas pelas oportunidades de estudo que sempre me deu, e que fez eu me tornar mais responsável e sério em meu trabalho.

A todos os professores e monitores que me deram aula que sempre ajudaram a me engrandecer.

Ao projeto Treinando Natação que foi onde tudo começou.

Às minhas queridas secretárias dos departamentos da Faculdade: Ritinha, Maria, Dôra, Mari, Márcia, Fátima, Simone. Vocês todas são ótimas desculpem-me por sempre atormentá-las.

A meus amigos de São Paulo, do prédio e que estudaram comigo no colégio pelos momentos de descontração que tivemos.

Caso tenha esquecido de alguém, mil perdões você não deixa de ser menos importante simplesmente por não ter sido citado, desde já muito obrigado mesmo.

A TODOS MUITÍSSIMO OBRIGADO, DE CORAÇÃO!!!

Não merecia ter tantas pessoas magníficas ao meu lado.

MORAES, Rafael Carvalho. **Análise de biomarcadores sanguíneos em estímulos anaeróbios máximos no nado crawl**. 2012. 153f. Tese (Doutorado em Educação Física)-Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

RESUMO

Em se tratando de treinamento esportivo, é possível afirmar que gestos técnicos e táticos são bastante explorados e também aplicados às sessões de treino. Contudo, em relação às respostas e adaptações fisiológicas, ainda há muitos fatores que não recebem a devida importância. O objetivo deste trabalho foi analisar biomarcadores sanguíneos, Escala de Borg (EB) (dor e esforço) e frequência cardíaca (FC) em estímulos anaeróbios máximos no nado crawl (25, 50, 100 e 200 metros). Assim, 4 nadadores (sexo masculino) competitivos em nível nacional, com idade média de 20 anos ($\pm 2,71$), treinando há no mínimo 3 anos, foram voluntários no estudo. Os atletas seguiram uma rotina de treino em água de 2hs diárias – cinco a seis vezes por semana – durante 48 semanas, minuciosamente controladas, objetivando 3 competições-alvo, especialmente da 46ª semana deste período. Durante as 10 semanas precedentes à competição principal cada atleta realizou 4 estímulos máximos nas metragens supracitadas em 3 momentos – semanas 1 e 2 (momento 1), 5 e 6 (momento 2) e 9 e 10 (momento 3), mantendo a rotina de treino proposta. Foram coletadas amostras de sangue para medir as concentrações de lactato, creatinina, creatina quinase (CK) e ácido úrico (AU). Além disso, foram aferidos os tempos de cada estímulo, velocidade, FC e EB. As amostras de sangue, dados de FC e EB, foram coletadas antes e em momentos pós-testes. Para análise estatística utilizou-se do teste Kruskal-Wallis para medidas não-paramétricas. Os valores para os biomarcadores sanguíneos não apresentaram diferenças significativas entre os momentos de avaliação ($p < 0,05$). A FC apresentou diferenças entre 25, 50 e 100m de cada teste, e apresentou valores de correlação com velocidade ($r = -0,409$), com lactato ($r = -0,8$) e creatinina ($r = 0,341$). Neste contexto, a EB mostrou-se um bom parâmetro para prescrição da intensidade de dor e esforço quando relacionada a velocidade ($R^2 = 58,9\%$ e $R^2 = 74,6\%$ respectivamente), lactato ($R^2 = 48,5\%$ e $R^2 = 44,3\%$ respectivamente) e FC ($R^2 = 28,9\%$ e $R^2 = 23,8\%$ respectivamente). Assim, CK, creatinina, AU e FC não mostraram-se bons parâmetros para diferenciação de esforços nos estímulos analisados. Desta forma, adotar valores fixos de FC e/ou algum biomarcador sanguíneo pode sub ou superestimar o desempenho do atleta. Já o lactato pode ser considerado bom parâmetro avaliador para estímulos anaeróbios máximos sendo mais otimizado quando atrelado à FC.

Palavras-Chaves: biomarcadores, estímulos anaeróbios, nado crawl.

MORAES, Rafael Carvalho. **Blood biomarkers analysis in maximum anaerobic bouts in front crawl swimming.** 2012. 153f. Thesis (Doutorado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

ABSTRACT

In the case about sportive training, it is possible to affirm that technical and tactical gestures are fairly well explored and applied to the training sessions. However, about physiological adaptations there are many factors that still has not been given its due importance. The objective of this study was to analyze blood biomarkers along with the Borg scale (BS) (pain and effort) and heart rate (HR) in the maximum anaerobic bouts in crawl swimming (25, 50, 100 and 200 meters). Thus, four swimmers (men) competing at the national level, with an average age of 20 years (± 2.71), training for at least three years, volunteered for the study. The athletes followed a routine of 2hs daily training - five to six times a week - 48 weeks, carefully controlled, aiming at 3 competitions, specially the 46^a week competition of period. In the 10 weeks preceding the main competition, each athlete performed 4 maximum bouts in that distances at 3 times - weeks 1-2 (moment 1), 5-6 (moment 2) and 9-10 (moment 3), keeping the training routine proposal. We collected blood samples to measure the concentrations of lactate, creatinine, creatine kinase (CK) and uric acid (UA). In addition, we measured the time of each bouts, speed, HR and SB. Blood samples, FC and EB data were collected before and after testing times. For statistical analysis we used the Kruskal-Wallis test for nonparametric measures. The values for blood biomarkers showed no significant differences between the moments ($p < 0.05$). The HR differ even between the distances 25, 50 and 100m of each test, and reported correlated values with speed ($r = -0,409$), lactate ($r = -0,8$) and creatinine ($r = 0,341$). So, the SB was shown to be a good parameter of pain and effort for the prescription of exercise intensity when related with speed ($R^2 = 58,9\%$ e $R^2 = 74,6\%$ respectively), lactate ($R^2 = 48,5\%$ e $R^2 = 44,3\%$ respectively) and HR ($R^2 = 28,9\%$ e $R^2 = 23,8\%$ respectively). Thus, CK, creatinine, UA and HR, wasn't good parameters to differ the effort between bouts analyzed. Then, adopting fixed values of HR and / or any blood biomarker may under or overestimate the performance of the athlete. The lactate coupled to HR can be treated like a good measure parameter of anaerobic bouts.

Key Words: biomarkers, anaerobic bouts, crawl swimming.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vias de produção de ATP.....	36
Figura 2. Via Glicolítica Anaeróbia – substratos, enzimas e produtos.....	40
Figura 3. Remoção de lactato e H ⁺ do músculo para o sangue através dos MCTs 4, e do sangue para o coração, fígado, e fibras do tipo I pelo MCT1.....	42
Figura 4. Vias da perda de adenine nucleotídeo do músculo pela desfosforilação e deaminação.....	48
Figura 5. Dado de remoção de próton e lactato de uma contração muscular	114
Figura 6. Correlação entre creatinina sérica e índice de massa corporal em diferentes esportes. Mediana concentração de creatinina, índice de massa corporal e correspondência 27-75% são ilustradas. Concentração de creatinina é dada em mg/dL; isto pode ser convertido para µmol/L multiplicando por 88,4	122
Figura 7. Caminhos bioquímicos envolvidos no metabolismo muscular de IMP. 1, ATPase; 2, Adenilato Quinase; 3, AMP deaminase; 4, citoplasmática 5'-nucleotidase, purina nucleotídeo fosforilase; 6, xantina oxidase; 7, adenilatosuccinase sintetase; 8, adenilatosuccinase liase; 9, hipoxantina/guanina 5-fosforibosil 1-pirofosfato (PRPP) transferase. sAMP, succinil AMP; PNC, ciclo purina nucleotídeo	124
Figura 8. Lactato (LAC), Percentual da Frequência Cardíaca Máxima (%FCmáx), e modificada (%FCmáx), valores para cada classificação da percepção subjetiva de esforço (PSE) nos estágios	129

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1. Localização das isoformas de MCTs mais encontradas em seres humanos.....	44
QUADRO 2. Tempo pico de extravasamento de CK na corrente sanguínea de acordo com a atividade física.....	45
QUADRO 3. Cronograma dos testes.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1. Características do grupo no período de avaliação.....	56
TABELA 2. Escala de percepção subjetiva de esforço segundo Borg (1998)	65
TABELA 3. Escala de percepção subjetiva de dor segundo Borg (1998)	66
TABELA 4. Valores das velocidades médias individuais e do grupo - médias e desvio padrão - nos três momentos do teste de 25m.....	69
TABELA 5. Valores das velocidades médias individuais e do grupo - médias e desvio padrão - nos três momentos do teste de 50m.....	69
TABELA 6. Valores das velocidades médias individuais e do grupo - médias e desvio padrão - nos três momentos do teste de 100m.....	69
TABELA 7. Valores das velocidades médias individuais e do grupo - médias e desvio padrão - nos três momentos do teste de 200m.....	69
TABELA 8. Análise entre velocidades médias de 25, 50, 100 e 200m.....	70
TABELA 9. Médias e DP das velocidades dos atletas para cada distância entre os 3 momentos.	70
TABELA 10. ANOVA para os fatores distância, momento e atleta	75
TABELA 11. Coletas por atleta, médias e DP ($\pm$) das concentrações de lactato sanguíneo (mmol/L) nos três momentos do teste 25m	76
TABELA 12. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações de lactato sanguíneo (mmol/L) nos três momentos do teste 50m	77
TABELA 13. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações de lactato sanguíneo (mmol/L) nos três momentos do teste 100m	78
TABELA 14. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações de lactato sanguíneo (mmol/L) nos três momentos do teste 200m	79

TABELA 15. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de CK (U/L) nos três momentos do teste 25m	85
TABELA 16. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de CK (U/L) nos três momentos do teste 50m	85
TABELA 17. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de CK (U/L) nos três momentos do teste 100m	85
TABELA 18. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de CK (U/L) nos três momentos do teste 200m	85
TABELA 19. Coletas, médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de Creatinina (mg/dL) nos três momentos para 25m	88
TABELA 20. Coletas, médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de Creatinina (mg/dL) nos três momentos para 50m	88
TABELA 21. Coletas, médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de Creatinina (mg/dL) nos três momentos para 100m	89
TABELA 22. Coletas, médias e DP (das concentrações sanguíneas de Creatinina (mg/dL) nos três momentos para 200m	89
TABELA 23. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de AU (mg/dL) nos três momentos para 25m	91
TABELA 24. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de AU (mg/dL) nos três momentos para 50m	92
TABELA 25. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de AU (mg/dL) nos três momentos para 100m	92
TABELA 26. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de AU (mg/dL) nos três momentos para 200m	92

TABELA 27. Média e DP ($\pm$) Cinética de FC (bpm) por atleta e momentos de avaliação – 25m.....	96
TABELA 28. Média e DP ($\pm$) Cinética de FC (bpm) por atleta e momentos de avaliação – 50m.....	97
TABELA 29. Média e DP ($\pm$) Cinética de FC (bpm) por atleta e momentos de avaliação – 100m.....	98
TABELA 30. Média e DP ($\pm$) Cinética de FC (bpm) por atleta e momentos de avaliação – 200m.....	99
TABELA 31. Valores de creatinina sérica (média e DP) de atletas homens comparados com concentrações em homens sedentários	121

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Boxplot das velocidades (m/s) por atleta em 25m.....	71
Gráfico 2. Boxplot das velocidades (m/s) por momento em 25m.....	71
Gráfico 3. Boxplot das velocidades (m/s) por atleta em 50m.....	72
Gráfico 4. Boxplot das velocidades (m/s) por momento em 50m.....	72
Gráfico 5. Boxplot das velocidades (m/s) por atleta em 100m.....	73
Gráfico 6. Boxplot das velocidades (m/s) por momento em 100m.....	73
Gráfico 7. Boxplot das velocidades (m/s) por atleta em 200m.....	74
Gráfico 8. Boxplot das velocidades (m/s) por momento em 200m.....	74
Gráfico 9. Gráfico de dispersão de lactato (mmol/L) pelas coletas (distâncias).....	80
Gráfico 10. Boxplot de lactato (mmol/L) pelas coletas (distâncias).....	81
Gráfico 11. Gráfico de dispersão de lactato (mmol/L) pelas coletas (atletas).....	81
Gráfico 12. Boxplot de lactato (mmol/L) pelas coletas (atletas).....	82
Gráfico 13. Boxplot de lactato (mmol/L) pelas distâncias (metros).....	82
Gráfico 14. Médias e DP de Lactato sanguíneo (mmol/L) para os momentos (normal -95% intervalo de confiança).....	83
Gráfico 15. Boxplot de CK (U/L) pelas coletas (distância).....	86
Gráfico 16. Boxplot de CK (U/L) pelas coletas (atletas).....	86
Gráfico 17. Boxplot de CK (U/L) pelas distância (metros).....	87
Gráfico 18. Médias e DP de CK (U/L) por momento (normal -95% intervalo de confiança).....	88
Gráfico 19. Boxplot de creatinina (mg/dL) pela coleta (por atletas).....	90
Gráfico 20. Boxplot de creatinina (mg/dL) pela distância (metros).....	90
Gráfico 21. Médias e DP de Creatinina (mg/dL) por momento (normal -95% intervalo de confiança).....	91
Gráfico 22. Gráfico de dispersão de AU pelas coletas (por distância).....	93
Gráfico 23. Boxplot de AU pelas coletas (por distância).....	93
Gráfico 24. Gráfico de dispersão de AU pelas coletas (por atleta).....	94
Gráfico 25. Boxplot de AU pelas coletas (por atleta).....	94
Gráfico 26. Boxplot de AU pela distância (metros).....	95
Gráfico 27. Médias e DP de AU (mg/dL) por momento (normal -95% intervalo de confiança).....	95

Gráfico 28. Gráfico de dispersão FC pelas coletas (por distância).....	100
Gráfico 29. Boxplot de FC pelas coletas (por distância)	101
Gráfico 30. Gráfico de dispersão FC pelas coletas (por atleta).....	101
Gráfico 31. Boxplot de FC pelas coletas (por atleta)	102
Gráfico 32. Boxplot de FC pelas distância (metros)	102
Gráfico 33. Médias e DP de FC (bpm) por momento (normal -95% intervalo de confiança).....	103
Gráfico 34. Percepção Subjetiva de Esforço para as distâncias nadadas nos três momentos.....	104
Gráfico 35. Percepção Subjetiva de Dor para as distâncias nadadas nos três momentos.....	104
Gráfico 36. Correlação entre biomarcadores sanguíneos, FC e velocidade	105
Gráfico 37. Correlação entre biomarcadores sanguíneos, FC – Pré e Pós testes	106
Gráfico 38. Boxplot de FC e lactato em 25m	107
Gráfico 39. Boxplot de FC e lactato em 50m	108
Gráfico 40. Boxplot de FC e lactato em 100m	108
Gráfico 41. Boxplot de FC e lactato em 200m	109
Gráfico 42. Boxplot de FC e lactato para o atleta 1.....	109
Gráfico 43. Boxplot de FC e lactato para o atleta 2.....	110
Gráfico 44. Boxplot de FC e lactato para o atleta 3.....	110
Gráfico 45. Boxplot de FC e lactato para o atleta 4.....	111
Gráfico 46. Médias de CK referente aos 3 momentos nas quatro distâncias nadadas	118

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

' , min	Minutos
", seg	Segundos
±	Mais ou menos
=	Igual a
<	Menor
%G	Percentual de Gordura
ACC	Acetil-CoA Carboxilase
ADP	Adenosina Difosfato
AG	Anaerobic Glycolysis
AMP	Adenosina Monofosfato
AMPK	Adenosina Monofosfato – proteína quinase ativada
apud	Citação de citação
ATP	Adenosida Trifosfato
AU	Ácido Úrico
BDE	Base de Desenvolvimento Específico
BDG	Base de Desenvolvimento Geral
BP	Bifosfato
bpm	Batimentos por minuto
C	Competitivo
°C	Graus Celsius
Ca ²⁺	Cálcio
CBDA	Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos
CCI	Coeficiente de Correlação Intraclasses
CK	Creatina Quinase
CL	Contração lenta
cm	Centímetros
CO ₂	Gás Carbônico
CoA	Coenzima A
Cr	Creatina
CTE	Cadeia de Transporte de Elétrons
CV	Coeficiente de Variação

DC	Densidade Corporal
DHAP	Dihidroxiacetona Fosfato
EB	Escala de Borg
eNOS	Endothelial Nitric Oxido Synthase
et. al	Entre outros
f	Estatística f de Snedecor
FAP	Federação Aquática Paulista
FC	Frequência Cardíaca
FCM	Faculdade de Ciências Médicas
FEF	Faculdade de Educação Física
G3P	Glicose Três Fosfato
GL	Grau de Liberdade
GTP	Guanosina Trifosfato
H⁺	Próton hidrogênio
H₂O	Água
HCO₃⁻	Bicarbonato
hs	horas
IMP	Inosina Monofosfato
IMC	Índice de massa corporea
Kg	Kilogramas
[LAC]	Concentração de lactato
LACmin	Lactato Mínimo
LABEX	Laboratório de Bioquímica do Exercício
LADESP	Laboratório de Desempenho Esportivo
LAn	Limiar Anaeróbio
LV	Limiar Ventilatório
LV1	Limiar Ventilatório 1
LV2	Limiar Ventilatório 2
m	Metros
MCT	Transportador de Monocarboxilato
MK	Mioquinase
mg/dL	Miligramas por decilitro
μL	Microlitros
mM	Milimolar

mm	milímetros
mmol	Milimol
mmol/L	Milimol por litro
m/s	Metros por segundo
n	Número
NAD+	Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Oxidada
NADH	Nicotinamida Adenina Dinucleotídeo Reduzida
NH₄	Amônio
O₂	Oxigênio
OAA	Oxaloacetato
OP	Oxidative Phosphorylation
p	Nível de significância
p.	Página
pp.	Páginas
PC	Período Competitivo
PCr	Fosfocreatina
PEP	Fosfoenolpiruvato
PGK	Fosfoglicerato quinase
pH	Potencial hidrogeniônico
Pi	Fosfato inorgânico
PIR	Piruvato
PK	Piruvato quinase
PT	Período Transitório
SQ	Soma de Quadrado
SQM	Soma de Quadrado Médio
ST	Soma das dobras
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas
USP	Universidade de São Paulo

U/L	Unidade por Litro
VCO₂	Volume de gás carbônico produzido
Vel	Velocidade
VO₂	Volume de Oxigênio consumido
VO₂máximo	Volume máximo de Oxigênio consumido
vs.	Versus

SUMÁRIO

1 Introdução	31
2 Referencial teórico	35
2.1 Vias metabólicas produtoras de adenosina trifosfato (ATP)	35
2.1.2. Sistema ATP/Fosfocreatina	37
2.1.3. Vias da Mioquinase (MK).....	38
2.1.4. Glicólise anaeróbia	39
2.1.4.1. Transporte de lactato e MCTs	42
2.2. Biomarcadores.....	44
2.2.1. Creatina quinase (CK)	44
2.2.2 Creatinina	46
2.2.3 Ácido Úrico	46
2.3. Treinamento contínuo	48
2.4. Treinamento intervalado	49
2.5. Percepção subjetiva de esforço e dor (Escala de Borg)	51
3. Objetivos	53
4. Materiais e métodos	55
4.1. Amostra	55
4.2. Avaliação antropométrica	57
4.3. Caracterização do processo de treinamento	58
4.4. Testes realizados	61
4.4.1. Cinética de coleta dos Biomarcadores e aferição da FC.....	62
4.4.2. Coletas de sangue	63
4.4.2.1. Biomarcadores	63
4.4.3. Frequência cardíaca	64
4.4.4. Escala de Borg	64
4.5. Materiais de análises.....	66
5. Análise estatística	67
7. Resultados	69
7.1. Velocidade	69

7.2. Lactato	75
7.3. Creatina quinase	84
7.4. Creatinina	88
7.5. Ácido úrico	91
7.6. Frequência cardíaca	96
7.7. Escala de Borg	103
7.8. Correlação	105
7.9. Lactato e Frequência Cardíaca	107
8. Discussão	113
8.1. Lactato	14
8.2. CK	117
8.3. Creatinina	119
8.4 AU	123
8.5 FC	125
8.6 EB	127
9. Conclusão	131
10. Referências	133
Apêndices	145
Anexos	151

1 Introdução

“A especialização representa o principal elemento exigido para se obter sucesso em um desporto” (BOMPA, 2002, p. 36), pois, a eficiência normalmente depende do desenvolvimento da especialização (MATVEEV, 1996).

Seguindo esta vertente, DANTAS (2003) caracteriza como princípio da especificidade aquele que impõe, como ponto essencial, que o treinamento deve ser montado sobre os requisitos específicos do desempenho desportivo em termos de qualidade física interveniente, sistema energético preponderante, segmento corporal e coordenações psicomotoras utilizados, ou seja, o treinamento executado deve reproduzir as tarefas nas quais o indivíduo procura tornar-se mais hábil (FLECK, 2003). Neste contexto, podemos afirmar que os programas de treinamento devem ser relevantes para as exigências específicas do desporto (BOMPA, 2001, 2004).

Com isto, faz-se necessário elaborarmos as correntes do treinamento com intuito destas ficarem cada vez mais específicas para cada modalidade esportiva, visando sempre a melhora no desempenho do atleta. Neste sentido, WEINECK (1999) afirma que, somente pelo controle constante do processo de treinamento através de testes gerais e específicos, é que se pode comparar os resultados obtidos com os desejados, tentando assim, otimizar o treinamento.

Para que os nadadores treinem sempre de acordo com suas capacidades, é necessário então, que haja um controle do estado em que se encontram. Este controle baseia-se em diversos fatores que compõem avaliações físicas (fisiológicas, biomecânicas, bioquímicas), nutricionais e psicológicas.

Em nadadores, o princípio da especificidade é bastante utilizado. Porém, ainda pode ser bastante explorado. A grande maioria de treinadores aplica testes para controle de treinamento para o nado crawl e, a partir destes, a planilha de treino de seus atletas é elaborada. Entretanto, não é verificado de fato, se os testes aplicados condizem com os resultados que eles pretendem avaliar, pois, no Brasil, na grande maioria das vezes, optamos por testes orientados não por sua fidedignidade, mas sim, por seu custo. Através desta afirmação, podemos concluir que, uma vez escolhendo testes mais baratos, estamos optando por testes indiretos (subjetivos).

Entretanto, devemos ter muita cautela em qual destes testes, já propostos na literatura, nos basear para não prejudicarmos nosso processo de treinamento, isto porque, nadadores de elite requerem e possuem capacidade aeróbia e anaeróbia muito desenvolvidas além também de uma ótima técnica que levam anos para ser desenvolvidas (BARDEN e KELL, 2008).

O mesmo ocorre com as pausas durante as séries de treino, onde os preparadores físicos estipulam uma determinada pausa para a série em questão sem diferenciá-las para seus atletas, ou seja, todos os atletas são orientados a descansar o mesmo tempo, fazendo com que o princípio da individualidade biológica seja ignorado e, desta forma, não exploramos todo o potencial dos atletas. Durante o treinamento em natação, estímulos curtos em intensidade máxima são amplamente utilizados para otimização da potência anaeróbia (TOUBEKIS et al., 2006).

Estas pausas normalmente tomam um maior grau de importância a medida que a intensidade das séries de treino começam a ficar cada vez mais altas, ou seja, exigindo cada vez mais do metabolismo anaeróbio e, portanto, necessitando de um aporte energético crescente para um intervalo de tempo cada vez menor para execução do exercício (TOUBEKIS et al., 2011) e, conseqüentemente, levando os atletas a uma incapacidade de gerar trabalho muscular específico em altas intensidades em um curto espaço de tempo. Desta forma, faz-se necessário cuidado especial para as pausas de treino e também para em qual momento de treino o atleta se encontra pois, essas pausas são mutáveis no decorrer do processo de treinamento e do grau de estresse do atleta.

São essas pausas, juntamente com a intensidade dos estímulos, que determinam em quais fontes energéticas o atleta buscará energia para execução do trabalho muscular, ou seja, se não oferecermos as pausas suficientes para o nadador se recuperar com certeza ele não será capaz de realizar seu trabalho na intensidade estipulada (TOUBEKIS et al., 2011). Seguindo esta vertente, é interessante que seja verificado como o nadador se recupera para determinado estímulo em determinada intensidade através de avaliações.

Em se tratando de estímulos anaeróbios de alta intensidade, que exigem mais cautela com as pausas, deve-se voltar a atenção para análise de biomarcadores sanguíneos que são capazes de fornecer informações a respeito do desgaste que o nadador se submete pois, treinos de *Sprint* bem elaborados geram adaptações musculares que podem ser separadas em

metabólicas (sendo as enzimas as maiores representantes dessas mudanças) e morfológicas (tipo de fibra, retículo sarcoplasmático para ajudar na liberação de Ca^{2+} e área de secção transversa da fibra) (ROSS e LEVERITT, 2001). Estes mesmos autores mostram que, em contrapartida, se estes treinos excederem o volume e/ou frequência ideal que é determinada como ótima individualmente, haverá uma indução de mudanças para características contráteis de um músculo mais lento.

Logo, para que ocorra adaptações adequadas, deve-se levar em consideração a duração de estímulos, a pausa entre estes, o volume e frequência totais dos treinos (ROSS e LEVERITT, 2001). Sendo assim, necessitamos do maior número de informações possíveis para que o técnico possa adequar o treino da maneira mais peculiar possível a seu atleta. Em se tratando de estímulos anaeróbios, não somente a avaliação de biomarcadores sanguíneos se mostra bastante pertinente para exercer esta função como também o *feedback* dos atletas em relação a qual estado de desgaste eles se encontram para determinado estímulo utilizando escalas subjetivas de esforço e dor para auxiliar os treinadores na estruturação das planilhas de treino (LAURENT et al., 2011). Produtos das vias anaeróbias que podem ser analisados na corrente sanguínea tais como lactato, creatina quinase (CK), creatinina e ácido úrico (AU) podem ser de suma importância em todo o processo de treinamento, principalmente para atletas que competem provas com predominância anaeróbia.

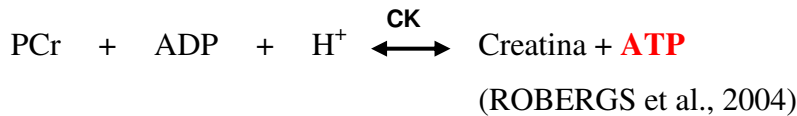
O lactato é derivado da via glicolítica anaeróbia (equações 1 e/ou 2) (ROBERGS et al., 2004; BACKER, 2003), ou seja, quanto mais ATP é exigido por unidade de tempo pelo exercício intenso, mais ativada será esta via e, com isso, mais lactato será produzido e removido do músculo para a corrente sanguínea, o que pode nos fornecer informações sobre qual a melhor pausa a ser realizada em determinado estímulo para que o músculo esteja em condições adequadas de trabalho (ROBERGS et al., 2004).



(ROBERGS et. al, 2004)

A CK é uma enzima intracelular presente em grandes quantidades no músculo esquelético, miocárdio e cérebro e em menores quantidades em tecidos viscerais que catalisa a reação de creatina fosfato a creatina e ATP, gerando energia (equação 3) (NARDIN et al. 2009).

O rompimento da membrana celular devido a hipóxia ou outro tipo de dano (CABANIS, 1990), tais como contrações musculares repetidas e intensas e até mesmo choques mecânicos libera CK do citosol celular para a circulação sistêmica (MOUGIOS, 2007).



Já a creatinina é derivada não-enzimaticamente da creatina (MILIC et al., 2011; BANFI et al., 2009) e é comumente analisada para verificação da função renal em medicina clínica bem como para avaliação do estado de saúde de atletas, particularmente em modalidades onde o balanço eletrolítico é crucial (MILIC et al., 2011).

E, finalizando os biomarcadores supracitados, temos o AU que é um produto da via anaeróbia da mioquinase onde, em exercícios extremamente intensos, a demanda energética encontra-se em níveis altíssimos e, portanto, haverá catabolismo de nucleotídeos (duas moléculas de adenilato difosfato – ADP) para obtenção de ATP, pois, a taxa de utilização de ATP no músculo esquelético está mais alta que a taxa de regeneração que causará esse acúmulo de ADP e AMP (HELLSTEN et al., 1999) e, conseqüentemente produção de AU (SVENSSON et al., 2002) que também pode ser analisado no sangue. Quando observamos valores de hipoxantina, podemos relacionar ao AU, uma vez que esse deriva desta e, como Lombardi et al. (2010) afirmam, há um aumento destes em atletas depois de exercício intenso, sendo a hipoxantina considerada um marcador de estresse energético no músculo durante o exercício, ou seja, quanto maior o estresse que o músculo é submetido maior serão os níveis de hipoxantina e conseqüentemente de AU (LOMBARDI et al., 2010; HELLSTEN et al., 2004).

Arelado a estes biomarcadores, é interessante também que o próprio atleta descreva como se sente deparado com o estresse físico que lhe é proporcionado pelo treino através de escalas de esforço e dor, que já são bastante utilizadas em treinos, como a Escala de Borg (1998).

2 Referencial Teórico

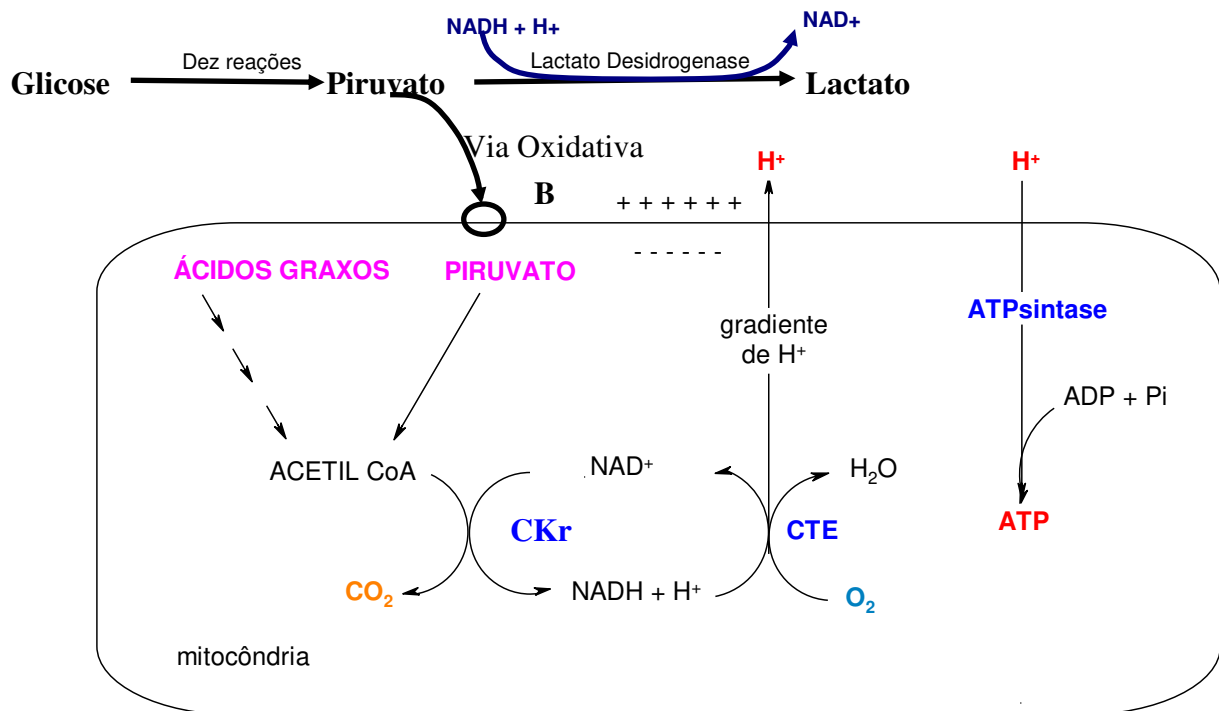
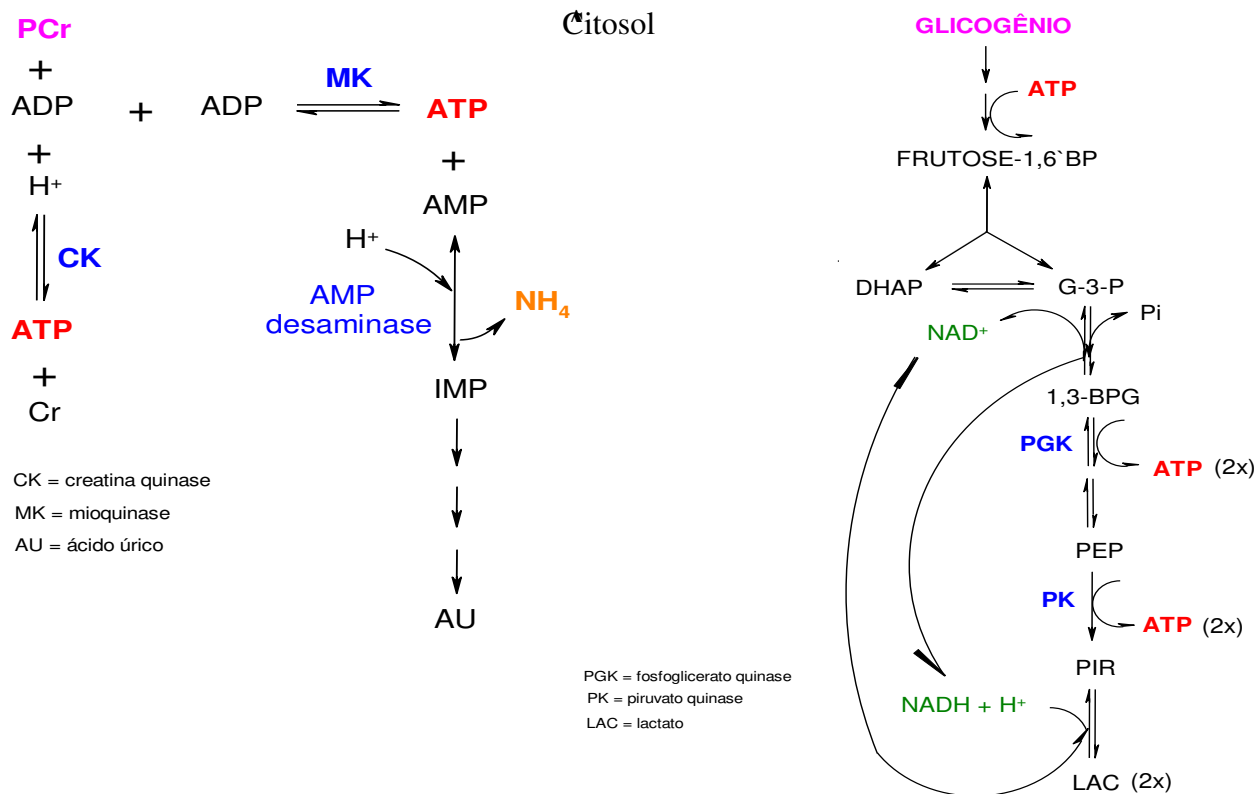
2.1 Vias Metabólicas Produtoras de Adenosina Trifosfato (ATP)

No exercício físico necessitamos de energia para que ocorra contração muscular. Para isto temos que obter esta energia de algum substrato, sendo este chamado de adenosina trifosfato (ATP).

Como sabemos, nosso músculo tem capacidade de aumentar muitas vezes sua demanda energética em relação a seus níveis basais (ASTRAND e RODAHL, 1986), buscando sempre aumentar sua produção de ATP, que fornece energia para o trabalho.

O músculo é o principal tecido para motricidade e, para isto, utiliza somente ATP como fonte de energia tanto para sua contração quanto para relaxamento, além de condução de impulsos nervosos para assegurar as reações do metabolismo imprescindíveis para manutenção de sua atividade. Apesar disto, a concentração de ATP intracelular é extremamente baixa, suficiente apenas para alguns segundos de contração muscular (ROSS e LEVERITT, 2001; STATHIS et al., 1994 apud HOHL, 2002). Com isso, conforme o exercício físico se estende, mais ATP é necessário para o músculo e, conseqüentemente, surge a necessidade de ressintetizá-lo. Essa ressíntese ocorre através de diversas reservas existentes em nosso organismo, tais como fosfocreatina, glicogênio e ácidos graxos livres (HEINONEN et al., 2011) que serão mais ou menos exigidas dependendo da velocidade de contração que as fibras musculares são submetidas para requerimento de ATP (FERGUSON, et al., 2001) estabelecendo assim, se o exercício é predominantemente aeróbio ou anaeróbio.

Com isto para obtenção de energia muscular, nosso organismo se sustenta em basicamente quatro processos, sendo três deles citossólicos (anaeróbios - A) e um deles presente na matriz e complexos protéicos na membrana interna das mitocondriais (aeróbios - B) como é possível verificar na figura 1.



CKr – Ciclo de Krebs
CTE – Cadeia de Transporte de Elétrons

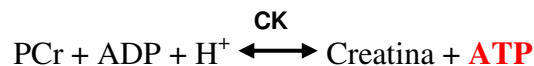
Figura 1. Vias de produção de ATP.

Em virtude dos objetivos de nosso trabalho, será oferecida maior atenção às vias e mecanismos anaeróbios produtores de ATP.

2.1.2. Sistema ATP/Fosfocreatina

Semelhante à molécula de ATP a Fosfocreatina (PCr) também tem uma ligação química rica em energia (anidrido fosfórica) que, quando desdobrada em creatina mais fosfato inorgânico (Pi), libera energia e transfere este para a molécula de ADP formando ATP (ROSS e LEVERITT, 2001), assim como quando ATP hidrolisa em ADP+Pi. Esse sistema é conhecido como sistema fosfagênico e constitui também o que podemos denominar de metabolismo anaeróbio alático (sem produção de lactato).

A diferença é que o ATP é utilizado diretamente como fonte de energia para ações musculares enquanto que a PCr utiliza a “quebra”, intermediada pela enzima creatina quinase (CK), de sua ligação para fornecer energia para recombinar ADP e o fosfato novamente em ATP (BRANCACCIO et al., 2007; KRAEMER e FLECK, 1999) como pode ser observado abaixo:



Esta reação, catalisada pela enzima CK, embora não forneça grandes quantidades de energia é extremamente rápida para produção da mesma, pois envolve apenas uma reação que é capaz de ressintetizar ATP, além de independer do oxigênio para sua função catalítica, sendo de grande importância para eventos curtos e explosivos (BOMPA, 2004; KRAEMER e FLECK, 1999). Na natação esse sistema tem grande importância principalmente nas provas que chamamos de velocidade que são de 50 e 100 metros (MAGLISCHO, 1999; BOMPA, 2004) onde a duração é de aproximadamente 22 e 48 segundos respectivamente. Portanto podemos observar a importância deste sistema para a natação não somente nessas provas, mas também nas saídas, viradas e nos finais de quaisquer provas desta modalidade (FIGUEIREDO et al., 2010).

Além disso, nos direcionando não apenas para o momento da competição, mas sim para todo o período preparatório essa via tem grande importância para treinos que exigem produção de energia de maneira imediata (FIGUEIREDO et al., 2011), como treinos de potência, velocidade, força.

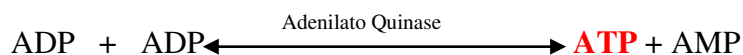
Por se tratar de treinos extremamente intensos, também pode-se esperar alteração na permeabilidade da membrana das células musculares (BRANCACCIO et al., 2007). Com isto, através do aumento da liberação de CK para o sangue, é possível que se verifique variações nas concentrações séricas desta enzima e estimar se o nadador pode ou não estar susceptível a lesões (MOUGIOS, 2007).

2.1.3. Via da Mioquinase (MK)

Ainda nos direcionando às fontes de energia anaeróbias para contração muscular descreveremos agora uma que possui grande papel quando se trata de fornecimento de ATP para o exercício físico.

Durante períodos intensos de exercício, quando a taxa de ATP necessária não é capaz de ser mantida pelas vias supracitadas, é possível que seja fornecida ATP através de pares de ADP (GLAISTER, 2005).

Esta via chama-se via da mioquinase catalisada pela enzima Adenilato Quinase (AK) também conhecida como Mioquinase (MK) (devido sua abundância no músculo (HARDIE, 2003) e deve ser chamada de anaeróbia, uma vez que não utiliza oxigênio para formação de ATP). Em exercícios de alta intensidade, através da enzima Adenilato Quinase temos a síntese de uma molécula de ATP a partir de duas moléculas de ADP (KORZENIEWSKI, 2006; WILLEMOES, KILSTRUP, 2005; RAMAMANI et al., 1999).



(GLAISTER, 2005; HARDIE, 2003)

Esta é uma reação prontamente reversível. Portanto Hardie (2003) afirma que em situações em que o músculo encontra-se em repouso, por exemplo, a reação supracitada ocorrerá da direita para esquerda. Já em situações em que a célula muscular enfrenta situações de

estresse que depleta ATP, a razão ATP/ADP cairá e, desta forma, a reação acima se deslocará da esquerda para direita (HARDIE, 2003).

Também é a partir desta fonte que, segundo Hardie (2003) temos ativação da enzima AMP-proteína quinase ativada (AMPK) que também irá nos fornecer ATP. Porém esta fonte, segundo o mesmo autor, só irá ser ativada de fato quando houver uma alta razão AMP/ATP concomitantemente à uma depleção dos estoques de glicogênio, além também do decréscimo de PCr e ATP e, conseqüentemente, aumento da oxidação de ácidos graxos e aumento do consumo de glicose. Sakamoto e Goodyear (2002) vão mais além afirmando que a AMPK funciona como um “sensor” dos níveis de energia.

Este comportamento fisiológico ocorre pois a alta razão AMP/ATP promove uma ativação da glicogenólise e glicólise anaeróbia através da regulação alostérica da glicogênio fosforilase e da fosfofrutoquinase para síntese de ATP, que não requer AMPK (SAKAMOTO e GOODYEAR, 2002). Porém este mecanismo ainda não é muito conhecido, já que Hardier (2003) relata que em seu estudo em humanos com a doença de McArdle (doença hereditária onde o glicogênio não é mobilizado devido à falta da fosforilase, enzima que inicia a reação de quebra do glicogênio para fornecimento de energia) a AMPK encontra-se hiperativada por baixos níveis de exercício, mesmo com altos índices de glicogênio.

2.1.4. Glicólise Anaeróbia

Seguiremos agora descrevendo uma via de suma importância para a contração muscular em situações que a procura de ATP é bastante grande, porém, o tempo para fornecimento deste é reduzido (MARZZOCO e TORRES, 2007). Tal fonte é chamada de glicólise anaeróbia onde temos a produção de ATP através da quebra de compostos ricos em energia intermediários desta via. Ao final desta via temos a produção de duas moléculas de lactato (MARZZOCO e TORRES, 2007), o que justifica designarmos este como metabolismo anaeróbio láctico.

Esta via também ressintetiza ATP sem a presença de oxigênio. Apesar de envolver onze reações químicas até o final de seu ciclo, a glicólise também é considerada uma via de fornecimento rápido de ATP, mas ainda um pouco mais lenta que a via explicada anteriormente (ATP / Fosfocreatina). Porém a glicólise produz maiores quantidades de ATP às

fibras em atividade que a primeira via citada (SPRIET, et al., 1995), ou seja, sua manutenção da capacidade energética é muito maior que a do sistema ATP-PCr. Através dessas reações químicas partindo da quebra de moléculas de glicose ou quebra parcial de glicogênio muscular temos a formação de 2 ou 3 moléculas de ATP respectivamente e, como consequência, a formação de 2 moléculas de lactato devido à necessidade de reoxidação das coenzimas pertencentes à via para a mesma se manter em funcionamento (MARZZOCO e TORRES, 2007).

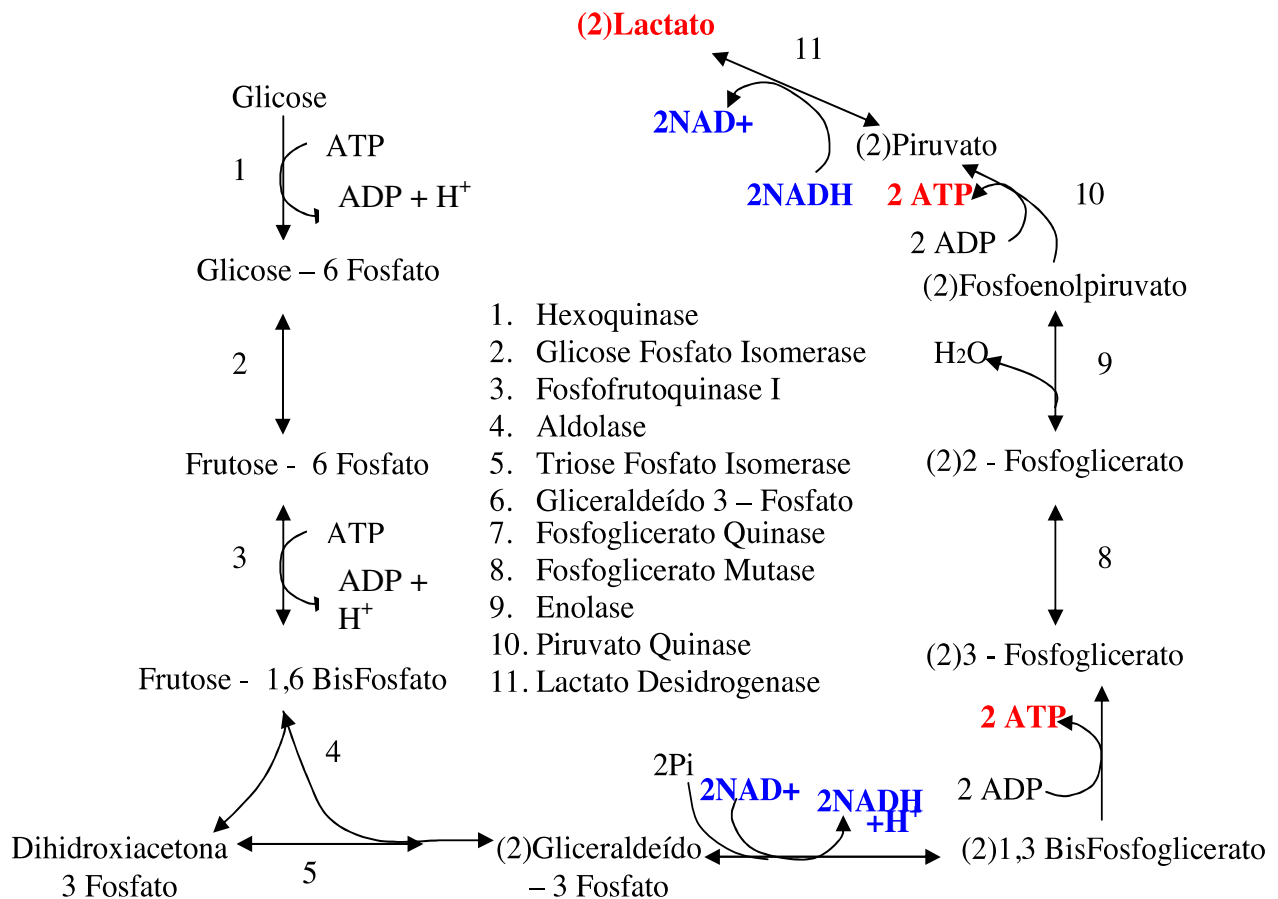


Figura 2. Via Glicolítica Anaeróbia – substratos, enzimas e produtos. (2) – duas unidades. (Fonte: Adaptado de Moraes, 2007. PROPOSTA E VERIFICAÇÃO DA VALIDADE DE TESTES DE LIMAR ANAERÓBIO PARA NATAÇÃO NO NADO CRAWL, Dissertação de Mestrado, p. 27)

Seguindo a visão de Spriet (1995) podemos afirmar que a glicólise pode ser responsável por cerca de 80% do ATP necessário para exercício de alta intensidade com duração de aproximadamente 3 minutos, afirmação que vai de encontro a de Figueiredo et al. (2011) que consideram que esta via contribui por volta de 35%, mas assume que estas variações de

contribuições percentuais entre as respectivas vias ocorrem devido aos diversos métodos de mensuração e/ou cálculo de quais vias mais fornecem ATP.

Através do estudo de Gaitanos et al. (1993) que realizou um protocolo com 8 voluntários que consistia na realização de 10 *sprints* de 6 segundos, com intervalo de 30 segundos cada, no cicloergômetro. Neste estudo os autores verificaram, através de biópsia muscular que, tanto a fosfocreatina quanto a glicólise anaeróbia contribuíram de maneira praticamente igualitária para manutenção da mais alta potência gerada nos *sprints*. Isto porque a produção de ATP através da glicólise anaeróbia é ativada rapidamente no início de um trabalho máximo alcançando seu pico de produção em apenas 5 segundos (GLAISTER, 2005).

Com isto vemos que esta via é tão importante quanto o sistema ATP - PCr para as provas e situações já citadas além também de fornecer significativa contribuição para provas de 200m e 400m (FIGUEIREDO et al., 2011) que têm duração de aproximadamente 1 minuto e 48 segundos e 3 minutos e 55 segundos respectivamente. Pyne et al. (2001), em se tratando de relevância de vias para produção de energia, vão mais além quando citam que não apenas a capacidade anaeróbia mas também a capacidade aeróbia são relevantes para a natação onde os eventos mais competitivos estão na faixa de 30 segundos a 4 minutos (eventos de 50 – 400m respectivamente).

Apesar disto não podemos considerar que para provas mais longas esta via não estará contribuindo, pois apesar desta contribuição ser menor não deixa de ser menos importante como podemos observar no estudo de Coyle (1995) onde afirma que atletas são capazes de se exercitar por até 60 minutos com concentrações de lactato que giram em torno de 6 – 10 mmol/L.

Desta forma, vimos que durante o exercício físico temos produção de lactato a qual é intensidade – dependente (GLADEN, 2004). Desta forma o lactato produzido deve ser removido de alguma forma da musculatura que está em atividade, pois, ao ser removido ele leva consigo um próton H^+ ajudando a manter o pH intramuscular e, desta maneira, permite que o músculo continue sua atividade sem ser prejudicado e, conseqüentemente, atinja seu estado de fadiga mais tardiamente (GLADEN, 2004).

Este transporte de lactato e prótons é realizado por co-transporte/simporte por proteínas localizadas nas membranas das células musculares que são chamados de

transportadores monocarboxilatos, ou MCTs (do inglês *MONOCARBOXYLATE TRANSPORTERS*) (JUEL, 1996; 2008).

2.1.4.1. Transporte de lactato e MCTs

Temos diversas isoformas de MCTs de modo que o MCT1 é mais encontrado nas fibras do tipo I (musculatura oxidativa – THOMAS et al., 2004). McCullagh (1996) afirma que, este MCT1 se relaciona mais com retirada de lactato da circulação sanguínea.

É interessante ressaltar também que estes MCTs além de lactato transportam também outros monocarboxilatos tais como piruvato e corpos cetônicos (PIERRE e PELLERIN, 2005), porém para nosso estudo iremos nos direcionar apenas para a sua capacidade em transporte de lactato (Figura 3).

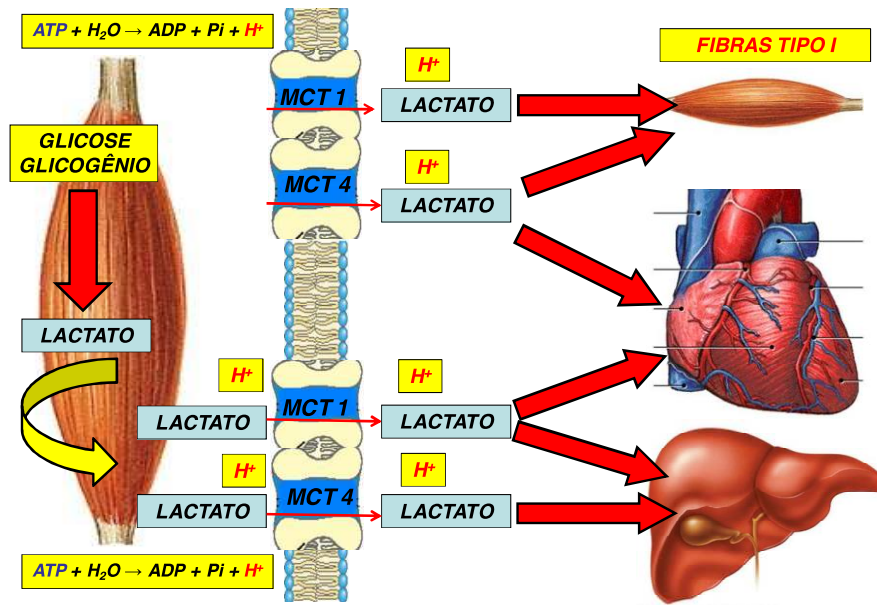


Figura 3. Remoção de lactato e H^+ do músculo para o sangue através dos MCTs 4, e do sangue para o coração, fígado, e fibras do tipo I pelo MCT1. (Fonte: Adaptado de Lopes, 2010, CINÉTICA DE REMOÇÃO DE LACTATO NA DEFINIÇÃO DE PAUSAS PARA TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE, Tese de Doutorado, p. 33)

Ultimamente já foram encontradas catorze isoformas de MCT's (PIERRE e PELLERIN, 2005; BONEN, 2006) sendo que o MCT2 foi encontrado somente em ratos ou em

pequenas quantidades em humanos segundo Pilegaard et al. (1999). Bonen (2001) sugere que cada uma pode ser expressa para um tecido específico, com uma cinética de transporte característica que é congruente com o envolvimento metabólico do tecido específico.

Iremos dar ênfase para os MCTs 1 e 4, pois, estes são os mais encontrados na musculatura esquelética, de forma que o 1 é mais encontrado nas fibras do tipo I (musculatura oxidativa – THOMAS et al., 2004), fato este também confirmado em um estudo que Pilegaard (1999), realizando biópsias musculares em humanos nos músculos tríceps braquial, sóleo e vasto lateral, encontrou uma correlação positiva entre MCT1 e o percentual de fibras do tipo I, ou seja, onde mais havia fibras tipo I maior era a quantidade destes MCTs.

Ainda nesta visão os MCTs 1 são altamente correlacionados com a capacidade oxidativa segundo estudo de Bonen (2001) e Juel (1996) que analisou a expressão de MCT 1 em diferentes tipos de músculo de ratos. McCullagh (1996) afirma que, através do mesmo estudo, este MCT1 se relaciona mais com o consumo de lactato da circulação. Fato este bastante plausível, pois, já que este MCT1 é mais encontrado em fibras do tipo I, sabemos que estas fibras possuem caráter oxidativo e, por isso, quando recrutadas não produzem grandes quantidades de lactato, portanto, não seria lógico se este MCT realizasse o papel de retirada de lactato do músculo.

Já os MCTs 4 estão em maior quantidade nas fibras do tipo II (BICKHAM et al., 2006), porém THOMAS et al. (2005) afirma que estes últimos têm sido encontrados em uma maior variabilidade de tipos de fibras. Bonen (2001) afirma que há uma correlação negativa entre MCT4 e o consumo de lactato da circulação e entre MCT4 e MCT1, com isso ele sugere que a expressão de MCT4 está confinada às fibras que possuem altas taxas de glicólise, produzindo assim altas quantidades de lactato.

O quadro abaixo mostra onde alguns MCTs se encontram em nosso corpo:

QUADRO 1.**Localização das isoformas de MCTs mais encontradas em seres humanos.**

Isoforma	Localização
MCT1	Músculo esquelético tipo I, músculo cardíaco, fígado, hemáceas e mitocôndrias
MCT2	Pouco expresso em seres humanos
MCT3-M e MCT4	Músculo esquelético tipos IIa e IIx e rins
MCT5	Músculo cardíaco, rins, pulmões, testículos
MCT6	Músculos: esquelético, cardíaco e leucócitos
MCT7	Músculo cardíaco, cérebro, ovário, intestino

(Fonte: Adaptado de Moraes, 2007. PROPOSTA E VERIFICAÇÃO DA VALIDADE DE TESTES DE LIMIAR ANAERÓBIO PARA NATAÇÃO NO NADO CRAWL, Dissertação de Mestrado).

2.2. Biomarcadores

Biomarcadores são moléculas biológicas que caracterizam uma normalidade ou um processo patológico e podem ser facilmente e objetivamente medidos. Eles têm sido utilizados para diagnosticar uma doença, nortear um tratamento, e/ou um prognóstico, embora seu exato papel as vezes seja indefinido (DONADELLO et al., 2012).

2.2.1. Creatina Quinase (CK)

“Aumentos séricos nas atividades enzimáticas após exercício foram reportadas pela primeira vez em 1958. Desde então estudos têm estabelecido que muitos fatores determinam o grau das atividades enzimáticas durante e após o exercício.” (NOAKES, 1987).

Em situações normais em indivíduos saudáveis, a CK é encontrada predominantemente nos músculos e é liberada para circulação durante lesões musculares (BRANCACCIO et. al, 2007, TOTSUKA et al., 2002). Porém, esses níveis, segundo Brancaccio et. al (2007), dependem também, da idade, gênero, raça, massa muscular, nível de atividade física e condições climáticas (LEV et al., 1999).

Seguindo este viés, a enzima CK é bastante utilizada como um marcador para diagnosticar desordens musculares (BRANCACCIO et. al, 2007; LEV et al., 1999) e obter

informações do estado do músculo, de maneira que, deve-se levar em consideração o nível de treinamento, tipo, intensidade e duração do exercício (MOUGIOS, 2007; HURLEY et al., 1995).

Desta forma, o quadro abaixo mostra de maneira sucinta o tempo de extravasamento de CK na corrente sanguínea de acordo com a atividade física realizada:

QUADRO 2.
Tempo pico de extravasamento de CK na corrente sanguínea de acordo com a atividade física

Atividade Física	Sujeitos	Treinabilidade	Tempo de Liberação de CK	Autores
Treino de Força	35 homens (65 anos $\pm$ 5)	Sedentários	8 horas	HURLEY et al., 1995
Treino Excêntrico (quadríceps)	1 mulher (23 anos)	Sedentária	109% no 2º dia e mais 32% no 7º dia	SERRÃO et al., 2003
Treino Excêntrico (bíceps)	203 sujeitos voluntários	—	4 dias	CLARKSON et al., 2006
Exercício prolongado seguido de repouso (100km de corrida)	Atletas	Bem treinados	24 horas	STÄUBLI et al., 1985
Exercício isométrico	8 estudantes	Ativos	6hs e manteve-se alta até 24 horas	CLARKSON et al., 1987
Exercício prolongado com treino na 1ª semana (100km de corrida)	Atletas	Bem treinados	48 horas	STÄUBLI et al., 1985
Exercício intenso com 2 sessões diárias de treino	Atletas	Treinados	Aumento no 4º dia de treino	BRANCACCIO et. al, 2007

Sendo assim, pode-se observar que a CK é capaz de nos fornecer importantes informações em relação ao estado de nosso atleta tanto em relação a quantidade de esforço exercido quanto a adaptação do sistema muscular a repetidos estímulos (MOUGIOS, 2007). Assim, o autor ainda afirma que a CK é usada como um índice de lesão do músculo esquelético nos esportes - isoforma MM - sendo uma das principais escolhas de atletas e técnicos, juntamente com outros parâmetros (como lactato), quando se busca um perfil bioquímico para estabelecer diretrizes com função de otimização de treino.

2.2.2 Creatinina

Embora a creatinina não seja uma fonte de energia ou enzima que catalisa uma reação para produção de energia como a CK supracitada, este biomarcador vem recebendo atenção pelos pesquisadores pois pode nos fornecer o estado do balanço de fluidos e eletrólitos de atletas, avaliando, assim, o estado de saúde dos mesmos, ou seja, através deste biomarcador é possível que se avalie a função renal dos sujeitos (MILIC et al., 2011; MILIC, BANFI, DEL FABRO e DOPSAJ, 20011).

Derivada da creatina (MILIC et al., 2011; BANFI et al., 2009) a creatinina não apresenta valores de referência para o desporto, os quais não foram estabelecidos, sendo mais comum a aplicação dos valores estabelecidos para a população em geral (MILIC et al., 2011; BANFI et al., 2009) que é normal de 0,9 – 1,3mg/dL e atualmente vem sendo ajustado para 0,68-1,13mg/dL (BANFI et al., 2009; BANFI e DEL FABRO, 2006). Ponto este que deve ser levado em conta uma vez que, os referidos autores, afirmam que atletas profissionais possuem valores séricos de creatinina mais altos que sujeitos sedentários.

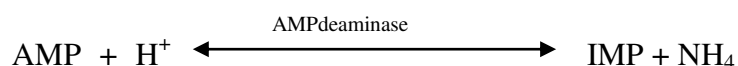
Dentre as justificativas para isto acontecer encontra-se a mais lógica, que define esse aumento de creatinina em atletas devido a sua maior quantidade de massa muscular que em sedentários, isto porque, a quantidade total de creatinina produzida e liberada pode ser calculada pelo total da massa muscular de um indivíduo que é responsável por aproximadamente 98% do total de estoques de creatina do corpo (MILIC, BANFI, DEL FABRO e DOPSAJ, 2011; BANFI et al., 2009).

2.2.3 Ácido Úrico (AU)

Durante exercícios de alta intensidade e/ou em hipóxia (AIDA et al., 2011), nucleotídeos de adenina são degradados e há um consequente acúmulo intracelular de IMP que terá uma fração degradada a bases de nucleotídeos que serão liberadas para corrente sanguínea como hipoxantina principalmente (STATHIS et al., 2006, HELLSTEN et al., 2003, ZHAO et al., 2000, STATHIS et al. 1999, HELLSTEN et al., 1998). Sendo assim, essas perdas geram uma

queda no potencial energético da célula muscular que se exercitou intensamente que deverá ser rapidamente restabelecida.

A molécula AMP, derivada da via MK, será convertida em Inosina Monofosfato (IMP) (catalisada pela enzima AMP deaminase, que pode ser observada na equação abaixo) (KORZENIEWSKI, 2006) que, passará por uma reação catalisada pela enzima 5-nucleotidase e formará Inosina para posterior conversão em Hipoxantina pela enzima Purino Nucleosídeo Fosforilase que será convertida em Xantina e depois em AU, ambas as últimas reações catalisadas pela Xantina Oxidase para assim, ser liberado na circulação sanguínea.



(GLAISTER, 2005)

Estas reações, já que se produz apenas uma molécula de ATP em função a partir de duas de ADP, geram o que podemos chamar de redução de potencial energético da célula muscular (MAUGHAN, GLEESSON e GREENHAFF, 2000) uma vez que reduz a quantidade de nucleotídeos de adenina na célula que retornarão a seus níveis normais lentamente no período de recuperação do exercício (KORZENIEWSKI, 2006). Lombardi et al. (2010) vão mais além afirmando que a Hipoxantina e, portanto, AU, aumentam em atletas imediatamente após exercício intenso, de modo que Hipoxantina é considerada um marcador de estresse energético no músculo durante o exercício.

Assim, o aumento de AU na corrente sanguínea é proveniente da oxidação da hipoxantina no fígado e no músculo esquelético, embora para este pareça ser limitado, de modo que o AU pode ser utilizado pelos próprios músculos durante o exercício para repor seus estoques e atuar contra os radicais livres, uma vez que AU funciona também como antioxidante (LOMBARDI et al., 2010). Apesar de sua grande importância tanto como antioxidante quanto como produto final de uma via produtora de ATP no exercício físico intenso, o AU ainda é raramente estudado em desportistas (LOMBARDI et al., 2010).

Esta afirmação pode ser explicitada no estudo onde Korzeniewski (2006) afirma que em exercícios intensos pode haver redução de até 50% de nucleotídeos de adenina no músculo esquelético, o que demonstra grande utilidade desta via produtora de energia em exercícios anaeróbicos. Um breve esquema desta via pode ser observado na figura 4.

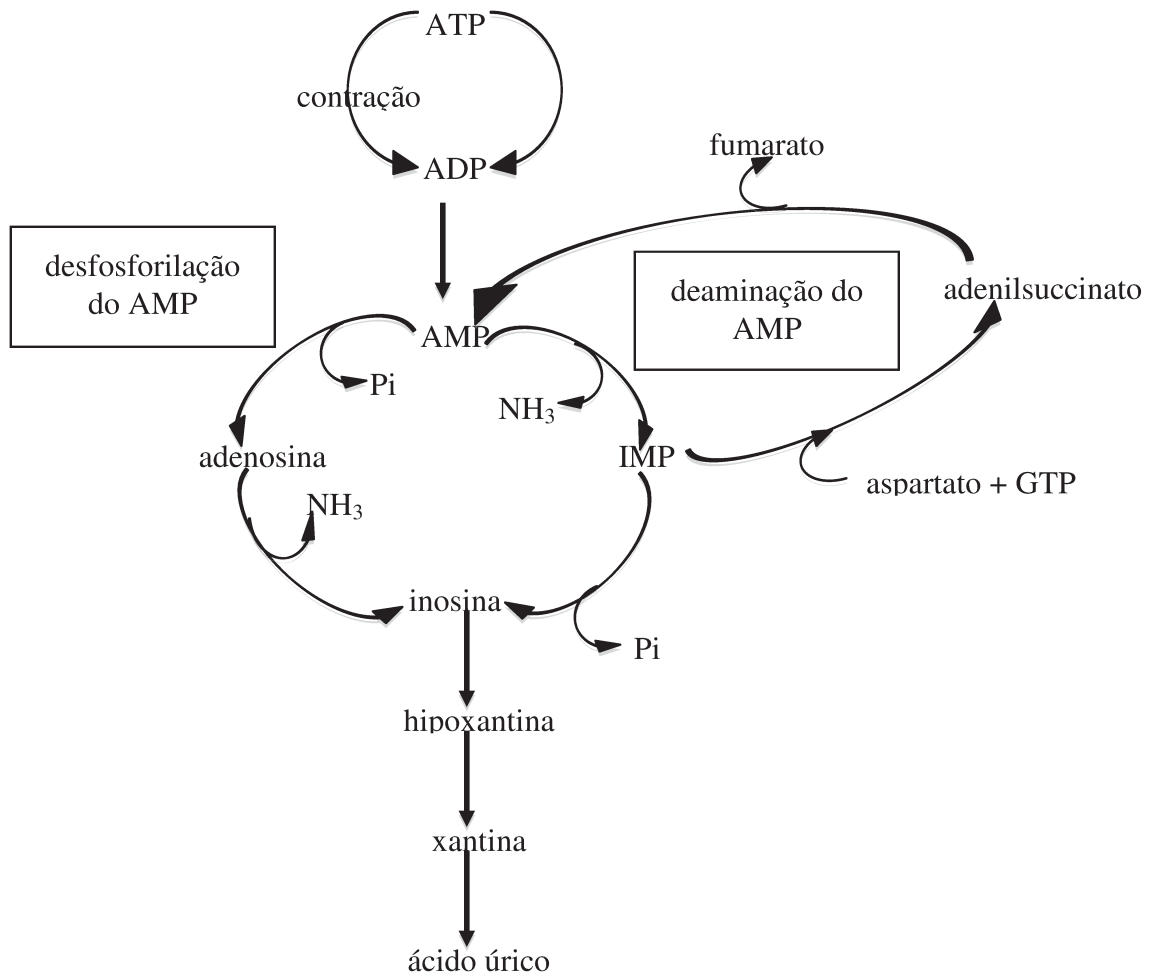


Figura 4. Vias da perda de adenine nucleotídeo do músculo pela desfosforilação e deaminação. (Fonte: Adaptado de Maughan, Gleeson e Greenhaff, 2000, Bioquímica do Exercício e do Treinamento, pp. 55).

2.3. Treinamento Contínuo

Este método é caracterizado pela realização de exercícios de maneira contínua sem que ocorra pausas entre estímulos. De acordo com Weineck (1999) este seria um método onde teríamos cargas com volume e duração muito longos, isto é, modalidades com predomínio aeróbio. Desta forma a intensidade em que ocorre tais atividades será abaixo do limar anaeróbio, de maneira que temos grande utilização dos ácidos graxos como fonte energética preservando as concentrações de glicogênio muscular principalmente das fibras do tipo I que estarão sendo extremamente requisitadas (WEINECK, 1999). Assim, utilizando a via aeróbia e,

consequentemente, os ácidos graxos como principal fonte energética não temos um acúmulo tão grande de lactato e prótons.

Sendo assim como possuímos capacidade de nos mantermos por longos períodos em atividade física com predominância aeróbia, a pausa entre estímulos se faz de suma importância em exercícios intensos (acima do Limiar Anaeróbio) onde temos uma produção exacerbada de prótons e, consequentemente, necessitamos de uma pausa entre as repetições para que os atletas tenham a capacidade de dar um destino a esses prótons e, assim, realizarem as séries com predominância anaeróbia com qualidade para que possuam as adaptações necessárias em seu organismo.

2.4. Treinamento Intervalado

Neste método temos como definição estímulos curtos ou longos de modo que os realizamos em intensidade máxima ou de limiar intercalando-os por períodos de pausa para recuperação (BILLAT, 2001).

O treinamento intervalado pode ser subdividido de acordo com a duração dos intervalos, ou seja, se estes são curtos (15 a 80 segundos), médios (1 a 8 minutos) ou longos de 8 a 15 minutos) (HARRE, 1982) ou de acordo com o metabolismo predominante, isto é, Aeróbio (70-100% do Volume Máximo de Oxigênio Consumido – VO₂máx) ou Anaeróbio (BILLAT, 2001).

O Treinamento Intervalado parece ser bastante efetivo para atletas, pois, em trabalhos contínuos, atletas bem treinados parecem não sofrerem adaptações em densidade capilar, atividade de enzimas oxidativas e volume plasmático mesmo que se aumente o volume. Isto pôde ser observado em um trabalho que Costill et al. (1988) realizou com nadadores altamente treinados onde as distâncias de treino foram mais que dobradas durante um período de 10 dias e não houveram mudanças na *performance*, capacidade aeróbia ou atividade de enzima Citrato Sintase do músculo deltóide. Ross e Leveritt (2001) seguem o mesmo pensamento quando

afirmam que as atividades de enzimas mitocondriais também aumentam depois de treinos de *sprint*.

Com isto, o Treinamento Intervalado Aeróbio além dessas melhoras de capacidade aeróbia, maior capilarização, aumento do volume sistólico, também otimiza a oxidação de ácidos graxos devido a uma maior ativação das enzimas envolvidas nessa oxidação (STICH et al., 2000).

O Treinamento Intervalado Anaeróbio pode ser caracterizado por estímulos repetidos de curta a moderada duração (10 segundos a 5 minutos) completados a uma intensidade acima do Limiar Anaeróbio (LAURSEN e JEKINS, 2002). Nesta direção, os protocolos para avaliação da capacidade anaeróbia dos atletas, duram de 10 a 120 segundos de maneira que tais características de duração tem sido divididas em testes de curta duração (até 10 segundos) de média duração (até 30 segundos) e de longa duração (até 90 segundos) (SAND et al., 2004).

Já que estes estímulos são intensos, podemos afirmar que há predominância do metabolismo anaeróbio sobre o aeróbio e, com isso, relatar uma maior exigência dos sistemas fosfagênio e glicolítico para produção de energia e, conseqüentemente, uma maior exigência das enzimas envolvidas nesses sistemas fornecedores de energia. Laursen e Jekins (2002) afirmam que com este treinamento temos um aumento da atividade de enzimas tanto anaeróbias (hexoquinase, fosfofrutoquinase) quanto aeróbias (citrato sintase, succinato desidrogenase, malato desidrogenase – Billat, 2001). Além também de um aumento da densidade mitocondrial.

Além disso, uma das práticas de treinamento mais comuns de nadadores são as séries de estímulos repetidos em altíssimas intensidades (TOUBEKIS, PEYREBRUNE, LAKOMY e NEVILL, 2008), onde o propósito deste tipo de treino, ainda segundo os autores, é fazer com que o nadador mantenha a mais alta intensidade durante toda a série, fato este extremamente penoso de ser alcançado pelo nadador. Seguindo este pensamento é de se esperar que, pausas demasiadamente curtas serão responsáveis por esforços subsequentes não muito efetivos, já que tais pausas não serão suficientes para restabelecimento da homeostase (TOUBEKIS, TSOLAKI, SMILIOS, DOUDA, KOURTESIS e TOKMAKIDIS, 2008).

Desta forma a pausa se mostra extremamente importante para tal metodologia de treino, pois em exercícios com predominância anaeróbia láctica temos a produção de lactato como produto final da via glicolítica anaeróbia para reoxidação da coenzima NAD⁺ para a via não parar e manter a produção de ATP. A hidrólise deste ATP terá como consequência a

formação de um próton H^+ que será tamponado, mas também será transportado para fora do músculo (para manutenção do pH intramuscular) juntamente com lactato por transportadores específicos, para que o músculo mantenha sua atividade o maior tempo possível sem que ocorra fadiga. Uma vez no sangue, esse lactato e próton serão oxidados em outros tecidos, porém isto ocorrerá nas pausas. Assim, essas pausas devem ser adequadas, pois, caso sejam demasiadamente curtas, teremos um acúmulo de prótons H^+ os quais superariam a capacidade mitocondrial de tamponamento gerando fadiga muscular (FITTS, 1994; GREENHAFF, 1994).

Seguindo a mesma idéia, Billat (2001) afirma que também é durante as pausas que iremos ressintetizar nossas reservas de PCr que dependerá da capacidade aeróbia do indivíduo, ou seja, para termos adaptações positivas em função do treinamento intermitente é de suma importância sabermos determinar as pausas para cada intensidade de exercício. Essas pausas serão determinadas de acordo com os resultados obtidos em avaliações específicas realizadas com os atletas, ou seja, a partir de avaliações, físicas, fisiológicas, bioquímicas, psicológicas e nutricionais, é possível que o treinador seja capaz de elaborar treinos que atendam as necessidades do atleta em questão.

Com isto, essas pausas devem ser o mais delineadas possível de maneira individual e isso pode ser otimizado com a contribuição do próprio indivíduo que esta recebendo o estresse físico, ou seja, através de escalas de esforço e dor, o atleta pode auxiliar seu técnico a possuir um conhecimento cada vez mais detalhado de qual condição de treino ele se encontra.

2.5. Percepção Subjetiva de Esforço e Dor (Escala de Borg)

O instrumento que mais vem sendo utilizado para determinação de intensidade e percepção de esforço ao exercício é a Escala de Borg – EB (CHEN et al., 2002). Utilizada para auxiliar na prescrição do treinamento, a EB, é uma medida bastante acessível e confiável para quantificar, monitorar e avaliar a capacidade individual de tolerar o exercício e níveis de esforço (LAMBRICK et al., 2009; BUCKLEY et al., 2000).

Graças a esta grande utilidade para o treinamento, a EB vem tomando cada vez mais espaço nos centros de treinamento, pois, além de acessível é também pouco dispendiosa em termos de valores para os treinadores, é muito responsiva quando se trata de estresse físico e capacidade física de trabalho (GARCIN et al. 2002).

Em virtude dessas vantagens oferecidas pela EB, esta foi validada por diferentes modalidades esportivas, dentre as quais podemos citar ciclismo, caminhada, corrida, natação (UEDA e KUROMAKAWA, 1995), remo além de ser relacionada a variáveis fisiológicas como frequência cardíaca, consumo de oxigênio (COUTTS et al., 2009; GARCIN et al., 2002; CHEN et al., 2002), concentração de lactato sanguíneo, creatina e variáveis psicológicas (CHEN et al., 2002), ventilação, taxa respiratória e atividade eletromiográfica (COUTTS et al., 2009). Essas relações são os critérios que mais validam a utilização da EB como mensuradora de intensidade do exercício, ou seja, a EB relacionada a uma medida fisiológica reflete mais diretamente a intensidade do exercício (CHEN et al., 2002)

Quando se trata de frequência cardíaca, em virtude desta sofrer alterações em suas respostas devido a dieta, ambiente e alterações comportamentais, é plausível que forneça informações mais confiáveis quando auxiliada pela EB (LAMBRICK et al., 2009).

Com isto, Ueda e Kurokawa (1995) afirmam que esta escala é efetiva para a mensuração da intensidade do exercício podendo ser utilizada para prescrição do treinamento em natação. Através de tantos estudos e afirmações, todos estes fatores incitam a validade da EB como um marcador global de intensidade de treino em atletas que são expostos a altas intensidades e treinamento intervalado (COUTTS et al., 2009)

3 Objetivos

Geral:

- Analisar alguns biomarcadores sanguíneos de desempenho e parâmetros de esforço e dor em estímulos anaeróbios máximos;

Específicos:

- Verificar concentrações sanguíneas e a correlação entre os biomarcadores: lactato, creatinina, CK e AU e variações de Frequência Cardíaca em estímulos máximos de 25, 50, 100 e 200 metros durante dez semanas de treino com predominância em treinos de velocidade, resistência anaeróbia, força e potência;
- Analisar os efeitos agudo e crônico durante as dez semanas de treino nas variáveis mensuradas.

4 Materiais e Métodos

4.1. Amostra

A amostragem foi definida pelos níveis dos nadadores voluntários. Foram escolhidos aqueles que estavam em perfeitas condições de saúde (perfeitas condições cardiorrespiratórias, não estavam em tratamento fisioterápico ou vindo de tratamento recente de lesão, não estavam fazendo uso de qualquer tipo de suplementos ou medicamentos) e possuíam Índice Brasileiro em sua categoria. Foram aceitos como voluntários da pesquisa apenas atletas maiores de 18 (dezoito) anos. Aos atletas voluntários e selecionados para a pesquisa foi fornecido o cronograma dos testes para que os mesmos pudessem optar se era viável a execução e o comparecimento aos testes sem prejudicá-los.

Para a coleta de dados, foram utilizados 4 nadadores do sexo masculino competitivos que haviam obtido índice brasileiro (Anexo A) determinado pela Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos (CBDA) para a categoria júnior 2 (18 e 19 anos) e absoluto (acima de 20 anos) há, no máximo, 1 ano do início da pesquisa, critério este estipulado pela CBDA para participação no Campeonato Nacional.

Estes atletas, se situavam na faixa etária entre 18 e 24 anos, com idade média de $20 \pm 2,71$ anos. As características do grupo podem ser observadas na tabela 1.

TABELA 1.
Características do grupo no período de avaliação

CARACTERIZAÇÃO	Atleta 1	Atleta 2	Atleta 3	Atleta 4
Idade (anos)	24	18	19	19
Altura (m)	1,89	1,80	1,76	1,70
Envergadura (m)	1,99	1,983	1,863	1,757
Massa Corporal (Kg)	91,6	87	73	75
Massa Magra (Kg)	83,87	78,17	67,28	70,84
% Gordura*	8,44	10,15	7,83	5,55
Tempo de Competição (anos)				
Volume diário de treino (m)	3.864,10 ±1.302,30			
% Treinos Anaeróbios	64%			
Período de Avaliação	1 ^a , 2 ^a , 5 ^a , 6 ^a , 9 ^a e 10 ^a semana do Período Competitivo			
Estilo de Competição (nº)				
Crawl	X	X	-	X
Borboleta	X	X	-	X
Peito	-	-	X	-
Costas	-	-	-	-
Distância de Competição (nº)				
50m	X	-	-	-
100m	X	X	X	X
200m	-	X	X	X
400m	-	-	X	X
800m	-	-	X	-

*valor calculado pela aferição de dobras cutâneas.-

Além disto, para participação na pesquisa, foi exigido que os atletas estivessem treinando a pelo menos três anos e, além disso, possuísem histórico de pelo menos cinco anos de atividade competitiva na modalidade.

Antecedente ao estudo os nadadores foram convidados a um esclarecimento verbal a respeito de como iria ocorrer a pesquisa, conforme determinação do Conselho Nacional de Saúde (resoluções 196/96 e 251/97). Após tal explanação foi solicitado a todos os participantes, que voluntariamente aceitaram participar da pesquisa, preencherem e assinarem o Termo de Consentimento Formal (Apêndice A) livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas/FCM – UNICAMP (parecer CEP nº 867/2010).

Local:

O estudo foi realizado através de uma pesquisa bibliográfica e de uma pesquisa de campo com caráter quantitativo. A pesquisa bibliográfica foi feita no sistema UNIBIBLI da UNICAMP e também em sites para obtenção de artigos científicos para que, por meio de uma revisão de literatura, fosse feito um levantamento de trabalhos relativos à temática. Entendemos a pesquisa bibliográfica como um assunto de extrema importância, pois, feita sistematicamente, nos proporcionou rica informação para nosso estudo e, desta forma, nos auxiliou na pesquisa de campo.

Os treinos e as coletas de sangue foram feitas nas dependências da piscina do Clube Fonte São Paulo de Campinas, e as análises foram feitas tanto no Laboratório de Bioquímica do Exercício (LABEX) da Faculdade de Biologia – UNICAMP, quanto no Laboratório de Desempenho Esportivo (LADESP) - USP.

4.2. Avaliação Antropométrica

Todas as aferições foram realizadas segundo as prescrições de Callaway et al. (1988). Para cada indivíduo foram determinadas massa corporal, altura, envergadura, dobras cutâneas (subescapular, supra-ilíaca, peitoral, bicipital, tricipital, coxa, perna medial, axilar média e abdominal) e circunferências (tórax – inspirado e relaxado, cintura, abdômen, quadril, coxa medial, perna medial, braço e antebraço).

A estatura e envergadura foram aferidas com um estadiômetro de madeira com precisão de 0,1cm. Já para a massa corporal foi utilizada uma balança analógica Filizolla com precisão de 0,1Kg.

Para medição das dobras cutâneas foi utilizado um compasso científico Lange com precisão de 0.1mm. Em relação às circunferências, as mesmas foram aferidas com o auxílio de uma fita métrica Mabbis, com precisão de 1mm.

Para o cálculo da densidade corporal (DC) que foi feito através das fórmulas propostas por Pollock et al. (1980) apud Pollock (1993) foi utilizado a soma das dobras (ST) subescapular, supra-ílica, axilar média, tricipital, coxa, abdômen e peitoral:

$$DC \text{ Homens} = 1,112 - [0,00043499(ST) + 0,00000055(ST)^2] - [0,0002882(idade)]$$

Para o cálculo do percentual de gordura (%G) os valores de DC foram utilizados para compor a fórmula de Siri: $\%G = [(4,95/DC) - 4,50] \times 100$.

4.3. Caracterização do Processo de treinamento

Planificação do treinamento

O treinamento foi baseado e adaptado nos princípios propostos por MAGLISCHO (1999) dividindo toda a temporada em fases descritas a seguir e sempre diferenciando os parâmetros do volume e da intensidade (duração e força momentânea da influência respectivamente) (MATVEEV,1996).

O treinamento durou quarenta e oito semanas e teve seu início no período introdutório e o término no período transitório. No período onde o volume foi 100% houve microciclos¹ em que os atletas nadavam a distância máxima de 33500 metros distribuídos em

¹ O microciclo é um programa de treinamento que pode ter a duração semanal como foi utilizado neste caso. Durante todo o plano anual, a natureza e a dinâmica dos microciclos mudam de acordo com a fase do treinamento, com os objetivos e demandas fisiológicas e psicológicas”(BOMPA, 2001).

sessões de 2 horas por dia durante 6 dias na semana e metragem máxima de 6900 metros por sessão. As sessões de treino ocorriam apenas uma vez por dia das 14 as 16hs.

A periodização (Apêndice B) foi dividida em três períodos básicos de acordo com o modelo de periodização clássica ou ondulatória proposta por Matveev (1996): Preparatório subdividido em Médiociclos Introdutório, Base de Desenvolvimento Geral (BDG) e Base de Desenvolvimento Específico (BDE) ; Período Competitivo (PC); e Período Transitório (PT).

Por ser um período demasiadamente longo, a periodização foi elaborada para dois momentos de pico de performance dos atletas de modo que o segundo pico foi o principal onde os atletas deveriam atingir sua melhor forma no ano. O Macroциclo 1 teve duração de 29 semanas, e o Macroциclo 2 de 19 semanas. Seus principais objetivos foram o desenvolvimento das capacidades físicas exigidas à modalidade (WEINECK, 1999) e induzir o organismo à adaptação sendo que, a melhor forma para alcançarmos tal objetivo foi através dos microциclos ordinários (intensidade entre 60 e 80%) e choque (intensidades entre 80 e 100%) (BOMPA, 2002).

O médiociclo de BDG buscou enfatizar o desenvolvimento da capacidade aeróbia geral.

Desta maneira, demos ênfase ao treinamento de nadadores, mais especificamente, em relação ao Limiar Anaeróbio (LAn) ou Limiar de Lactato. Este é um critério objetivo para avaliação da resistência aeróbia, tanto para a comparação de atletas dentro do mesmo grupo (comparação transversal), como para a comparação de atletas em grupos diferentes (comparação longitudinal) (KINDERMANN em FLOTHNER/HORT 1983, apud WEINECK, 1999) e constitui, atualmente, a base de preparação de desportistas de alta categoria, nas modalidades cíclicas do desporto (ZAKHAROV, 1992) como é o caso da natação.

A maior atenção foi dada no período preparatório, pois é este o período em que o nadador terá de construir uma ampla base de *endurance* (treinamento aeróbio) para depois mudar o formato do programa de treino para o próximo período (COLWIN, 2000), que teve a velocidade e resistência desta como foco principal. Trabalhamos com nadadores velocistas, ou seja, aqueles que competiam provas de 50, 100 e de 200 metros de distância sendo esta última considerada prova de meio – fundo segundo Makarenko (2001). A escolha de nadadores

velocistas deve-se ao fato de que os atletas que foram avaliados possuem toda sua constituição feita com estas características, uma vez que o tempo de treino para estes atletas foi de no máximo duas horas por dia e, com isso, é mais plausível trabalharmos com velocistas, pois, para treinarmos fundistas seria necessário realizarmos sessões de treino mais extensas.

No final do Médiociclo BDE é onde temos o ápice da forma aeróbia segundo Maglischo (1999). Aqui iniciamos um trabalho mais intenso de séries que exigiram maior esforço dos atletas além também de ter sido onde a intensidade, de acordo com trabalhos anaeróbios, já começou a sofrer variações mais bruscas.

No início do PC é onde temos o ápice da capacidade anaeróbia dos atletas, maestria técnica, ou seja, é o período em que o atleta está mais próximo de atingir sua melhor performance durante toda a periodização, é neste período que os atletas estavam recebendo a maior ênfase de cargas anaeróbias do treinamento para desenvolvimento adicional do melhor desempenho (WEINECK, 1999). Através disto, se justifica nossa análise neste momento. Nesta fase foram utilizados 10 micros. Aqui pudemos iniciar um trabalho mais intenso de séries que exigiram maior esforço dos atletas além também de ter sido onde atingimos a maior intensidade através da quantidade de treinos anaeróbios a que os atletas foram expostos.

O PC foi caracterizado pela aproximação máxima da melhor forma. BOMPA (2002) destaca como principais objetivos melhorar continuamente as capacidades biomotoras específicas do exercício; aperfeiçoar e consolidar a técnica e coordenação do movimento, além de manter a preparação física geral.

Os treinos mais utilizados para o PC foram os de velocidade e de potência que seria um trabalho de velocidade em sobrecarga. Implementos como pára-quedas aquático (pára – chutes), palmares, nadadeiras auxiliaram para aumentar a resistência na água e exigir mais força dos atletas. Ambos são estímulos eram realizados em alta intensidade (máxima).

Finalmente o Período Transitório (PT) foi caracterizado pela redução do volume e da intensidade do treinamento. Tal período teve como objetivo a regeneração e recuperação ativa do atleta e perda da forma esportiva deste (WEINECK, 1999).

4.4. Testes Realizados

Desenvolvimento: A pesquisa de campo foi realizada através de testes em intensidade máxima, de modo que todos os atletas submetidos a pesquisa estavam no período específico, com predominância de cargas anaeróbias.

Durante o período de treino que antecedeu os testes, todos os indivíduos que iriam participar da pesquisa foram familiarizados com os testes que realizariam. Para coleta dos biomarcadores sanguíneos, frequência cardíaca (FC) e Escala de Borg (EB) cada atleta foi submetido a quatro testes de natação sempre no estilo crawl, sendo todos invasivos. Os testes foram realizados sempre no mesmo horário, em diferentes dias e sempre pelo mesmo avaliador. Durante os testes a temperatura da água variou entre 25 e 26°C e condições desfavoráveis como chuva e frio foram evitadas.

Os testes foram realizados durante dez semanas (Quadro 3) (sendo a primeira, quinta e nona, para testes de 25m, 50m e 100m e a segunda, sexta e décima para o teste de 200m) três vezes durante o período de treinamento (MOMENTOS – 1, 2 e 3), mais especificamente no final do médiociclo BDE e início do PC contido no Macroциclo Preparatório.

QUADRO 3.
Cronograma dos testes.

SEMANAS	SEGUNDA	TERÇA	QUARTA	QUINTA	SEXTA	SÁBADO	DOMINGO
1 ^a , 5 ^a e 9 ^a	T50m (Teste de 50m)	Coleta 24hs pós T50m e TREINO	Coleta 48hs pós T50m e T25m (Teste de 25m)	Coleta 24hs pós T25m e TREINO	Coleta 48hs pós T25m e T100m (Teste de 100m)	Coleta 24hs pós e T100m	Coleta 48hs pós T100m OFF
2 ^a , 6 ^a e 10 ^a	T200m (Teste de 200m)	Coleta 24hs pós T200m e TREINO	Coleta 48hs pós T200m e TREINO	TREINO	TREINO	TREINO	OFF

A ordem que cada teste seria realizado foi determinada por sorteio. O aquecimento foi padronizado no qual os atletas realizavam alongamentos leves e entravam na piscina para realizar um aquecimento constituído de 10 minutos nadando em intensidade

submáxima (aproximadamente 60% da intensidade máxima para 100m). As coletas de 24 e 48hs pós cada teste foram sempre realizadas antes do aquecimento do dia posterior ao teste em questão.

4.4.1. Cinética de coleta dos Biomarcadores e aferição da FC

Os testes para avaliação das pausas foram realizados em intensidade máxima e os atletas foram submetidos aos testes de uma repetição de 25, 50, 100 e 200m em performance máxima e posterior coletas de sangue para verificação da concentração de lactato sanguíneo e AU, para verificação de suas cinéticas pós cada estímulo, CK e creatinina. As coletas de sangue foram realizadas antes e após cada repetição. É interessante ressaltar que os testes foram realizados com mínimo de 48hs de intervalo entre eles. Para determinação das distâncias nadadas nos testes, utilizamos aquelas que são mais utilizadas em séries de treino intervalados anaeróbios máximos, que variam de 25 a 200 metros (25, 50, 100 e 200 metros).

Após os atletas realizarem os testes em todas as metragens, eles foram submetidos a 10 semanas de treinamento intenso, com predominância de cargas anaeróbias, ou seja, os atletas já vinham treinando há 8 meses e encontravam-se no período específico de sua periodização.

Com isso, após a realização dos testes, para cada metragem nadada durante as 10 semanas, o atleta, previamente familiarizado às escalas de esforço e dor, relacionou qual a sua percepção subjetiva de esforço e dor pela EB (1998).

Para todos os testes foi realizado um aquecimento de dez minutos em intensidade submáxima, por volta de 60% (referente a intensidade máxima de 100m).

T25m: Neste teste o atleta nadou a distância de 25m em intensidade máxima, pré-teste e pós-teste foi coletado sangue para análise dos biomarcadores e aferida FC.

T50m: Neste teste o atleta nadou a distância de 50m em intensidade máxima, pré-teste e pós-teste foi coletado sangue para análise dos biomarcadores e aferida FC.

T100m: Neste teste o atleta nadou a distância de 100m em intensidade máxima, pré-teste e pós-teste foi coletado sangue para análise dos biomarcadores e aferida FC.

T200m: Neste teste o atleta nadou a distância de 200m em intensidade máxima, pré-teste e pós-teste foi coletado sangue para análise dos biomarcadores e aferida FC.

4.4.2. Coletas de Sangue

Utilizando-se luvas cirúrgicas, e após assepsia local com álcool, foi feita punção da polpa digital dos dedos de onde foi retirado sangue através de capilares heparinizados por meio de lancetas descartáveis da marca Feather. Imediatamente após a coleta e armazenagem de sangue este foi colocado isopor com gelo para manter os recipientes refrigerados e, após terminado os testes, as amostras foram levadas para serem devidamente armazenadas em biofreezer a -80°C para posteriores análises.

4.4.2.1. Biomarcadores:

Lactato:

Para análise da concentração sanguínea de lactato foram retirados 25 microlitros para cada análise. O sangue coletado foi depositado em tubos “ependorfs” contendo 50 µL de fluoreto de sódio a 1% que, por ser hipotônico, provoca hemólise e também a inibição da enzima enolase, interrompendo assim a atividade glicolítica, contribuindo também para evitar a coagulação sanguínea (MORAES, 2008).

Coletas: pré-execução do aquecimento do teste (Basal); imediatamente após teste (0); a cada 1 minuto durante os primeiros 6 minutos de recuperação; a cada 2 minutos até o 16º minuto de recuperação; e a cada 5 minutos (a partir do 20º minuto) até o 45º minuto após o término do teste, totalizando 19 coletas por teste.

Creatina Quinase, Creatinina e Ácido Úrico:

Foram retirados 1000 microlitros através de tubos de microcoleta com heparina lítica para evitar a coagulação sanguínea para avaliação de cada biomarcador, a cada coleta.

Creatina Quinase: pré-execução do aquecimento do teste (Basal); imediatamente após teste (0), 24 e 48 horas pós testes.

Creatinina: pré-execução do aquecimento do teste (Basal); imediatamente após teste (0), 24 horas pós testes.

Ácido Úrico: pré-execução do aquecimento do teste (Basal); imediatamente após teste (0), nos minutos 15, 30, 60, 90 pós testes.

4.4.3. Frequência Cardíaca

A Frequência Cardíaca (FC), foi aferida imediatamente antes e após os testes, de um em um minuto até o 45^o minuto pós-testes.

4.4.4. Escala de Borg

Após cada teste foi fornecido aos atletas uma folha impressa com a escala de esforço (Tabela 2) e de dor (Tabela 3) de Borg (1998) para avaliação da sensação de esforço individual. A escala de Borg foi avaliada nos mesmos momentos que ocorreram as coletas de imediatamente Pós teste (0).

TABELA 2. Escala de percepção subjetiva de esforço segundo Borg (1998).

6	Nenhum esforço suficiente
7	
8	Extremamente leve
9	Muito leve
10	
11	Leve
12	
13	Pouco Difícil
14	
15	Difícil (Forte)
16	
17	Muito Difícil
18	
19	Extremamente Difícil
20	Esforço Máximo

TABELA 3. Escala de percepção subjetiva de dor segundo Borg (1998).

0	Nada demais	“No P”
0,3		
0,5	Extremamente Fraco	Apenas Notável
1	Muito Fraco	
1,5		
2	Fraco	Leve
2,5		
3	Moderado	
4		
5	Forte	Intenso
6		
7	Muito Forte	
8		
9		
10	Extremamente Forte	“Max P”
11		
↳		
●	Máximo Absoluto	Mais alta possível – Insuportável

4.5. Materiais de Análises

Dosagem de Lactacidemia e medidas de Frequência Cardíaca (FC)

As análises de concentração sanguínea de lactato foram feitas em um analisador de lactato – método eletro – enzimático previamente calibrado, modelo **Yellow Springs 1500 Sports** nas dependências LADESP - USP. Os valores de lactato estão expressos em mmol/L. A FC foi aferida por telemetria, utilizando-se um Relógio Polar Monitor Cardíaco RS800G3.

Dosagem de creatina quinase, creatinina e ácido úrico

As análises de CK, creatinina e AU foram realizadas através de kits CK NAC CREATININA KINASE EC 2.7.3.2, CR 3814 (CREA rx series) e UA 3824 respectivamente em um analisador específico para estes biomarcadores, previamente calibrado, modelo RX Daytona do fabricante RANDOX nas dependências do LABEX – UNICAMP.

5 Análise Estatística

Foi levada em consideração a frequência dos atletas em treinos, de forma rígida e legítima, para assim obtermos resultados de forma mais fidedigna e, com isso, diminuir a margem de erros dos resultados.

Para tabulação dos dados foi utilizado o programa EXCEL for Windows. Para tratamento dos dados foram utilizados Minitab 16.1. Na estatística descritiva utilizou-se média e mediana como medidas centrais. Como medidas de dispersão foram utilizadas desvio padrão, valores mínimos e máximos.

Utilizou-se gráfico de dispersão com ajuste de curva, que foram encontradas pelo método de quadrados mínimos e os modelos foram lineares, quadráticos e cúbicos.

Também utilizamos os gráficos de boxplot com comparação de grupos dentro de um só painel.

Devido a quantidade de atletas foi adotada análises não paramétrica.

Análise dos fatores: para analisar os fatores foi utilizado o teste Kruskal-Wallis.

Para análises dos dados também foi realizado o teste de hipóteses onde:

H_0 : As distribuições dos n tratamentos são idênticas.

H_1 : As distribuições dos n tratamentos são diferentes.

A estatística do teste é H e tem aproximação da distribuição Qui-quadrado com grau de liberdade $n-1$. Por exemplo: para a distância temos 4 tratamentos, o grau de liberdade é $4-1=3$, e assim por diante.

O nível de significância utilizado em todos os testes é $p<0,05$.

Análise das médias: para as análises não paramétricas não existe teste para comparar as médias de n tratamentos, portanto foi feita a comparação dos intervalos de confiança para a média dos biomarcadores para tal cruzamento apenas para análises descritivas.

É importante salientar que abordamos a descrição e a autenticidade dos instrumentos de medida utilizados, bem como protocolos empregados na mensuração de LAn.

Os testes foram feitos sempre avaliando cada nadador de forma individual, de modo que cada atleta tinha seu horário de avaliação, e relacionando este ao grupo para analisarmos a austeridade dos testes propostos.

7 Resultados

Apresentamos a seguir os dados obtidos durante os testes já descritos referentes à velocidade de nado, concentrações sanguíneas de lactato, CK, creatinina e AU, e valores de EB e FC. É interessante deixar a ressalva que, apesar de não apresentar diferenças significativas entre os momentos em relação a velocidade, devemos nos atentar que, além de se tratar de nadadores de alto nível e, graças a isso, o processo de melhora de desempenho ser definido por frações de segundos, há também o fator que o campeão de uma competição e o último colocado normalmente são separados por milésimos de segundos, que em análises estatísticas não fará diferença nenhuma mas, na prática, qualquer mínimo aumento de velocidade pode gerar resultados muito diferentes em competições.

7.1. VELOCIDADE

TABELA 4. Valores das velocidades médias individuais e do grupo - médias e desvio padrão - nos três momentos do teste de 25m.

Velocidade Média Testes 25m (m/s)			
Atleta	1 _{25m}	2 _{25m}	3 _{25m}
1	2,16	2,23	2,20
2	1,98	2,04	1,95
3	2,04	2,00	2,06
4	2,09	2,18	2,17
Média	2,07	2,11	2,09
DP (±)	0,08	0,11	0,12

TABELA 5. Valores das velocidades médias individuais e do grupo - médias e desvio padrão - nos três momentos do teste de 50m.

Velocidade Média Testes 50m (m/s)			
Atleta	1 _{50m}	2 _{50m}	3 _{50m}
1	2,00	2,04	2,06
2	1,81	1,80	1,79
3	1,86	1,84	1,82
4	1,98	2,04	2,01
Média	1,91	1,93	1,92
DP (±)	0,09	0,13	0,13

TABELA 6. Valores das velocidades médias individuais e do grupo - médias e desvio padrão - nos três momentos do teste de 100m.

Velocidade Média Testes 100m (m/s)			
Atleta	1 _{100m}	2 _{100m}	3 _{100m}
1	1,80	1,86	1,84
2	1,57	1,57	1,59
3	1,76	1,74	1,75
4	1,77	1,78	1,79
Média	1,73	1,74	1,74
DP (±)	0,10	0,12	0,11

TABELA 7. Valores das velocidades médias individuais e do grupo - médias e desvio padrão - nos três momentos do teste de 200m.

Velocidade Média Testes 200m (m/s)			
Atleta	1 _{200m}	2 _{200m}	3 _{200m}
1	1,55	1,58	1,58
2	1,35	1,43	1,41
3	1,60	1,62	1,66
4	1,64	1,63	1,60
Média	1,54	1,57	1,56
DP (±)	0,13	0,09	0,11

TABELA 8. Análises entre Velocidades Médias de 25, 50, 100 e 200m

Distância	Estatísticas descritivas			p-valor			
	Média	DP	Mediana	25m	50m	100m	200m
25m	2,09	0,094	2,07	1,00	0,00	0,00	0,00
50m	1,92	0,108	1,92	0,00	1,00	0,00	0,00
100m	1,73	0,101	1,76	0,00	0,00	1,00	0,00
200m	1,55	0,101	1,58	0,00	0,00	0,00	1,00

Como as médias são muito diferentes entre as distâncias o p-valor encontrado para todos os testes foi 0,00.

À exceção do teste de 25m, todos os outros não foram aceitos no teste de normalidade.

Para os momentos dos testes de 25, 50, 100 e 200m os valores de H (Graus de liberdade =2) foram de 0,50 (p-valor =0,779), 0,15 (p-valor =0,926), 0,15 (p-valor =0,926) e 0,15 (p-valor =0,874) respectivamente e, portanto, não há evidências de que o resultado de velocidade difere para os momentos para as mesmas distâncias.

Já em relação aos atletas os valores encontrados da estatística de H (Graus de liberdade =3) para 25, 50, 100 e 200m foram 9,26 (p-valor =0,026), 9,67 (p-valor =0,022), 10,38 (p-valor =0,016) e 9,36 (p-valor =0,025) respectivamente e, portanto, há evidências de que o resultado de velocidade difere para os atletas nas mesmas distâncias.

TABELA 9. Médias e DP das velocidades dos atletas para cada distância entre os três momentos

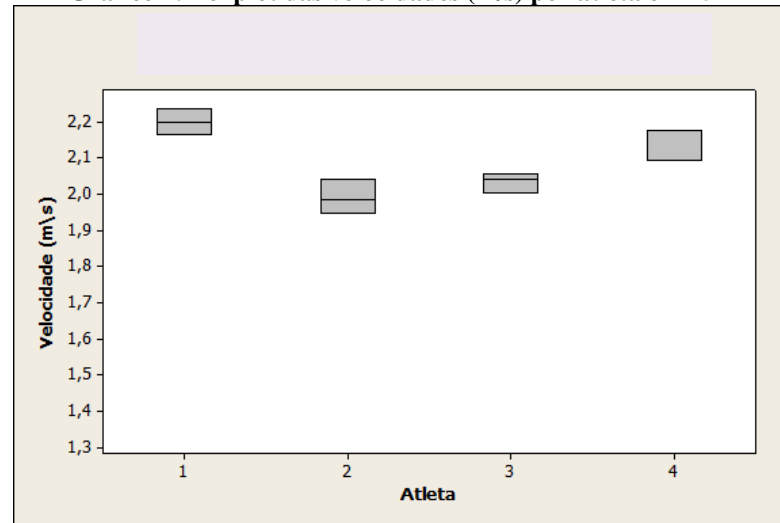
Atleta	Velocidade (m/s)			
	25m	50m	100m	200m
1	2,20 ±0,04	2,03 ±0,03	1,83 ±0,03	1,57 ±0,02
2	1,99 ±0,05	1,80 ±0,01	1,58 ±0,01	1,40 ±0,04
3	2,03 ±0,03	1,84 ±0,02	1,75 ±0,01	1,63 ±0,03
4	2,15 ±0,05	2,01 ±0,03	1,78 ±0,01	1,62 ±0,02
Média	2,09 ±0,02	1,92 ±0,01	1,74 ±0,01	1,55 ±0,02

25 metros:

Neste caso, mesmo que o teste de normalidade foi aceito, usaremos o teste de Kruskal-Wallis para manter a mesma teoria para todos os casos.

Atleta: Segue a análise visual das medianas.

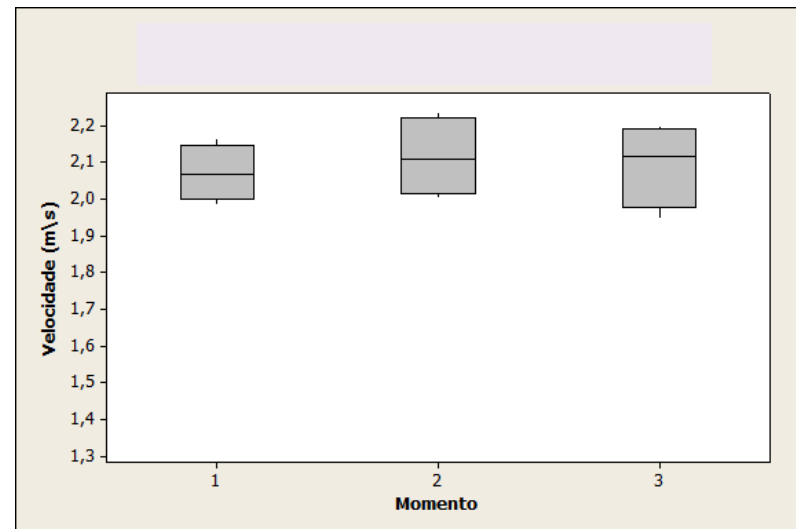
Gráfico 1. Boxplot das velocidades (m/s) por atleta em 25m



A média para o atleta 2 e 3 são próximas e são diferentes do atleta 1.

Momentos: Segue o gráfico com os intervalos de confiança para as medianas.

Gráfico 2. Boxplot das velocidades (m/s) por momento em 25m

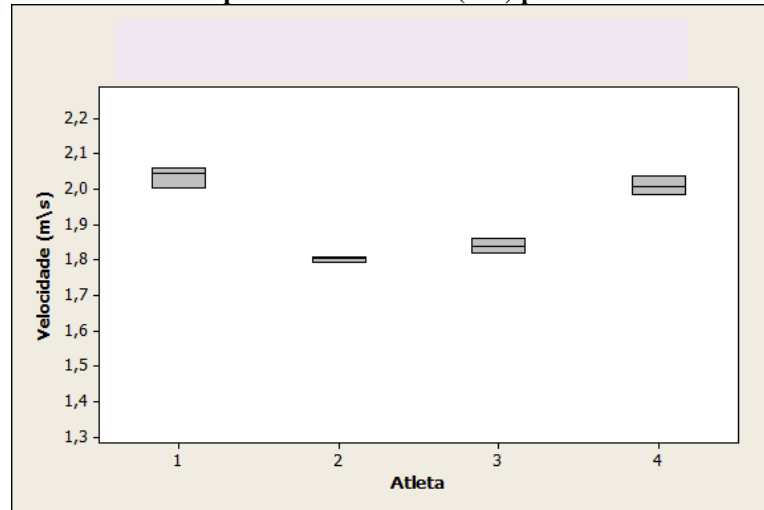


A partir do gráfico podemos notar que as médias dos momentos foram semelhantes.

50 metros:

Atleta: Segue a análise visual das medianas.

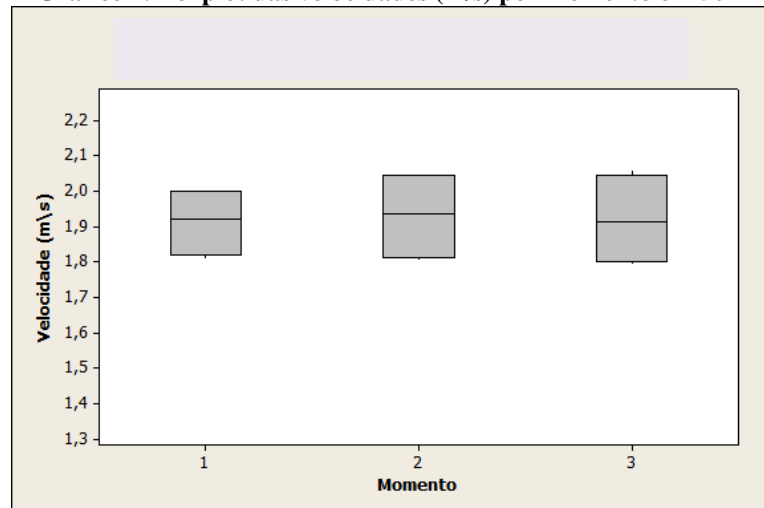
Gráfico 3. Boxplot das velocidades (m/s) por atleta em 50m



A média para o atleta 2 e 3 são próximas e são menores do que as médias dos demais atletas.

Momento: Segue o gráfico com os intervalos de confiança para as medianas.

Gráfico 4. Boxplot das velocidades (m/s) por momento em 50m

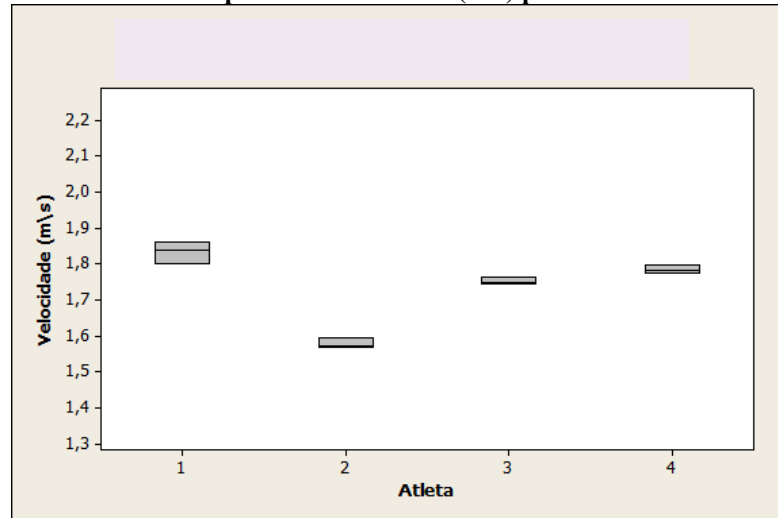


A partir do gráfico podemos notar que as médias dos momentos foram semelhantes.

100 metros:

Atleta: Segue a análise visual das medianas.

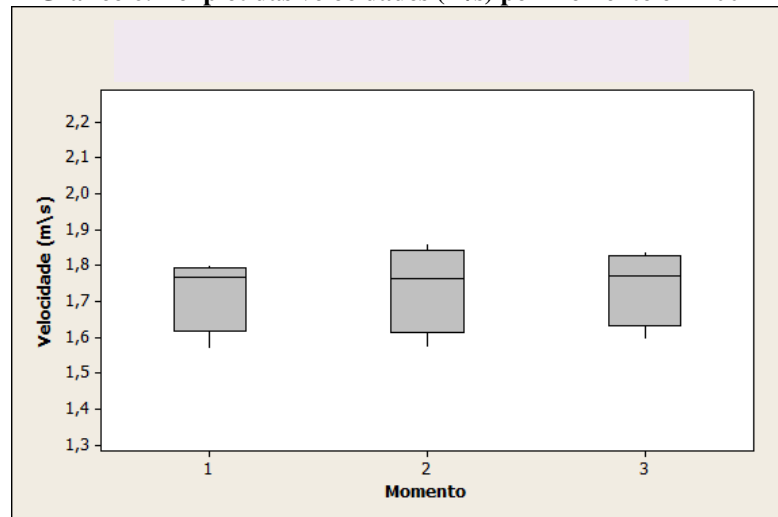
Gráfico 5. Boxplot das velocidades (m/s) por atleta em 100m



A partir do gráfico acima podemos notar que a média de velocidade do atleta 2 foi a menor entre os atletas e as médias dos demais são semelhantes.

Momento: Segue o gráfico com os intervalos de confiança para as medianas.

Gráfico 6. Boxplot das velocidades (m/s) por momento em 100m

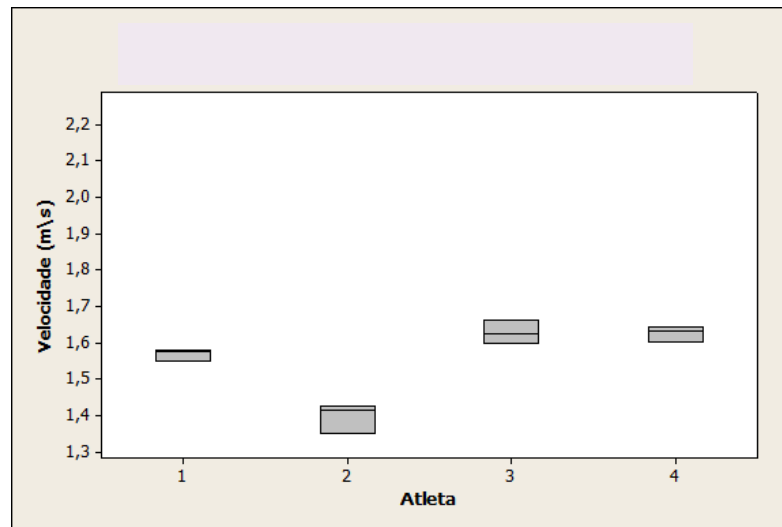


A partir do gráfico podemos notar que não houve diferença entre dos momentos 1,2 e 3.

200 Metros:

Atleta: Segue a análise visual das medianas.

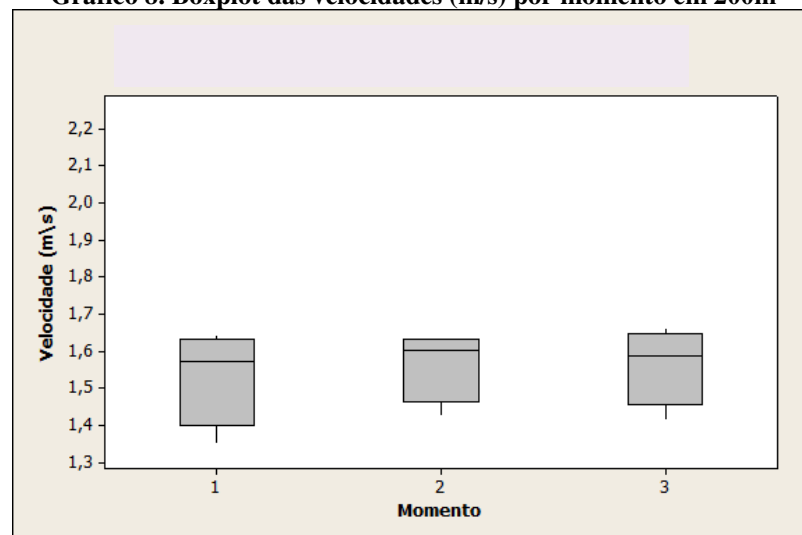
Gráfico 7. Boxplot das velocidades (m/s) por atleta em 200m



A partir do gráfico acima podemos ver que a média do atleta 2 foi inferior aos atletas 1, 3 e 4.

Momento: Segue o gráfico com os intervalos de confiança para as medianas.

Gráfico 8. Boxplot das velocidades (m/s) por momento em 200m



A partir do gráfico podemos notar que não houve diferença entre dos momentos 1,2 e 3.

TABELA 10.

ANOVA para os fatores distância, momento e atleta.

Variáveis	Grau de Liberdade	Soma de Quadrado	Soma de Quadrado médio	Estatística f de Snedecor	Nível de Significância
Distância	3	1,943	0,6479	835,41	0,000
Atleta	3	0,352	0,1174	151,37	0,000
Momentos	2	0,005	0,0029	3,74	0,044
Distância*Atleta	9	0,075	0,0083	10,74	0,000
Distância*Momentos	6	0,001	0,0002	0,33	0,910
Atleta*Momentos	6	0,005	0,0008	1,15	0,375
Erro	18	0,013	0,0007		
Total	47	2,397			

Para o modelo testado acima os fatores Distância, Atleta e Momento são significantes.

Para análise de significância dos biomarcadores sanguíneos foi aplicado o teste Kruskal-Wallis, uma vez que os mesmos não passaram no teste de normalidade. Logo, utilizou-se a estatística H com distribuição Qui-quadrado. Além disso, através das análises estatísticas foi possível observar que não houve diferenças significativas entre os momentos para cada distância em relação Lactato, CK, Creatinina e AU. Com isto, agrupou-se os momentos (1, 2 e 3) estratificando apenas as distâncias e os atletas para cada coleta. É interessante deixar a ressalva que, alguns gráficos a seguir possuem informações com valores negativos, ou seja, passa a impressão que a concentração dos biomarcadores, em alguns casos, é negativa. Isto ocorre pois, para o intervalo da média, o programa estatístico calcula o mesmo valor tanto acima quanto abaixo desta, porém não tem validade valores abaixo de zero.

7.2. LACTATO

As concentrações de lactato sanguíneo são elucidadas nas tabelas a seguir.

TABELA 11. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações de lactato sanguíneo (mmol/L) nos três momentos do teste 25m.

Atleta	1 _{25m}				2 _{25m}				3 _{25m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	1.09	0.43	0.30	0.88	0.78	0.63	1.40	0.72	0.48	0.25	0.74	0.50	0.68	0.33
Pós	2.14	2.50	1.85	2.51	2.35	1.26	1.70	2.08	2.15	1.16	1.38	3.86	2.08	0.73
1'pós	3.18	3.08	1.89	3.09	2.22	2.38	1.92	3.03	2.08	2.87	2.83	3.07	2.64	0.50
2'pós	3.14	3.81	1.93	2.72	2.66	3.09	2.34	2.72	3.18	3.52	1.77	4.80	2.97	0.83
3'pós	3.87	3.67	2.39	2.68	2.52	3.38	2.33	2.25	3.19	3.48	2.56	5.05	3.11	0.83
4'pós	4.18	3.71	2.35	2.96	2.30	2.74	2.07	3.42	2.84	3.13	2.60	4.90	3.10	0.83
5'pós	3.67	3.53	2.39	3.08	2.72	2.69	1.64	2.96	3.58	3.29	1.57	3.44	2.88	0.71
6'pós	2.95	3.49	1.83	4.08	2.39	2.65	1.51	3.04	3.59	3.25	2.70	3.35	2.90	0.74
8'pós	2.73	4.10	1.79	2.72	2.57	2.15	1.76	2.57	2.88	3.29	2.25	2.61	2.62	0.64
10'pós	2.62	2.81	1.90	2.03	2.92	1.93	1.90	2.01	1.99	2.31	2.10	2.73	2.27	0.39
12'pós	2.63	2.59	1.26	1.59	2.00	1.70	1.19	1.72	2.77	2.35	1.58	4.68	2.17	0.95
14'pós	1.89	2.00	1.23	1.68	1.38	1.85	1.13	1.61	1.59	2.30	1.31	3.61	1.80	0.66
16'pós	1.61	1.86	1.27	1.48	1.69	1.63	1.33	1.26	1.77	1.86	1.46	2.11	1.61	0.26
20'pós	1.74	1.71	1.00	1.15	1.20	1.19	0.88	1.51	1.19	1.94	1.00	1.55	1.34	0.34
25'pós	1.20	1.32	0.58	1.10	1.11	0.92	0.84	1.02	0.93	1.86	1.37	1.59	1.15	0.35
30'pós	0.92	1.21	0.64	0.95	1.01	0.85	1.06	0.97	1.26	1.65	0.85	1.44	1.07	0.28
35'pós	0.88	1.47	0.54	1.01	0.63	1.27	0.80	1.13	0.85	2.08	1.04	1.02	1.06	0.41
40'pós	0.84	1.15	0.59	0.97	1.05	1.23	1.07	0.88	0.58	1.79	0.93	0.71	0.98	0.33
45'pós	0.96	0.85	0.39	0.70	0.72	0.66	1.38	1.00	0.61	1.52	1.07	0.68	0.88	0.33

TABELA 12. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações de lactato sanguíneo (mmol/L) nos três momentos do teste 50m.

Atletas	1 _{50m}				2 _{50m}				3 _{50m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	0.88	0.45	0.63	0.87	0.63	0.56	0.83	0.63	0.53	0.40	0.37	0.63	0.62	0.17
Pós	1.99	2.29	2.30	4.80	3.35	3.62	2.15	3.52	3.05	3.00	2.26	5.46	3.15	1.09
1'pós	3.96	4.81	1.15	5.53	3.59	3.93	2.06	4.71	3.74	5.40	2.80	5.56	3.94	1.40
2'pós	4.02	4.50	3.73	5.71	4.48	4.22	2.55	5.04	4.85	5.03	2.89	7.03	4.50	1.20
3'pós	4.01	5.22	3.79	4.30	4.01	4.57	2.35	5.83	4.79	4.78	3.09	7.96	4.56	1.41
4'pós	4.08	4.58	3.45	5.39	4.56	3.98	3.30	6.54	4.85	5.84	3.59	6.95	4.76	1.20
5'pós	4.63	4.39	3.24	5.21	4.39	4.58	2.81	7.00	4.46	4.43	3.57	5.76	4.54	1.12
6'pós	3.79	4.07	3.35	4.97	4.85	4.62	2.69	6.26	4.14	4.16	2.84	7.45	4.43	1.36
8'pós	2.94	5.39	4.24	5.53	4.68	3.65	2.72	6.30	3.84	5.47	3.29	7.09	4.60	1.38
10'pós	3.97	5.08	3.22	4.12	3.64	3.55	2.10	5.82	3.35	4.41	2.11	8.67	4.17	1.78
12'pós	2.99	4.17	2.83	3.80	4.30	3.69	1.95	4.91	3.48	4.15	2.82	7.11	3.85	1.31
14'pós	2.36	4.32	2.69	3.79	3.50	2.26	1.30	5.23	2.76	3.33	2.88	7.13	3.46	1.54
16'pós	2.04	3.45	2.13	3.59	3.37	1.98	2.42	5.02	2.87	3.89	3.73	7.15	3.47	1.47
20'pós	1.70	3.68	1.86	3.03	3.00	1.84	1.00	4.50	2.03	3.00	1.72	6.02	2.78	1.42
25'pós	1.30	2.74	1.52	3.89	2.55	1.45	0.81	3.00	1.51	2.40	1.91	4.51	2.30	1.11
30'pós	1.00	1.89	1.62	1.66	2.04	1.19	0.79	2.35	1.27	1.89	1.56	3.94	1.77	0.82
35'pós	0.98	1.46	1.81	1.34	1.38	1.26	0.58	2.53	0.74	1.42	0.88	2.72	1.43	0.66
40'pós	1.06	0.46	1.58	1.12	1.04	1.27	1.27	1.65	0.83	1.37	1.09	2.90	1.30	0.60
45'pós	0.92	0.45	1.04	1.15	0.94	1.05	0.66	1.75	0.55	1.27	0.67	2.15	1.05	0.49

TABELA 13. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações de lactato sanguíneo (mmol/L) nos três momentos do teste 100m.

Atletas	1 _{100m}				2 _{100m}				3 _{100m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	0.25	0.48	0.65	0.55	0.88	0.79	0.78	0.57	0.61	0.37	0.48	0.55	0.58	0.18
Pós	3.16	4.04	3.03	3.96	4.79	3.99	4.36	5.15	3.60	4.23	3.67	5.67	4.14	0.78
1'pós	5.64	5.31	3.91	4.73	5.35	4.37	4.48	6.08	4.43	4.36	4.77	6.68	5.01	0.82
2'pós	4.87	4.78	4.61	6.42	6.59	4.23	5.35	7.28	5.36	3.37	5.55	6.66	5.42	1.14
3'pós	5.03	5.05	5.70	6.42	5.31	5.22	6.19	7.07	4.72	5.63	4.85	5.44	5.55	0.70
4'pós	6.45	4.86	5.67	5.76	6.16	4.71	4.55	6.70	5.84	5.81	4.89	6.15	5.63	0.71
5'pós	6.32	6.88	5.42	6.38	6.94	3.54	6.59	5.63	6.24	4.07	4.87	7.00	5.82	1.15
6'pós	6.82	5.67	5.37	6.12	5.18	3.65	5.60	6.65	5.41	5.14	5.00	5.55	5.51	0.82
8'pós	6.27	4.87	5.19	5.75	5.98	3.30	5.62	6.45	3.85	5.09	5.19	6.40	5.33	0.98
10'pós	4.94	4.12	4.78	5.64	7.44	2.90	4.38	6.13	4.89	3.78	4.67	6.98	5.05	1.31
12'pós	5.08	4.62	4.77	6.85	5.10	2.22	4.53	7.56	3.93	3.87	4.33	5.75	4.88	1.40
14'pós	3.77	4.74	5.23	5.07	4.24	2.07	4.48	5.78	3.54	3.57	4.23	5.59	4.36	1.04
16'pós	4.24	3.65	4.24	3.92	4.47	2.46	3.75	5.80	2.98	3.22	3.11	6.90	4.06	1.24
20'pós	3.00	3.19	3.05	3.98	4.09	1.65	3.18	5.86	2.63	2.91	3.26	5.57	3.53	1.19
25'pós	2.68	2.68	4.00	2.77	2.93	1.69	3.06	3.98	1.70	2.08	2.56	4.63	2.90	0.91
30'pós	1.89	1.95	2.68	1.97	2.22	1.28	2.19	3.57	1.25	1.97	2.23	4.47	2.31	0.91
35'pós	1.72	1.68	2.30	1.83	2.11	1.03	2.22	2.74	1.17	1.36	1.44	3.19	1.90	0.64
40'pós	1.45	0.56	1.77	2.57	1.52	1.04	1.82	2.14	1.05	0.99	1.12	2.41	1.54	0.62
45'pós	1.01	1.20	1.41	1.34	1.50	0.90	1.20	1.79	0.84	0.81	1.38	2.25	1.30	0.42

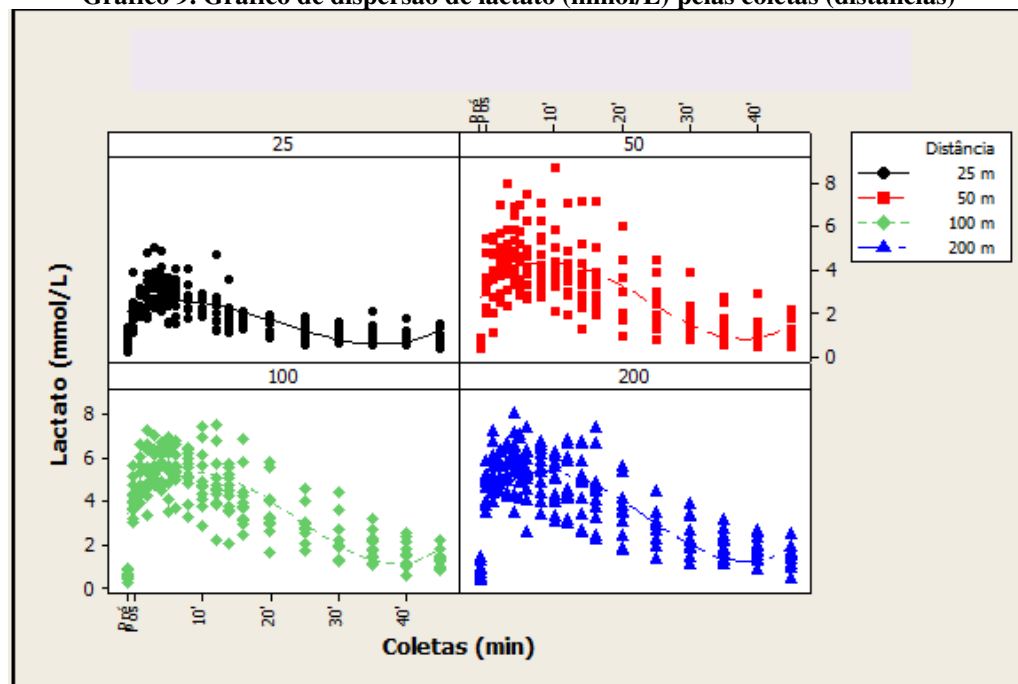
TABELA 14. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações de lactato sanguíneo (mmol/L) nos três momentos do teste 200m.

Atletas	1 _{200m}				2 _{200m}				3 _{200m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	1.23	0.41	0.78	0.63	0.49	0.93	0.31	0.63	0.68	0.61	0.35	1.38	0.70	0.33
Pós	4.82	3.80	5.18	4.89	3.79	3.48	3.78	5.80	3.90	4.94	4.97	4.62	4.50	0.72
1'pós	5.56	4.55	4.92	6.04	5.88	3.90	4.37	5.85	4.70	7.26	5.14	6.76	5.41	1.00
2'pós	5.73	4.79	5.61	6.24	5.00	4.73	4.40	5.12	5.62	5.00	5.70	6.29	5.35	0.60
3'pós	6.45	4.33	4.16	6.50	4.92	4.38	5.12	6.40	5.14	5.73	6.65	6.55	5.53	0.96
4'pós	6.46	4.29	6.12	6.33	5.30	3.41	5.67	8.05	6.54	5.97	7.18	6.29	5.97	1.23
5'pós	5.76	7.02	4.88	5.51	5.80	4.12	5.84	5.37	5.27	5.28	6.93	7.09	5.74	0.90
6'pós	6.29	4.01	5.21	5.45	5.88	2.57	6.25	5.26	4.55	5.31	5.00	7.38	5.26	1.22
8'pós	6.39	3.40	5.53	6.69	6.18	3.92	4.84	5.83	5.33	4.38	6.73	6.55	5.48	1.13
10'pós	5.00	3.24	4.27	5.58	5.78	3.05	4.12	5.12	5.04	3.90	6.08	6.26	4.79	1.07
12'pós	4.15	2.92	4.30	6.63	4.49	3.10	4.43	6.80	4.48	4.06	5.80	5.97	4.76	1.27
14'pós	4.09	2.57	4.80	5.20	4.94	2.65	5.00	6.71	6.62	3.39	5.83	4.11	4.66	1.37
16'pós	4.00	2.18	4.40	4.68	4.73	2.40	4.51	6.64	3.72	3.18	7.42	4.88	4.40	1.53
20'pós	3.76	1.71	3.47	3.78	3.53	1.76	4.11	5.61	3.02	3.03	5.31	2.36	3.45	1.21
25'pós	3.04	1.29	2.22	2.85	2.66	2.65	3.00	3.47	2.59	1.89	4.47	3.42	2.80	0.81
30'pós	2.19	1.08	2.09	1.92	2.25	1.90	3.27	3.39	1.80	1.35	3.82	2.66	2.31	0.83
35'pós	1.55	1.09	1.77	2.34	1.72	1.09	2.14	2.69	1.34	1.25	3.12	2.23	1.86	0.65
40'pós	1.64	0.85	2.27	1.70	1.96	1.22	1.91	2.65	1.47	1.30	2.53	2.00	1.79	0.54
45'pós	1.29	0.42	1.87	1.58	1.51	0.90	1.31	1.52	1.07	1.07	2.43	1.61	1.38	0.51

Normalidade: a partir do teste de normalidade dos dados de Lactato temos o p-valor $< 0,005$, portanto há evidências para rejeitar a hipótese de normalidade.

Geral: para os valores encontrados da estatística $H=171,51$ (p-valor $<0,01$), $H=45,96$ (p-valor $<0,01$) (Graus de liberdade =3), $H=551,88$ (o p-valor $<0,01$) (Graus de liberdade =18), há evidências de que o resultado para o Lactato difere pela distância, atleta e coleta. Já para o fator momentos encontrou-se $H=3,55$ (p-valor=0,169) (Graus de liberdade=2) e, portanto, há evidências de que o resultado para o Lactato não difere entre os momentos.

Gráfico 9. Gráfico de dispersão de lactato (mmol/L) pelas coletas (distâncias)



As regressões foram feitas com o método de quadrados mínimos, para a curva se ajustar melhor aos dados foi escolhido o modelo cúbico. Segue as regressões para cada distância:

- 25 metros: $\text{Lactato} = 2,24 + 0,105 \text{ Coletas} - 0,009 \text{ Coletas}^2 + 0,0001 \text{ Coletas}^3$ ($R^2= 43,8\%$)
- 50 metros: $\text{Lactato} = 3,10 + 0,306 \text{ Coletas} - 0,020 \text{ Coletas}^2 + 0,0002 \text{ Coletas}^3$ ($R^2= 43,0\%$)
- 100 metros: $\text{Lactato} = 3,84 + 0,362 \text{ Coletas} - 0,020 \text{ Coletas}^2 + 0,0003 \text{ Coletas}^3$ ($R^2= 55,4\%$)
- 200 metros: $\text{Lactato} = 4,01 + 0,334 \text{ Coletas} - 0,023 \text{ Coletas}^2 + 0,0003 \text{ Coletas}^3$ ($R^2= 53,0\%$)

Gráfico 10. Boxplot de lactato (mmol/L) pelas coletas (distância)

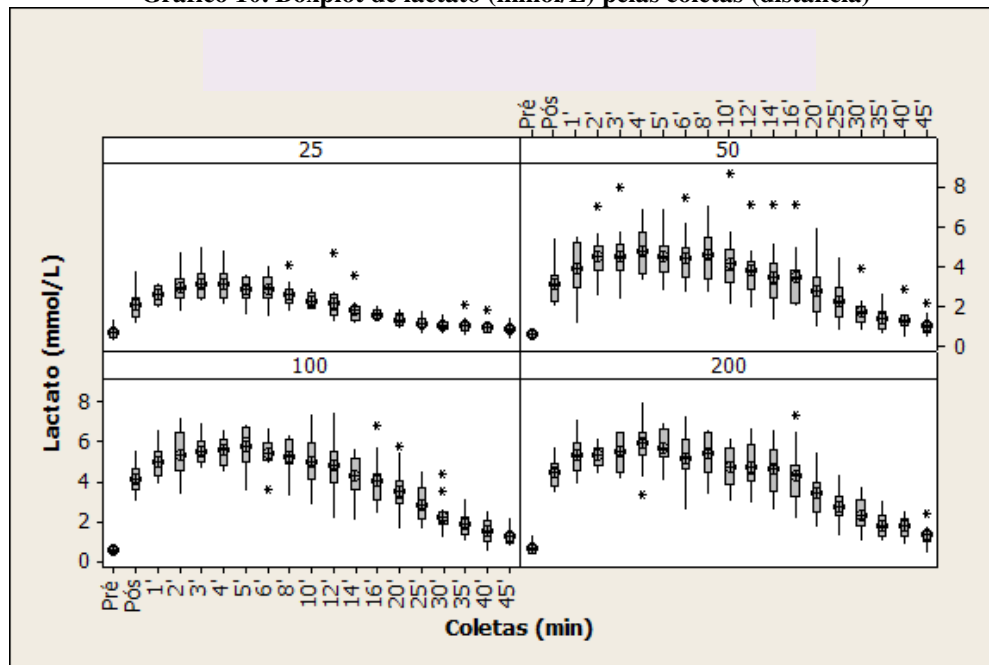
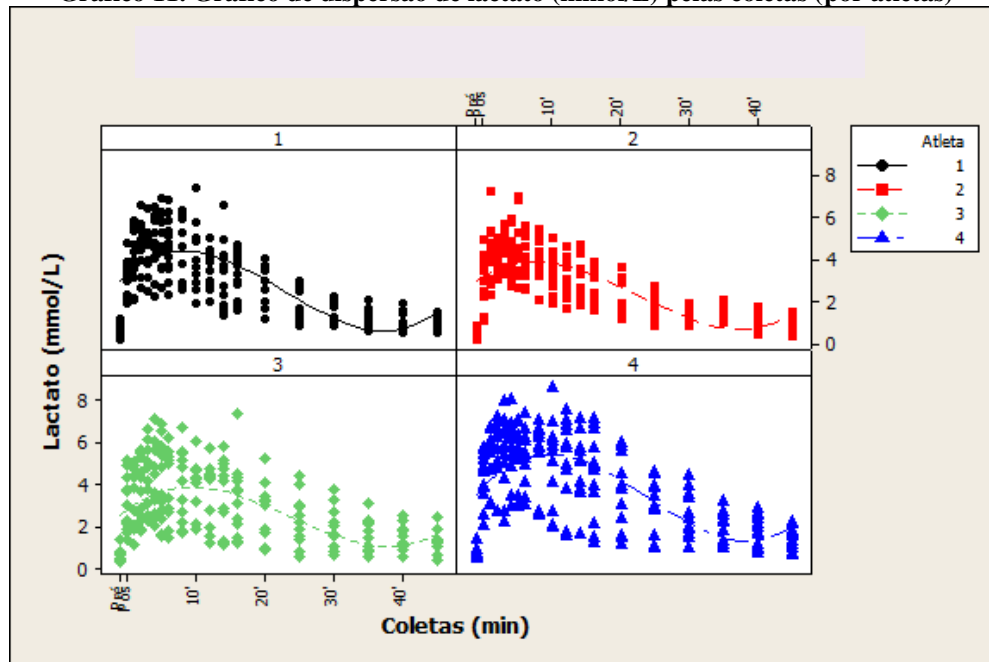


Gráfico 11. Gráfico de dispersão de lactato (mmol/L) pelas coletas (por atletas)



Segue as regressões para cada atleta:

- Atleta 1: $\text{Lactato} = 3,28 + 0,290 \text{ Coletas} - 0,021 \text{ Coletas}^2 + 0,0003 \text{ Coletas}^3$ ($R^2 = 49,0\%$)
- Atleta 2: $\text{Lactato} = 3,21 + 0,197 \text{ Coletas} - 0,015 \text{ Coletas}^2 + 0,0002 \text{ Coletas}^3$ ($R^2 = 47,7\%$)
- Atleta 3: $\text{Lactato} = 2,81 + 0,253 \text{ Coletas} - 0,017 \text{ Coletas}^2 + 0,0002 \text{ Coletas}^3$ ($R^2 = 28,1\%$)
- Atleta 4: $\text{Lactato} = 3,88 + 0,365 \text{ Coletas} - 0,024 \text{ Coletas}^2 + 0,0003 \text{ Coletas}^3$ ($R^2 = 40,9\%$)

Gráfico 12. Boxplot de lactato (mmol/L) pelas coletas (atletas)

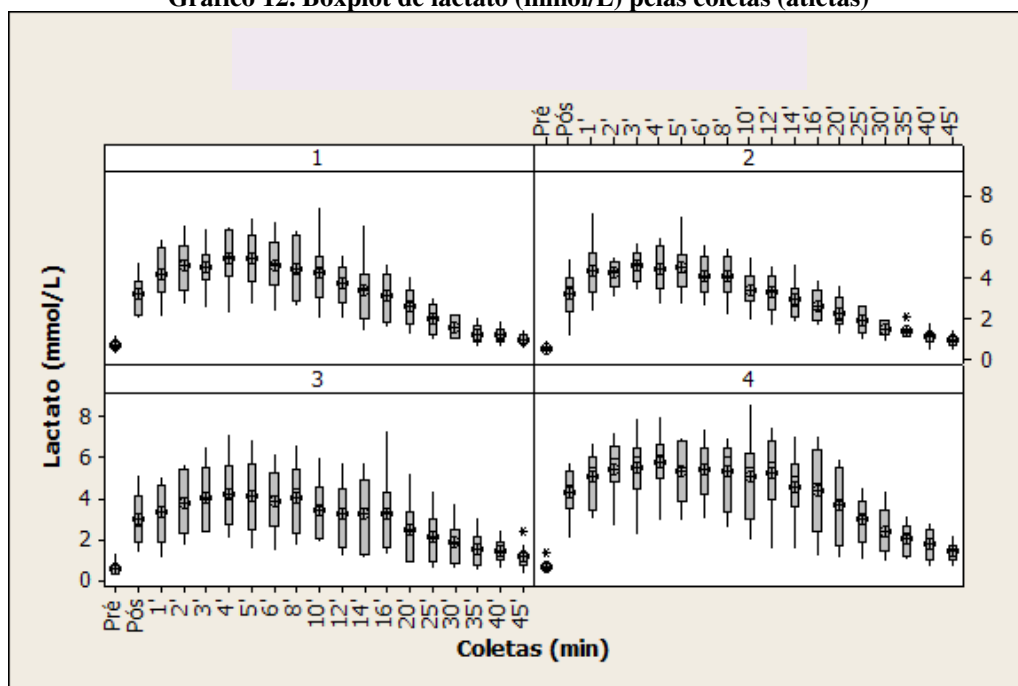
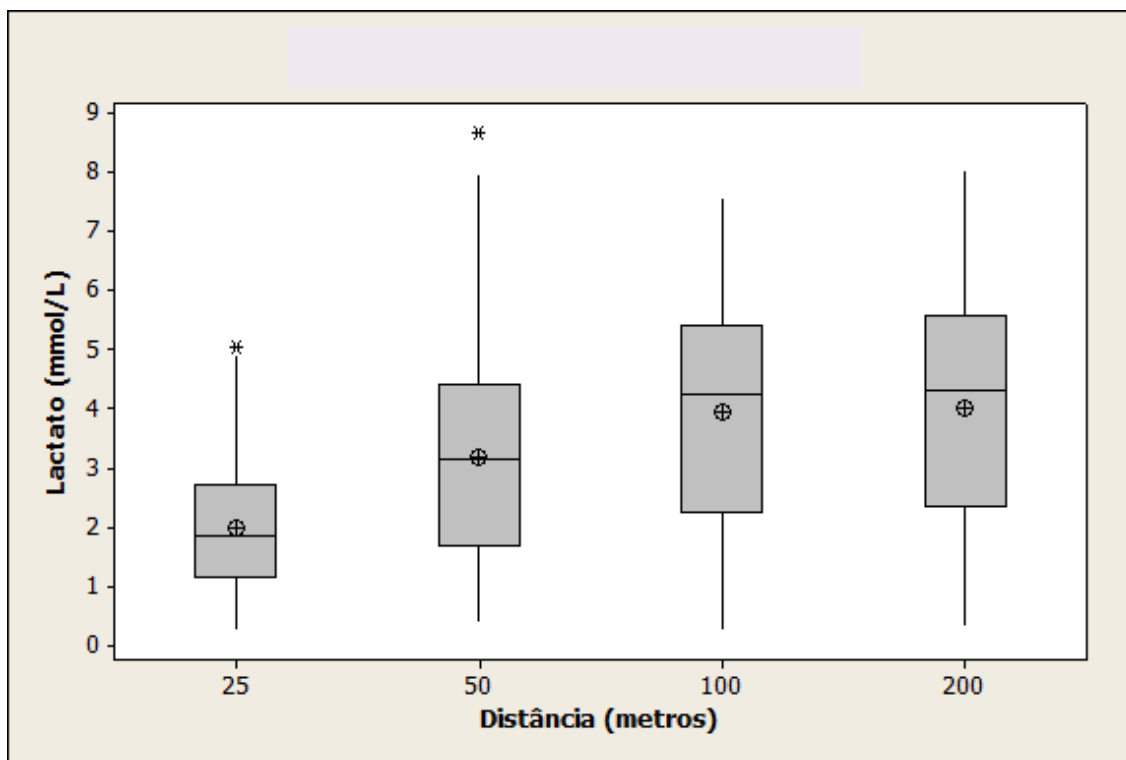
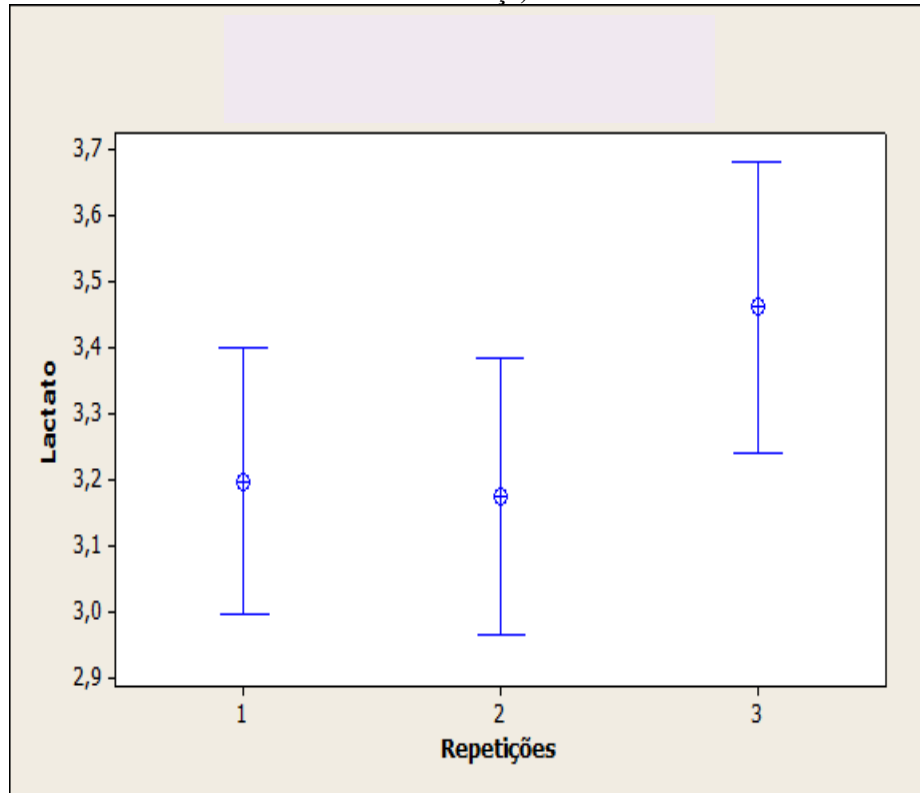


Gráfico 13: Boxplot de lactato (mmol/L) pelas distâncias (metros)



O Gráfico acima apresenta o boxplot do lactato agrupando atleta, momentos e coletas. Podemos notar que tanto a média quanto a mediana são próximas para as distâncias 100 e 200 metros.

Gráfico 14. Médias e DP de Lactato sanguíneo (mmol/L) para os momentos (normal – 95% intervalo de confiança)



Quando olhamos as curvas para os 3 momentos podemos notar que nas distâncias de 25 e 50 metros o 3º momento possui sempre valores superiores em quase a totalidade das coletas observadas. Porém na distância 100 metros, as 3 curvas estão bem próximas e se cruzam por volta da coleta 25'. As curvas do momento 2 e 3 para a distância de 200 metros se cruzam próximo a coleta 20'.

Apenas as médias de 100m e 200m não foram significativamente diferentes. Nota-se que existe diferença significativa entre o atleta 4 e os demais atletas. Além disso, e em relação à concentração de lactato sanguíneo é possível afirmar que há grande diferença de indivíduo para indivíduo.

Podemos notar que há diferença significativa entre as distâncias. Para 25 e 50m existem diferenças a partir do minuto 2 até o minuto 30. Entre 25 e 100m existe diferença a partir

do momento Pós teste até o minuto 35. Já para 100 e 200m não houve diferença significativa entre as coletas.

De acordo com os dados obtidos podemos observar que a cinética do lactato para os testes foi semelhante, porém com valores diferentes entre as distâncias.

Observando os gráficos de cinética do lactato, fica claro que quanto maior a distância do teste maior a concentração de lactato, mesmo que entre 100 e 200m não ocorreu diferenças significativas, pois a 100% de intensidade parece chegar um ponto em que embora o esforço por parte do atleta seja maior, metabolicamente não ocorra diferenças.

7.3. CREATINA QUINASE

Normalidade: a partir do teste de normalidade dos dados de CK temos o p-valor $<0,005$, portanto há evidências para rejeitar a hipótese de normalidade.

TABELA 15. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de CK (U/L) nos três momentos do teste 25m.

Atletas	1 _{25m}				2 _{25m}				3 _{25m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	221.59	244.66	369.37	160.19	266.03	291.9	250.82	129.31	402.19	823.12	233.13	178.69	297.58	183.29
Pós	242.5	47.23	385.44	172.77	256.64	320.94	254.75	139.03	706.96	837.94	243.7	181.3	315.77	231.64
24hs	241.83	278.81	297.64	157.78	430.01	251.49	307.8	151.44	534.3	142.78	214.84	184.27	266.08	117.51
48hs	200.51	299.97	292.56	163.44	403.19	350.45	244.91	360.95	316.13	237	213.92	206.67	274.14	74.39

TABELA 16. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de CK (U/L) nos três momentos do teste 50m.

Atletas	1 _{50m}				2 _{50m}				3 _{50m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	270.32	354.95	369.37	160.19	239.66	223.75	250.82	129.31	346.46	179.72	233.13	178.69	244.70	78.84
Pós	296.98	406.35	385.44	172.77	234.16	216.01	254.75	139.03	365.2	215.06	243.7	181.3	259.23	86.83
24hs	152.53	353.12	297.64	157.78	265.9	10.66	307.8	151.44	1110.84	811.37	214.84	184.27	334.85	312.88
48hs	321.88	300.89	292.56	163.44	266.03	314.55	244.91	360.95	699.74	852.94	213.92	206.67	353.21	207.80

TABELA 17. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de CK (U/L) nos três momentos do teste 100m.

Atletas	1 _{100m}				2 _{100m}				3 _{100m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	200.51	299.97	262.9	147.03	218.93	227.25	277.65	104.22	302.71	212.77	184.61	188.55	218.93	60.18
Pós	211.01	372.7	290.23	158.36	261.4	268.07	* coágulo	23.27	326.93	292.64	212.38	216.88	239.44	93.53
24hs	417.1	302.72	355.12	131.78	289.64	212.84	205.51	59.89	283.23	262.32	200.09	502.98	268.60	120.75
48hs	213.25	293.89	480.66	134.03	260.74	232.5	223.34	175.69	201.26	207.01	279.9	251.32	246.13	86.09

TABELA 18. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de CK (U/L) nos três momentos do teste 200m.

Atletas	1 _{200m}				2 _{200m}				3 _{200m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	334.29	393.36	250.49	215.5	171.6	283.15	240	471.16	144.45	198.89	273.4	240.86	268.10	93.21
Pós	379.53	403.19	284.48	251.07	191.68	315.55	260.4	527.32	180.66	215.25	253.88	281.02	295.34	99.31
24hs	428.51	340.38	236.75	174.02	205.18	235.16	310.55	63.64	154.03	209.67	256.99	215.34	235.85	93.56
48hs	272.9	262.9	398.85	193.18	252.74	221.59	309.5	185.6	166.36	188.35	219.92	377.28	254.10	75.24

Geral: para os valores encontrados da estatística $H=4,45$ ($p\text{-valor}=0,217$), $H=1,76$ ($p\text{-valor} < 0,623$) (Graus de liberdade =3) e $H=1,96$ ($p\text{-valor} < 0,375$) (Graus de liberdade =2) e portanto há evidências para rejeitar a significância do fator distância, coletas e momentos para a variação de CK respectivamente. Já para o fator atletas, $H=30,09$ ($p\text{-valor} < 0,01$) (Graus de liberdade =3) há evidências que o resultado de CK difere para os mesmos.

Gráfico 15. Boxplot de CK (U/L) pelas coletas (distância)

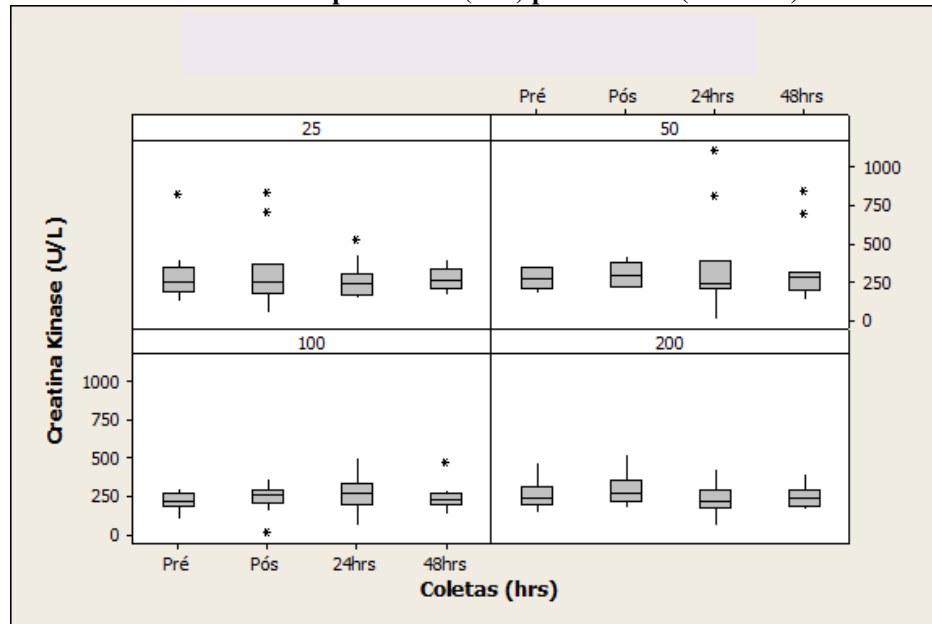
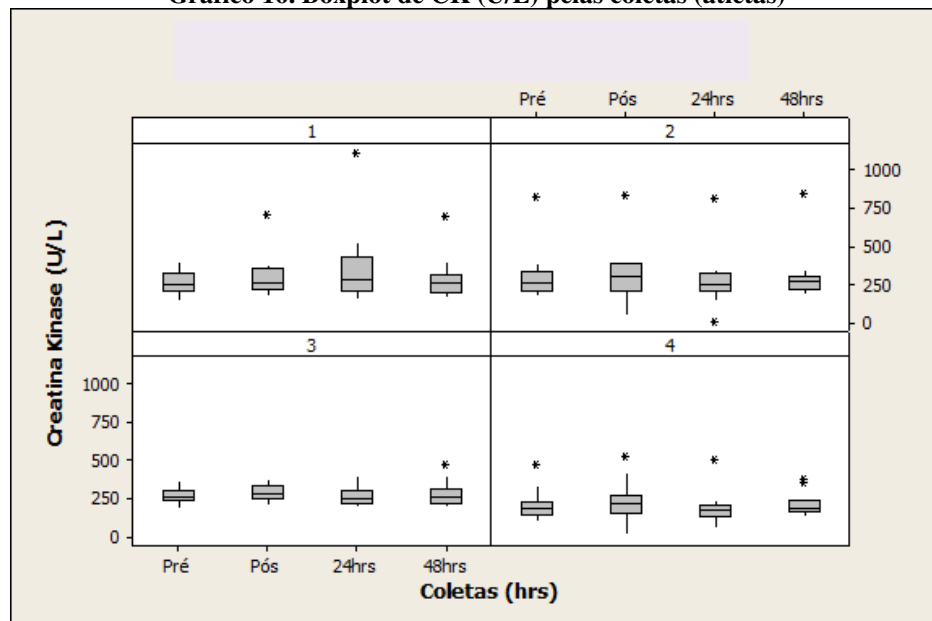


Gráfico 16. Boxplot de CK (U/L) pelas coletas (atletas)



Os ajustes de curva não foram bons, o R^2 encontrado para as curvas foi baixo (o maior encontrado foi 24,2%). As coletas não transpareceram variação da medida de CK.

Gráfico 17. Boxplot de CK (U/L) pelas distâncias (metros)

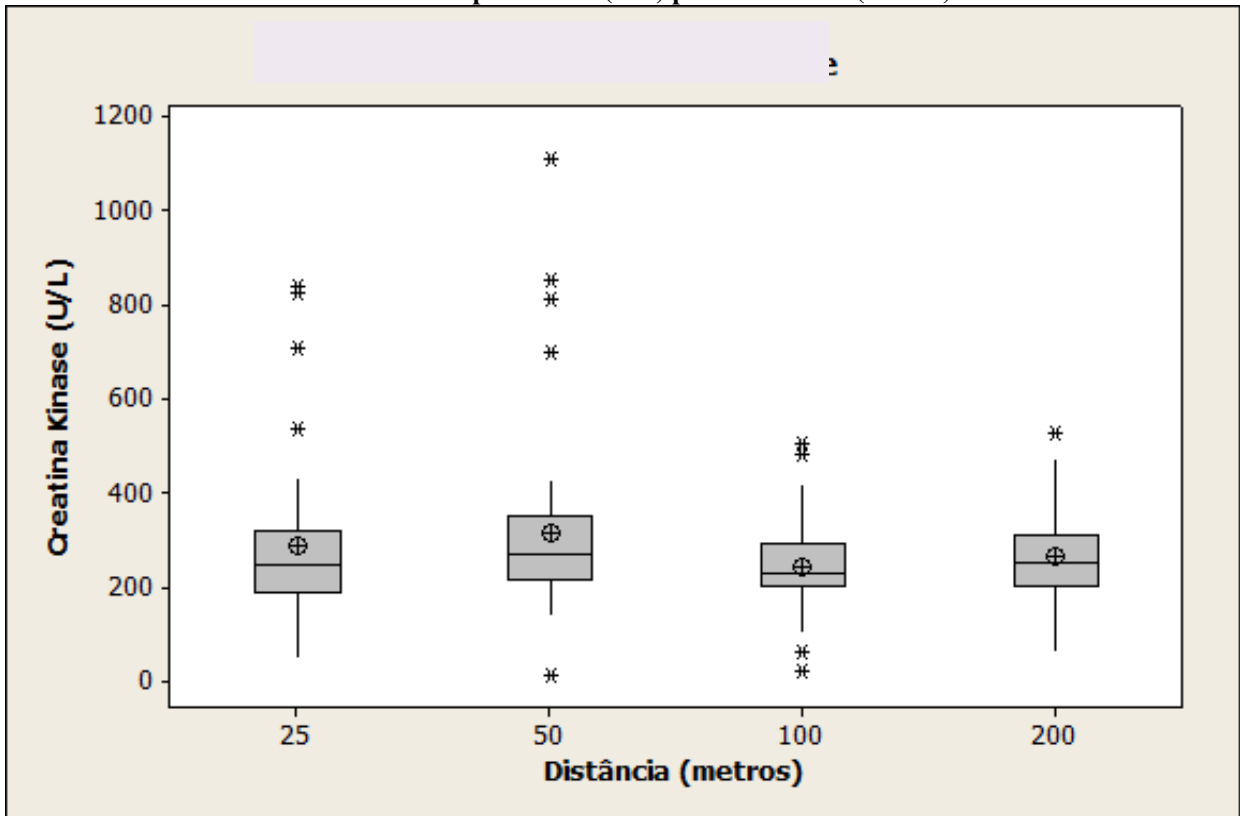
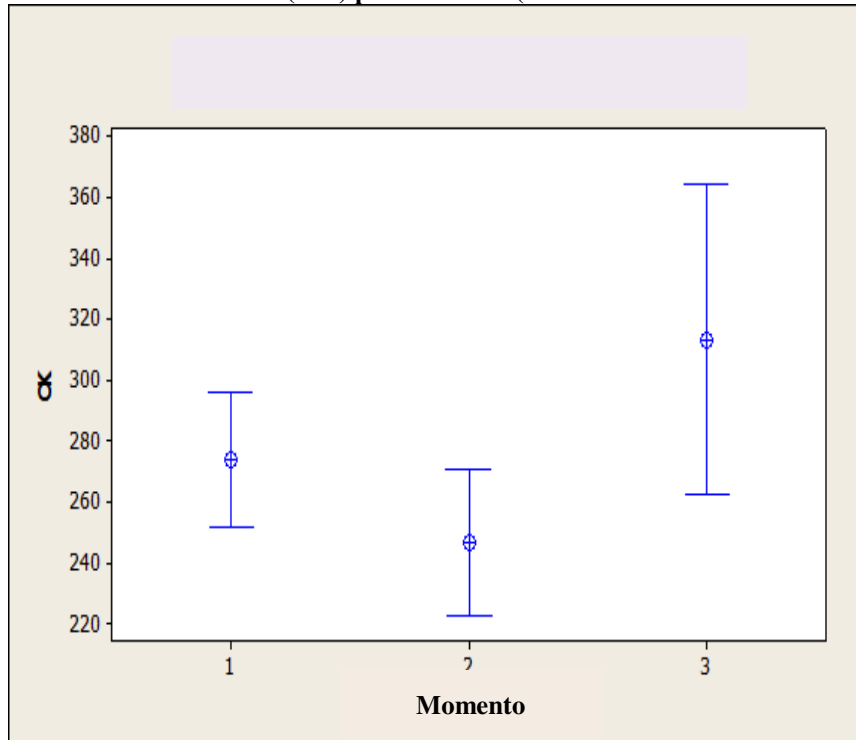


Gráfico 18. Médias e DP de CK (U/L) por momento (normal – 95% intervalo de confiança)

Podemos notar que não existe diferença significativa entre os momentos.

7.4. CREATININA

A seguir as tabelas com os dados de creatinina.

TABELA 19. Coletas, médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de Creatinina (mg/dL) nos três momentos para 25m.

Atletas	1 _{25m}				2 _{25m}				3 _{25m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	1.1	1.1	1.13	1.08	1.14	0.98	1.16	0.99	1.17	0.98	1.26	0.95	1.09	0.09
Pós	0.25	1	1.17	1.19	1.23	1.06	1.15	1.07	1.37	1.16	1.33	1.18	1.10	0.27
24hs	1.1	1.15	1	0.99	1.15	1	1.17	0.97	1.15	0.97	1.15	1.07	1.07	0.08
Média	0.86	1.31	1.58	1.82	1.13	1.26	1.62	1.76	1.17	1.28	1.69	1.80	1.09	0.15
DP ($\pm$)	0.41	0.46	0.95	1.46	0.10	0.49	0.92	1.50	0.15	0.49	0.88	1.47	0.01	0.11

TABELA 20. Coletas, médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de Creatinina (mg/dL) nos três momentos para 50m.

Atletas	1 _{50m}				2 _{50m}				3 _{50m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	1.34	1.08	1.14	1.01	1.21	1.16	1.12	1.08	1.16	1.08	1.27	1.1	1.15	0.09
Pós	1.51	1.18	1.06	1.2	1.17	1.12	1.14	1.28	1.29	1.17	1.31	1.23	1.22	0.11
24hs	1.01	1.03	1.07	1.03	1.14	0.32	1.16	0.95	1.11	1.2	1.09	1	1.01	0.22
Média	1.22	1.32	1.57	1.81	1.13	1.15	1.61	1.83	1.14	1.36	1.67	1.83	1.13	0.14
DP ($\pm$)	0.25	0.46	0.96	1.46	0.09	0.69	0.93	1.45	0.12	0.43	0.89	1.45	0.11	0.07

TABELA 21. Coletas, médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de Creatinina (mg/dL) nos três momentos para 100m.

Atletas	1_{100m}				2_{100m}				3_{100m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	1.18	1.08	1.05	0.91	1.13	1.06	1.16	1.03	0.14	0.98	1.14	0.98	0.99	0.27
Pós	1.3	1.31	1.18	1.15	1.37	1.25	* coágulo	1.3	1.39	1.14	1.4	1.23	1.27	0.09
24hs	1.23	1.02	1.22	0.89	0.07	0.99	1.28	6.37	1.24	1.06	1.18	1.09	1.47	1.51
Média	1.18	1.35	1.61	1.74	0.89	1.33	1.81	3.18	0.94	1.30	1.68	1.83	1.24	0.62
DP ($\pm$)	0.13	0.45	0.93	1.51	0.57	0.46	1.03	2.52	0.56	0.47	0.89	1.45	0.24	0.77

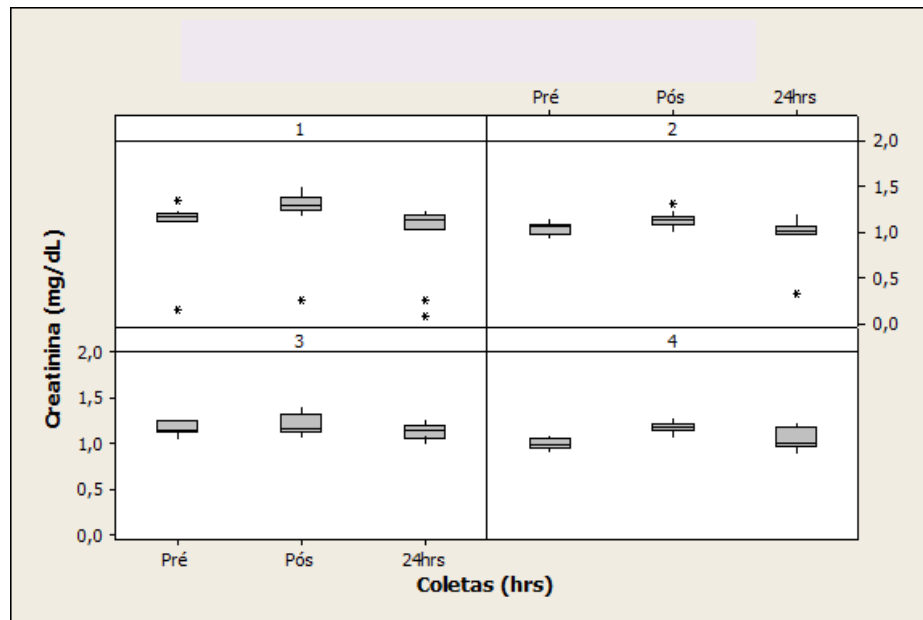
TABELA 22. Coletas, médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de Creatinina (mg/dL) nos três momentos para 200m.

Atletas	1_{200m}				2_{200m}				3_{200m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	1.17	0.94	1.27	1	1.24	1.06	1.16	0.92	1.12	0.92	1.25	0.98	1.09	0.13
Pós	1.25	1.08	1.42	1.16	1.42	1.15	1.08	1.22	1.29	1.12	1.33	1.15	1.22	0.12
24hs	1.16	1.08	1.02	1.24	0.26	0.98	1.13	1.23	1.19	1.02	1.22	1	1.04	0.25
Média	1.15	1.28	1.68	1.85	0.98	1.30	1.59	1.84	1.15	1.27	1.70	1.78	1.12	0.17
DP ($\pm$)	0.10	0.49	0.90	1.44	0.51	0.47	0.94	1.45	0.12	0.50	0.87	1.48	0.09	0.08

Através das tabelas acima, podemos observar que o atleta 4 possui as maiores médias de concentração de creatinina em todos os testes de todos os momentos, fato este que pode ser explicado talvez pelo maior percentual de massa magra que este atleta possui em relação aos demais. Normalidade: a partir do teste de normalidade dos dados de Creatinina temos o p-valor $< 0,005$, portanto há evidências para rejeitar a hipótese de normalidade.

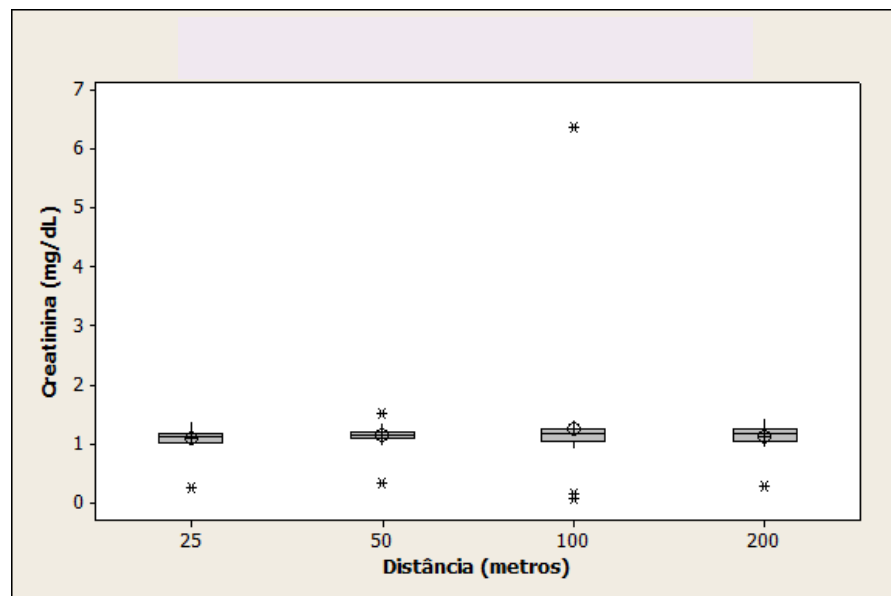
Geral: para os valores encontrados da estatística $H=2,56$ (p-valor = 0,464) (Graus de liberdade = 3) e $H=1,28$ (p-valor = 0,526) (Graus de liberdade = 2) os fatores distância e momentos respectivamente, não são significantes para explicar a variação da Creatinina. Já para os fatores atletas e coletas temos $H=24,36$ (p-valor = 0,01) (Graus de liberdade = 3) e $H=29,07$ (p-valor = 0,01) (Graus de liberdade = 2) respectivamente, há evidências de diferenças. Assim, temos diferenças significativas apenas entre as médias dos atletas para o momento pré.

Gráfico 19. Boxplot de creatinina (mg/dL) pela coleta (por atletas)

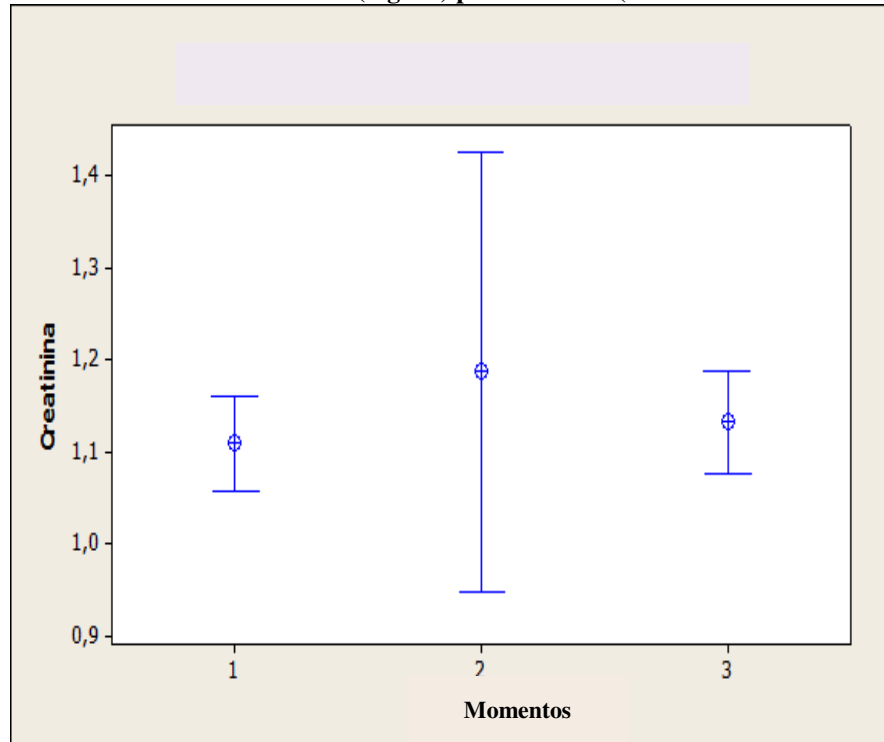


Devido a pouca quantidade de coletas observadas as retas não foram capazes de ajustar a variação.

Gráfico 20. Boxplot de creatinina (mg/dL) pela distância (metros)



O Gráfico acima apresenta o boxplot da Creatinina agrupando atleta, momentos e coletas.

Gráfico 21. Médias e DP de Creatinina (mg/dL) por momento (normal – 95% intervalo de confiança)

7.5. ÁCIDO ÚRICO:

A seguir as tabelas com os dados de AU estratificadas em atletas, distâncias, coletas e momentos.

TABELA 23. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de AU (mg/dL) nos três momentos para 25m.

Atletas	1 _{25m}				2 _{25m}				3 _{25m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	5.76	4.98	6.89	4.24	6.32	5.12	6.49	4.32	5.21	6.37	6.49	5.53	5.64	0.85
Pós	5.66	4.73	6.57	4.12	6.38	5.23	6.29	4.22	5.1	6.31	6.38	5.57	5.55	0.83
15	5.88	4.7	6.8	4.3	6.84	5.62	6.86	4.48	5.36	6.47	6.46	5.9	5.81	0.89
30	6.78	5.29	6.74	4.27	6.08	5.48	6.91	4.61	5.57	6.34	6.46	4.63	5.76	0.89
60	6.15	5.06	6.45	4.07	6.59	0.54	7.1	4.51	5.31	6.16	6.38	6.49	5.40	1.71
90	5.97	4.2	6.14	4.01	6.64	5.49	6.95	4.5	5.39	6.57	6.34	6.41	5.72	0.96

TABELA 24. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de AU (mg/dL) nos três momentos para 50m.

Atletas	1 _{50m}				2 _{50m}				3 _{50m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	6.12	5.44	6.81	4.3	5.93	4.34	7.32	4.72	5.4	5.27	6.59	5.1	5.61	0.92
Pós	5.86	5.23	5.76	4.18	5.37	4.94	7.17	4.49	5.2	5.19	6.44	5.23	5.42	0.78
15	6.48	5.93	6.73	4.89	6.42	5.38	7.27	5.11	5.51	5.6	6.48	6.31	6.01	0.69
30	6.84	6.66	7.23	5.13	7.07	5.58	7.44	5.96	5.71	5.85	6.42	8.76	6.55	0.96
60	6.92	6.6	7.33	5.03	7.21	5.18	7.31	3.57	5.51	5.64	6.76	10.48	6.46	1.64
90	6.42	6.56	7.24	4.89	7.2	5.34	7.34	5.78	5.79	5.98	6.64	10.52	6.64	1.38

TABELA 25. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de AU (mg/dL) nos três momentos para 100m.

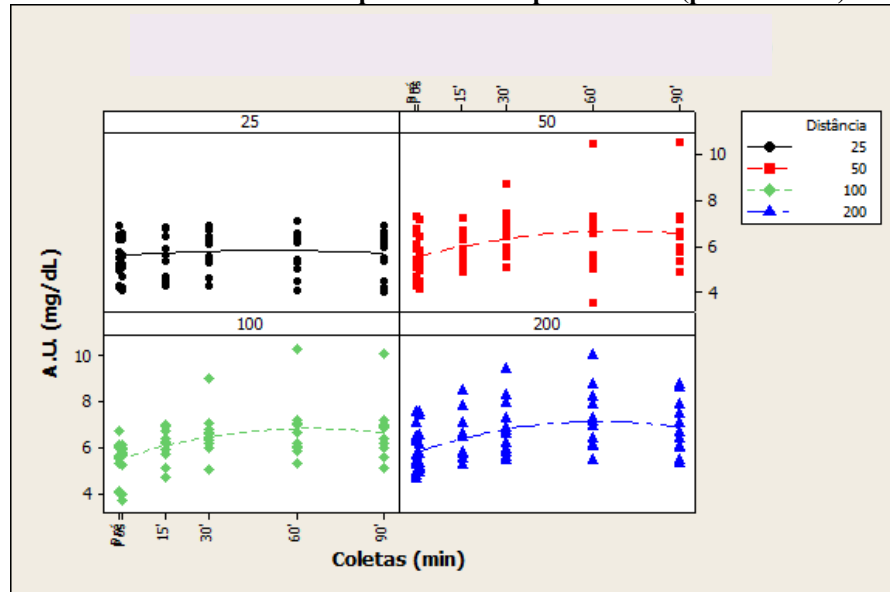
Atletas	1 _{100m}				2 _{100m}				3 _{100m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	5.34	6.07	5.59	4.04	6.11	5.63	6.72	4.13	5.64	5.52	6.02	6.12	5.58	0.76
Pós	5.25	5.77	5.92	3.98	6.01	5.75	* coágulo	3.68	5.69	5.68	6.02	6.14	5.44	0.80
15	6.4	6.23	6.41	4.74	6.28	5.71	6.76	5.09	5.95	5.94	7.02	6.92	6.12	0.66
30	6.84	6.45	6.62	5.02	6.67	5.99	7.08	6.34	6.36	6.22	6.35	9.03	6.58	0.89
60	0.48	6.1	7.03	5.33	0.03	5.86	5.89	7.03	6.22	5.97	7.11	10.36	5.62	2.70
90	7.02	6.22	6.87	5.12	6.42	5.59	7.21	6.95	6.01	6.03	6.94	10.12	6.71	1.20

TABELA 26. Coletas por atleta , médias e DP ($\pm$) das concentrações sanguíneas de AU (mg/dL) nos três momentos para 200m.

Atletas	1 _{200m}				2 _{200m}				3 _{200m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	6.29	5.66	6.38	4.91	5.27	5.38	7.08	4.8	5.29	4.67	7.58	6.45	5.81	0.89
Pós	6.14	5.76	6.16	4.89	5.32	5.17	7.44	5.08	5.13	4.94	7.54	6.55	5.84	0.90
15	6.63	5.79	6.51	5.51	5.76	5.52	7.86	5.83	5.72	5.23	8.49	7.1	6.33	0.98
30	7.27	5.83	6.91	5.93	6.77	5.6	8.29	0	6.22	5.47	9.46	7.96	6.31	2.23
60	7.91	6.09	6.97	6.17	7.16	5.43	8.77	7.26	6.39	5.46	10.08	8.26	7.16	1.34
90	7.5	6.01	6.68	6.04	6.69	5.46	8.67	7.12	6.38	5.34	8.78	7.92	6.88	1.10

Geral: para os valores encontrados da estatística $H=12,12$ (p-valor $<0,01$), $H=91,04$ (p-valor $<0,01$) (Graus de liberdade = 3) para distância e atletas respectivamente e $H=36,49$ (p-valor $<0,01$) (Graus de liberdade = 5) para as coletas, há evidências de que o resultado para o Ácido Úrico difere para todos esses fatores. Já para o fator momento $H=3,33$ (p-valor $<0,189$) (Graus de liberdade = 2) há evidências de que o AU não difere entre eles. Normalidade: a partir do teste de normalidade dos dados de Ácido Úrico temos o p-valor $< 0,005$, portanto há evidências para rejeitar a hipótese de normalidade.

Gráfico 22. Gráfico de dispersão de A.U. pelas coletas (por distância)



As regressões foram feitas com o método de quadrados mínimos, para a curva se ajustar melhor aos dados foi escolhido o modelo quadrático. Segue as regressões para cada distância:

- 25 metros: $AU = 5,61 + 0,008 \text{ Coletas} - 0,0008 \text{ Coletas}^2$ ($R^2 = 0,8\%$)
- 50 metros: $AU = 5,57 + 0,032 \text{ Coletas} - 0,0002 \text{ Coletas}^2$ ($R^2 = 13,8\%$)
- 100 metros: $AU = 5,56 + 0,039 \text{ Coletas} - 0,0003 \text{ Coletas}^2$ ($R^2 = 22,5\%$)
- 200 metros: $AU = 5,83 + 0,043 \text{ Coletas} - 0,0003 \text{ Coletas}^2$ ($R^2 = 19,1\%$)

Gráfico 23. Boxplot de A.U. pelas coletas (por distância)

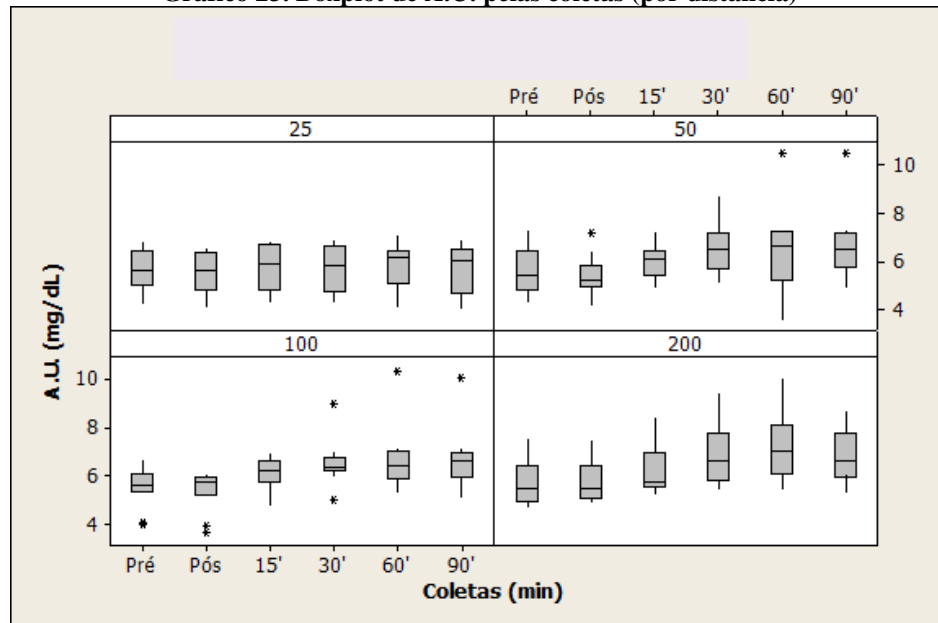
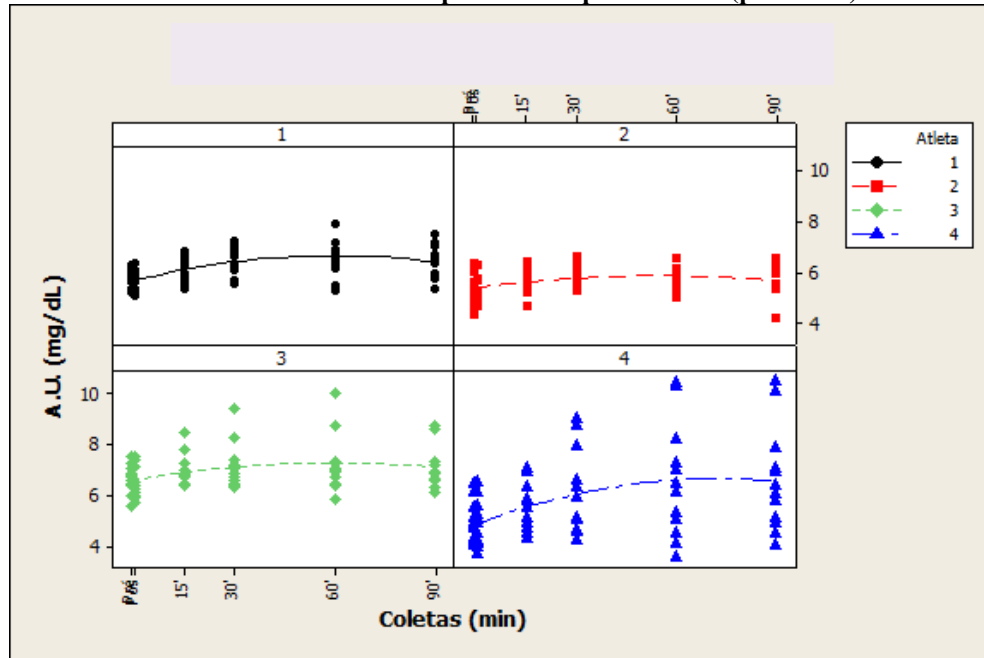


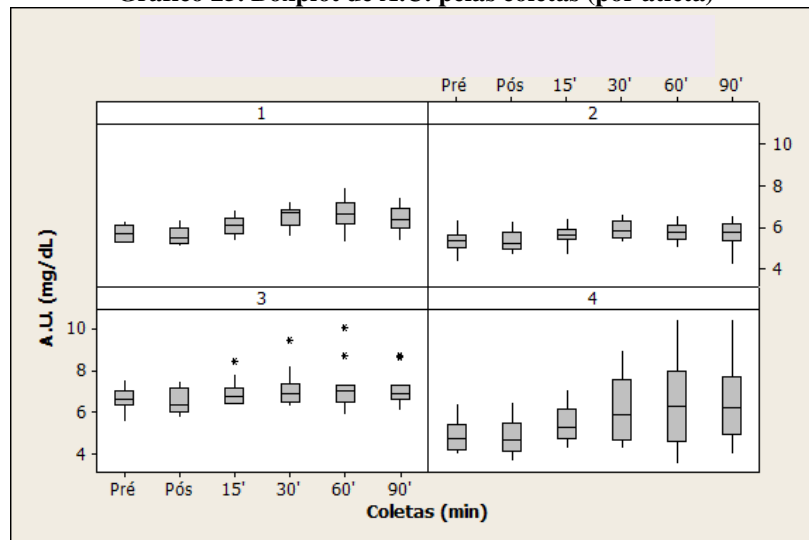
Gráfico 24. Gráfico de dispersão A.U. pelas coletas (por atleta)



Segue as regressões para cada atleta:

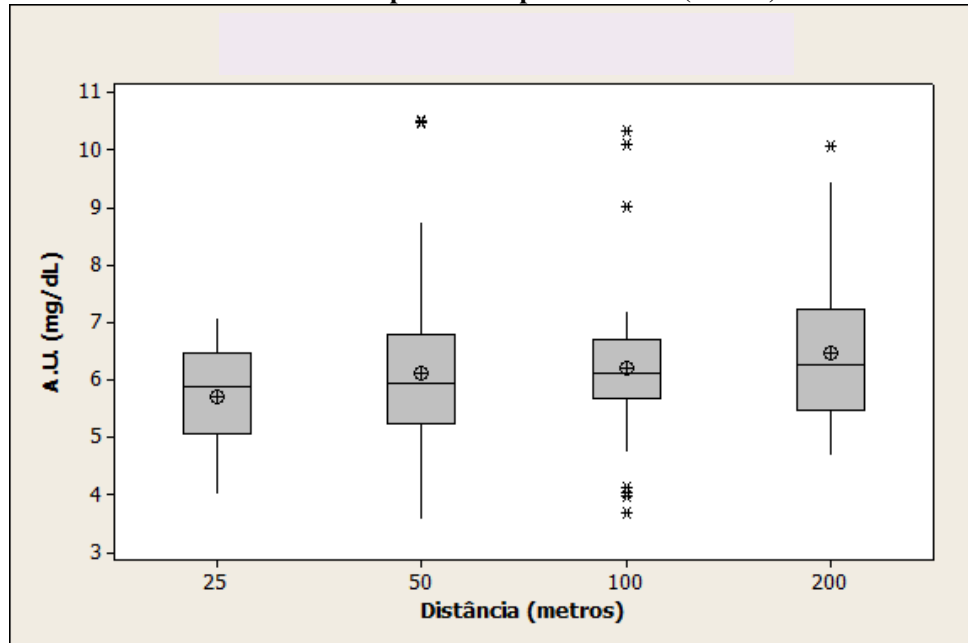
- Atleta 1: $AU = 5,68 + 0,033 \text{ Coletas} - 0,0002 \text{ Coletas}^2$ ($R^2 = 35,0\%$)
- Atleta 2: $AU = 5,41 + 0,017 \text{ Coletas} - 0,0001 \text{ Coletas}^2$ ($R^2 = 11,5\%$)
- Atleta 3: $AU = 6,62 + 0,022 \text{ Coletas} - 0,0001 \text{ Coletas}^2$ ($R^2 = 10,7\%$)
- Atleta 4: $AU = 4,89 + 0,049 \text{ Coletas} - 0,0003 \text{ Coletas}^2$ ($R^2 = 19,3\%$)

Gráfico 25. Boxplot de A.U. pelas coletas (por atleta)



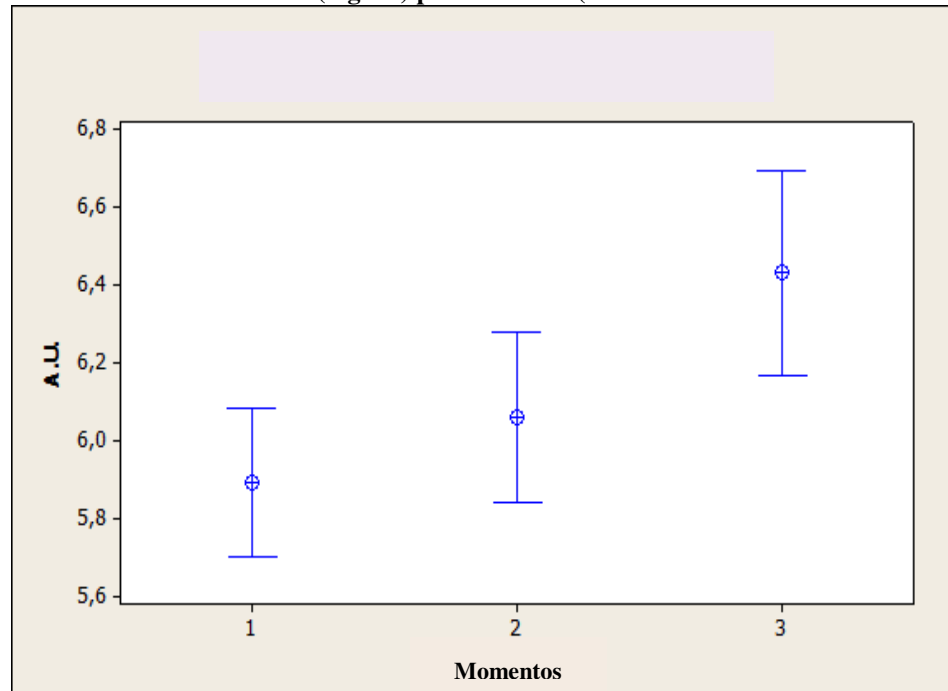
Os ajustes de curva não foram bons, o R^2 encontrado para as curvas foi baixo. As coletas não transpuseram variação da medida de AU. A partir das curvas, podemos ver que a média de ácido úrico no momento 3 foi superior nos casos de 25, 100 e 200 metros. O momento 1 teve a média mais baixa nas três distâncias citadas anteriormente.

Gráfico 26. Boxplot de AU pela distância (metros)



O Gráfico acima apresenta o boxplot de ácido úrico agrupando atleta, momentos e coletas.

Gráfico 27. Médias e DP de AU (mg/dL) por momento (normal – 95% intervalo de confiança)



7.6. FREQUÊNCIA CARDÍACA

Abaixo seguem as tabelas com os dados de FC para todas as variáveis.

TABELA 27. Média e DP ($\pm$) Cinética de FC (bpm) por atleta e momentos de avaliação – 25m.

Coletas (min)	FC 1 _{25m}				FC 2 _{25m}				FC 3 _{25m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	92	74	64	85	80	78	61	81	68	70	60	58	73	11
Pós	171	146	152	156	158	149	143	176	147	140	150	175	155	12
1	133	114	131	110	133	117	125	159	140	104	118	136	127	15
2	103	93	96	103	115	106	77	125	110	87	89	117	102	14
3	98	93	86	93	102	95	81	114	88	83	83	110	94	11
4	98	93	84	96	99	97	68	113	90	84	92	113	94	12
5	90	102	78	92	91	100	68	114	87	85	82	110	92	13
6	88	96	80	91	97	97	66	116	94	87	79	106	91	13
7	91	96	80	96	90	110	68	108	85	88	76	101	91	13
8	87	90	75	90	91	97	70	113	86	83	74	99	88	12
9	88	92	81	92	90	94	71	109	101	86	70	96	89	11
10	88	99	73	80	93	99	68	111	91	84	71	99	88	13
11	88	89	78	91	87	93	73	110	86	86	69	97	87	11
12	92	87	75	79	92	96	72	109	80	80	69	102	86	12
13	105	87	77	88	89	102	75	110	80	91	70	97	89	13
14	92	89	77	81	90	106	71	106	78	76	75	92	86	12
15	87	83	87	87	91	95	69	104	78	82	70	98	86	10
16	83	88	79	86	85	92	70	102	78	77	71	94	84	9
17	85	91	75	84	83	94	70	109	79	89	70	96	85	11
18	85	88	72	79	80	89	74	106	76	81	69	94	83	10
19	87	82	78	75	85	89	71	101	84	71	69	94	82	10
20	91	91	73	80	87	84	72	97	83	77	68	96	83	10
21	83	100	74	77	89	83	69	97	84	73	68	93	83	11
22	85	80	75	80	86	82	71	107	80	78	72	100	83	11
23	91	87	74	80	90	90	71	96	78	71	65	95	82	10
24	86	75	70	82	94	86	70	97	80	72	64	97	81	11
25	84	75	75	81	93	84	68	96	77	77	66	90	81	9
26	82	86	72	80	99	86	70	91	79	68	68	87	81	10
27	79	76	70	75	90	85	68	110	77	72	72	94	81	12
28	81	79	71	86	87	87	72	104	78	69	70	84	81	10
29	81	77	72	85	86	85	65	100	82	81	71	88	81	9
30	78	83	70	78	86	80	73	93	71	86	69	86	79	8
31	80	79	69	85	88	88	69	98	73	77	74	85	80	9
32	74	96	68	79	89	81	70	94	77	71	65	87	79	10
33	80	77	64	80	87	83	66	101	74	73	72	90	79	10
34	76	78	62	85	86	77	69	104	79	69	74	84	79	11
35	78	76	64	91	78	76	66	94	75	82	75	80	78	9
36	74	91	64	80	77	84	71	86	76	70	87	84	79	8
37	80	91	64	81	82	74	73	89	75	80	84	85	80	7
38	80	86	67	84	80	83	71	90	80	69	68	77	78	8
39	74	74	65	84	85	82	68	94	71	74	70	83	77	9
40	84	77	64	76	83	80	71	84	77	78	72	77	77	6
41	77	74	63	75	82	76	66	83	77	72	61	85	74	8
42	80	72	69	82	80	77	66	84	71	76	70	83	76	6
43	75	75	66	80	78	83	70	87	72	73	63	81	75	7
44	82	73	67	81	77	75	64	97	74	84	67	80	77	9
45	85	75	66	74	81	85	66	97	70	79	65	75	77	10
Média	88	87	76	86	90	90	72	104	83	80	74	94	-	-
DP ($\pm$)	16	13	16	13	14	13	14	17	15	12	15	17	-	-

TABELA 28. Média e DP ($\pm$) Cinética de FC (bpm) por atleta e momentos de avaliação – 50m.

Coletas (min)	FC 1 _{50m}				FC 2 _{50m}				FC 3 _{50m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	90	70	80	89	74	68	68	73	76	67	63	83	75	9
Pós	157	147	171	137	175	156	154	162	161	154	172	190	161	14
1	143	135	132	130	156	129	115	169	141	112	127	180	139	20
2	127	90	111	115	134	103	96	143	116	94	101	163	116	22
3	109	83	96	110	123	97	63	128	95	91	84	142	102	22
4	102	84	89	101	111	100	60	125	93	93	79	141	98	21
5	102	80	87	99	117	101	66	129	93	88	88	133	99	20
6	99	82	88	102	106	100	73	120	88	92	77	126	96	16
7	94	84	82	95	111	99	68	118	89	102	77	126	95	17
8	93	82	85	94	100	98	61	119	85	94	70	120	92	17
9	100	88	85	94	98	101	64	116	88	99	68	131	94	18
10	95	100	85	95	99	100	68	110	85	95	77	128	95	15
11	95	98	86	92	97	102	65	112	98	95	69	121	94	16
12	96	92	85	97	96	96	70	109	85	91	68	125	93	15
13	98	87	86	99	93	98	67	110	84	93	65	118	92	15
14	105	93	85	96	94	91	71	105	84	92	67	118	92	14
15	96	91	80	97	100	100	72	108	82	91	69	123	92	15
16	89	95	79	94	114	99	70	107	91	95	69	120	94	16
17	90	90	81	95	103	99	69	106	89	94	69	120	92	15
18	86	86	81	94	102	96	71	109	90	86	67	123	91	16
19	89	95	90	94	96	102	73	106	86	90	65	118	92	14
20	95	88	88	94	96	90	69	103	87	83	80	109	90	11
21	84	94	81	102	95	97	74	101	84	88	70	113	90	12
22	88	88	85	98	93	89	68	103	87	82	69	111	88	12
23	91	86	88	95	95	79	75	101	80	82	69	117	88	13
24	83	88	79	92	94	86	71	107	84	90	73	111	88	12
25	84	89	76	86	95	84	69	102	86	84	70	112	86	12
26	82	85	84	97	91	83	75	94	86	89	67	122	88	13
27	83	83	78	85	90	98	77	94	81	80	75	112	86	11
28	82	83	76	83	91	85	68	96	89	77	72	110	84	11
29	84	86	75	85	88	83	72	96	87	83	71	111	85	11
30	86	83	85	95	86	82	80	99	84	81	68	111	87	11
31	82	79	80	87	83	84	63	101	77	83	73	108	83	12
32	86	92	88	88	84	83	66	93	73	84	84	107	86	10
33	86	77	79	89	88	85	69	96	77	85	69	104	84	10
34	82	80	79	85	86	91	66	91	73	86	71	128	85	16
35	87	74	78	94	84	89	72	95	78	88	70	107	85	11
36	84	84	79	92	84	81	64	88	84	81	73	117	84	13
37	81	74	81	89	83	82	67	95	76	77	67	109	82	12
38	78	78	74	92	80	80	68	87	79	85	70	110	82	11
39	80	93	74	86	83	81	66	87	78	79	69	106	82	11
40	83	85	74	86	88	86	69	97	70	73	71	101	82	11
41	87	77	78	93	84	87	68	89	76	85	72	98	83	9
42	81	78	78	87	85	89	61	90	69	71	69	103	80	12
43	89	82	76	95	83	83	66	83	74	72	68	105	81	11
44	80	75	82	85	88	93	67	87	71	76	69	104	81	11
45	83	84	71	90	81	80	66	87	70	83	69	101	80	10
Média	92	88	85	95	97	93	72	105	86	88	75	119	-	-
DP ($\pm$)	15	13	16	10	19	14	15	19	16	13	18	19	-	-

TABELA 29. Média e DP ($\pm$) Cinética de FC (bpm) por atleta e momentos de avaliação – 100m.

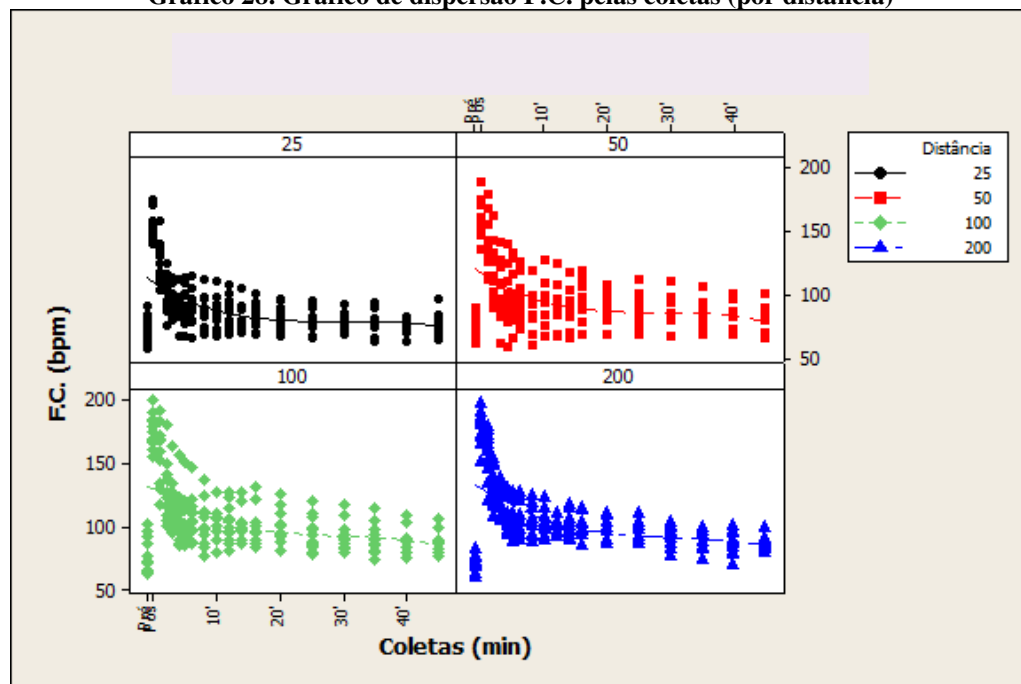
Coletas (min)	FC 1 _{100m}				FC 2 _{100m}				FC 3 _{100m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	102	71	65	73	97	71	66	92	77	62	64	86	77	14
Pós	179	168	168	183	161	200	170	190	167	155	175	185	175	13
1	134	135	160	172	170	130	153	184	159	118	168	192	156	23
2	116	109	137	142	150	100	123	150	127	105	123	181	130	23
3	107	105	120	124	128	105	103	135	115	95	101	164	117	19
4	104	97	110	115	118	101	86	123	105	90	85	157	108	20
5	101	100	102	117	113	92	88	120	100	102	85	151	106	18
6	103	105	96	112	110	116	86	121	98	88	87	147	106	17
7	103	102	96	115	115	102	85	122	97	87	84	143	104	17
8	99	107	93	112	110	98	77	124	98	87	84	137	102	17
9	96	100	95	110	110	99	84	122	97	91	86	135	102	15
10	97	107	96	106	108	111	80	128	100	90	89	128	103	15
11	95	105	94	113	109	104	80	123	102	91	86	128	103	14
12	97	105	95	114	106	97	81	123	99	86	90	127	102	14
13	96	104	98	108	120	96	86	122	98	89	88	126	103	14
14	99	102	98	98	127	104	89	120	96	87	89	120	102	13
15	100	108	90	106	111	94	80	119	95	87	88	131	101	15
16	104	96	95	101	122	97	84	121	100	90	87	132	102	15
17	108	112	97	104	111	93	82	117	97	90	91	123	102	12
18	94	96	90	101	112	93	84	116	99	90	83	123	98	13
19	97	102	92	102	112	92	79	122	101	82	87	123	99	14
20	94	100	88	95	111	92	81	117	102	81	88	126	98	14
21	92	90	85	101	109	96	86	122	99	85	84	120	97	13
22	95	91	87	102	111	85	80	114	96	82	83	122	96	14
23	94	91	90	101	109	88	81	111	98	83	82	119	96	12
24	102	92	90	103	114	95	80	114	97	87	84	125	99	14
25	98	88	86	93	107	85	78	111	99	80	84	120	94	13
26	94	91	85	96	107	83	81	108	94	83	86	118	94	12
27	93	90	88	92	107	88	79	117	95	78	84	112	94	12
28	90	90	86	101	96	90	78	119	94	79	81	116	93	13
29	89	98	90	86	98	83	79	105	100	78	89	118	93	12
30	89	86	84	94	93	91	83	109	98	79	79	117	92	12
31	88	84	88	90	91	84	76	117	102	77	86	113	91	13
32	88	90	86	94	90	85	78	109	118	81	83	118	93	14
33	81	95	86	92	93	87	83	118	98	77	78	111	92	13
34	88	90	84	92	94	88	80	104	96	78	84	119	91	11
35	80	90	85	86	98	94	81	105	91	81	74	115	90	12
36	84	85	90	91	99	88	71	123	92	76	79	109	91	14
37	83	89	85	89	98	87	79	105	90	78	84	108	90	10
38	88	88	83	85	101	93	77	111	89	79	86	107	91	11
39	84	87	84	87	96	86	77	104	92	81	80	104	89	9
40	84	84	89	88	91	84	75	109	91	80	75	104	88	10
41	98	86	80	90	97	84	75	101	94	80	76	111	89	11
42	82	89	83	78	87	84	73	101	93	73	80	107	86	10
43	81	82	91	90	91	82	80	111	90	74	80	109	88	11
44	83	86	83	84	90	81	76	105	84	74	80	111	86	11
45	87	86	82	89	88	83	76	99	86	76	79	106	86	9
Média	97	97	94	102	108	95	85	118	100	86	88	126	-	-
DP ($\pm$)	16	15	18	20	17	19	18	18	16	14	19	21	-	-

TABELA 30. Média e DP ($\pm$) Cinética de FC (bpm) por atleta e momentos de avaliação – 200m.

Coletas (min)	FC 1 _{200m}				FC 2 _{200m}				FC 3 _{200m}				Média	DP ($\pm$)
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Pré	82	71	70	77	83	68	69	73	75	63	68	60	72	7
Pós	186	165	184	185	181	173	197	190	171	151	185	185	179	12
1	162	120	159	177	165	145	170	180	153	134	176	173	160	19
2	134	116	128	148	132	118	140	154	123	108	151	150	134	15
3	118	105	105	134	114	106	115	133	123	108	126	138	119	12
4	110	100	94	125	106	100	102	124	96	105	110	130	109	12
5	110	107	88	122	107	103	95	127	94	100	108	127	107	13
6	103	105	93	120	98	104	90	125	94	103	109	128	106	12
7	104	104	90	115	99	100	92	120	90	101	110	123	104	11
8	100	106	94	114	100	103	92	125	88	100	100	119	103	11
9	101	103	91	115	103	102	91	115	98	102	98	119	103	9
10	102	98	90	108	101	104	92	123	99	104	102	115	103	9
11	103	89	95	111	99	103	94	112	94	105	103	120	102	9
12	110	92	95	110	101	101	104	111	92	97	102	111	102	7
13	103	87	94	111	97	100	94	111	90	97	101	114	100	9
14	101	90	101	106	98	103	97	115	91	94	103	118	101	9
15	110	86	93	106	96	96	95	114	95	94	99	121	100	10
16	103	85	93	102	98	96	97	113	93	93	98	115	99	9
17	105	92	92	109	103	98	98	108	93	92	102	113	100	7
18	106	85	96	101	94	95	99	112	92	90	100	119	99	10
19	100	80	89	104	99	93	97	112	93	88	103	112	98	10
20	103	86	89	104	99	103	96	109	90	90	103	110	99	8
21	106	78	89	104	115	88	91	113	94	90	103	111	99	12
22	106	85	89	99	95	90	90	106	92	90	101	108	96	8
23	106	83	89	102	96	87	86	103	93	86	101	103	95	8
24	106	79	86	98	106	88	89	106	88	90	101	97	95	9
25	111	86	92	101	98	89	87	103	89	87	98	100	95	8
26	102	78	89	105	92	97	91	102	87	90	95	98	94	8
27	105	79	88	98	92	91	80	102	88	86	98	96	92	8
28	102	80	86	92	91	97	92	105	84	85	94	96	92	7
29	106	74	81	94	93	85	88	101	92	86	97	96	91	9
30	103	76	94	101	91	87	91	99	82	86	95	97	92	8
31	102	79	98	98	94	87	84	103	86	87	90	91	92	8
32	100	80	87	97	95	93	85	99	82	85	85	93	90	7
33	96	79	82	99	89	82	89	103	80	86	88	100	89	8
34	92	73	77	96	89	82	84	97	84	80	91	100	87	8
35	96	74	93	94	93	88	84	99	82	83	88	93	89	7
36	93	79	77	100	87	93	84	101	84	83	90	84	88	8
37	94	80	76	96	89	82	87	103	85	81	90	86	87	8
38	87	84	77	97	85	83	82	105	79	82	87	85	86	8
39	90	80	74	90	80	88	78	97	81	82	89	85	85	6
40	88	70	80	95	78	86	97	100	78	80	90	84	86	9
41	94	79	84	89	81	89	77	99	75	81	88	98	86	8
42	88	74	76	97	88	97	79	99	80	77	87	90	86	9
43	90	72	80	93	82	102	77	99	85	76	82	86	85	9
44	87	77	83	91	83	91	88	93	83	74	84	85	85	6
45	88	83	90	86	79	91	87	99	85	80	84	89	87	5
Média	104	88	92	107	99	97	95	112	92	92	101	108	-	-
DP ($\pm$)	18	17	19	20	19	16	22	20	18	15	21	23	-	-

Geral: para os valores encontrados da estatística $H=89,53$ (o p-valor $<0,01$), $H=148,88$ (o p-valor $<0,01$) (Graus de liberdade =3), $H=462,69$ (o p-valor $<0,01$) (Graus de liberdade = 18) e $H=6,71$ (p-valor = 0,035) (Graus de liberdade =2), referentes a distância, atleta, coleta e momentos respectivamente, há evidências de que o resultado para a Frequência Cardíaca difere para estes fatores entre testes. Normalidade: a partir do teste de normalidade dos dados de Frequência Cardíaca temos o p-valor $< 0,005$, portanto há evidências para rejeitar a hipótese de normalidade.

Gráfico 28. Gráfico de dispersão F.C. pelas coletas (por distância)



As regressões foram feitas com o método de quadrados mínimos, para a curva se ajustar melhor aos dados foi escolhido o modelo cúbico. Segue as regressões para cada distância:

- 25 metros: $FC = 110,2 - 3,13 \text{ Coletas} + 0,106 \text{ Coletas}^2 - 0,001 \text{ Coletas}^3$ ($R^2= 28,8\%$)
- 50 metros: $FC = 117,7 - 3,30 \text{ Coletas} + 0,11 \text{ Coletas}^2 - 0,001 \text{ Coletas}^3$ ($R^2= 23,8\%$)
- 100 metros: $FC = 128,7 - 3,22 \text{ Coletas} + 0,10 \text{ Coletas}^2 - 0,001 \text{ Coletas}^3$ ($R^2= 25,9\%$)
- 200 metros: $FC = 129,7 - 3,23 \text{ Coletas} + 0,09 \text{ Coletas}^2 - 0,001 \text{ Coletas}^3$ ($R^2= 30,0\%$)

Gráfico 29. Boxplot de F.C. pelas coletas (por distância)

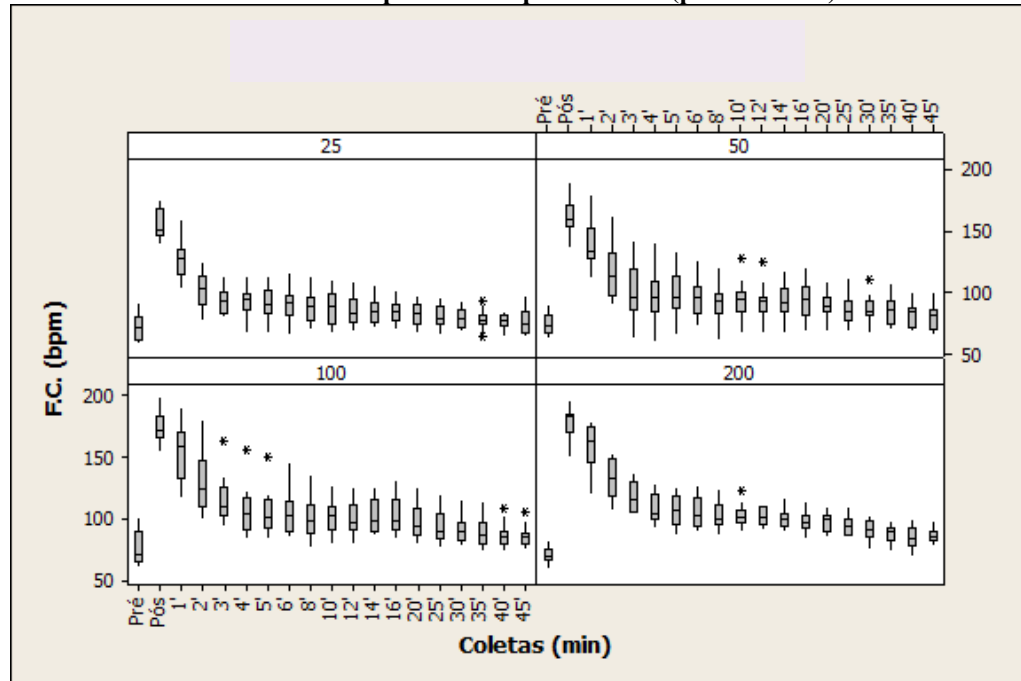
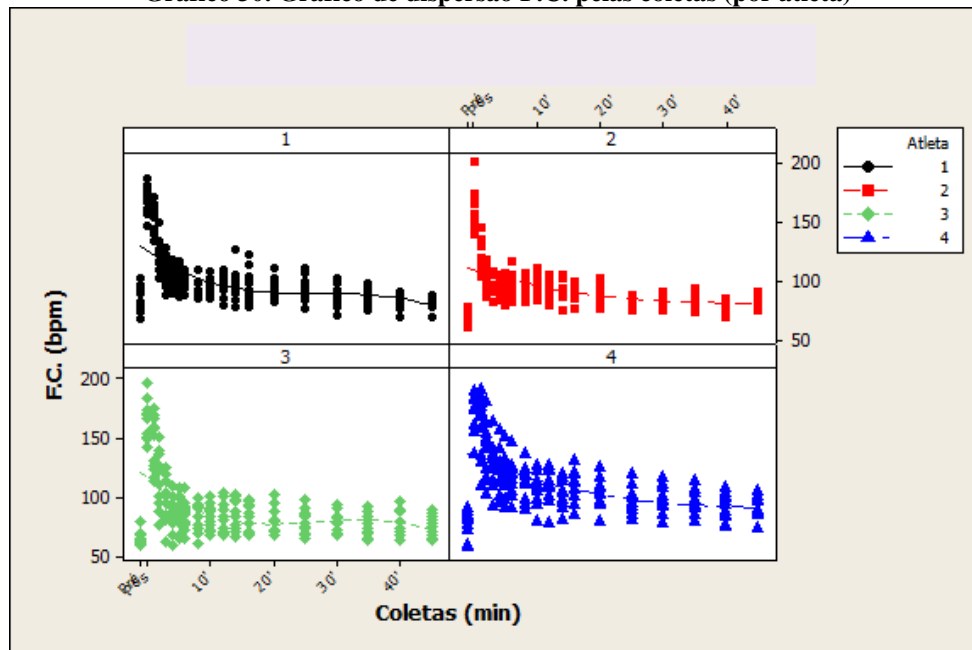


Gráfico 30. Gráfico de dispersão F.C. pelas coletas (por atleta)



Segue as regressões para cada atleta:

- Atleta 1: $FC = 125,3 - 3,93 \text{ Coletas} + 0,144 \text{ Coletas}^2 - 0,001 \text{ Coletas}^3$ ($R^2 = 36,4\%$)
- Atleta 2: $FC = 109,5 - 1,67 \text{ Coletas} + 0,033 \text{ Coletas}^2 - 0,002 \text{ Coletas}^3$ ($R^2 = 24,2\%$)
- Atleta 3: $FC = 116,6 - 4,83 \text{ Coletas} + 0,191 \text{ Coletas}^2 - 0,002 \text{ Coletas}^3$ ($R^2 = 27,4\%$)
- Atleta 4: $FC = 135,2 - 2,46 \text{ Coletas} + 0,049 \text{ Coletas}^2 - 0,0003 \text{ Coletas}^3$ ($R^2 = 29,1\%$)

Gráfico 31. Boxplot de F.C. pelas coletas (por atleta)

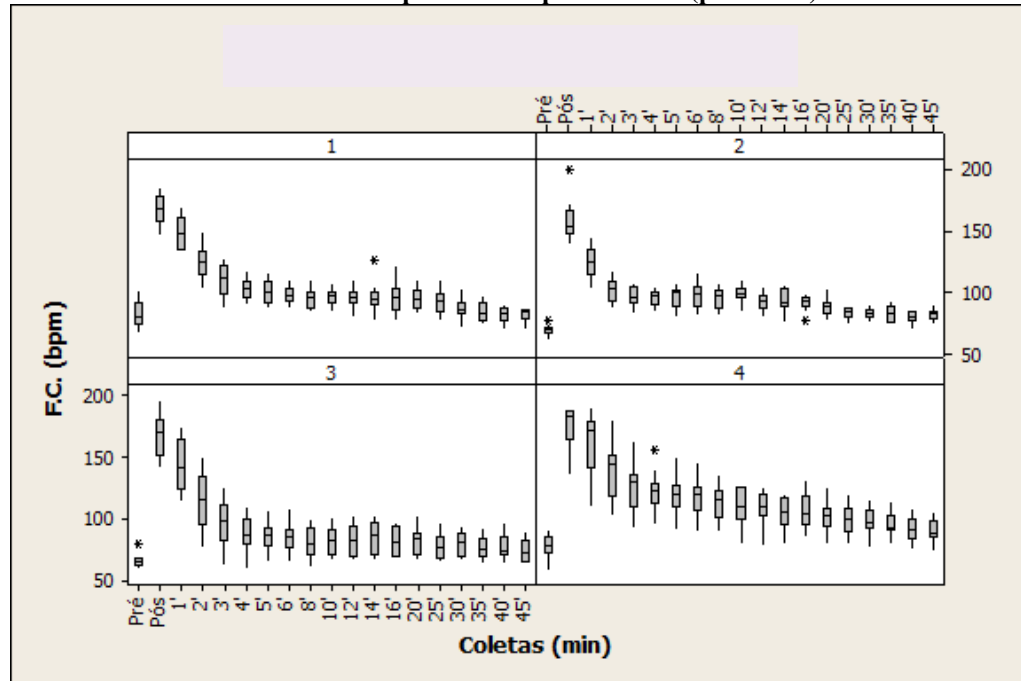
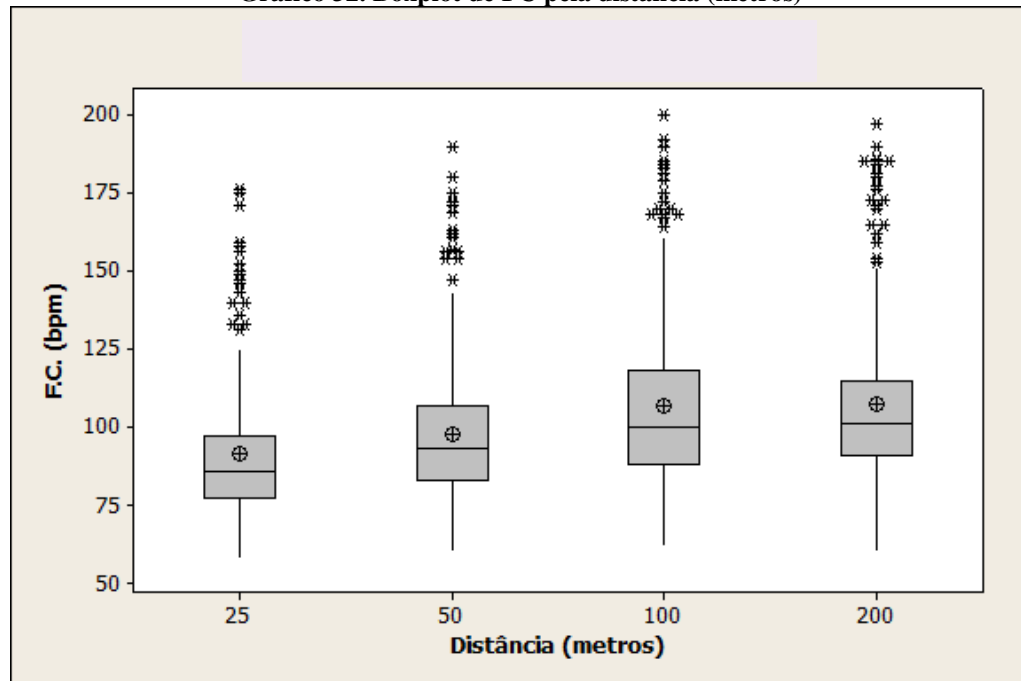
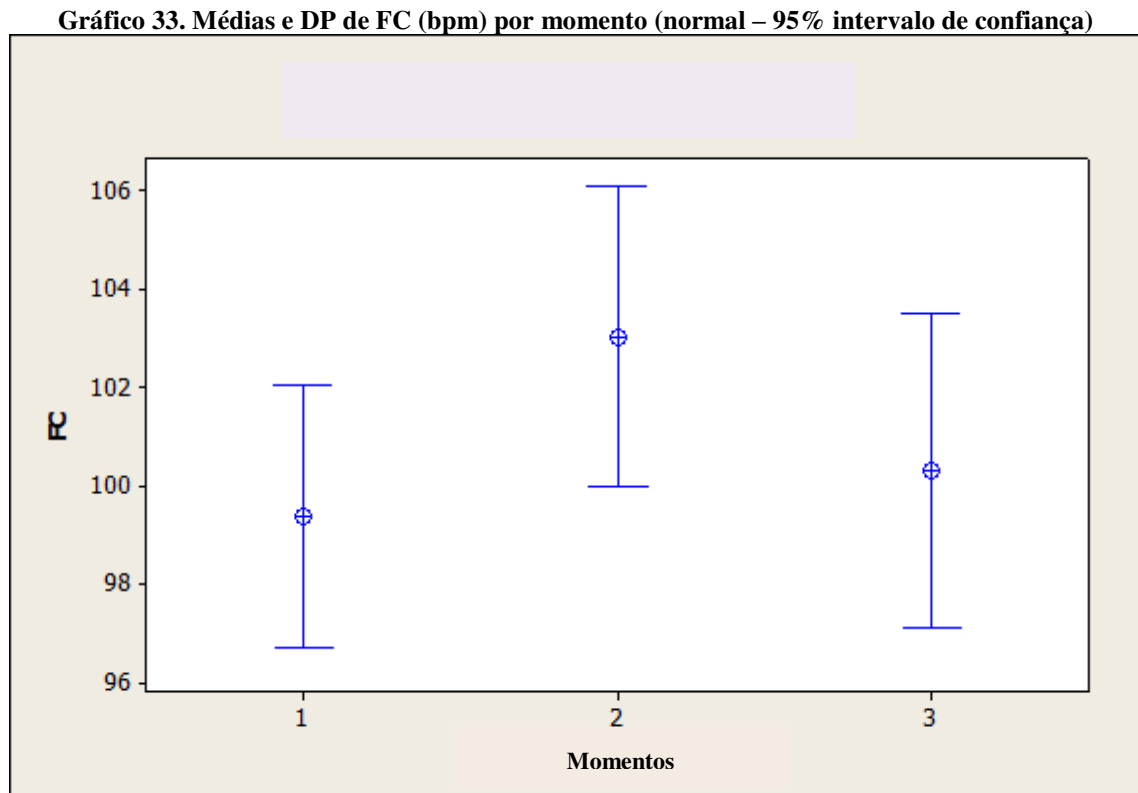


Gráfico 32. Boxplot de FC pela distância (metros)

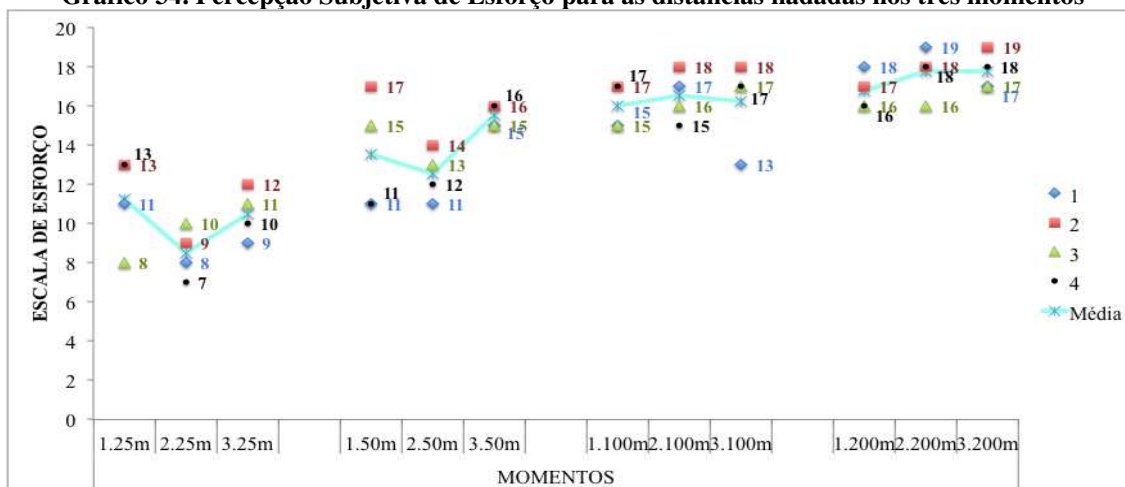
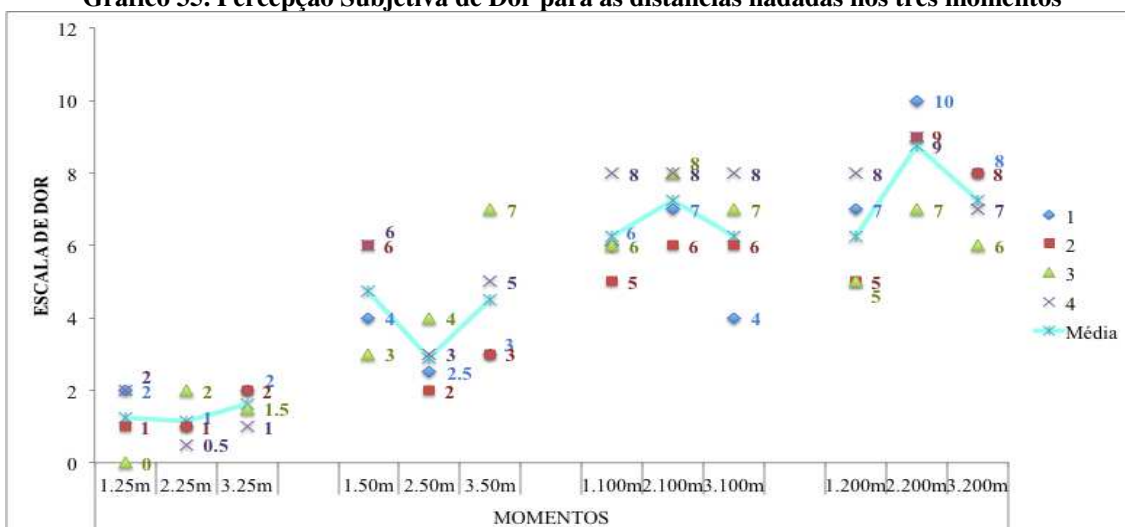


O Gráfico acima apresenta o boxplot de frequência cardíaca agrupando atleta, momentos e coletas.



7.7. ESCALA DE BORG

Para a EB podemos observar que conforme as distâncias aumentam, o grau de esforço e dor, segundo os atletas, também aumenta, ou seja, enquanto que a média dos tempos aumenta em função da distância nadada, fato óbvio, uma vez que a manutenção de máxima intensidade de um exercício é dependente de sua duração, a percepção subjetiva de esforço e dor também aumenta.

Gráfico 34. Percepção Subjetiva de Esforço para as distâncias nadadas nos três momentos**Gráfico 35. Percepção Subjetiva de Dor para as distâncias nadadas nos três momentos**

Através das análises de dispersão, as variáveis que conseguiram explicar boa parte a variação da escala de dor foram: Velocidade ($R^2=58,9\%$), Esforço ($R^2=70\%$), Lactato ($R^2=48,5\%$), e frequência cardíaca ($R^2=28,9\%$). Quanto maior é a velocidade média realizada no teste, menor é a dor apresentada após o teste. Segundo o modelo quanto maior o esforço realizado, maior a concentração de lactato e maior a FC, maior é a dor. Os demais modelos não conseguiram explicar a variação da Dor, os modelos de CK e creatinina foram prejudicados pela existência de outliers.

Apenas o lactato e o Ácido úrico diferenciaram o momento de pico do momento pós teste.

- Lactato: no pico houve maior variação das observações, portanto a reta não consegue explicar a variação dos dados ($R^2=8,1\%$)

- Ácido úrico: o modelo encontrado não consegue explicar a variação ($R^2=0,1\%$), assim como no momento pós-teste.

Semelhante ao que foi encontrado para a escala de dor, as variáveis que conseguiram explicar boa parte a variação da escala de esforço foram: Velocidade ($R^2=74,6\%$), Lactato ($R^2=44,3\%$), e Frequência Cardíaca ($R^2=23,8\%$),.

- Velocidade: quanto maior é a velocidade média realizada na prova, menor e o esforço apresentado.

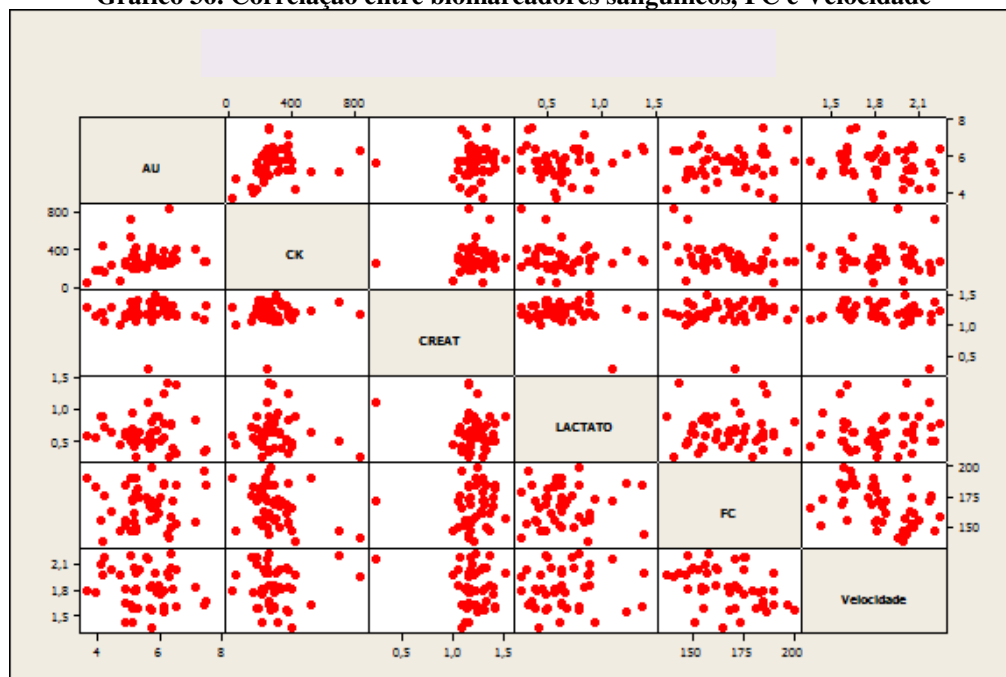
- Lactato: quanto maior o lactato, maior o esforço.

- FC: quanto maior a frequência cardíaca, maior o esforço

7.8. CORRELAÇÃO

Para o teste de correlação de Pearson foi utilizado apenas os pontos Pós-teste. Isto porque Pós teste é um ponto que foi coletado todas as variáveis para os testes.

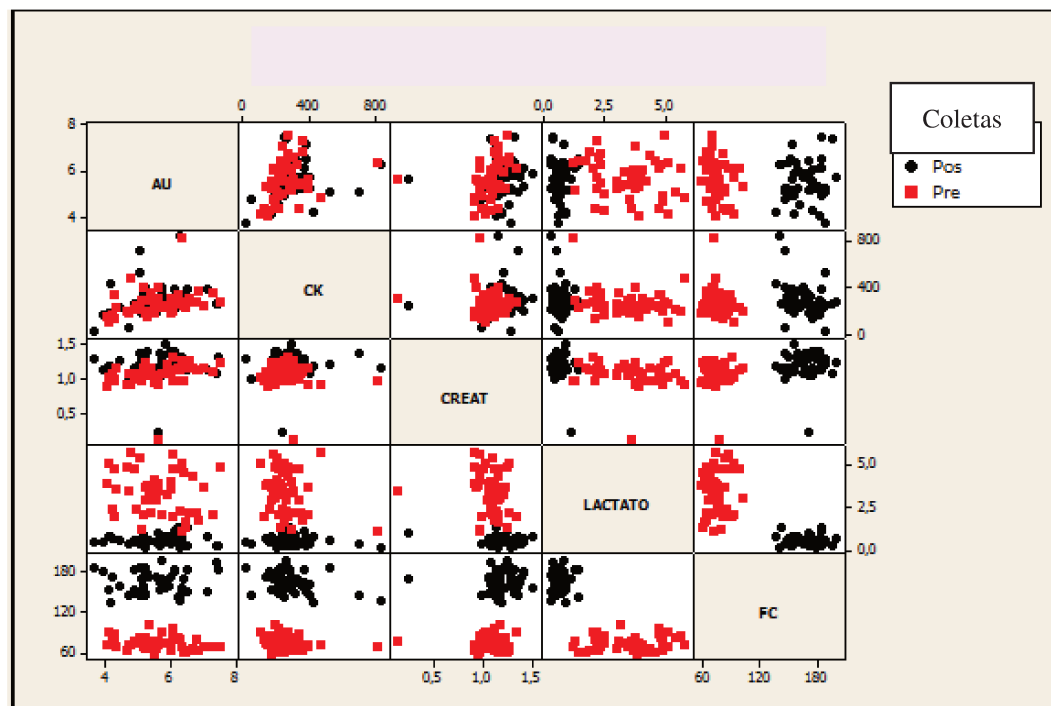
Gráfico 36. Correlação entre biomarcadores sanguíneos, FC e Velocidade



Para as correlações entre a Velocidade e os demais itens analisados, apenas a correlação entre Frequência cardíaca e Velocidade foi significativa, mostrando que conforme a velocidade vai subindo a FC vai diminuindo, isto pode ser explicado já que o tempo de estímulo para as velocidades mais altas é demasiadamente curto, que justifica também as altas velocidades, além disso, devido a esse tempo diminuído (10 a 12s) é de se esperar FC baixa, pois a energia deriva de fontes rápidas de energia como demonstrado na introdução, além também do meio (água) influenciar positivamente a recuperação da FC (WILMORE e COSTILL, 2001).

Também foi realizado Correlação para os pontos entre as coletas Pré e Pós teste.

Gráfico 37. Correlação entre biomarcadores sanguíneos, FC – Pré e Pós testes



Podemos notar através da coluna de FC que a variação entre o momento pré e pós teste é grande.

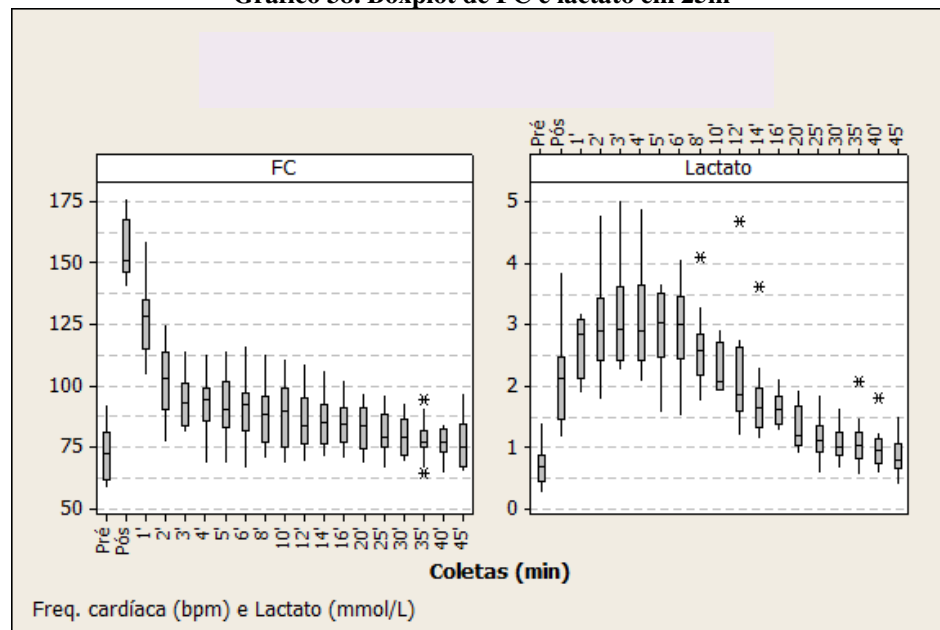
A correlação entre a Frequência cardíaca e Lactato é significativa e negativa. Para cada unidade de aumento da Frequência cardíaca, o lactato diminui 0,8 do seu valor, quando analisamos o momento imediatamente após cada estímulo, já que, por se tratar de estímulos máximos e curtos até o lactato ser transportado do músculo para a corrente sanguínea há um certo tempo que é maior que o tempo que a frequência leva para se elevar. Outra correlação

significativa é entre Frequência cardíaca e Creatinina, para esta correlação o aumento de cada unidade de frequência cardíaca implica no aumento de 0,341 no valor de creatinina.

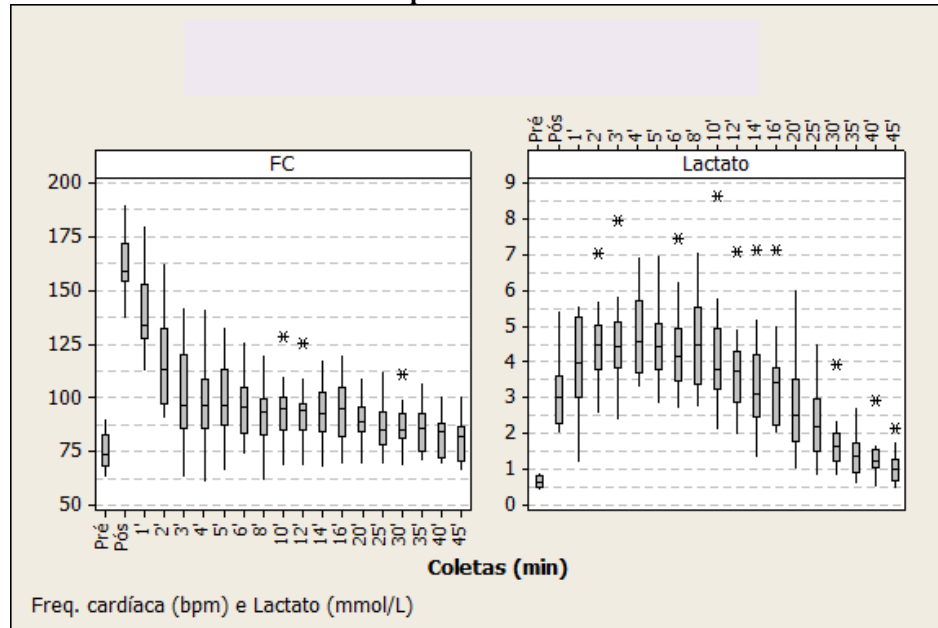
7.9. LACTATO E FREQUÊNCIA CARDÍACA

25metros:

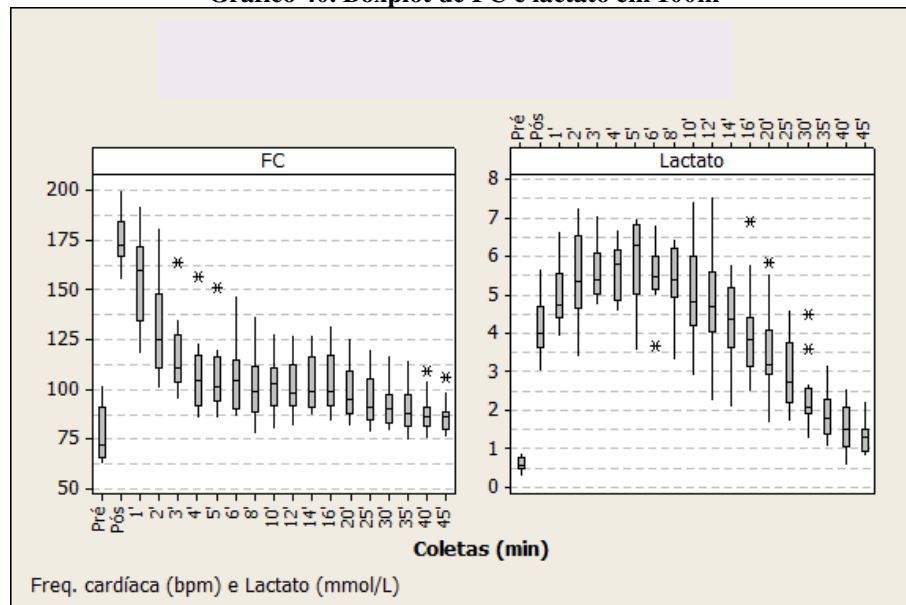
Gráfico 38. Boxplot de FC e lactato em 25m



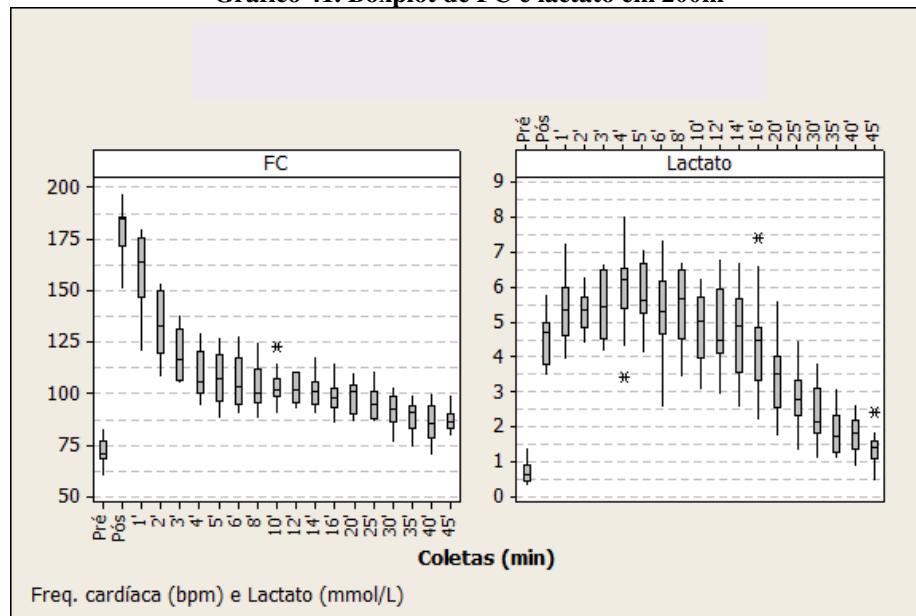
Comparando as medianas dos elementos estudados, podemos notar que o pico da frequência cardíaca ocorre no momento “Pós”, enquanto que o pico de lactato ocorre entre os momentos 6’ e 8’.

Gráfico 39. Boxplot de FC e lactato em 50m

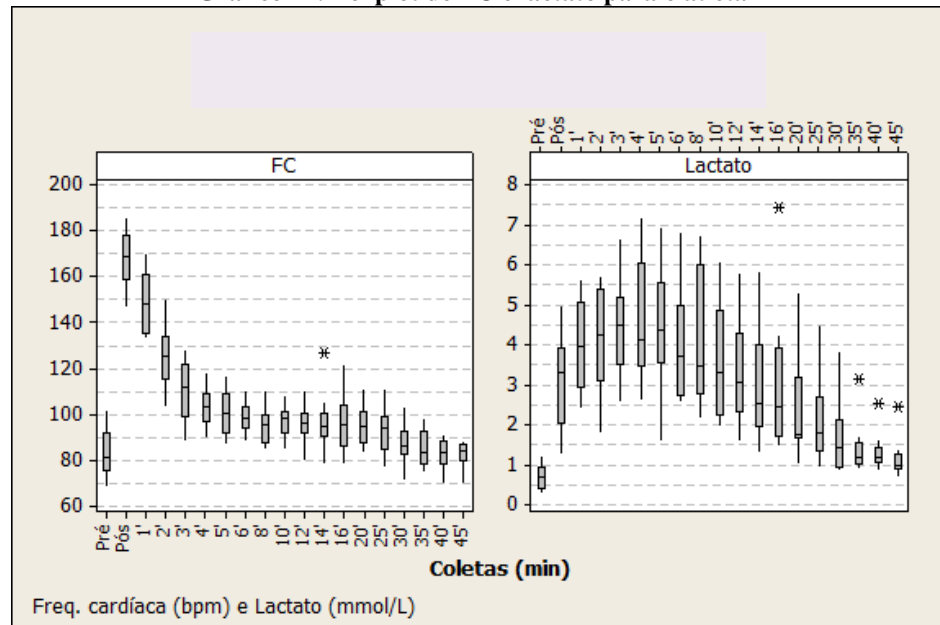
Comparando as medianas dos elementos estudados, podemos notar que o pico da frequência cardíaca ocorre no momento “Pós”, enquanto que o pico de lactato ocorre no momento 4’.

Gráfico 40. Boxplot de FC e lactato em 100m

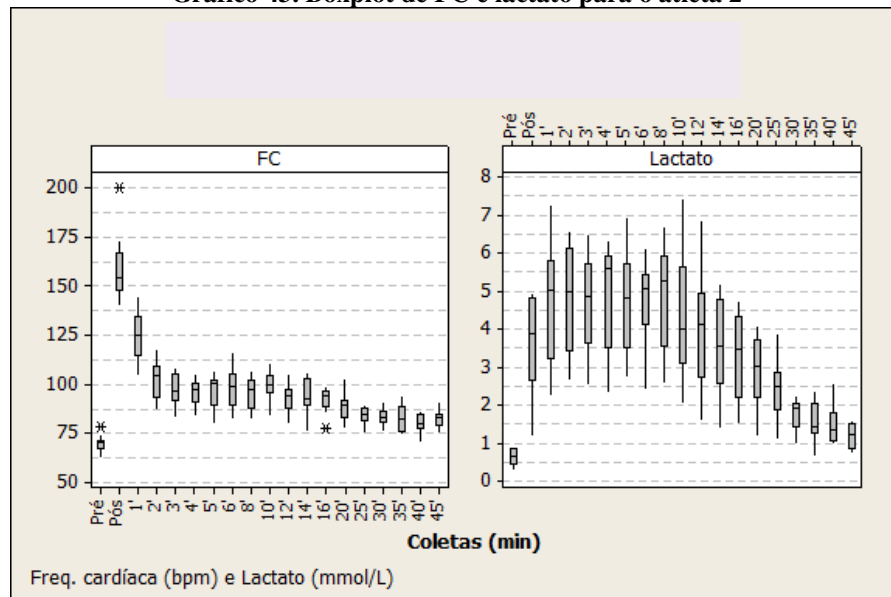
Comparando as medianas dos elementos estudados, podemos notar que o pico da frequência cardíaca ocorre no momento “Pós”, enquanto que o pico de lactato ocorre no momento 5’.

Gráfico 41. Boxplot de FC e lactato em 200m

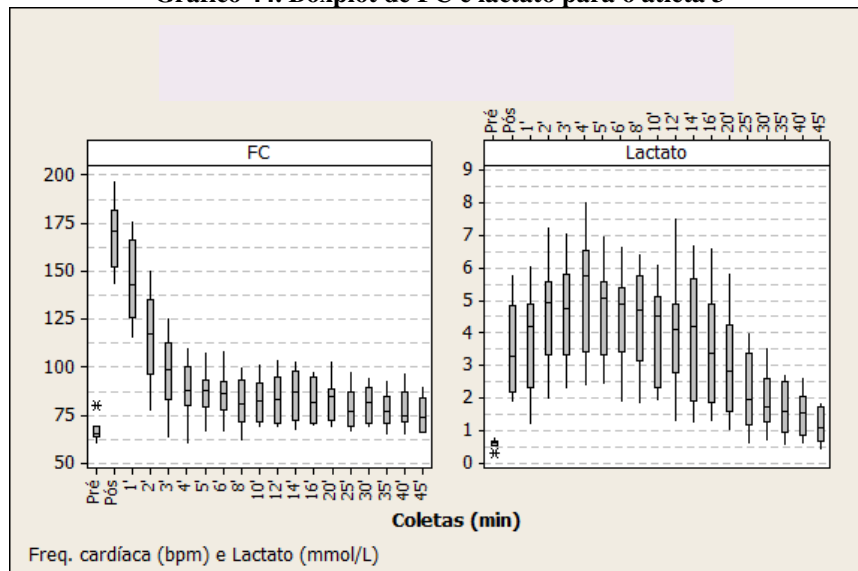
Comparando as medianas dos elementos estudados, podemos notar que o pico da frequência cardíaca ocorre no momento “Pós”, enquanto que o pico de lactato ocorre no momento 4’.

Gráfico 42. Boxplot de FC e lactato para o atleta 1

Comparando as medianas dos elementos estudados, podemos notar que o pico da frequência cardíaca ocorre no momento “Pós”, enquanto que o pico de lactato ocorre no momento 2’.

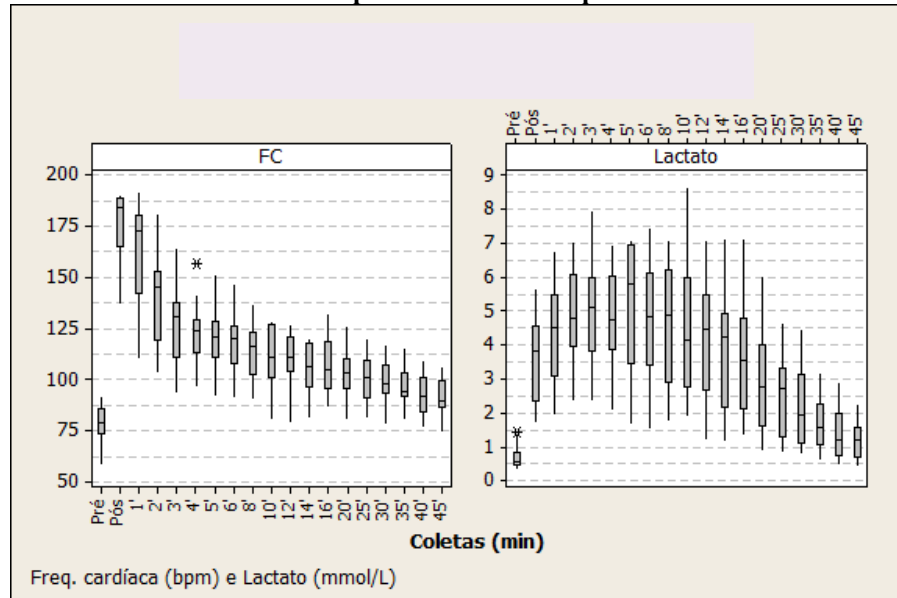
Gráfico 43. Boxplot de FC e lactato para o atleta 2

Comparando as medianas dos elementos estudados, podemos notar que o pico da frequência cardíaca ocorre no momento “Pós”, enquanto que o pico de lactato ocorre no momento 4’.

Gráfico 44. Boxplot de FC e lactato para o atleta 3

Comparando as medianas dos elementos estudados, podemos notar que o pico da frequência cardíaca ocorre no momento “Pós”, enquanto que o pico de lactato ocorre no momento 4’.

Gráfico 45. Boxplot de FC e lactato para o atleta 4



Comparando as medianas dos elementos estudados, podemos notar que o pico da frequência cardíaca ocorre no momento “Pós”, enquanto que o pico de lactato ocorre no momento 5’.

8 Discussão

O propósito do presente estudo foi analisar as respostas de alguns biomarcadores sanguíneos, variações de FC e de escalas subjetivas de esforço e dor. A hipótese de que os parâmetros avaliados seriam altamente responsivos aos estímulos anaeróbios no decorrer das dez semanas não foi suportada. Especificamente, os resultados desse estudo mostraram que os biomarcadores sanguíneos não se alteraram durante as dez semanas de treinamento intenso. Os resultados também demonstraram que o lactato e frequências cardíaca foram bons parâmetros agudos de resposta aos estímulos propostos. Referindo-se às médias de velocidade, dos biomarcadores, de FC e de percepções de esforço e dor os participantes não demonstraram diferenças significativas no decorrer da planilha de treino, os resultados sugerem que os estímulos não foram suficientes para elevá-los. Isto ocorreu provavelmente pelos testes serem compostos de apenas uma repetição em máxima intensidade.

Além disso, através das escalas de percepções de esforço e dor, podemos observar que os atletas conseguiram responder satisfatoriamente quanto ao nível de desgaste que se encontram em relação ao estímulo que são expostos. Isto pôde ser confirmado quando verificamos que, quanto maior o nível de esforço e dor maiores são as concentrações sanguíneas de lactato (GLAISTER, 2005), fato este que demonstra maior utilização da via glicolítica anaeróbia, consequentemente maior quebra de moléculas de ATP, que levará a uma maior liberação de prótons H^+ (HARGREAVES et al., 1998) que, por sua vez geram uma queda de pH muscular (BILLAT et al., 2003), sensação de dor e queda de capacidade de contração muscular (MYERS e ASHLEY, 1997). Assim sendo, estes prótons devem ser retirados do músculo para que o mesmo possa continuar sua capacidade de trabalho. Essa retirada de H^+ é feita principalmente junto com o lactato produzido na via glicolítica (BACKER, 2003) através dos MCTs (JUEL e HALESTRAP, 2006) (FIGURA 5), lactato este que compõe o lactato analisado em nosso estudo.

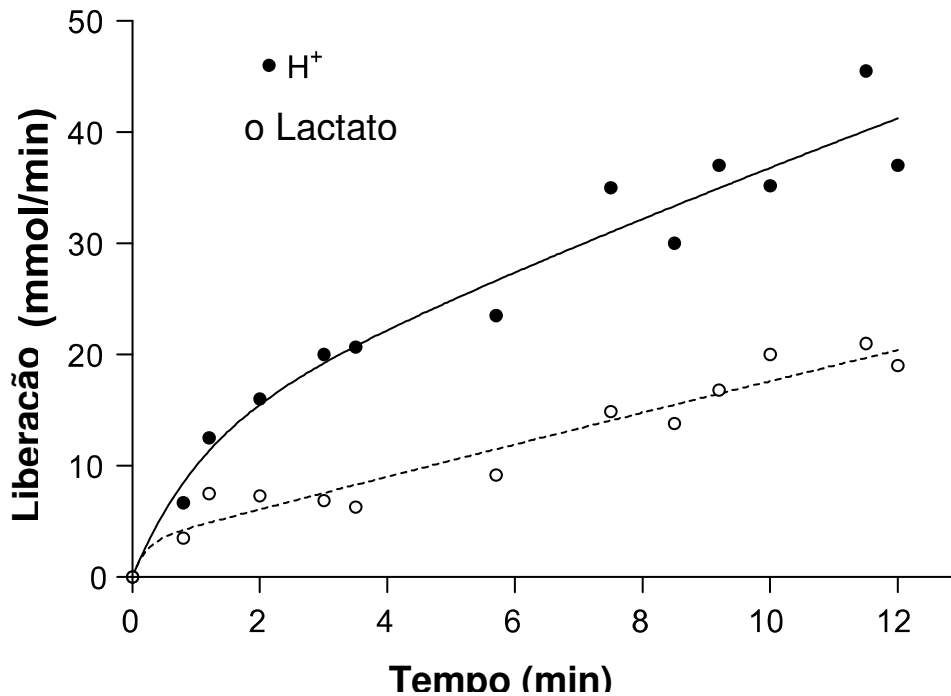


Figura 5. Remoção de próton e lactato de uma contração muscular. (Fonte: Adaptado de Robergs et al., 2004, Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis, pp. R512)

8.1. LACTATO

É importante lembrarmos que o lactato é produto final de um substrato energético (glicose e/ou glicogênio) que é clivado através de várias reações, já citadas anteriormente, para fornecimento de energia (ATP) (BILLAT et al., 2003). Além disso, há também diferenciação na expressão e atividade dos MCTs que são os responsáveis pelo transporte de lactato do músculo para o sangue e deste para outros tecidos (JUEL et al., 2003) e também não podemos deixar de citar a composição de fibras musculares de cada indivíduo, isto é, se o indivíduo possui mais fibras tipo IIa (mais glicolíticas) com certeza irá produzir mais lactato que um indivíduo que possua mais fibras tipo I (oxidativas) (ROSS e LEVERITT, 2001; CHWALBINSKA-MONETA et al., 1989). Através destas explanações somos levados a acreditar que cada indivíduo irá possuir capacidade de produção e remoção de lactato em seu organismo, porém todos respeitam uma cinética de acordo com o estímulo oferecido como conseguimos visualizar em nossos resultados.

Testes de desempenho em intensidade máxima até 400m (BONIFAZI et al., 2001) exigem muito da via glicolítica anaeróbia que, conseqüentemente, resultam em altos níveis de lactato e íons H^+ conforme sucessivos estímulos são recebidos pelos atletas (TOUBEKIS et al., 2005). Por isso relatamos em nosso estudo um aumento de certa forma moderado da concentração sanguínea de lactato mesmo para a distância de 200m, pois, não houve um efeito acumulativo dos testes, já que eram constituídos de apenas um único estímulo.

Parouty et. al (2010) ao realizarem um teste de performance de 100m para dois grupos, um controle e outro em água mais fria ($14^{\circ}C$), realizaram coletas de lactato sanguíneo 2 minutos antes e 3 minutos após a realização de cada teste e encontraram valores de lactato mais elevados tanto para o grupo controle quanto para o grupo de água mais fria que em nosso estudo para o terceiro minuto pós teste de 100m ($11,3 \pm 1,9$, $10,9 \pm 2,0$ e $5,55 \pm 0,70$ respectivamente). Isto reforça ainda mais a hipótese de que a concentração de lactato sanguíneo varia individualmente, ou seja, estas concentrações podem variar consideravelmente dependendo da quantidade de massa muscular envolvida durante uma atividade específica (GONDIM et al. 2007) e/ou de acordo com o estoque de glicogênio muscular (TEGTBUR et al., 1993; GOLLNICK et al., 1986; MAASSEN et al., 1989; JACOBS, 1986; FOSTER et al., 1988). Com isto é necessário que não só para natação como também para outras atividades esportivas as concentrações de lactato sanguíneo depois de um esforço devem ser interpretadas com bastante cautela (BONIFAZI et al., 2000).

Estas últimas afirmações convergem com os dados obtidos em nosso estudo, onde encontramos diversas concentrações de lactato sanguíneo para nossos atletas em uma mesma velocidade. Como é o caso dos atletas 3 e 4 nos teste 1.100m, que nadaram para praticamente o mesmo tempo ($56''53$ e $56''40$ respectivamente) (velocidades 1,76 e 1,77 m/s) e, apesar de ambos apresentarem pico de lactato no terceiro minuto, suas concentrações de lactato sanguíneo mostraram-se diferentes (3 - 5,70 mmol/L e 4 - 6,42 mmol/L) bem como seu valores na EB (3 – 15 e 4 – 17).

Estes dados em relação às diferentes concentrações de lactato sanguíneo para a mesma velocidade podem ser explicados também por um estudo realizado em 2008 por Moraes que, ao realizar um teste de Lactato Mínimo para nadadores, onde eram realizados dois estímulos máximos de 50m no estilo crawl com 1' de intervalo entre estes e, após oito minutos de pausa, os nadadores iniciavam o teste a uma velocidade de 1,20m/s com incremento de 0,05m/s a cada

estágio, encontrou nadadores que possuíam as mesmas velocidades de Limiar Anaeróbio (1,30m/s) com concentrações de lactato mínimo sanguíneo bastante discrepantes (8,15 e 6,83 mmol/L).

Essas diferenças encontradas nas concentrações de lactato sanguíneo devem-se primeiro a atividade enzimática que podem aumentar sua quantidade, e conseqüentemente também sua atividade, para elevar a taxa de produção de energia, segundo ao aumento do estoque de substrato energético muscular e finalmente a própria habilidade do músculo em poder aumentar o combate ao acúmulo de certos metabólitos associados a fadiga através do tamponamento de prótons e/ou remoção destes (ROSS e LEVERITT, 2001). Tudo isso ocorrerá pois, um treinamento em natação, em intensidade mais alta durante uma fase específica, pode levar a uma adaptação desses mecanismos anaeróbios resultando numa maior concentração de lactato sanguíneo pós esforços máximos (BONIFAZI et al., 2001), esta afirmação corrobora com nossos dados, uma vez que, apesar de não ocorrer diferenças significativas da concentração de lactato sanguíneo após dez semanas de treinamento com predominância de altíssimas intensidades, as concentrações sanguíneas de lactato mostraram-se mais elevadas no 3º momento de análises (gráfico 14, p. 77).

Assim, podemos afirmar que as distâncias selecionadas para nossos testes de performance foram baseadas em distâncias bastante utilizadas em séries de treino em natação, uma vez que tais metragens levam de 10'' a 120'' aproximadamente para serem completadas, tempo este que são utilizados por nadadores para realizar estímulos em intensidade máxima para otimização do desempenho (TOUBEKIS et al., 2010). Tal melhora do rendimento se dará, evidentemente, se a recuperação entre esses estímulos for adequada, ou seja, se a pausa entre estes for suficiente para restaurar o pH da célula muscular através da taxa de remoção de lactato/ H^+ (TOUBEKIS et al., 2008) pois, como podemos observar nos testes, há diferenças nas concentrações sanguíneas de lactato quando se compara as distâncias de cada teste, isso implica que, a pausa entre estímulos dessa natureza (50, 100 e 200m por exemplo) não devem ser as mesmas já que são compostas de diferentes demandas e sistemas energéticos (TOUBEKIS et al., 2008).

Desta forma, as distâncias propostas para os testes neste estudo parecem corresponder à afirmação de Bonifazi et al. (2001) que relata que testes de desempenho em natação de até 400m correspondem a grandes contribuições anaeróbias para realização destes que

parecem ser bastante interessantes para avaliação de intensidade, duração e pausas para cada distância em séries de treino em natação.

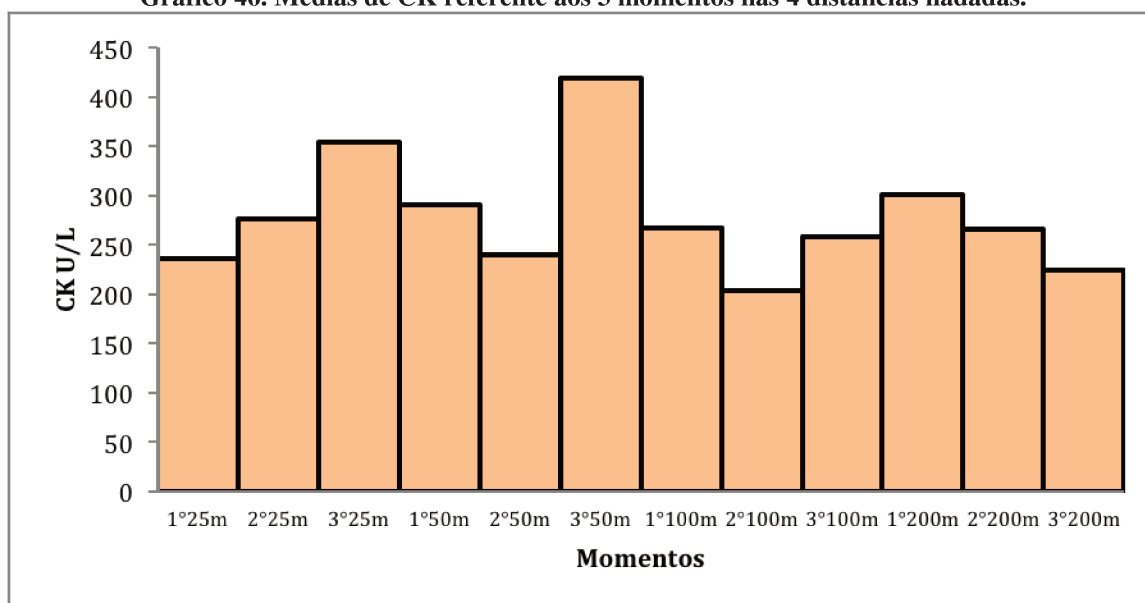
8.2. CK

Esportes de alto rendimento exigem encargos energéticos, mecânicos e emocionais para o ser humano que refletem um número de respostas hematológicas e bioquímicas que diferem bastante entre atletas e sedentários (Mougios, 2007). Desta forma, o mesmo autor afirma que a CK é um dos biomarcadores que respondem bastante a estas condições quando passam das fibras musculares, quando estas são lesionadas devido as repetidas e intensas contrações, para a corrente sanguínea .

Com isto Mougios (2007) afirma que atletas possuem valores de CK maiores que não-atletas, embora esta resposta ao treino seja atenuada pelo efeito dos estímulos repetidos. Tal fato vai de encontro aos resultados obtidos por nossos atletas que se encontram, de fato, com valores de CK acima (média total de $288.39 \pm 93,05$ U/L) dos valores estipulados como parâmetros normais para homens (171 U/L – MOUGIOS, 2007). Porém, em estudo recente, Nardin et al. (2009) citam novos valores de normalidade para concentração sanguínea de CK em indivíduos normais. Adotando estes valores, nossos atletas encontrariam-se em uma faixa considerada normal, uma vez que essa nova proposta de referência é de 322 U/L (NARDIN et al., 2009) que se aproxima dos valores limites para homens propostos por Miller et al., (1984) e Strømme et al. (2004) (391 e 398 U/L respectivamente).

Apesar de nossos nadadores passarem por 10 semanas de treinamento onde a quantidade de treinos com características anaeróbias ultrapassou os 60% do total das cargas para este período, os níveis de CK não sofreram alterações bruscas quando comparados a valores de pessoas não atletas (Gráfico 46). Mougios (2007) explica essa pequena alteração primeiramente à adaptação muscular à submissão de esforços repetidos e, mais especificamente em relação ao esporte, onde diferentes modalidades esportivas requerem diferentes demandas em termos de capacidades físicas, demandas metabólicas e contração muscular. Logo, mesmo que se tenha valores de referência para concentrações séricas de CK para atletas, será mais adequado que se determine esses valores de referência para cada modalidade específica (LAZARIM et al., 2009).

Gráfico 46. Médias de CK referente aos 3 momentos nas 4 distâncias nadadas.



O autor vai mais além quando demonstra em seu estudo que, os valores de CK para jogadores de futebol Americano foi o triplo referente ao limite superior dos valores encontrados para os nadadores (1492 x 523 U/L respectivamente). Ele relaciona este fator inicialmente pelo fato dos treinos e do próprio jogo de futebol envolverem uma razoável combinação de atividades de suporte de peso, as quais incluem atividades excêntricas na aterrissagem de um salto, paradas abruptas após uma forte corrida por exemplo, além dos choques mecânicos, atividades estas que geram alto grau de danos para as células musculares e, consequentemente maior liberação de CK para corrente sanguínea. Diferente do futebol vêm os treinos e competições de natação onde não há atividades com suporte de peso e, além disso, as contrações são predominantemente concêntricas e sem choques mecânicos o que provocará apenas pequenos aumentos de CK na corrente sanguínea. Neste viés, os eventos em natação levam apenas questão de minutos para acabar, o que também vem a favor destes pequenos aumentos de CK.

Noakes (1987) também justifica os pequenos aumentos dos valores de CK em nosso estudo quando afirma que os exercícios que mais aumentam os níveis séricos de atividade enzimática são aqueles que exercem suporte de peso com contrações excêntricas, afirmando também que estes aumentos são menores em atividades prolongadas sem a participação de ação muscular excêntrica tais como natação.

Desta forma, nossos dados demonstram mais uma vez que, mesmo em período de treino com predominância de cargas anaeróbias, isto é, com os nadadores realizando trabalhos intensos, a CK não sofre alterações bruscas em sua concentração, indicando que este biomarcador pode fornecer informações bastante úteis já que, se ocorrer aumento desordenado desta enzima para algum nadador, é de se esperar que, provavelmente, este encontre-se em um estado mais susceptível a lesões.

8.3. Creatinina

Apesar da creatinina ser bastante utilizada na medicina para avaliações da função renal (MILIC et al., 2011; BANFI et al., 2009), no esporte ela pode ser de grande valia para avaliação do estado de saúde dos atletas, particularmente em eventos onde o balanço hidroeletrolítico é crucial (MILIC et al., 2011; BANFI et al., 2009), já que as cargas de trabalho e estresse fisiológico derivado das competições podem modificar a homeostase e permitir interpretações errôneas a respeito de parâmetros bioquímicos e hematológicos (MILIC et al., 2011) e, segundo Milic et al. (2011) os valores de creatinina em nadadores, ou em atletas normalmente são mais altos quando comparados a sedentários, provavelmente devido à maior quantidade de índice de massa corpórea (IMC).

Devido a pouca quantidade de estudos sobre a creatinina e seus valores séricos para atletas, valores estes nunca estabelecidos (BANFI, DEL FABRO e LIPPI, 2009), nossos dados corroboram com os de poucos autores que vêm estudando o assunto.

Neste sentido Milic et al (2011) mostraram em seu estudo que, diferentemente do que ocorre normalmente com os valores séricos de creatinina de atletas em relação a sedentários, quando analisaram esquiadores e ciclistas de *endurance* puderam constatar que os valores de creatinina foram menores que o grupo controle (0,8 – 1,0 mg/dL para esquiadores e 0,7 – 0,9 para ciclistas), seguindo o mesmo padrão de um estudo de Lippi et al (2004) também realizados com esquiadores e ciclistas. Apesar dos valores de creatinina para atletas, principalmente, ainda não estarem bem elucidados na literatura (MILIC et al., 2011; MILIC e COLOMBINI et al., 2011), nossos dados corroboram aos dos referidos autores, que mostraram valores de creatinina para nadadores durante o período intenso da temporada, como se encontravam nossos atletas, de aproximadamente 1,12 mg/dL $\pm$ 0,09, valores estes muito

próximos aos encontrados em nosso estudo durante as dez semanas de treino (media total de $1,14 \pm 0,13$ mg/dL) e na faixa de normalidade adotada para a população em geral ($0,9 - 1,3$ mg/dL para adultos do sexo masculino segundo Milic et al., 2011 e Banfi et al., 2009, ou $0,7 - 1,3$ mg/dL segundo Milic e Colombini et al., 2011).

Sem diferenças significativas entre os momentos de coleta realizados em nosso estudo, demonstrando uma certa constância das concentrações de creatinina durante todo o período específico de treinamento, Milic et al (2011), também acompanharam nadadores durante uma temporada inteira e encontraram, assim como nós, estabilidade das concentrações de creatinina durante todo esse período.

Este comportamento também foi encontrado por Banfi et al (2008) quando avaliaram ciclistas durante toda temporada de treino, mas não em atletas de rugby por exemplo, onde significantes decréscimos nas concentrações de creatinina quando cargas de treino e competições eram mais intensas.

Com isto, Banfi et al (2009) afirmam, graças a esta diferenciação das concentrações séricas de creatinina em atletas de diferentes modalidades esportivas (BANFI e DEL FABBRO, 2006), que deve-se categorizar tais modalidades de acordo com metabolismo predominante, cargas de treino, frequência em competições, quantidade de competições e período anual de treino e competição (BANFI et al., 2009, BANFI e DEL FABBRO, 2006). Na tabela abaixo os autores mostram as concentrações de creatinina em diferentes modalidades esportivas, e é possível observarmos que, os valores da concentração sérica de creatinina em atletas é incomum, mostrando valores mais baixos (<1 mg/dL) e também muito mais elevados (acima de 1 mg/dL) quando comparados a pessoas sedentárias (BANFI et al., 2009), pois, tais concentrações parecem estar correlacionadas ao índice de massa corpórea dos atletas, ou seja, Banfi et al (2009) afirmam que quanto maior este índice, maior serão as concentrações séricas de creatinina e, quanto menor, menor serão as concentrações séricas de creatinina, fato este que os referidos autores relatam em um estudo realizado com ciclistas e jogadores de rugby.

TABELA 31. Valores de creatinina sérica (média e DP $\pm$) de atletas homens comparados com concentrações em homens sedentários

Esporte	Nível do Esporte	N. de Atletas	Creatinina Sérica (mg/dL)	N. de sedentários	Creatinina Sérica (mg/dL)	p-valor
Grupo total		220	1,10 $\pm$ 0,20	100	1,00 $\pm$ 0,10	<0,01
Triathlon	Equipe Italiana	15	0,99 $\pm$ 0,07			
Basquete	Time primeira divisão Italiana	29	1,15 $\pm$ 0,07			
Ciclismo	Duas equipes profissionais	35	0,93 $\pm$ 0,07			
Motociclismo	Equipe profissional	13	0,92 $\pm$ 0,09			
Futebol	Time primeira divisão Italiana	27	1,27 $\pm$ 0,09			
Navegação	Tripulação de Iate copa Americana	23	1,08 $\pm$ 0,11			
Esqui Alpino	Equipe Italiana	34	1,15 $\pm$ 0,10			
Rugby	Equipe Italiana	44	1,30 $\pm$ 0,11			
Esqui nórdico	Equipe Italiana	37	0,88 $\pm$ 0,10	60	0,94 $\pm$ 0,12	<0,05
Ciclismo	Profissionais	80	0,83 $\pm$ 0,12	60	0,94 $\pm$ 0,12	<0,01
Ciclismo	Profissionais	50	0,93 $\pm$ 0,14	35	0,98 $\pm$ 0,10	<0,05
Ciclismo	Amadores	71	0,86 $\pm$ 0,20	60	0,95 $\pm$ 0,20	<0,01
Ciclismo	Profissionais	76	0,80 $\pm$ 0,20			<0,01
Boxe Tailândes	Profissionais	20	1,02 $\pm$ 0,04	10	0,99 $\pm$ 0,02	NS

NS=Não significante. (Fonte: Adaptado de Banfi et al., 2009, Serum Creatinine Concentration and Creatinine-Based Estimation of Glomerular Filtration Rate in Athletes, pp. 3)

A figura abaixo reforça tais afirmações, onde, em cinco modalidades esportivas avaliadas, temos diferentes concentrações de creatinina para cada uma delas (BANFI e DEL FABBRO, 2006).

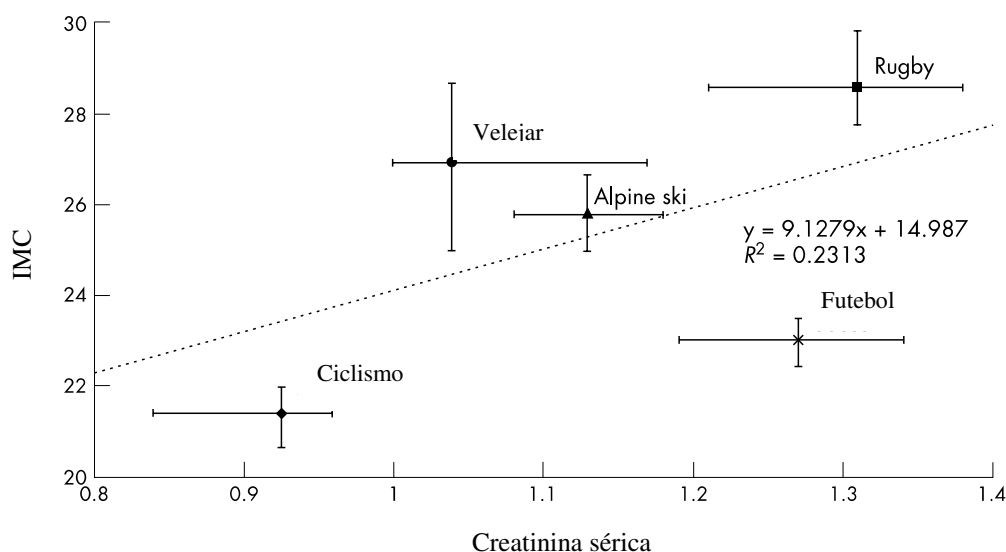


Figura 6. Correlação entre creatinina sérica e índice de massa corporal em diferentes esportes. Mediana concentração de creatinina, índice de massa corporal e correspondência 27-75% são ilustradas. Concentração de creatinina é dada em mg/dL; isto pode ser convertido para $\mu\text{mol/L}$ multiplicando por 88,4. (Fonte: Adaptado de Banfi e Del Fabbro, 2006, Relation between serum creatinine and body mass index in elite athletes of different sport disciplines, pp. 677)

Em virtude desta grande variação dos valores de creatinina, deve-se determinar valores de referência para atletas de diferentes modalidades, é mais plausível que se analise individualmente essas concentrações (razão entre variabilidade intra e interindividual) (BANFI et al., 2009), como pudemos observar em nosso estudo que, quando comparamos as concentrações de creatinina nos três momentos de coleta, observamos que não houveram diferenças significativas entre estes assim como Milic et al (2011) em seu estudo, porém, se comparássemos os valores de creatinina entre os atletas, já há uma interpretação diferente para os dados uma vez que ocorrem diferenças significantes de um atleta para outro corroborando aos dados de Banfi et al (2009). Interessante ressaltar também que essas diferenças entre os atletas são influenciadas pela quantidade de massa muscular dos mesmos (MILIC et al., 2011, BANFI et al., 2009, BANFI et al., 2008, BANFI e DEL FABBRO, 2006, LIPPI et al., 2004), como também é elucidado em nosso estudo em que o atleta 4 é o que possui maior percentual de massa magra em relação aos outros e, é o atleta que atingiu os maiores níveis de creatinina.

Desta forma, não somente em relação aos atletas como também em relação as coletas realizadas (Pré e Pós testes), pudemos observar diferenças significativas entre estas, bem

como Lippi et al (2004) também observaram. Essas variações pós estímulos intensos que ocorrem provavelmente como resultado de condições transitórias, tais como liberação aguda de creatinina do músculo, desidratação e/ou redução no fluxo sanguíneo dos rins e filtração glomerular (LIPPI et al., 2004).

Sendo assim, há a necessidade de mais estudos em relação ao assunto já que Milic et al. (2011) afirmam que, além de diferenciar atletas de não atletas, é necessário também categorizar atletas de diferentes esportes pelo metabolismo aeróbio / anaeróbio, fase do treinamento em que está (competição ou não) e valores antropométricos.

Através dos fatos expostos, é de se esperar que todo atleta deva realizar avaliações consecutivas de creatinina e adotar como valor de referência a concentração encontrada antes de iniciar o treinamento e/ou competição, sempre levando em consideração a modalidade esportiva e quantidade de massa magra (BANFI e DEL FABBRO, 2006).

8.4. AU

Por se tratar de um produto de uma via bastante ativada quando ao sistema muscular está sendo solicitado altas demandas de ATP, há um aumento de ADP e AMP (HELLSTEN et al., 1999) e assim a enzima adenilato quinase se torna cada vez mais ativa e, conseqüentemente, mais AU será produzido já que este é o produto final da degradação das purinas (AIDA et al., 2011, KAYA et al., 2005) (Figura7). Esta afirmação vai de acordo com Hellsten et al. (1999) que, propõem um protocolo de alta intensidade para que se observe as concentrações sanguíneas de hipoxantina e AU. Os autores demonstram que de fato há um aumento dos valores de AU após os protocolos propostos, bem como ocorrem diferenças significativas em nossos testes conforme a distância foi aumentada, ou seja, a medida que a duração do estímulo em alta intensidade aumentou. Tal ponto corrobora com estudos que mostram que a maior fonte de AU plasmático durante e na pausa de exercícios intensos é a degradação dos estoques de ATP dentro das células musculares (HELLSTEN et al., 199, 2003).

possui um transportador em comum (mecanismo de co-transporte) ao AU (URAT1) onde ocorre a liberação de lactato com a reabsorção de urato, isto é, neste transportador ocorre uma troca entre lactato e AU, onde o lactato é transportado para fora da célula somente se AU for transportado para dentro (KAYA et al., 2005, OHNO et al., 2008).

Nossos dados mostram que, como os referidos autores descrevem, a elevação de AU é intensidade e duração dependentes (HELLSTEN et al., 1999), ou seja, de maneira aguda, como foi citado, temos a elevação de AU devido a alta demanda de ATP exigida em exercícios de alta intensidade, já cronicamente, esse aumento de AU pode ser atenuado devido ao treinamento que otimizará transportadores e processos antioxidantes que envolvem AU.

8.5. FC

A concentração de lactato sanguíneo e FC têm sido usados para avaliar e prever desempenho durante estímulos máximos e submáximos na natação (KESKINEN et al., 2006).

Analizando a FC dos atletas, podemos observar que a mesma não teve relação com os testes propostos, ou seja, a taxa cardíaca não pode ser considerada de maneira única para prever séries de treino (KESKINEN et al., 2007). Esta afirmação pode ser sustentada por nossos dados que demonstraram que, apesar de haver diferenças significativas entre as velocidades dos testes 25m, 50m, 100m e 200m, observou-se diferenças significativas de FC apenas entre as distâncias de 25m, 50m e 100m mas não entre a de 100 e 200m demonstrando que mesmo com testes em intensidade máxima com variação de duração do estímulo a FC pode apresentar-se com valores semelhantes, pois, os mecanismos de elevação da FC durante o exercício, retirada vagal, aumento da atividade simpática e da concentração plasmática de noradrenalina, dispõem algum tempo para isto (PERINI e VEICSTEINAS, 2003).

Estas afirmações estão de acordo com um estudo de Keskinen et al. (2007) que realizaram testes, com 11 atletas (3 nadadores, 6 triatletas e 2 nadadores de nadadeiras), de 200m em intensidade máxima em piscinas de diferentes comprimentos (25 e 50m), e portanto, estímulos com duração diferentes, já que para uma mesma distância os atletas dispõem mais tempo em piscina de 50m do que em piscinas de 25m devido ao maior número de viradas em piscinas de 25m e, encontraram diferenças significativas na concentração de lactato sanguíneo

($8,24 \pm 1,55$ vs. $7,36 \pm 1,47$ mmol/l, $p=0,0333$, para piscina de 25 e 50m respectivamente), na velocidade de nado ($1,38 \pm 0,11$ m/s vs. $1,32 \pm 0,12$ m/s, $p=0,000$, para piscinas de 25 e 50m respectivamente) mas não em relação a FC (172 ± 14 vs. 172 ± 14 bpm, $p=0,832$, para piscinas de 25 e 50m respectivamente). Neste estudo os autores puderam constatar que não houve diferenças significativas da FC em esforços máximos, de maneira que a velocidade na piscina de menor metragem foi significativamente maior. Podemos destacar também nesse estudo que o desvio padrão da FC encontrada nestes esforços foram de ± 14 .

Tal fato corrobora com nosso estudo quando verificamos que não há muita diferença entre a FC encontrada após a realização dos testes de 100m e 200m, mesmo um teste sendo o dobro da distância do outro e apresentando concentrações sanguíneas de lactato e velocidades diferentes. Já em relação a 25m e 50m embora esta última também sendo o dobro da primeira, observamos diferenças significativas. Isto pode ser explicado pois a FC funciona como um mecanismo bifásico, de maneira que no início do exercício temos uma retirada vagal seguida de uma ativação mais lenta do sistema simpático que pode adquirir um aumento de sua atividade conforme a intensidade do exercício é aumentada (ROSEGUINI et al., 2007) ou sua duração elevada quando se trata de estímulos em intensidade máxima, sendo estas respostas bastante individuais, como por exemplo a velocidade que alguns componentes são transportados do músculo para o sangue, o tempo e quantidade de liberação de hormônios em função do exercício, como as catecolaminas por exemplo, além também do fluxo sanguíneo que é por onde são levadas grande parte das informações (PERINI e VEICSTEINAS, 2003).

Lowensteyn et al. (1994), também analisando a diferença do desempenho de nadadores em piscinas de diferentes comprimentos (25 e 50 metros), constataram que apesar da velocidade em piscina de 25 metros ser 3% maior que em piscina de 50 metros para um percurso de 200 metros para o nado crawl, o pico da concentração sanguínea de lactato foi 13,8% maior na piscina mais longa, pois os atletas permaneceram mais tempo em atividade máxima na piscina de 50m, porém, a FC não mostrou diferença entre as duas piscinas demonstrando que para esforços máximos não há variação da FC.

Outro ponto importante a se destacar, seria que, para a natação, os indivíduos tem um determinado ciclo de respiração a cada movimento de braço quando falamos dos estilos de nado crawl e borboleta. Com isso cada atleta realiza seus ciclos de respiração da maneira que lhe é mais confortável.

Isto também pode ser um fator que altere a FC pois, momentos de hipóxia (déficit de oxigênio) são capazes de elevar a FC, como demonstraram Friedmann et al. (2004) em seu estudo, que os indivíduos apresentaram equivalência em velocidade de Limiar Anaeróbio tanto em hipóxia quanto em normóxia, porém quando se analisou a relação entre FC e concentração sanguínea de lactato os autores relataram que em uma intensidade relativa de exercício submáximo para uma mesma FC em hipóxia a intensidade do exercício foi maior que em normóxia.

8.6. EB

Na natação, como em outras modalidades esportivas, atletas, técnicos e pesquisadores buscam sempre maneiras de monitorar, regular e prescrever a intensidade dos exercícios. Os métodos mais comuns utilizados para este propósito são medidas fisiológicas tais como FC e concentração sanguínea de lactato, de acordo com Psycharakis (2011), concordando com nossas análises que também analisamos essas variáveis para verificar algum grau de ligação a EB.

As EB que identificam percepção subjetiva de esforço e dor, podem ser muito úteis para nadadores e técnicos como indicadores gerais para prescrição e regulação da intensidade do exercício no treinamento em natação (LINS-FILHO et al., 2012; PSYCHARAKIS, 2011, ESTON et al., 2007). Laurent e colaboradores (2011) vão mais além afirmando que esse controle pode também estar relacionado às pausas de séries de treino que devem ser consideradas um componente integral para otimizar adaptações. Eston et al. (2007) acrescentam que o cérebro, antecipando a atividade física que o individuo vai tolerar, aumenta a percepção subjetiva de esforço em relação ao empenho realizado no tempo total ou em relação ao tempo que resta de atividade. Estes dados indicam que o cérebro antecipa a percepção do esforço a partir do início da sessão de treino, e esta percepção pode ser alterada por uma atividade anterior à sessão em questão prejudicando assim, o desempenho do atleta caso seu cérebro não responda adequadamente a atividade.

Noakes (2004) vai mais além, afirmando que o desempenho durante um exercício prolongado é regulado centralmente no cérebro, especificamente para garantir que a homeostase energética muscular seja mantida, não permitindo que ocorra uma depleção crítica

dos estoques energéticos. Assim, a EB pode assumir um papel importante fornecendo informações no processo homeostático.

Embora nosso estudo seja constituído de um número relativamente reduzido de indivíduos, as respostas obtidas de nossos atletas referentes a EB seguem os dados de Psycharakis (2011), que realizou teste com nadadores de elite constituído de 7 repetições de 200 metros de modo que em cada repetição a intensidade era aumentada (retirados 5 segundos) até que na última os nadadores completassem a distância a 100% de intensidade de maneira que 10 segundos eram adicionados ao melhor tempo do nadador e para definir o 100%. Este teste foi realizado pelos nadadores por 4 vezes durante um período de 6 meses e, diferente de nossos testes que foram todos realizados no nado crawl, o referido autor respeitou o etilo de nado de especialidade de cada atleta. Após cada repetição também era aferida a FC dos atletas e após 1 minuto do término de cada 200m nadados eram coletadas amostras de sangue para avaliação do lactato.

Nesse estudo o autor encontrou fortes correlações entre a EB e FC ($r=0,85$, $p,0,001$) e EB e concentração sanguínea de lactato ($r=0,82$, $p,0,001$), indicando que a EB é um método válido para monitorar intensidade de treino em nadadores e, assim, propõe uma tabela da EB com FC e concentração sanguínea de lactato (Figura 8). Green e colaboradores (2007) também encontraram essa relação da concentração sanguínea de lactato e EB em um estudo que realizaram com ciclistas em ambiente frio e quente.

Escala PSE						
Estágios	Números	Descrição	Lac (mmol/L)	%FCmáx	%MFCmáx	%MFCmáx†
1	6 7 8	Muito, muito leve	1,5±0,7	68,9±9,7 (46-89)	73,7±10,4 (49-95)	
2	9 10	Muito leve	1,6±0,7	74,8±8,1 (51-91)	80,0±8,6 (55-97)	(52-66)
3	11 12	Bastante leve	2,4±1,1	79,4±7,2 (62-95)	85,0±7,7 (67-101)	(61-85)
4	13 14	Pouco difícil	3,0±1,5	83,5±6,3 (67-95)	89,4±6,8 (71-102)	(86-91)
5	15 16	Difícil (forte)	4,3±1,8	88,3±4,8 (77-98)	94,5±5,2 (82-105)	(>91)
6	17 18	Muito difícil	7,0±3,4	91,7±4,5 (80-103)	98,1±4,8 (86-110)	
7	19 20	Extremamente difícil esforço máximo	11,4±3,4	94,7±4,1 (82-107)	101,3±4,4 (88-114)	

†%MFCmáx conforme sugestões de Mcardle (et.al), baseado nos dados de nadadores universitários recreacionais. Células em branco indicam estágios onde não foi feita estimativa.

Figura 8. Lactato (LAC), Percentual da Frequência Cardíaca Máxima (%FCmáx), e Modificada (%MFCmáx), valores para cada avaliação da percepção subjetiva de esforço (PSE) nos estágios*

* Valores de médias, DP ($\pm$) e variação dos valores mostrados nos parenteses. (Fonte: Adaptado de Psycharakis, S.G., 2011, A longitudinal analysis on the validity and reliability of ratings of perceived exertion for elite swimmers, p.423).

Apesar de nossos dados não possuírem condições de realizar o teste estatístico de correlação justamente por nossa limitação do número de amostras, podemos observar que conforme a EB recebia valores mais altos, maiores também eram os valores de pico de lactato sanguíneo pós testes.

Além disso, Green e colaboradores (2009) afirmam que, exercícios com duração de 20 a 40 minutos tem pouca influência na EB e, assim, os mesmos colocam que o determinante da validade da utilização da EB como preditora de esforço, não deve ser a duração do estímulo mas sim a intensidade do mesmo, ponto este que vem em prol de nosso estudo que foi constituído de avaliações sempre a 100% de intensidade para cada distância nadada.

Com isso podemos afirmar que a EB utilizada para nossos testes variaram de acordo com a literatura como já foi exposto e, assim como os biomarcadores, FC e velocidades, isto é, todos os fatores avaliados para o atual estudo, a EB não variou muito em relação aos momentos ($p>0,05$) dos testes mas sim em relação às distâncias nadadas.

9 Conclusão

As principais conclusões feitas nesse estudo foram que o lactato varia mais sensivelmente em relação a estímulos anaeróbios máximos singulares quando comparado aos outros biomarcadores avaliados. Assim, para avaliação de um único estímulo anaeróbio máximo o biomarcadores creatinina, CK e AU demonstraram não serem bons parâmetros para diagnóstico de desgaste dos atletas.

Nossos dados sugerem fortemente que as escalas de Borg tanto para esforço quanto para dor podem vir a serem utilizadas como orientação de treino dos atletas em estímulos anaeróbios máximos.

As dez semanas de treino específico e predominantemente anaeróbios não ocasionaram diferenças significativas nos parâmetros avaliados neste estudo. A FC, apesar de não variar significativamente para as diferentes distâncias nadadas estudadas, alcança seus valores máximos imediatamente após os testes, diferente das [LAC] sanguíneo que têm seus picos mais tardiamente de acordo com a duração e intensidade dos estímulos de nosso estudo.

Quando analisada e atrelada a um biomarcador, como lactato, a FC pode ser considerada um bom parâmetro para avaliação e controle do treinamento tanto agudo quanto cronicamente.

Esses dados devem ser confirmados em um estudo maior, como maior número de atletas, porém há dificuldades para que isto ocorra, pois, não é muito viável para técnicos de qualquer modalidade esportiva permitir que o treinamento de seus atletas seja interrompido para que seja realizado um estudo que trará uma hipótese de melhora, ainda mais quando se trata de atletas de elite.

10 Referências

- ALMARWAEY, O.A.; JONES, A.M.; TOLFREY, K. Maximal lactate steady state in trained adolescent runners. In: **Journal os Sports Sciences**, vol. 22, n.2, pp.215 – 225. 2004.
- ASTRAND,PP.O., RODAHL, K. **Textbook of work physiology**. New York: McGraw Hill, 1986.
- BACKER, D. Lactic acidosis. Physiological note. In: **Intensive Care Med**, v. 29, pp. 699-702, 2003.
- BANFI, G., DEL FABRO, M., LIPPI, G. Creatinine values during a competitive season in elite athletes involved in different sport disciplines. In: **J Sports Med Phys Fitness**, v. 48, n.4, pp. 479-482, 2008.
- BANFI, G.; DEL FABBRO, M. Relation between serum creatinine and body mass and creatinine-based estimation of glomerular filtration rate in athletes. In: **Sports Med**, v.39, n.4, pp.331 – 337. 2009.
- BANFI, G.; DEL FABBRO, M.; LIPPI, G. Relation between serum creatinine concentration and body mass index in elite athletes of different sport disciplines. In: **Br J Sports Med**, v.40, n.8, pp.675–678. 2006.
- BARDEN, J.M.; KELL, R.T. Relationships between stroke parameters and critical swimming speed in a sprint interval training set. In: **Journal of Sports Sciences**, v.27, n.3, pp.227 – 235. 2009.
- BENEKE, R. Maximal lactate steady state concetration (MLSS): experimental and modelling approaches. In: **European Journal of Applied Physiology**, vol. 88, n.4-5, pp. 361 – 369. 2003.
- BICKHAM, D. C.; BENTLEY, D. J.; ROSSIGNOL, PP. F. L.; SMITH, D. C. The effects of short-term sprint training on MCT expression in moderately endurance-trained runners. In: **Eur J Appl Physiol**, v.96, pp.636–643. 2006.
- BILLAT, V. L.; SIRVENT, P.; PY, G.; KORALSZTEIN, J. P.; MERCIER, J. The Concept of Maximal Lactate Steady State – A Bridge Between Biochemistry, Physiology and Sport Science. In: **Sports Med.**, v. 33, n. 6, pp. 407-426, 2003.
- BILLAT, L.V. Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Praticce Special Recommendation for Midle and Long Distance Running. Part I: Anaerobic Interval Training. In: **Sports Med**, v.31, n.2, pp.75-90. 2001.
- BOMPA, T.O. **Perodização: Teoria e Metodologia do Treinamento**. 4^a ed, São Paulo: Phorte, 2002.

_____. **A periodização no treinamento esportivo.** 1ª ed, São Paulo: Manole, 2001.

_____. **Treinamento de Potência para o esporte.** 1ª ed, São Paulo: Phorte, 2004.

BONEN, A. The expression of lactate transporters (MCT1 e MCT4) in heart and muscle. In: **Eur.J. Appl. Physiol.**, v.86, pp.6 – 11. 2001.

BONIFAZI, M.; SARDELLA, F.; LUPO, C. Preparatory versus main competitions: differences in performances, lactate responses and pre-competition plasma cortisol concentrations in elite male swimmers. In: **Eur. J. Appl. Physiol.**, v.82, n.5-6, pp.368-373. 2005.

BORCH, K.W.; INGJER, F.; LARSEN, S.; TOMTEN, S.E. Rate of accumulation of blood lactate during graded exercise as a predictor of 'anaerobic threshold'. In: **Journal of Sports Sciences**, v.11, n.1, pp.49 – 55. 1993.

BORG, G. **Borg's Perceived exertion and pain scales.** United States of America: Human Kinetics, 1998.

BRANCACCIO, PP.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, F.M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. In: **British Medical Bulletin**, v. 81-82, pp.209 – 230. 2007.

BUCKLEY, J.D.; BOURDON, PP.C.; WOOLFORD, S.M. Effect of measuring blood lactate concentrations using different automated lactate analysers on blood lactate transition thresholds. In: **Journal of Science and Medicine in Sport**, Australia, v.6, n.4, pp.408 – 421. 2003.

CABANISS, C.D. Chapter 32: Creatine kinase. Walker H.K.; Hall W.D.; Hurst J.W., **Clinical Methods: The History, Physical, and Laboratory Examinations.** 3rd edition. Boston: Butterworths. 1990.

CARTER, H.; JONES, A.M. and DOUST, J.H. Effect of incremental test protocol on the lactate minimum speed. In: **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.31, n.6, pp.837 – 845. 1999.

CHWALBINSKA-MONETA, J.; ROBERGS, R. A.; COSTILL, D. L.; FINK, W. J. Threshold for muscle lactate accumulation during progressive exercise. In: **Journal Applied Physiology**, v. 66, n. 6, pp. 2710 – 2716, 1989.

CLARKSON, PP.M. Case report of exertional rhabdomyolysis in a 12-year-old boy. In: **Med Sci Sports Exerc**, v.38, n.2, pp.197–200, January. 2006.

CLARKSON, P.M.; KEARNS, A.K.; ROUZIER, P.; RUBIN, R.; THOMPSON, PP.D. Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. In: **Med Sci Sports Exerc**, v.38, n.4, pp.623-627, April. 2006.

CLARKSON, P.M.; NOSAKA, K.; BRAUN, B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. In: **Med Sci Sports Exerc**, v.24, n.5, pp.512–520, May. 1992.

CLARKSON, PP.M.; APPLE, F.S.; BYRNES, W. C.; MCCORMICK, K. M.; TRIFFLETTI, P. Creatine kinase isoforms following isometric exercise. In: **Muscle nerve**, v. 10, n. 1, pp. 41-44, 1987.

COLWIN, C. M. **Nadando para o século XXI**. São Paulo: Manole, 2000.

COSTILL, D.L.; FLYNN, M. G.; KIRMAN, J. PP.; HOUMARD, J.A.; MITCHELL, J. B.; THOMAS, R.; PARK, S. H. Effects of repeated days of intensified training on muscle glycogen and swimming performance. In: **Med Sci. Sports Exerc.**, v.20, pp.249-254. 1988.

COYLE, E. F. Integration of the physiological factors determining endurance performance ability. In: **Exerc. Sport Sci. Rev.**, v.23, pp.26-64. 1995.

DANTAS, E. H. M. **A prática da preparação física**. 5ª ed, Rio de Janeiro: SHAPE, 2003.

DE BACKER, D. Lactic acidosis. In: **Intensive Care Med**, v.29, pp.699–702. 2003.

DENADAI, B. S. **Avaliação aeróbia – Determinação indireta da resposta ao lactato sanguíneo**. 1ª ed, Rio Claro: Motrix, 2000.

DONADELLO, K.; SCOLLETTE, S.; COAVJES, C.; VINCENT, J. L. SuPAR as prognostic biomarker in sepsis. In: **BMC Med.**, v. 10, p. 2, Janeiro, 2012.

ESTON, R.; FAULKNER, J.; GIBSON, A. S. T. C.; NOAKES, T.; PARFITT, G. The effect of antecedent fatiguing activity on the relationship between perceived exertion and physiological activity during a constant load exercise task. In: **Psychophysiology**, v.44, n. 5, pp. 779-786, 2007.

FERGUSON, R. A.; BALL, D.; KRUSTRUP, P.; AAGAARD, P.; KJAER, M.; SARGEANT, J.; HELLSTEN, Y., BANGSBO, J. Muscle oxygen uptake and energy turnover during dynamic exercise at different contraction frequencies in humans. In: **Journal of Physiology**, v. 536, n.1, pp. 261-271, 2001.

FIGUEIREDO, P.; ZAMPARO, P.; SOUSA, A.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. An energy balance of the 200 m front crawl race. In: **European Journal Applied Physiology**, v. 111, pp. 767-777, 2011.

FITTS, R.H. Cellular Mechanisms of Muscle Fatigue. In: **Physiol. Reviews**, v.74, pp. 40 – 94, 1994.

FLECK, S. J. **Treinamento de força para Fitness & Saúde**. 1ª ed; São Paulo: Phorte, 2003.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**. 2ª ed, Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda, 1999.

FOSTER, C.; SNYDER, A.C.; THOMPSON, N.N.; KUETTEL K. Normalization of the blood lactate profile in athletes. In: **Int. J. Sports Medicine**, v.9, n.3, pp.198-200. 1988.

FRIEDMANN, B; BAUER, T.; MENOLD, E.; BÄRTSCH P. Exercise with the intensity of the individual anaerobic threshold in acute hypoxia. In: **Med Sci Sports Exerc.**, v.36, n.10, pp.1737-1742. 2004.

GAITANOS, G. C.; WILLIAMS, C.; BOOBIS, L. H.; BROOKS, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. In: **Journal of Applied Physiology**, v.75, n.2, pp.712-719. 1993.

GLADEN, L. B. Lactate metabolism: a new paradigm for the third millennium. In: **Journal Physiology**, pp. 5 – 30, 2004.

GLAISTER, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. In: **Sports Med.**, v.35, n.9, pp.757-777. 2005.

GOLLNICK, P.D.; BAYLY, W.M.; HODGSON, D.R. Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. In: **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.18, n.3, pp.334-340. 1986.

GONDIM, F.J.; ZOPPI, C.C.; SILVA, L.P.; DE MACEDO, D.V. Determination of the anaerobic threshold and maximal lactate steady state speed in equines using the lactate minimum speed protocol. In: **Comparative Biochemistry and Physiology, Parte A**, v.146, n.3, pp.375–380. 2007.

GREEN, J.M.; MCINTOSH, J.R.; HORNSBY, J.; TIMME, L.; GOVER, L.; MAYES, J.L. Effect of exercise duration on session RPE at an individualized constant workload. IN: **Eur J Appl Physiol**, v.107, pp.501-507. 2009

GREEN, J.M.; YANG, Z.; LAURENT, C.M.; DAVIS, J.; KERR, K.; PRITCHETT, R.C.; BISHOP, P.P.A. Session RPE following interval and constant-resistance cycling in hot and cool environments. IN: **Med Sci sports Exerc**, v.39, n.11, pp.2051-2057. 2007.

GREENHAFF, P.P. L.; BODIN, K.; SODERLUND, K.; HULMAN, E. The effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis. In: **Am.J. Physiology**, v.266, pp.725-730. 1994.

HARDIE, G. D. AMP – Activated Protein Kinase: A Key System Mediating Metabolic Responses to Exercise. In: **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.36, n. 1, pp.28-34, 2004.

HARGREAVES, M.; MCKENNA, M.J.; JENKINS, D.G.; WARMINGTON, S.A.; LI, J.L.; SNOW, R.J.; FEBBRAIO, M.A. Muscle metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise. In: **J Appl Physiol**, v.84, pp.1687-1691. 1998.

HARRE, D. **Principles of Sport Training**. Sportverlag, Berlin. 1982.

HEINONEN, I.; KEMPPAINEN, J.; KASKINORO, K., PELTONEN, J. E.; SIPILA, H. T.; NUUTILA, P.; KNUUTI, J.; BOUSHEL, R.; KALLIOKOSKI, K. K. The effects of adenosine, exercise, and moderate acute hypoxia on energy substrate utilization of human skeletal muscle. In: **American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Novembro, 2011.

HELLSTEN, Y.; RICHTER, E. A.; KIENS, B.; BANGSBO, J. AMP deamination and purine exchange in human skeletal muscle during and after intense exercise. In: **Journal Physiology**, v. 530, n.3, pp. 909-920. 1999.

_____; SKADHAUGE, L.; BANGSBO, J. Effect of ribose supplementation on resynthesis of adenine nucleotides after intense intermittent training in humans. In: **American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 286, pp. R182-R188. 2004.

HENRY, J.B. **Diagnósticos clínicos e tratamento por métodos laboratoriais**. 19^a ed., São Paulo: ed. Manole, 1999.

HURLEY B.F.; REDMOND R.A.; PRATLEY R.E.; TREUTH M.S.; ROGERS M.A.; GOLDBERG A.P. Effects of strength training on muscle hypertrophy and muscle cell disruption in older men. In: **Int J Sports Med**, v.16, pp.378–384. 1995.

JACOBS, I. Blood lactate. Implications for training and sport performance. In: **Sports Medicine**, v.3, n.1, pp.10-25. 1986.

JUEL, C. Current aspects of lactate exchange: lactate/H⁺ transport in human skeletal muscle. In: **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, v.86, pp.12–16. 2001.

JUEL, C. Symmetry and pH dependency of the lactate/proton carrier in skeletal muscle studied with rat sarcolemmal giant vesicles. In: **Biochim Biophys Acta**, v.1283, pp.106–110. 1996.

JUEL, C.; HALESTRAP, A. PP. Lactate transport in skeletal muscle - role and regulation of the monocarboxylate transporter. In: **J. Physiol**, v.517, n.3, pp.633-642. 1999.

JUEL, C.; KLARSKOV, C.; NIELSEN, J.J.; KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; BANGSBO, J. Effect of high-intensity intermittent training on lactate and H⁺ release from human skeletal muscle. In: **Am J Physiol Endocrinol metab.**, v.286, pp E245-E251. 2004.

_____. Regulation of pH in human skeletal muscle: adaptations to physical activity. In: **Acta Physiol (Oxf)**, v.193, n.1, p.17-24. 2008.

KESKINEN, O. PP.; KESKINEN, K. L.; MERO, A. A. Effect of Pool Length on Blood Lactate, Heart Rate, and Velocity in Swimming. In: **Int J Sports Med.**, v.28, pp.407–413. 2006.

KORZENIEWSKI, B. AMP deamination delays muscle acidification during heavy exercise and hypoxia. In: **The journal of biological chemistry**, v.281, n.6, pp.3057–3066, February. 2006.

LAURENT, C.M.; GREEN, J.M.; BISHOP, P.P.A.; SJOKVIST, J.; SCHUMACKER, R.E.; RICHARDSIN, M.T.; CURTNER-SMITH, M. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. IN: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.3, pp.620-628. 2011.

LAURSEN, P.P. B.; JENKINS, D. G. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training Optimising Training Programmes and Maximising Performance in Highly Trained Endurance Athletes. In: **Sports Med.**, v.32, n.1, pp.53 – 73. 2002.

LAZARIM, F. L.; ANTUNES-NETO, J. M. F.; SILVA, F. O. C.; NUNES, L. A. S.; CAMERON, A. B.; CAMERON, L. C.; ALVES, A. A.; BRENZIKOFER, R.; MACEDO, D. V. The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. In: **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, pp. 85-90, 2009.

LEE, J., GOLDFARB, A.H., RESCINO, M.H., HEDGE, S., PATRICK, S.; APPERSON, K. Eccentric exercise effect on blood oxidative-stress markers and delayed onset of muscle soreness. In: **Med Sci Sports Exerc.**, v.34, n.3, pp.443-448. 2002.

LEV, E.I.; TUR-KASPA, I.; ASHKENAZY, I.; REINER, A.; FARAGGI, D.; SHEMER, J.; ARGOV, Z. Distribution of serum creatine kinase activity in young healthy persons. In: **Clinica Chimica Acta**, v.279, n.1-2, pp.107 – 115. 1999.

LINS-FIHO, O. D.; ROBERTSON, R. J.; FARAH, B. Q.; RODRIGUES, S. L.; CYRINOI, E. S.; RITTI-DIAS, R.M. Effects of Exercise Intensity on Rating of Perceived Exertion During a Multiple-Set Resistance Exercise Session. In: **Journal of strength and conditioning research**, Janeiro 2012.

LOMBARDI, G.; COLOMBINI, A.; RICCI, C.; FRESCHI, M.; LIPPI, G.; BANFI, G. Serum uric acid in top-level alpine skiers over four consecutive competitive seasons. In: **Clinica Chimica Acta**, v.411, n.9-10, pp.645–648. 2010.

LOWENSTEYN, I.; PERRY, A. C.; NASH, M.S.; SALHANICH, D. Differences in peak blood lactate concentration in long course versus short course swimming. In: **J. Swimming Res.**, v.19, pp.31-34. 1994.

MAASSEN, N.; BUSSE, M.W. The relationship between lactic acid and work load: a measure for endurance capacity or an indicator of carbohydrate deficiency? In: **Eur. J. Appl. Physiol. Occup Physiol.**, v.58, n. 7, pp.728-737. 1989.

MAGLISCHO, E. W. **Nadando Ainda Mais Rápido**. 1ª ed, São Paulo: Manole, 1999.

MAKARENKO, L. PP. **Natação – Seleção de talentos e iniciação desportiva**. 1ª ed, Porto Alegre: Artmed Editora, 2001.

MALCZEWSKA, J.; RACZYNSKI, G.; STUPNICKI, R. Iron status in female endurance athletes and in non-athletes. In: **Int J Sport Nutr Exerc Metab.** v.10, n.3, pp.260-276, September. 2000.

MARZZOCO, A.; TORRES, B. B. **Bioquímica Básica**. 3^a ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

MATVEEV, L. PP. **Preparação desportiva**. 1^a ed, Londrina: Centro de Informações Desportivas, 1996.

MAUGHAN, R.; GLEESON, M.; GREENHAFF, P. L. **Bioquímica do Exercício e do Treinamento**. 1a ed, São Paulo: Manole, 2000.

MAYR, A.; KUIPERS, H.; FALK, M.; SANTER, P.; WIERER, B. Comparison of hematologic data in world elite junior speed skaters and in non-athletic juniors. In: **Int J Sports Med**, v.27, n.4, pp.283-288, April. 2006.

MCCULLAGH K.J., POOLE R.C., HALESTRAP A.P., O'BRIEN M., BONEN A. Role of the lactate transporter (MCT1) in skeletal muscles. In: **Am. J. Physiology**, v. 27, pp. E143 – 150. 1996.

MILIC, R.; BANFI, G.; DEL FABBRO, M.; DOPSAJ, M. Serum creatinine concentrations in male and female elite swimmers. Correlation with body mass index and evaluation of estimated glomerular filtration rate. In: **Clin Chem Lab Med**, v.49, n.2, pp.285 – 289. 2011.

MILIC, R.; COLOMBINI, A.; LOMBARDI, G.; LANTERI, PP.; BANFI, G. Estimation of glomerular filtration rate by MDRD equation in athletes: role of body surface area. In: **Eur J Appl Physiol**, 2011.

MILLER, W. G. CHINCHILLI, V. M., GRUEMER, H. D., NANCE, W. E. Sampling from a skewed population distribution as exemplified by estimation of the creatine kinase upper reference limit. In: **Clin. Chem.**, v.30, pp.18-23. 1984.

MILLER, W.G.; CHINCHILLI, V.M.; GRUEMER, H.; NACE, W.E. Sampling from a skewed population distribution as exemplified by estimation of the creatine kinase upper reference limit. In: **Clin. Chem**, v.30, n.1, pp.18-23. 1984.

MORAES, R.C., **Proposta e verificação da validade de testes de limiar anaeróbio para natação no nado crawl**. Dissertação de Mestrado da Faculdade de Educação Física. UNICAMP, M791p, 2007.

MOUGIOS, V., **Exercise biochemistry**. Champaign, Illinois, USA: Human Kinetics, 2006.

MOUGIOS. V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. In: **Br. J. Sports Medicine**, v.41, n.10, pp.674-678, October. 2007.

MYERS, J. ASHLEY, E. Dangerous Curves* A Perspective on Exercise, Lactate, and the Anaerobic Threshold. In: **Chest, the cardiopulmonary and critical care journal**, V. 111, PP. 787-795, 1997.

- NARDIN, R. A.; ZARRIN, A.R.; HOROWITZ, G.L.; TARULLI, A.W. Effect of newly proposed CK reference on neuromuscular diagnosis. In: **Muscle Nerve**, v.39, n.4, pp.494 – 497. 2009.
- NEWHAM, D. J., JONES, D. A., CLARKSON, PP. M. Repeated high-force eccentric exercise: effects on muscle pain and damage. In: **J. Appl. Physiol.**, v.63, n.4, pp.1381-1386. 1987.
- NEWHAM, D.J.; JONES, D.A.; EDWARDS, R.H. Plasma creatine kinase changes after eccentric and concentric contractions. In: **Muscle Nerve**, v.9, n.1, pp.59-63, January. 1986.
- NIKOLAIDIS, M.G.; PROTOSYGELLOU, M.D.; PETRIDOU, A.; TSALIS, G.; TSIGILIS, N.; MOUGIOS, V. Hematologic and biochemical profile of juvenile and adult athletes of both sexes: implications for clinical evaluation. In: **Int J Sports Med**, v.24, n.7, pp.506-511, October. 2003.
- NOAKES, T. D. Linear relationship between the perception of effort and duration of constant load exercise that remains. In: **J. Appl. Physiol. – Letter to the Editor**, v.96, pp.1571-1573, 2004.
- NOAKES, T.D. Effect of exercise on serum enzyme activities in humans. In: **Sports Med.**, v.4, n.4, pp.245-267, July-August. 1987.
- NOSAKA, K. and CLARKSON, PP.M. Muscle damage following repeated bouts of high force eccentric exercise. In: **Med. Sci.Sports Exerc.** v.27, pp.1263-1269. 1995.
- PAROUTY, J.; AL HADDAD, H.; QUOD, M.; LEPRÊTRE, P.M.; AHMAIDI,S.; BUCHHEIT,M. Effect of cold water immersion on 100-m sprint performance in well-trained swimmers. In: **Eur J Appl Physiol**, v.109, p.483 – 490. 2010.
- PASCHALIS, V.; KOUTEDAKIS, Y.; BALTZOPOULOS, V.; MOUGIOS, V.; JAMURTAS, A.Z.; GIAKAS, G., Short vs. long length of rectus femoris during eccentric exercise in relation to muscle damage in healthy males. In: **Clin Biomech**, v.20, n.6, pp.617–622, July. 2005.
- PERINI, R.; VEICSTEINAS, A. Heart rate variability and autonomic activity at rest and during exercise in various physiological conditions. In: **European Journal Applied Physiology**, v. 90, pp. 317-325, 2003.
- PIERRE, K.; PELLERIN, L. Monocarboxylate transporters in the central nervous system: distribution, regulation and function. In: **Journal of Neurochemistry**, v.94, pp. 1 – 14. 2005.
- PILEGAARD, H.; TERZIS, G.; HALESTRAP, A.; JUEL, C. Distribution of the lactate/H⁺ transporter isoformas MCT1 and MCT4 in human skeletal muscle. In: **American Physiological Societ**, v.27, pp.E 843 – E 848. 1999.
- PLATONOV, V. N.; BULATOVAM. M. **A preparação física**. 1ª ed, Rio de Janeiro: Sprint, 2003.

PSYCHARAKIS, S.G. A longitudinal analysis on the validity and reliability of ratings of perceived exertion for elite swimmers. In: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.2, pp.420-426. 2011.

PYNE, D.B. Exercise-induced muscle damage and inflammation. In: **A review. Australian J. Sci. Med. Sports**, v.R6, n.3/4, pp.49-58, 1994.

_____, LEE H, SWANWICK KM. Monitoring the lactate threshold in world-ranked swimmers. In: **Med Sci Sports Exerc.**, v.33, n.2, pp.291-297. 2001

RAMAMANI, A.; ARULDHAS, M., M.; GOVINDARAJULU, P.P. Impact of testosterone and oestradiol on region specificity of skeletal muscle-ATP, creatine phosphokinase and myokinase in male and female Wistar rats. In: **Acta Physiol Scand**, v.166, pp.91-97. 1999.

RIBEIRO, L. F. PP.; BALDISSERA, V.; BALAKIAN, PP.; SOARES, A. R. Limiar anaeróbio em natação: comparação entre diferentes protocolos. In: **Rev. Bras. Educ. Fis. Esp.**, São Paulo, v.18, n.2, pp.201-212. 2004.

ROBERGS, R. A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. In: **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**, v.287, n.3, pp.R502–R516. 2004.

ROSEGUINI, B. T.; NARRO, F.; OLIVEIRA, Á. R.; RIBEIRO, J. PP. Estimation of the Lactate Threshold from Heart Rate Response to Submaximal Exercise: The Pulse Déficit. In: **Int J Sports Med**, v.28, pp.463–469. 2007.

ROSS A.; LEVERITT, M. Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training implications for sprint training and tapering. In: **Sport medicine**, v.31, n.15, pp.1063 – 1082. 2001.

SACHECK, J.M.; MILBURY, PP.E.; CANNON, J.G.; ROUBENOFF, R.; BLUMBERG, J.B. Effect of vitamin E and eccentric exercise on selected biomarkers of oxidative stress in young and elderly men. In: **Free Rad. Biol. Med.**, v.34, n.12, pp.1575-1588. 2003.

SAKAMOTO, K.; GOODYEAR, L. J. Exercise Effects on Muscle Insulin on Signaling and Action Invited Review: Intracellular signaling in contracting skeletal muscle. In: **J. Appl. Physiol.**, v.93, pp.369-383. 2002.

SALES, D. G.; JACOBS, I.; MACDOUGALL, J. D.; GARNER, S. Comparison of two regimens of concurrent strength and endurance training. In: **Medicine And Science In Sports And Exercises.**, v.3, n.3, pp.348 – 356. 1990.

SAND, W. A.; MCNEAL, J. R.; OCHI, M. T.; URBANEK, T. L.; JEMNI, M.; STONE, M. H. Comparisson of the wingate and bosco anaerobic tests. In: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, pp. 810-815. 2004.

SERRÃO, F. V.; FOERSTER, S. S.; MORALES, M. M. B.; MONTEIRO, P. V.; TANNUS, A.; SALVINI, T. F. Functional changes of human quadriceps muscle injured by eccentric exercise. In: **Brazilian Journal of medical and Biological research**, v. 36, pp. 781-786, 2003

SKENDERI, K.P.; KAVOURAS, S.A.; ANASTASIOU, C.A.; YIANNAKOURIS, N.; MATALAS, A.L. Exertional rhabdomyolysis during a 246 km continuous running race. In: **Med Sci Sports Exerc**, v.38, n.6, pp.1054-1057, June. 2006.

SPRIET, L. L. Anaerobic metabolism during high-intensity exercise. In: **Hargreaves, M.**, ed. *Exercise Metabolism* 1^a ed. Human Kinetics, pp.1 – 40. 1995.

STHIC, V.; GLISEZINSKI, I.; BERLAN, M.; BULOW, J.; GALITZKY, J.; HARANT, I.; SULJKOVICOVA, H.; LAFONTAN, M.; RIVIERE, D.; CRAMPES, F. Adipose tissue lipolysis in increase during a repeated bout of aerobic exercise. In: **J. Appl. Physiol.**, v.88, pp.1277-1283. 2000.

STÄUBLI, M.; ROESSLER, B.; KÖCHLI, H. P.; PEHEIM, E.; STRAUB, P. W. Creatine kinase and creatine kinase MB in endurance runners and in patients with myocardial infarction. In: **European Journal Applied Physiology**, v. 84, n. 1, pp. 40-45, 1985.

STRØMME, J. H., RUSTAD, PP., STEENSLAND, H., THEODORSEN, L., URDAI, PP. Reference intervals for eight enzymes in blood of adult females and males measured in accordance with the International Federation of Clinical Chemistry reference system at 37°C: part of the Nordic Reference Interval Project. In: **Scand. J. Clin. Lab. Invest.**, v.64, n 4, pp.371-384. 2004.

STRØMME, J. H.; RUSTAD, PP.; STEENSLAND, H.; THEODORSEN, L.; URDAL, PP. Reference intervals for eight enzymes in blood of adult females and males measured in accordance with the International Federation of Clinical Chemistry reference system at 37 degrees C: part of the Nordic Reference Interval Project. In: **Scand J Clin Lab Invest**, v.64, n.4, pp.371 – 384. 2004.

SVENSSON, M. B.; EKBLUM, B.; COTGREAVE, I.A.; NORMAN, B.; SJOBERG, B.; EKBLUM, O.; SJOÖDIN, B.; SJOÖDIN, A. Adaptive stress response of glutathione and uric acid metabolism in man following controlled exercise and diet. In: **Acta Physiol Scand**, v.176, n.1, pp.43–56. 2002.

TEGTBUR, U.; BUSSUE, M.W.; BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. In: **Med. Sci. Sports Exerc.**, v.25, n.5, pp.620 – 627. 1993.

THOMAS, C.; PERREY, S.; LAMBERT, K.; HUGON, G.; MORNET, D.; MERCIER, J. Monocarboxylate transporters, blood lactate removal after supramaximal exercise, and fatigue indexes in humans. In: **J. Appl. Physiol**, v.98, pp.804 – 809. 2005.

TOLFREY, K.; JONES, A.M.; CAMPBELL, I.G. The effect of aerobic exercise training on the lipid-lipoprotein profile of children and adolescents. In: **Sports Med**, v.29, n.2, pp.99-112, February. 2000.

TOTSUKA, M.; NAKAJI, S.; SUZUKI, K.; SUGAWARA, K.; SATO, K. Break point of serum creatine kinase release after endurance exercise. In: **Journal of Applied Physiology**, v.93, n.4, pp.1280 – 1286. 2002.

TOUBEKIS, A.G.; ADAM, G.V.; DOUDA, H.T.; ANTONIOU, P.D.; DOUROUNDOS, I.I.; TOKMAKIDIS, S.P. Repeated sprint swimming performance after low- or high- intensity active and passive recoveries. In: **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.1, pp.109-116. 2011.

TOUBEKIS, A.G.; DOUDA, H.T.; TOKMAKIDIS, S.P. Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance. In: **Eur J Appl Physiol**, v.93, pp.694-700. 2005.

TOUBEKIS, A.G.; PEYREBRUNE, M.C.; LAKOMY, H.K., K. A. AND NEVILL, M.E. Effects of active and passive recovery on performance during repeated-sprint swimming. In: **Journal of Sports Sciences**, v.26, n.14, pp.1497 - 1505, dezembro. 2008.

TOUBEKIS, A.G.; TSOLAKI, A.; SMILIOS, I.; DOUDA, H.T.; KOURTESIS, T.; TOKMAKIDIS, S.P. Swimming performance after passive and active recovery of various durations. In: **international Journal of Sports Physiology and Performance**, v.3, pp.375-386. 2008.

TSOPANAKIS, C.; KOTSARELLIS, D.; TSOPANAKIS, A.D. Lipoprotein and lipid profiles of elite athletes in Olympic sports. In: **Int J Sports Med**, v.7, n.6, pp.316-321, December. 1986.

UEDA, T.; KUROKAWA, T. Relationships between perceived exertion and physiological variables during swimming. In: **Int. J. Sports Med.**, v.16, n. 6, pp.385 – 389. 1995.

WARREN, G.L.; LOWE, D.A.; ARMSTRONG, R.B. Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. In: **Sports Med**, v.27, n.1, pp.43-59, January. 1999.

WEINECK, J. **Treinamento Ideal**. 9ª ed, São Paulo: Manole, 1999.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2ª ed, São Paulo: Manole, 2001.

WILLEMOES, M.; KILSTRUP, M. Nucleoside triphosphate synthesis catalysed by adenylate kinase is ADP dependent. In: **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.444, n.2, pp.195 – 199. 2005.

ZAKHAROV, A.; GOMES, A. C. **Ciência do treinamento desportivo**. 1ª ed, Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1992.

ZHAO, S.; SNOW, R. J.; STAHIS, C. G.; FEBBRAIO, M. A.; CAREY, M. F. Muscle adenine nucleotide metabolism during and in recovery from maximal exercise in humans. In: **Journal Applied Physiology**, v. 88, pp. 1503-1519, 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto: “ANÁLISE DE BIOMARCADORES SANGUÍNEOS EM ESTÍMULOS ANAERÓBIOS MÁXIMOS NO NADO CRAWL”.

Dados do sujeito doador voluntário:

Nome: _____

RG: _____ **Idade:** _____

Telefone p/ Contato: (____) _____ - _____

Endereço: _____

Objetivos/Justificativa:

Quando submetemos diferentes indivíduos a um mesmo programa de condicionamento físico, a resposta ao estresse dos exercícios é individual. Ou seja, para alguns indivíduos a carga de esforço físico, tanto em relação ao estímulo quanto em relação a pausa entre estes, diário pode estar adequada, para outros pode ser insuficiente e para outros pode estar excessiva. O objetivo do projeto é avaliar o desgaste que ocorre aos atletas em estímulos máximos (100% de intensidade), para distâncias de 25, 50, 100 e 200 metros. Isto será mesurado através de biomarcadores sanguíneos (lactato, creatinina, creatina quinase e ácido úrico), que são capazes de fornecer tais informações, por testes invasivos para o nado crawl. Além disso, através de escalas subjetivas de esforço e dor, os atletas indicarão quais graus destas situações eles se encontram para os estímulos determinados.

A análise das respostas provenientes das diferentes análises pode indicar o grau de estresse da musculatura, articulações e do organismo como um todo, relativo a um determinado período de esforço físico. Dessa forma, poderemos verificar o quanto de estresse os testes provocam em cada indivíduo, contribuindo para uma diminuição na frequência de lesões decorrentes do excesso de exercícios e pausas entre estes, podendo assim, determinar a faixa adequada de treino para cada atleta. Para isso, é necessário que as coletas de sangue sejam feitas em diferentes momentos do treinamento, principalmente quando há alterações nos níveis de esforço físico praticado.

Esclarecimento

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica e objetiva verificar o tempo de recuperação para cada estímulo máximo que realizarei e a relação entre suas respostas metabólicas com as escalas subjetivas de esforço e dor. Serão observadas as adaptações morfofuncionais e bioquímicas, bem como a influência causada pela sequência da execução dos treinos dentro de um período de treinamento de 10 semanas. Além disso, também é de meu conhecimento que passarei por três testes no decorrer do treinamento (início, meio e fim) que visam diagnosticar minha melhora ou não relacionada a recuperação aos estímulos e também ao desempenho. Por isso comprometo-me a ser assíduo durante todo este período de treino para obter os resultados mais exatos possíveis. Serão realizadas, no período de 10 semanas, 228 coletas de 0,050 ml de sangue, para análise da concentração de lactato. Para análise de creatina quinase, creatinina, e ácido úrico, serão realizadas coletas de 1 mL de sangue, de maneira que, com este volume, é possível analisar os três biomarcadores. Com isso serão 48 coletas para análise de creatina quinase, 36 coletas para análise de creatinina e 72 coletas para análise de ácido úrico.

Com referência ao programa de treinamento, sei que este poderá constar com uma frequência semanal de até cinco sessões e com a duração de aproximadamente 120 minutos cada. Estes testes serão realizados nas dependências Faculdade de Educação Física da UNICAMP (piscina), sendo devidamente orientado, tanto em relação aos benefícios como em relação aos sinais, sintomas e manifestações de intolerância ao esforço que poderei ou não apresentar.

Estou ciente ainda, de que, as informações obtidas durante as avaliações e sessões de exercícios do programa de condicionamento físico serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem a minha devida autorização. As informações assim obtidas, no entanto, poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, desde que a minha privacidade seja sempre resguardada.

Comprometo-me, na medida das minhas possibilidades, prosseguir com o programa até a sua finalização, visando além dos benefícios físicos a serem obtidos com o treinamento, colaborar para um bom desempenho do trabalho científico dos responsáveis por este projeto.

Procedimentos:

Coleta de sangue para Lactato, Creatina Quinase, Creatinina e Ácido úrico: **A coleta será feita nas dependências da piscina do clube Fonte São Paulo num local isolado e preparado, com todos os cuidados de assepsia necessários e por profissional capacitado e habilitado, o que torna os riscos da coleta de sangue praticamente nulos.**

Para o lactato será coletado 50 µL de sangue através de capilares por um pequeno furo no dedo.

Para a creatina quinase, creatinina e ácido úrico será coletado 1000 µL de sangue através de capilares por um pequeno furo no dedo.

Esse procedimento dificilmente acarreta eventuais desconfortos para os doadores voluntários, exceto o desconforto do pequeno furo no dedo.

- ✓ **Não há métodos alternativos para a realização dessas análises.**
- ✓ **Em 10 semanas serão feitas aproximadamente 228 coletas de lactato, 48 coletas de creatina quinase, 36 de creatinina e 72 coletas de ácido úrico.**
- ✓ **Os diferentes exames laboratoriais no sangue serão feitos por técnicas rotineiras (através de kits, próprios para máquina automatizada de análises clínicas) e não rotineiras (realizadas em outros aparelhos). As análises serão feitas no Laboratório de Bioquímica do Exercício (LABEX) da Universidade Estadual de Campinas e no Laboratório de Desempenho Esportivo (LADESP) da Universidade de São Paulo (USP).**

Exames Laboratoriais

- a) Concentrações sanguíneas de lactato, creatina quinase, creatinina e ácido úrico.

Vantagens para os sujeitos voluntários da pesquisa: Poder ter um planejamento mais individualizado das cargas de esforço físico usadas na periodização dos treinos, quando necessário, trazendo benefícios imediatos aos sujeitos voluntários da pesquisa.

Possíveis transtornos para os sujeitos voluntários da pesquisa: Desconforto mínimo com furo no dedo.

Garante-se ao doador voluntário:

- ✓ Resposta a qualquer pergunta, esclarecimento de qualquer dúvida em relação à metodologia e acesso aos resultados antes e durante a pesquisa. Isso poderá ser feito pessoalmente (Departamento de Ciências do Esporte / FEF / Unicamp), por telefone: (19) [REDACTED], ou por e-mail: rafa25br@yahoo.com.br. O acompanhamento e assistência aos sujeitos doadores voluntários são responsabilidades do Prof. Dr. Orival Andries Júnior, orientador deste projeto.
- ✓ O caráter confidencial das informações obtidas, assegurando-lhe sigilo, manutenção de sua privacidade e compromisso de que sua identidade não será revelada nas publicações do trabalho.

- ✓ Liberdade para deixar de participar da pesquisa ou cancelar este termo de consentimento em qualquer momento, sem penalização alguma e sem prejuízo de suas funções.

ATENÇÃO:

- ✓ *A sua participação em qualquer tipo de pesquisa é voluntária. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa da FCM-UNICAMP. CP: 6111 – Rua Tessália Oliveira de Camargo, 126- Cidade Universitária Zeferino Vaz – CEP: 13.083-970 - Campinas – SP. Fone: (19) 3521-8936.*
- ✓ Não está previsto ressarcimento das despesas decorrentes da participação na pesquisa, nem indenização diante de eventuais danos, pois os riscos envolvidos nesta pesquisa são praticamente inexistentes.
- ✓ O doador voluntário ficará com uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Li e entendi as informações precedentes, sendo os riscos e benefícios já foram discutidos e que as dúvidas futuras que poderão ocorrer e serão prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados.

Campinas, ____ de _____ de 20__

- Assinatura do Sujeito Voluntário da Pesquisa:

- Responsável pelo Projeto: **Rafael Carvalho de Moraes**

- Orientador do Projeto: **Prof. Dr. Orival Andries Júnior**

- Técnico de Laboratório Responsável: **Lázaro Alessandro Soares Nunes (LABEX)**

- Técnico de Laboratório Responsável: **Edson Toshiyuki Degaki (LADESP)**

ANEXOS

ANEXO A: Tabelas de índice brasileiro masculino para piscinas de 50m e 25m.

TABELA DE ÍNDICES 2009/2012 - PISCINAS DE 50 METROS - MASCULINO

	RUBEN DINARD		MAUR BECKENN		JUV INVERNO		C CAMPOS SOBo.		TANCREDO NEVES		JULIO DE LAMARE		D. GUIM.	T. BRASIL	T. FINKEL
	INF 1	INF 2	INF 1	INF 2	JUV 1	JUV 2	JUV 1	JUV 2	JR 1	JR 2	JR 1	JR 2	SR	ABSOL	ABSOL
50 L	28.80	28.40	27.80	27.40	26.80	26.50	26.30	26.00	25.40	25.20	24.80	24.60	24.60	23.80	23.80
100 L	1,03,90	1,02,90	1,02,00	1,01,80	59.40	58.60	58.00	57.00	55.80	55.50	55.00	54.50	54.50	52.00	52.00
200 L	2,20,00	2,19,20	2,18,50	2,17,20	2,12,00	2,11,00	2,08,60	2,07,90	2,04,50	2,02,00	1,59,50	1,58,60	1,58,60	1,55,00	1,55,00
400 L	4,57,80	4,55,80	4,50,00	4,48,00	4,40,00	4,38,00	4,34,00	4,32,00	4,30,00	4,28,00	4,26,00	4,24,00	4,24,00	4,06,00	4,06,00
800 L														8,30,00	8,30,00
1500 L	19,00,00	18,52,00	18,48,00	18,36,00	18,28,00	18,26,00	18,08,00	18,00,00	17,22,00	17,12,00	16,50,00	16,45,00	16,45,00	16,15,00	16,15,00
50 C													29.00	27.80	27.80
100 C	1,14,80	1,13,40	1,12,70	1,11,80	1,10,60	1,10,00	1,09,40	1,08,50	1,06,00	1,05,00	1,03,00	1,02,00	1,02,00	59.70	59.70
200 C	2,42,30	2,40,50	2,38,40	2,37,00	2,33,00	2,32,00	2,30,80	2,28,60	2,22,00	2,20,00	2,17,00	2,15,00	2,15,00	2,11,0	2,11,00
50 P													32.00	30.00	30.00
100 P	1,22,30	1,21,60	1,20,80	1,20,00	1,19,20	1,18,90	1,18,00	1,17,00	1,13,10	1,12,00	1,11,00	1,10,00	1,10,00	1,06,00	1,06,00
200 P	3,02,90	3,00,80	2,58,50	2,56,00	2,53,00	2,50,00	2,48,00	2,46,00	2,40,00	2,38,00	2,34,00	2,30,00	2,30,00	2,24,00	2,24,00
50 B													26.00	25.20	25.20
100 B	1,14,00	1,13,00	1,12,00	1,11,00	1,09,00	1,08,00	1,07,00	1,05,60	1,02,00	1,01,00	1,00,00	59.50	59.50	57.00	57.00
200 B	2,46,00	2,43,60	2,42,00	2,40,00	2,34,20	2,28,00	2,26,10	2,23,80	2,18,00	2,16,00	2,14,00	2,12,00	2,12,00	2,10,00	2,10,00
100 M															
200 M	2,44,30	2,42,20	2,41,00	2,39,00	2,33,00	2,32,00	2,30,00	2,29,00	2,25,00	2,23,00	2,21,00	2,19,00	2,19,00	2,15,00	2,15,00
400 M	5,47,00	5,45,00	5,41,00	5,34,00	5,26,00	5,23,00	5,20,00	5,15,00	5,00,00	4,56,00	4,46,00	4,44,00	4,44,00	4,38,00	4,38,00

TABELA DE ÍNDICES 2009/2012 - PISCINAS DE 25 METROS - MASCULINO

	RUBEN DINARD		MAUR BECKENN		JUV INVERNO		C CAMPOS SOBo.		TANCREDO NEVES		JULIO DE LAMARE		D. GUIM.	T. BRASIL	T. FINKEL
	INF 1	INF 2	INF 1	INF 2	JUV 1	JUV 2	JUV 1	JUV 2	JR 1	JR 2	JR 1	JR 2	SR	ABSOL	ABSOL
50 L	27.80	27.40	26.80	26.40	25.80	25.50	25.30	25.00	24.40	24.20	23.80	23.60	23.60	22.80	22.80
100 L	1,02,20	1,02,90	1,02,00	1,01,80	57.70	56.90	56.30	55.30	54.10	53.80	53.30	52.80	52.80	50.30	50.30
200 L	2,16,60	2,15,80	2,15,10	2,13,80	2,08,60	2,07,60	2,05,20	2,04,50	2,01,10	1,58,60	1,56,10	1,55,20	1,55,20	1,51,60	1,51,60
400 L	4,51,00	4,49,00	4,43,20	4,41,20	4,33,20	4,31,20	4,27,20	4,25,20	4,23,20	4,21,20	4,19,20	4,17,20	4,17,20	3,59,20	3,59,20
800 L														8,16,40	8,16,40
1500 L	18,34,50	18,26,50	18,22,50	18,10,50	18,02,50	18,00,50	17,42,50	17,34,50	17,26,50	17,16,50	16,24,50	16,19,50	16,19,50	15,49,50	15,49,50
50 C													28.20	27.00	27.00
100 C	1,13,60	1,12,20	1,11,50	1,10,60	1,09,40	1,08,80	1,08,20	1,07,30	1,04,80	1,03,80	1,01,80	1,00,80	1,00,80	58.50	58.50
200 C	2,39,90	2,38,10	2,36,00	2,34,60	2,30,60	2,29,60	2,28,40	2,26,20	2,19,60	2,17,60	2,14,60	2,12,60	2,12,60	2,08,60	2,08,60
50 P													30.80	28.80	28.80
100 P	1,20,30	1,19,60	1,18,80	1,18,00	1,17,20	1,16,90	1,16,00	1,15,00	1,11,10	1,10,00	1,09,00	1,08,00	1,08,00	1,04,00	1,04,00
200 P	3,02,90	3,00,80	2,58,50	2,56,00	2,53,00	2,50,00	2,48,00	2,46,00	2,36,00	2,34,00	2,30,00	2,26,00	2,26,00	2,20,00	2,20,00
50 B													25.00	24.20	24.20
100 B	1,12,60	1,11,60	1,10,60	1,09,60	1,07,60	1,06,60	1,05,60	1,04,20	1,00,60	59.60	58.60	58.10	58.10	55.60	55.60
200 B	2,43,20	2,40,80	2,39,20	2,37,20	2,31,40	2,25,20	2,23,30	2,21,00	2,15,20	2,13,20	2,11,20	2,09,20	2,09,20	2,07,20	2,07,20
100 M															59.40
200 M	2,41,10	2,39,00	2,37,80	2,35,80	2,29,80	2,28,20	2,26,80	2,25,80	2,21,80	2,19,80	2,17,80	2,15,80	2,15,80	2,11,80	2,11,80
400 M	5,40,60	5,38,60	5,34,60	5,27,60	5,19,60	5,16,60	5,13,60	5,08,60	4,53,60	4,49,60	4,39,60	4,37,60	4,37,60	4,31,60	4,31,60