

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

CURSO DE BIOMEDICINA

AMANDA AMORIM

**A INFLUÊNCIA DO CONTROLE DA CREATINA QUINASE E DO LACTATO NOS
ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO DO TRIATHLON, NATAÇÃO E REMO**

CRICIÚMA

2021

AMANDA AMORIM

**A INFLUÊNCIA DO CONTROLE DA CREATINA QUINASE E DO LACTATO
NOS ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO DO TRIATHLON, NATAÇÃO E REMO**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no Curso de Biomedicina da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof^a. Dr^aLisienny Campoli Tono Rempel

CRICIÚMA

2021

Dedico este trabalho aos meus pais e ao meu irmão que sempre me apoiaram e me incentivaram em todas as minhas decisões, tanto nos estudos quanto no esporte. Ao meu namorado que esteve comigo desde o início desta trajetória e a todos que acreditaram em mim.

“Não desistimos, não nos escondemos, não corremos. Nós suportamos e conquistamos” – Kobe Bryant

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar eu gostaria de agradecer à Deus e ao meu anjo da guarda por sempre cuidarem de mim, me guiarem e me iluminarem.

Agradeço também à minha família, que esteve comigo em todos os momentos, nos bons e nos ruins, perto de casa ou longe dela. Me apoiaram em todas as minhas decisões, me incentivaram, me motivaram e jamais deixaram de desistir dos meus sonhos. Eu amo vocês. Ao meu namorado, Eduardo Gomes dos Reis, que ouviu todas as minhas reclamações mas fez eu me manter forte em todas elas, me dando todo o suporte e ajuda que eu precisava. Agradeço também a família dele, que sempre me teve como filha e que me apoiou em todos os momentos.

Agradeço ao esporte, em específico a natação, que me ensinou o que é ter determinação, dedicação, garra, confiança. Me ensinar que todo esforço e sofrimento irá ter seu valor e a nunca desistir das minhas ambições.

Aos meus amigos, que me ajudaram e ouviram meus lamentos durante todos estes anos.

Às minhas psicólogas, Márcia e Gabriela, que me ajudaram nos momentos conturbados que eu passei e sempre estiveram presentes.

À minha orientadora, Lisienny Campoli Tono Rempel, por todo o incentivo, colaboração e confiança no meu trabalho e em mim.

Aos meus professores, tanto do Centro Universitário Metodista IPA quanto da Universidade do Extremo Sul Catarinense, por todos o aprendizado e incentivo concedido ao longo deste anos. O meu enorme obrigada!

RESUMO

As reações metabólicas resultantes da extenuação dos atletas podem ser avaliadas pelo aumento da creatina quinase (CK) e do lactato, as quais são associadas com a geração de energia (ATP). Neste contexto, foi analisada a seguinte problemática: “Qual a influência dos biomarcadores creatina quinase (CK) e lactato em atletas de alto rendimento do triathlon, natação e remo”. O objetivo do trabalho foi identificar a influência dos biomarcadores CK e lactato no desempenho dos atletas e averiguar seu papel na prática esportiva de alto rendimento. Este estudo tem o caráter de uma revisão bibliográfica da literatura, sendo uma análise ampla e meticulosa das publicações científicas mais atuais sobre o assunto. Quando a concentração da creatina quinase está controlada, esta enzima não representa a perda de rendimento nos atletas. Porém, quando seus níveis se tornam elevados, permanecendo distante do fisiológico dos esportistas, pode ocasionar lesões musculares e *overtraining*. O triathlon é um esporte que contém grande ocorrência de lesões nos atletas e a maioria dos esportistas apresenta níveis elevados da CK. Nos estudos pesquisados sobre o desporto natação, a CK tem variação entre a reação ao treinamento de cada indivíduo, ocasionando alta concentração do biomarcador sem gerar danos. Este fator também foi abordado nos outros esportes deste estudo. No remo foi encontrada uma piora no desempenho dos atletas após 24 horas do treinamento, com os níveis da CK elevados e entre 48 e 72 horas após, foi observada melhora do desempenho nos esportistas novamente. Os níveis da CK agem de forma diferente nos sexos, visto que as mulheres apresentam sua membrana dos miócitos mais rígidas do que os homens, devido à maior concentração de estrogênio. A produção de lactato é decorrente da intensidade dos treinos, quando a energia é proporcionada sem a existência de oxigênio nas células musculares. No triathlon, a concentração do lactato foi avaliada após o treinamento. Os pesquisadores notaram valores elevados na modalidade ciclismo. Na natação, o biomarcador foi avaliado conforme cada zona de treinamento, assim, a concentração do lactato se eleva de acordo com o aumento da intensidade do exercício. Em um dos estudos apresentados, os resultados encontrados no remo apresentaram concentrações do lactato de $4,3 \pm 1,0$ mmol/L em voga baixa a 80-85% e $5,0 \pm 1,9$ mmol/L em voga livre a 60% da sua intensidade máxima. Para a recuperação dos atletas são utilizados métodos específicos. Para a CK é recomendado o descanso adequado entre as sessões de treinamento. Para o lactato é indicada a recuperação ativa com intensidade de 20% a 40% do máximo do atleta. Foi concluído que há influência direta dos biomarcadores no rendimento dos atletas. O CK teve sua concentração elevada no período específico de treinamento. O lactato se relaciona com a intensidade realizada no exercício, visto que a partir de 60% da intensidade máxima do atleta o limiar anaeróbico é alcançado.

Palavras-Chave: Creatina Quinase; Lactato; Triathlon; Natação; Remo.

ABSTRACT

The metabolic reactions resulting from athletes' exhaustion can be evaluated by the increase in creatine kinase (CK) and lactate, which are associated with energy generation (ATP). In this context, the following issue was analyzed: "What is the influence of creatine kinase (CK) and lactate biomarkers in high performance athletes in triathlon, swimming and rowing". The objective of this work was to identify the influence of CK and lactate biomarkers in the performance of athletes and to investigate their role in high performance sports practice. This study has the character of a literature review, being a comprehensive and meticulous analysis of the most current scientific publications on the subject. When the creatine kinase concentration is controlled, this enzyme does not represent the loss of performance in athletes. However, when its levels become high, remaining far from the physiological level of athletes, it can cause muscle injuries and overtraining. Triathlon is a sport that has a high incidence of injuries in athletes and most athletes have high levels of CK. In the studies researched on the sport of swimming, CK varies between the reactions to training of each individual, causing a high concentration of the biomarker without causing damage. This factor was also addressed in other sports in this study. In rowing, a worsening in the performance of athletes was found after 24 hours of training, with high CK levels and between 48 and 72 hours later, an improvement in performance was observed in athletes again. CK levels act differently in the sexes, as women have more rigid myocyte membranes than men, due to a higher concentration of estrogen. The production of lactate is due to the intensity of training, when energy is provided without the existence of oxygen in the muscle cells. In triathlon, the lactate concentration was evaluated after training. The researchers noticed high values in the cycling modality. In swimming, the biomarker was evaluated according to each training zone, thus, the lactate concentration increases according to the increase in exercise intensity. In one of the studies presented, the results found in rowing showed lactate concentrations of 4.3 ± 1.0 mmol/L in low vogue at 80-85% and 5.0 ± 1.9 mmol/L in free vogue at 60% of its intensity maximum. For the athletes' recovery, specific methods are used. For CK adequate rest between training sessions is recommended. For lactate, active recovery with an intensity of 20% to 40% of the athlete's maximum is indicated. It was concluded that there is a direct influence of biomarkers on athletes' performance. The CK had its concentration high in the specific training period. Lactate is related to the intensity performed in the exercise, since from 60% of the athlete's maximum intensity the anaerobic threshold is reached.

Keywords: Creatine Kinase; Lactate; Triathlon; Swimming; Rowing.

LISTA DE FIGURAS/ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Síntese do lactato.....	14
Figura 2 – Síntese da creatina no organismo.....	18
Figura 3 – Ação da creatina quinase.....	19
Figura 4 – Rota metabólica da glicólise.....	29
Figura 5 – O aumento do nível do lactato após uma competição de triathlon.....	32
Figura 6 – Comparação entre a concentração do lactato e intensidade de treinamento.....	34
Figura 7 – Comparação entre sexos quanto à concentração do lactato em intensidades diferentes.....	34
Figura 8 – Comparação do tempo de treinamento em relação à concentração do lactato em intensidades diferentes.....	35
Figura 9 – Comportamento individual da concentração do lactato nos momentos M1, M2, M3 e M4.....	37
Figura 10 – Comparação da concentração média do lactato pós-prova entre homens e mulheres por estilo.....	39
Figura 11 – Comparação da concentração média do lactato pós-prova para cada distância e estilo.....	39
Figura 12 – Comparação entre a concentração do lactato nos 3 grupos pelo método D _{máx} e pela concentração fixa de AT4.....	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – CK em homens do grupo controle.....	23
Gráfico 2 – CK em homens do grupo experimental.....	23
Gráfico 3 – Creatina quinase para a atleta C.A.....	24
Gráfico 4 – Creatina quinase para a atleta L.D.....	25
Gráfico 5 – Creatina quinase para a atleta N.L.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Níveis séricos de biomarcadores após o exercício intenso.....	19
Tabela 2 – Concentrações séricas de CK nos diferentes períodos do estudo.....	20
Tabela 3 – Concentração do lactato sanguíneo durante a prova.....	31
Tabela 4 – Concentração do lactato após as provas de natação no triathlon.....	33
Tabela 5 – Concentração do lactato sanguíneo nos momentos M1, M2, M3 e M4.....	37
Tabela 6 – Sugestão de recuperação ativa.....	41
Tabela 7 – Média, desvio-padrão, concentração máxima e mínima do lactato.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADP – Adenosina difosfato

ATP – Adenosina trifosfato

CBDA – Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos

CK – Creatina quinase

FASC – Federação Aquática de Santa Catarina

GT – Glicina transaminase

H – Hidrogênio

Kg – Quilograma

Km – Quilômetro

M – Metros

Mmol/L – milimoles por litro

MT – Guanidinoacetato N-metil transferase

PCr – Creatina fosforilada

PI – Fosfato inorgânico

Ruder Club – Clube de Regatas Porto Alegre

µl – Unidade de volume denominada microlitro

U/l – Unidades por litro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
1.1 TRIATHLON.....	8
1.2 NATAÇÃO.....	10
1.3 REMO.....	11
1.4 BIOMARCADORES.....	12
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3 METODOLOGIA	16
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
4.1 BIOMARCADORES – CREATINA QUINASE	17
4.1.1. Triathlon	20
4.1.2. Natação	22
4.1.3 Remo	27
4.2 BIOMARCADORES – LACTATO	28
4.2.1. Triathlon	30
4.2.2. Natação	33
4.2.3 Remo	41
4.3 MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO.....	45
CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho apresenta a influência dos biomarcadores creatina quinase e lactato nos atletas de alto rendimento dos esportes do triathlon, natação e remo, atuando como marcadores de controle para o auxílio da equipe multidisciplinar dos atletas envolvidos durante treinamentos e competições, uma vez que os biomédicos podem atuar nesta área, visto que podem se especializar na fisiologia do exercício, auxiliando na coleta do material biológico, realização dos exames laboratoriais, entrega dos mesmos, diálogos com a comissão técnica e possíveis estratégias de recuperação para o melhor desempenho dos atletas. Com isso, é possível o gerenciamento da demanda física exigida, performance e recuperação, visto que esta se utiliza de métodos que visam um melhor desempenho do esportista.

A escolha dos esportes abordados teve como base o grande desgaste dos atletas durante os treinamentos e competições, em desportos diferentes para que possa ser feita uma comparação e com provas de distâncias maiores ou menores. Os biomarcadores são indicados para a monitorização do desempenho dos atletas.

1.1 TRIATHLON

De acordo com O'toole *et al.* (1989), o triathlon é um esporte que consiste em três modalidades, sendo elas natação, ciclismo e corrida, ocorrendo a prática nesta sequência. É um esporte que envolve muita força e resistência, uma vez que, por ser realizado em longo período, demanda muito gasto energético e muito treinamento.

Conforme a Confederação Brasileira de Triathlon (2018), a modalidade teve início em 1974, nos Estados Unidos, na cidade de San Diego, Califórnia. Segundo o TriDay Series (2019), o triathlon é composto por diversos eventos individuais, como a distância Standard ou Olímpica, na qual são 1500 metros de natação, 40 km de ciclismo e 10 km de corrida. Além desta categoria, existem as provas de Sprint com 750

metros de natação, 20 km de ciclismo e 5 km de corrida, de Longa Distância, sendo o dobro ou até o triplo do percurso da Standard.

A prova do IronMan é a mais renomada do triathlon e é a razão deste esporte ter tamanha repercussão mundialmente. É constituída por 3,8 km de natação, 180 km de ciclismo e 42,195 km de corrida. Uma variação desta modalidade é o Meio IronMan ou provas de 70.3 (esse número diz respeito à metade da distância do IronMan, porém em milhas)(TRIDAY SERIES, 2019).

Outras variantes do esporte são o Duathlon, que apresenta as distâncias de Sprint com 5 km de corrida, 20 km de ciclismo e 2,5 km de corrida; a distância padrão tendo 10 km de corrida, 40 km de ciclismo e 5 km de corrida; e a de Longa Distância, sendo 20 km de corrida, 80 km de ciclismo e 10 km de corrida (TRIATHLON BRASIL, 2018). Já o Aquathlon consiste nas provas infantis de 8 a 15 anos e é dividido nas categorias de A até D, não realizando a primeira corrida, mas ocorrendo a natação e a segunda corrida. A categoria padrão contém 2,5 km de corrida, 1000m de natação e 2,5 km de corrida e a Longa Distância conta com 5 km de corrida, 2000m de natação e 5 km de corrida (SWIMCHANNEL, 2020).

De acordo com a Confederação Brasileira de Triathlon (2018), atualmente o esporte conta com mais de um milhão de pessoas praticantes no mundo, sendo 25 mil no Brasil (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TRIATHLON, 2018), na qual a maioria são atletas amadores, tendo como objetivo principal a melhora da qualidade de vida e o bom condicionamento físico. De acordo com Alves (2013), no ano de 2011 o Brasil teve três atletas no ranking mundial, ocupando as colocações 34°, 71° e 104°.

Conforme a matéria do Comitê Olímpico Brasileiro (2020) sobre o triathlon, esse esporte estreou nos Jogos Olímpicos em Sidney no ano de 2000, no qual o campeão do naipe masculino foi o canadense Simon Whitfield e no feminino a suíça Brigitte McMahon. Nos últimos anos, os britânicos dominam a modalidade e estão sempre presentes nos pódios olímpicos.

1.2 NATAÇÃO

Conforme Nolasco, Moura e Pável (2016) o objetivo da natação para o atleta é percorrer o trajeto em meio líquido no menor tempo possível. No alto rendimento, é um esporte que fornece resultados individuais.

Segundo Oliveira *et al.* (2009), há indícios de que o homem pratica natação desde a pré-história. O esporte começou a ser disputado nos Jogos Olímpicos no ano de 1896 em Atenas e com apenas três provas, 100m, 500m e 1200m livre, sendo essas competições realizadas no mar (COB, 2020). Apenas nas olimpíadas de 1912, na Suécia, a natação foi aberta para mulheres competirem (SPORTBUZZ, 2020).

A natação conta com diversas provas, divididas pela sua metragem e seu estilo de nado, sendo as provas de velocidade (50 e 100 m), de meio fundo (200 e 400 m) e de fundo (800 e 1500 m). Os estilos são borboleta, costas, peito e crawl, sendo que o último também pode ser chamado de estilo livre (REIS, 2019).

As categorias são divididas por idade, assim crianças com 8 anos são consideradas pré-mirim, mirim 1 e 2 (9 e 10 anos), petiz 1 e 2 (11 e 12 anos). Depois entram nas categorias chamadas de base, infantil 1 e 2 (13 e 14 anos), juvenil 1 e 2 (15 e 16 anos), júnior 1 com 17 anos e júnior 2 com 18 e 19 anos. Com 20 anos de idade os atletas são chamados seniores, e a partir de 25 anos são denominados master (REIS, 2019).

No Brasil, a primeira competição de natação aconteceu no ano de 1898, no Rio de Janeiro, e a prova se baseava na travessia entre Fortaleza de Villegaignon e a praia de Santa Luzia com a distância de 1500 m (COB, 2020). Depois deste campeonato durar 14 anos, tendo sua última edição no ano de 1912, a federação do Rio de Janeiro criou outros eventos, porém abertos ao público. O torneio manteve os 1500 m e acrescentou três provas, sendo elas os 100 m livre para estreantes, 200 m para juniores e 600 m para seniores (MASTER SPORTS, 2020).

O organizador dos campeonatos oficiais do Brasil é a CBDA (Confederação Brasileira de Desportos Aquáticos) e cada estado brasileiro tem a sua federação, como

exemplo a FASC (Federação Aquática de Santa Catarina), que é responsável por Santa Catarina (REIS, 2019).

As competições de maior importância no Brasil são os Brasileiros de categoria, infantil, juvenil e júnior, sendo realizadas duas edições a cada ano. Os principais torneios absolutos, envolvendo todas as categorias, são o Troféu Brasil - Maria Lenk, Troféu José Finkel e Torneio Open CBDA, onde ocorrem seletivas para campeonatos mundiais, olímpicos, sul-americanos e pan-americanos (REIS, 2019).

1.3 REMO

Antes de ser um esporte individual, era praticado em barcos estreitos e que se moviam em alta velocidade. Há poucos relatos precisos em relação à origem do remo. Segundo Licht (2008), nos séculos XI e XII, os transportes pluviais eram utilizados devido às péssimas condições das estradas. Seus barcos dispunham de remos ou velas, sendo conduzidos por pilotos e remadores. O remo consiste na locomoção cíclica das regiões superiores e inferiores de forma simultânea (COUTINHO, 2008).

No decorrer de um longo período, o papel central na expressão das identidades culturais dos imigrantes e seus descendentes foram desempenhados pelas associações esportivas. Segundo Melo (2007), os primeiros clubes do Brasil tinham espaços privilegiados de encontros e autoidentificação, sendo estes caracterizados pela presença dos imigrantes. De acordo com Mazo (2003), embora o remo já fosse praticado no Rio de Janeiro no decorrer do século XIX, o *Ruder Club* (Clube de Regatas Porto Alegre) foi considerado o primeiro clube oficial desse esporte no Brasil.

Licht (2008) aborda a inclusão do remo nos Jogos Olímpicos da Era Moderna em 1896, sendo primeiramente no sexo masculino, disputando quatro provas nas olimpíadas de Paris. Segundo o mesmo autor, somente em 1969 foi introduzido o remo feminino no programa dos Jogos Olímpicos e do Campeonato Mundial Júnior.

“O remo é um desporto aquático em que a competição decorre numa pista de 2000 m” (VELHINHO, 2009). As competições têm duas distâncias de referência, 5000m

e 2000m são vulgarmente chamadas de regatas, as quais ocorrem em baterias de seis raias.

De acordo com o Olímpico (2021), as competições internacionais do esporte têm uma divisão das classes por barcos e categorias, além da distribuição por sexo, idade, na qual são considerados Júnior os atletas sub 23 e o restante Sênior, e também por peso, podendo ser classificados como leve e aberta.

Olímpico (2021) aborda as provas olímpicas, sendo 8 masculinas, as quais são chamadas de Skiff simples, Skiff duplo, Skiff duplo leve, Skiff quádruplo, Dois sem timoneiro, Quatro sem timoneiro, Quatro sem timoneiro leve e Oito com timoneiro e 6 femininas, excluindo as provas do Skiff quádruplo e do Quatro sem timoneiro. Nas provas individuais de Peso-Leve, o limite é de 59 kg no Feminino e 72,5 kg no Masculino, e a média do barco nas provas coletivas não podem superar 57 kg entre as mulheres e 70 kg entre os homens.

1.4 BIOMARCADORES

Os três esportes apresentados neste trabalho, Triathlon, Natação e Remo, apresentam grande demanda física dos atletas no sistema energético do corpo. Segundo Cunha *et al.* (2006), com a alta carga de treinamentos e competições, são trabalhadas diversas valências físicas, como as capacidades aeróbicas, anaeróbicas, resistência muscular, entre outras.

Para cumprir com seus objetivos de melhoria de desempenho físico, os atletas buscam aumentar a intensidade, duração e a carga de trabalho diário em seus treinamentos, que quando nas proporções adequadas, irão gerar adaptações fisiológicas positivas (CUNHA *et al.*, 2006). Por isso, muitos esportes utilizam os biomarcadores da enzima creatina quinase (CK) e lactato para este controle ser apropriado, melhorando o desempenho e o rendimento dos sportistas.

A CK age de forma catalisadora na reação de degradação da fosfocreatina, durante a transformação de ADP em ATP (LOPES *et al.*, 2006). Em conformidade com

Coutinho (2008) e Brancaccio *et al.* (2008), a CK demonstra que conforme aumente o volume e a intensidade do treino, seus níveis também se elevam. Estes dados são apontados em preparação direta para competições.

A CK pode ser utilizada como parâmetro para prescrição de treinamento. Segundo Mougios (2007), mesmo se o valor de CK estiver acima da referência, pode ser considerado normal para os atletas, que nestes casos podem aumentar a carga de treinamento, de acordo com o princípio da sobrecarga progressiva.

A avaliação da atividade da CK tem sido utilizada como uma ferramenta para identificar um estágio recente de lesão muscular. Por se tratar de um biomarcador sensível, avalia o aumento do estresse muscular ou a intolerância individual ao esforço. Dessa forma, se os valores da CK estiverem elevados na recuperação dos atletas, pode ocorrer uma lesão muscular, fadiga crônica ou *overtraining* (MARTÍNEZ *et al.*, 2017, GOLDFEDER, 2010 e BRANCACCIO *et al.*, 2008). De acordo com Queen *et al.* (2017), os níveis de creatina quinase tem seu pico no sangue após 24 horas do treinamento, podendo permanecer aumentado por aproximadamente 7 dias após o exercício.

A concentração do lactato é muito utilizada pelos treinadores e fisiologistas esportivos para definição e ajuste da intensidade dos treinamentos (ESPALDA, 2013), atuando no metabolismo anaeróbio. Além de ser efetivo nos treinamentos e ser um marcador de fadiga muscular, também pode mensurar a performance dos atletas em diferentes tipo de treino, auxiliando na adaptação das cargas impostas na preparação (LOPES *et al.*, 2012).

Existem diversas formas de monitorização do lactato, porém a que tem maior destaque é feito por um equipamento, no qual o *LactateScout 4* é o melhor e mais utilizado. O controle é realizado durante cada momento do treinamento dos atletas, efetuando as medições de acordo com a progressão das intensidades ou ao final da sessão de treino (LACTATE.COM, 2020).

Desta forma, o metabolismo anaeróbico láctico (glicólise) que irá gerar o lactato, o qual é o produto final da degradação da glicose e será consumida na formação de energia como ATP (TEBEXRENI, 2004).

Figura 1 – Síntese do lactato

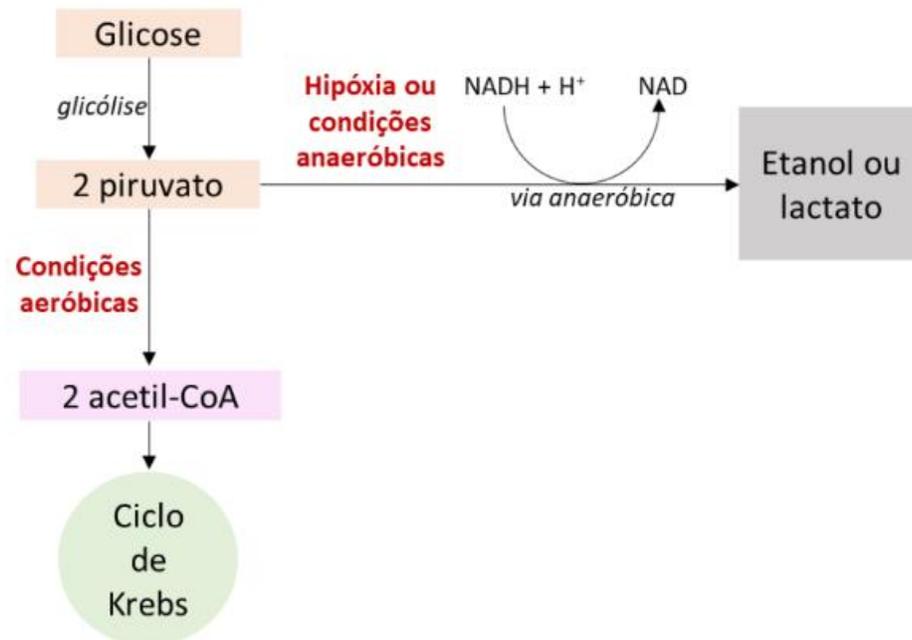


Figura 1: Ciclo da glicólise até a formação do lactato.

Fonte: Oshio (2019).

De acordo com Pastre *et al.* (2009), a excreção do lactato logo após um treino de alta intensidade é realizada por métodos recuperativos, podendo ser consideradas as atividades ativas que irão incluir um exercício aeróbio com intensidade baixa. A técnica de contraste, crioterapia e a massagem são outras metodologias de recuperação do corpo para os atletas.

Diante do apresentado, é de suma importância que seja estudada a relação dos biomarcadores de creatina quinase e lactato com o desempenho dos atletas. O propósito é trazer embasamento científico para os profissionais que atuam com atletas de alto rendimento no triathlon, natação e remo, em especial os biomédicos fisiologistas do exercício, a fim de melhorar seu rendimento em treinos e competições a partir de um melhor entendimento dos efeitos bioquímicos do exercício.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Identificar a relação dos biomarcadores creatina quinase e lactato com o desempenho dos atletas de triathlon, natação e remo de alto rendimento.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar quais são os motivos de alteração da creatina quinase e lactato em atletas de triathlon, natação e remo;
2. Relacionar o triathlon, natação e remo com a atividade bioquímica dos atletas.
3. Avaliar a influência do sexo e do tempo de treinamento (anos de experiência) dos atletas nos seus níveis de creatina quinase e lactato.

3 METODOLOGIA

Este estudo foi realizado a partir de uma revisão bibliográfica da literatura, sendo uma análise ampla e meticulosa das publicações científicas mais atuais sobre o assunto. Foram efetuadas buscas de artigos científicos, revistas universitárias, sites, livros e teses acadêmicas nos seguintes bancos de dados: *SciElo (Scientific Electronic Library Online)*, *Google Acadêmico*, *PubMed*, *Livros Acadêmicos*, entre outros. Foi realizada a busca a partir de palavras-chave, sendo selecionados os trabalhos que corresponderam ao interesse da pesquisa. A pesquisa contou com os seguintes descritores em português, espanhol e inglês: Creatina Quinase, Lactato, Triathlon, Natação, Remo, sendo realizadas buscas individuais e combinadas desses descritores.

Foram utilizados trabalhos científicos publicados no período de 1981 até 2021 por autores de referência em suas áreas de atuação. Foram excluídos artigos que não estavam disponíveis na íntegra, que não abordavam os esportes de interesse ou que não se encaixavam ao objetivo da pesquisa.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 BIOMARCADORES – CREATINA QUINASE

Em concordância com Ferrero (2011), a creatina quinase é uma enzima formada pelas subunidades monoméricas M e B, sendo a primeira do músculo e a segunda do cérebro. Essas subunidades originam as isoenzimas da creatina quinase, na qual a CK-1 ou BB é detectada no músculo liso, cérebro e nervos, a CK-2 ou MB é encontrada no coração e equivale a 4% do soro do organismo e a CK-3 ou MM, correspondente a 96% no soro dos indivíduos, é utilizada no músculo esquelético (CAMAROZANO e HENRIQUES, 1996). Dessa forma, este marcador tem influência para monitorar e auxiliar no desempenho dos atletas.

De acordo com Lisboa (2010), atividades físicas intensas como os esportes, desencadeiam altos níveis de CK total na circulação sanguínea dos atletas, uma vez que a permeabilidade da membrana em relação à enzima se altera conforme a intensidade exercida.

Conforme Mougios (2007), quando a concentração da CK está elevada, porém dentro do normal para atletas, é possível realizar a crescente da carga de treinamento, obtendo maiores adaptações e performance. Quando o marcador está aumentado e não no normal para esportistas, os treinos devem ser reduzidos, de forma que previna lesões ou fadiga em excesso podendo gerar *overtraining*.

Segundo Lisboa (2010), esportistas tem a concentração em repouso maior deste biomarcador quando comparados com indivíduos não atletas, visto que o pico após o exercício é de 1 a 4 dias, mantendo-se alterada por muitos dias (SILVA, 2016). Porém, quando é realizada uma atividade física intensa, os níveis de CK são mais baixos em desportistas do que em outros indivíduos.

Os níveis de CK na circulação sanguínea têm uma grande variação nos atletas, na qual uma das principais delas se deve pela questão do gênero dos esportistas. Ainda não existem estudos que comprovem qual o valor de referência padrão dos

atletas, mas de acordo com Mougios (2007), o dano muscular é indicado quando os esportistas apresentam a concentração de CK maior que 1492 U/L.

A creatina de forma livre realiza a sua síntese nos órgãos como o fígado, rins e pâncreas ou pela ingestão na dieta, utilizando 3 aminoácidos, a arginina, a glicina e metionina. Primeiramente, o grupamento amino da arginina será doado para a glicina e com o auxílio da enzima glicina transaminase (GT), a glicina e a arginina serão convertidas em ornitina e guanidinoacetato. Por sua vez, o guanidinoacetato junto da enzima guanidinoacetato N-metil transferase (MT), receberá uma metila do composto S-adenosil-metionina, sendo transformado em creatina livre (MENDES *et al.*, 2002).

Figura 2 – Síntese da creatina no organismo

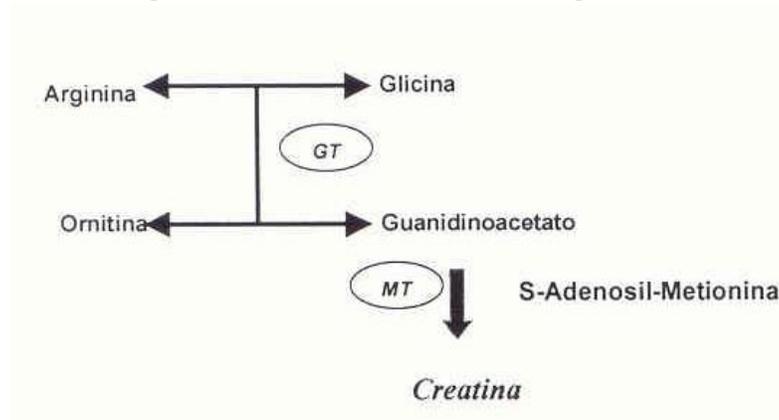


Figura 2: Transformação dos 3 aminoácidos em creatina.

Fonte: Mendes *et al* (2002)

No metabolismo energético a creatina fosforilada (adição de um fosfato), também chamada de PCr, é utilizada na contração muscular quando sofre a perda do fosfato. Desta forma, irá liberar energia para reestruturar a ADP e o fosfato inorgânico (PI) para gerar ATP com o auxílio da enzima creatina quinase, catalisando a reação reversivelmente (MIGUEL *et al.*, 2016). Desta forma, os exercícios de baixa intensidade e o descanso dos atletas farão com que a concentração da creatina quinase reduza, por essa razão, torna-se possível o controle dos treinamentos (PASTRE *et al.*, 2009).

Figura 3–Ação da creatina quinase

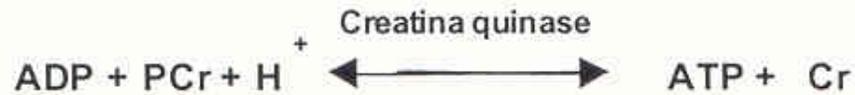


Figura 3: Ação catalisadora da creatina quinase.

Fonte: Mendes *et al* (2002)

Brancaccio *et al* (2008) aborda que existem diferenças significativas da concentração de CK após o exercício quanto ao sexo dos indivíduos. Isto se deve ao fato de os homens apresentarem níveis menores do hormônio estrogênio na circulação sanguínea quando comparados às mulheres. O estrogênio é um componente relevante por conferir estabilidade da membrana do miócito, sendo este a célula muscular, evitando seu rompimento e extravasamento do líquido intracelular, local da concentração da CK, para o meio externo. Deste modo, por possuírem níveis maiores deste hormônio na circulação, as mulheres terão seus níveis séricos de CK menores do que os homens, visto que o rompimento de membrana ocorrerá com menor frequência (BRANCACCIO *et al.*, 2008).

Conforme a tabela abaixo é possível observar a quantidade de vezes que os níveis séricos da CK aumentam após o exercício intenso.

Tabela 1 – Níveis séricos de biomarcadores após o exercício intenso

Biomarcadores	Mioglobina	CK	LDH	AST	Troponina
Exercício	Até 4X	Até 4X	Até 2X	Até 2X	Ligeiro Aumento

Tabela 1: Aumento dos níveis séricos dos biomarcadores após os exercícios de alta intensidade.

Fonte: Lisbõa (2010)

Portanto, além dos valores listados na tabela acima, a concentração deste biomarcador também tem variação conforme a pessoa, o esporte realizado, o tempo e a intensidade. Em exercícios de maior duração e grande demanda energética, além do aumento da CK-MM, também é observado a elevação das isoenzimas CK-MB e CK-BB no sangue periférico (LISBÕA, 2010).

A coleta do material biológico para realização do exame e posterior interpretação é realizada por meio da punção venosa, utilizando o soro ou plasma presente no sangue (MACHADO *et al.*, 2010; NOGUEIRA *et al.*, 2014).

4.1.1. Triathlon

De acordo com Gosling *et al.* (2007), o triathlon consiste em ser um esporte com grande ocorrência de lesões nos atletas durante e posteriormente as competições. Desta forma, Machado (2010) apresenta em seu estudo, que contou com 10 indivíduos do sexo masculino de 29 a 51 anos de uma equipe profissional, os quais participaram da prova de Ironman, valores elevados da creatina quinase nos momentos após o exercício, denominados CK3 (imediatamente após a prova) e CK4 (cinco dias depois da prova), conforme a Tabela 2 abaixo.

Tabela 2 – Concentrações séricas de CK nos diferentes períodos do estudo.

Atletas	Idade (anos)	CK1 (U/L)	CK2 (U/L)	CK3 (U/L)	CK4 (U/L)	CK5(U/L)
1	29	128	76	573	213	102
2	44	404	469	3.066	588	350
3	37	125	139	2.551	556	251
4	35	143	88	1.920	217	250
5	36	185	106	1.840	170	127
6	36	223	214	1.321	255	280
7	36	173	182	1.431	326	160
8	49	157	165	1.261	321	173
9	49	131	98	542	150	124
10	51	217	121	1.976	306	146
$\bar{x} \pm \sigma$	40 \pm 7	188 \pm 83	165 \pm 115	1.648 \pm 797*	310 \pm 150*	196 \pm 81

* Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação aos demais períodos avaliados (teste de Friedman e post hoc de Wilcoxon).
CK1 – 19 antes da competição, CK2 – 48 horas antes, CK3 – imediatamente após a prova, CK4 – cinco dias após, e CK5 – 12 dias após o período de competição.

Tabela 2: Concentrações séricas de CK em cada atleta estudado, constando sua idade e a concentração de cada momento coletado.

Fonte: Machado (2010)

É possível observar que no estudo de Machado (2010), o atleta número 2 na tabela apresentou maior concentração de CK em todos os períodos de coleta, enquanto o atleta de número 1, o mais novo do grupo estudado, apresentou os menores níveis do biomarcador nos momentos CK1, CK2 e CK5. O esportista número 9 teve a menor concentração de CK nos momentos CK3 e CK4.

De acordo com a pesquisa efetuada por Scheffer *et al* (2012), os altos níveis da enzima CK após uma prova de Ironman resultam da existência de microlesões na musculatura dos atletas com um provável rompimento das células musculares, os miócitos (SILVA *et al.*, 2009). Também foram observados resultados semelhantes em atletas do ciclismo que participaram de uma prova de *ultraendurance*, no Tour de France (SCHEFFER *et al.*, 2012, GOMEZ-CABRERA *et al.*, 2003).

O estudo de Puggina *et al* (2016) foi realizado com 12 atletas do sexo masculino do esporte em questão e com a média de idade de $32,6 \pm 5,1$ anos. As coletas do material biológico e dos resultados ocorreram no período de 12 semanas de treinamento e também após a competição. Na coleta de sangue foi utilizado o plasma e o soro para a obtenção dos resultados.

Foram observadas diferenças nos valores da enzima CK nos momentos M-1, M-2 e M-3. M-1 corresponde ao início da preparação, em que a coleta foi realizada 24 horas depois da última sessão de treinamento e o volume médio dos treinos de 213,8 km/semana na soma das 3 modalidades. M-2 se refere ao momento após dez semanas de treinos, efetuando a coleta 24 horas depois da última sessão de treinamento, com volume médio dos treinos de 248,1 km/semana na soma das 3 modalidades. E foi nomeado M-3 o momento de 30 minutos posterior ao término da prova, com volume médio 239 km na semana (PUGGINA *et al.*, 2016).

Assim, foi constatado que houve a manutenção dos valores da creatina quinase em M-1 e M-2 e o aumento da concentração do biomarcador em M-3. Desta forma, Puggina *et al* (2016) afirmam, juntamente aos fundamentos abordados por Brancaccio *et al* (2007), que nos momentos M-1 e M-2 pode ter ocorrido a correção das cargas de treinamento para a forma apropriada em relação às técnicas de recuperação dos atletas no cotidiano dos treinos, não ocasionando índices de lesões no período.

4.1.2. Natação

O estudo de Barbosa (2006) contou com 14 atletas, sendo 11 do sexo masculino e 3 do feminino, da equipe de natação da Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP e com idade média de $22,33 \pm 1,9$ anos. Os esportistas foram divididos em 2 grupos, o controle, nomeado GC possuindo 6 nadadores, e o experimental, denominado GE com 8 atletas. Os esportistas deveriam possuir os índices nas provas de 50, 100 e 200 metros definidos pela Federação Aquática Paulista na categoria Sênior.

Foram realizadas coletas no dedo, ocorrendo após 3 semanas do início dos testes (Pré) e na reavaliação realizada após 6 semanas (Pós) do treinamento complexo, que consistia em aumentar progressivamente o volume dos treinos até obter o pico de 15000 metros semanais na 7ª e 8ª semana e regredir até 8500 metros na 17ª semana (BARBOSA, 2006).

No grupo controle foram observados valores de 0 a 300 unidades por litro (U/L) de CK nos atletas homens enquanto o grupo experimental obteve valores entre 100 e 750 a 800 U/L, uma vez que os dados foram analisados no conjunto de todas as coletas realizadas, conforme os Gráficos 1 e 2 apresentados a seguir (BARBOSA, 2006).

Gráfico 1 – CK em homens do grupo controle

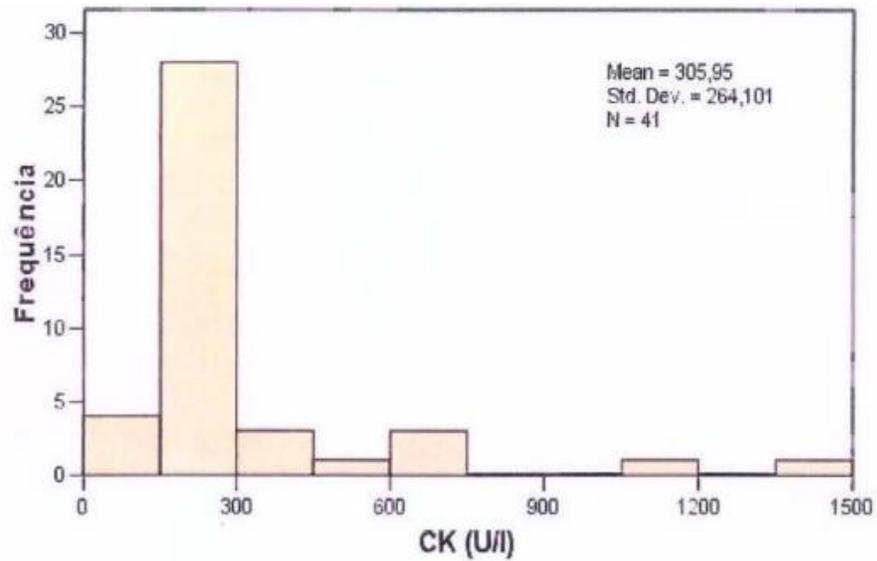


Gráfico 1: Frequência do grupo controle e seus níveis de CK.

Fonte: Barbosa (2006)

Gráfico 2 - CK em homens do grupo experimental

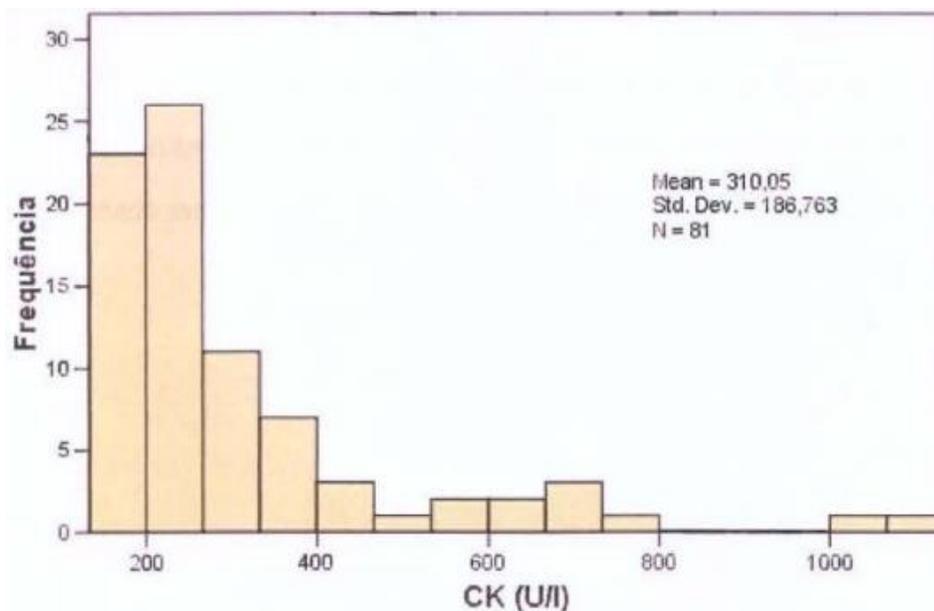


Gráfico 2: Frequência do grupo experimental e seus níveis de CK.

Fonte: Barbosa (2006)

O Gráfico 1 apresenta predomínio dos valores 0 a 300 U/L de creatina quinase conforme já citado acima, porém os números das extremidades fazem referência à alguns atletas que obtiveram respostas acentuadas da concentração de CK. O mesmo acontece no Gráfico 2, em que a maior parte dos esportistas atingiram os valores entre 100 e 750 U/L e tem em seu extremo valores que condizem com os desportistas que atingiram maior concentração.

As duas mulheres presentes no grupo controle tiveram seus dados registrados de forma isolada por apresentarem comportamento diferenciado dos homens, conforme registrado nos Gráficos 3 e 4 abaixo.

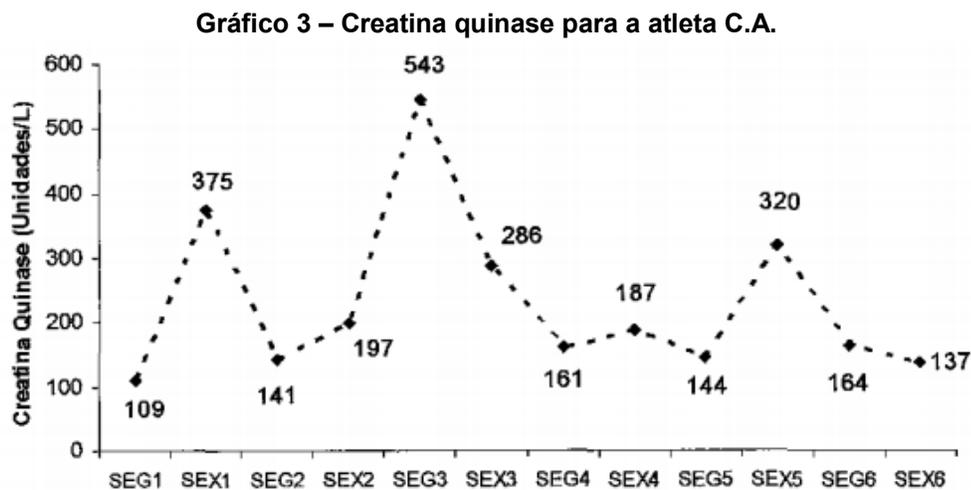


Gráfico 3: Valores encontrados do CK na atleta C.A. nos períodos coletados, obtendo pico na segunda-feira da terceira semana.

Fonte: Barbosa (2006)

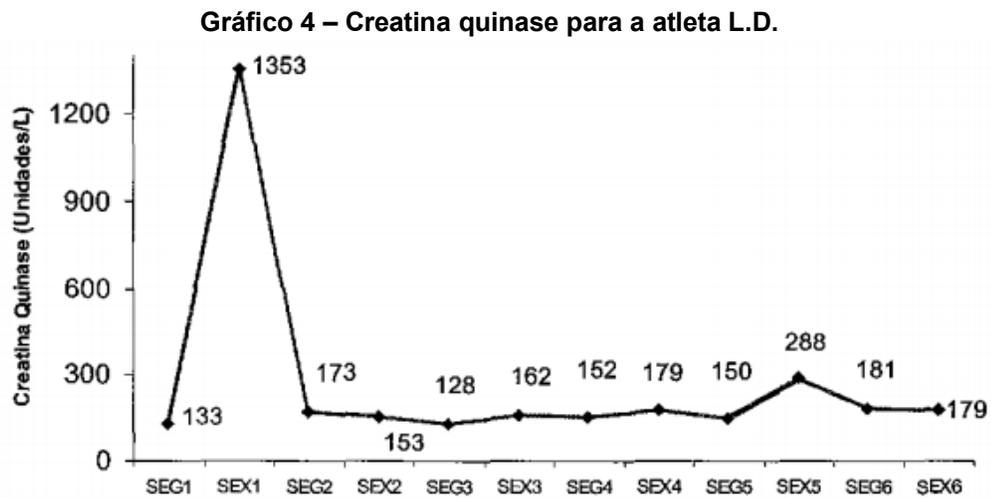


Gráfico 4: Valores encontrados do CK na atleta L.D. nos períodos coletados, obtendo pico na sexta-feira da primeira semana.

Fonte: Barbosa (2006)

Em conformidade com o Gráfico 3, é possível observar na atleta C.A. um pico na segunda-feira da terceira semana da pesquisa, assim como outros três picos nas sextas-feiras da primeira, terceira e quinta semanas, de valores inferiores em comparação à segunda-feira citada anteriormente. Já na atleta L.D., foi perceptível um pico de 1353 U/L na sexta-feira da primeira semana, considerado acima do valor de referência utilizado no estudo de 600 U/L. Nos demais dias de coleta foi observada uma média na concentração com um leve aumento na sexta-feira da quinta semana do estudo com 288 U/L.

No grupo experimental havia apenas uma atleta mulher, a qual também teve seus dados computados de forma separada dos homens, de acordo com o Gráfico 5. A atleta N.L. apresentou valores entre 105 U/L e 199 U/L. Desta forma é constatável que houve um equilíbrio das concentrações da CK. Os dados da segunda semana não puderam ser coletados por questões pessoais da esportista.

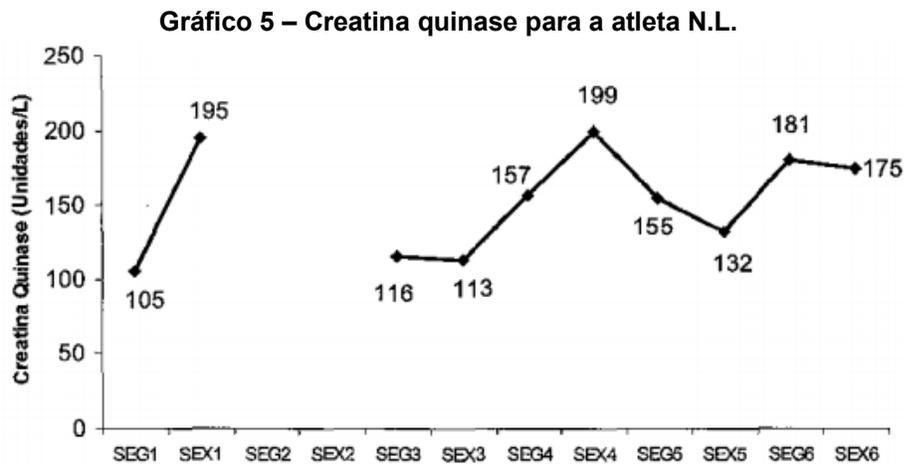


Gráfico 5: Valores encontrados do CK na atleta N.L. nos períodos coletados, observando maior equilíbrio das concentrações.

Fonte: Barbosa (2006)

Barbosa (2006) afirma que a concentração da creatina quinase nos atletas varia conforme cada organismo reage ao tipo de treinamento. Assim, é possível que um esportista expresse valores altos do biomarcador sem estar em *overtraining* ou com alguma lesão recorrente. Também foi observado pelo autor que a recuperação de dois dias (sábado e domingo) foi conveniente para os treinos e cargas sugeridas, sendo possível constatar que conforme o volume do treinamento fosse elevado, a concentração de CK também teve aumento. Da mesma forma, quando o volume de treinos diminuía, as concentrações de CK também reduziam.

No estudo de Santos *et al.* (2002), é citado um artigo de Costil *et al.* (1988), o qual constatou que após um aumento no período de treinos, houve a elevação dos níveis de creatina quinase, gerando fadiga muscular nos atletas, porém sem influência no rendimento dos treinamentos.

A pesquisa de dissertação de Santhiago (2005) contou com 25 nadadores federados na Federação Aquática Paulista, sendo 15 do sexo masculino de idades entre $19,42 \pm 2,06$ anos e 10 do gênero feminino com idades entre $19,9 \pm 1,91$ anos. Foi realizado um programa de treinamento organizado pelo técnico da equipe de 14 semanas, o qual foi dividido em período preparatório básico, nomeado PPB, com duração de 3 semanas e média diária de 6847 metros, período preparatório específico, denominado PPE e com extensão de 7 semanas e média de 5647 metros por treino e o

período de polimento, intitulado PP com duração de 4 semanas e distância média de 3453 metros por dia.

Santhiago (2005) ainda dividiu as 14 semanas de treinamento em 4 períodos (T1, T2, T3 e T4). T1 diz respeito ao início do período preparatório básico; T2 corresponde ao período preparatório básico; T3 seria após o período preparatório específico e T4 após o período de polimento. Em T1, T2, T3 e T4, foram efetuados exames sanguíneos em repouso. Santhiago (2005) concluiu que nas 14 semanas de testes ocorreram alterações significativas na concentração da creatina quinase.

O estudo de Santhiago (2005) demonstra ainda o decréscimo da concentração da creatina quinase após o período de polimento, sendo este para o grupo das mulheres e para o grupo dos homens e mulheres em conjunto. Também foi possível observar no estudo que o CK teve seus níveis elevados nas primeiras semanas de treinos e depois obteve uma redução dos valores.

Santhiago (2005) também afirma que o CK não poderia ser considerado um marcador sensível para mudanças de volume e intensidade no treinamento, uma vez que seus resultados em T2, T3 e T4 não apontaram diferenças significativas e que o período de polimento foi utilizado para a recuperação de danos musculares.

4.1.3 Remo

O estudo de Gee *et al* (2016), contou com 28 atletas de remo do sexo masculino, divididos em dois grupos, o chamado “intervenção de treinamento de força” (STG) com idade média de $21 \pm 3,2$ anos e o grupo controle (GC) com idade de $22,3 \pm 4,8$ anos. No momento em que o teste foi realizado os atletas estavam na pré-temporada dos treinos, ou seja, realizavam uma a duas sessões de treinos em barco/ergômetro de 2000 metros. Foi realizado um teste ergômetro de 2000 metros e exercícios de força três vezes na semana, intercalando os dias. Os autores encontraram uma leve piora na performance durante o teste realizado com carga, diferente do ocorrido no teste sem peso. Nas coletas realizadas em 48 horas e 72 horas após os testes, os atletas

voltaram a ter um desempenho maior. Também foi encontrado nos resultados de Gee *et al* (2016), o aumento nas concentrações da creatina quinase no grupo STG.

KOO *et al* (2014) realizou um estudo com 5 atletas de remo com idades entre $17,2 \pm 1,1$ anos, separados em três grupos nos quais receberiam placebo, a suplementação BCAA ou a glutamina durante 7 dias anteriores ao teste. O mesmo foi realizado em uma máquina de remo indoor, onde os esportistas percorriam 2000 m por 3 vezes. As coletas de sangue foram realizadas em repouso antes do teste, após o mesmo e 30 minutos depois do exercício. O autor relatou que em todos os grupos tiveram concentração de CK maior após o teste e que apenas o grupo suplementado com glutamina teve sua concentração neste estágio menor que os outros 2 grupos.

4.2 BIOMARCADORES – LACTATO

A produção do lactato é decorrente da intensidade do treinamento juntamente da fadiga muscular gerada pelo atleta (MEDEIROS *et al.*, 2014). Sua formação ocorre no organismo pela quebra da glicose na chamada via da glicólise, ocorrendo a ruptura de uma molécula de ATP, proporcionando energia sem a existência de oxigênio nas células musculares, sintetizando o lactato como forma alternativa de energia (TEBEXRENI, 2004). Portanto, é produzido no citoplasma a partir da molécula de piruvato, na qual a mesma fornece outras rotas metabólicas (BENETTI *et al.*, 2000).

A via metabólica da glicólise ocorre de forma anaeróbica, ou seja, sem a utilização de oxigênio. Assim, ela utiliza a ressíntese do ATP de forma que seu produto final seja a formação de 2 moléculas de ATP e por consequência, 2 moléculas de lactato. Isto ocorre por conta da reoxidação das coenzimas para a continuação do funcionamento da via (MORAES, 2008).

Figura 4 – Via metabólica da glicólise

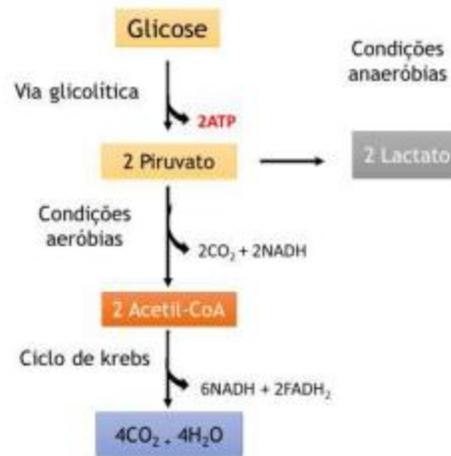


Figura 4: Rota metabólica da glicólise até o seu produto final pelas vias aeróbia e anaeróbia.

Fonte: Santos (2018)

De acordo com Santos (2018), a glicólise tem início quando ocorre a quebra da glicose, liberando duas moléculas de ATP e formando 2 moléculas de piruvato, no qual este, em condições anaeróbicas, terá a formação de 2 moléculas de lactato. Quando a via acontece de forma aeróbia, os 2 piruvatos gerados serão degradados, liberando 2 CO_2 e 2 NADH (Nicotinamida-Adenina-Dinucleotídeo reduzido), produzindo 2 acetil-CoA. Os 2 acetil-CoA no ciclo de Krebs liberarão 6 NADH e 2 FADH₂ (Flavina-adenina-nucleotídeo reduzido), sintetizando 4 CO_2 e 4 H_2O .

Dobgenski (2007) afirma que o lactato é um sal derivado do ácido láctico quando o hidrogênio é liberado. Desta forma, Dobgenski (2007) e Arnold (2015) abordam que o ácido láctico é produzido na glicose anaeróbica, visto que é formado pelo suprimento escasso de oxigênio nos músculos, porém é dissociado de forma rápida formando o lactato. Conforme Santos (2018), a enzima que transforma o piruvato em lactato é a lactato desidrogenase (LDH) e ocorre na presença de NADH, visto que esta molécula doa elétrons para que o piruvato seja reduzido em lactato e NAD^+ .

De acordo com Moraes (2008), ao atingir o limiar anaeróbico (LAN), a remoção do lactato apresenta dificuldade devido à falta de oxigênio nas células musculares. Desta forma, o autor conclui que o LAN é o pico da taxa de excreção do marcador no sangue periférico. A máxima fase estável de lactato pode ser definida como o momento

de equilíbrio entre a produção e remoção do biomarcador, na qual a concentração não se eleva e não diminui, utilizando a quantidade de oxigênio necessária para o exercício e assim, o tempo de exaustão se torna mais longo.

Nos exercícios de baixa intensidade e de forma prolongada com carga constante, o lactato no sangue pode elevar-se no início e posteriormente diminuir aos valores de repouso conforme a continuação da prática. Entretanto, nas intensidades moderadas, o biomarcador aumenta a sua concentração no início e se mantém desta forma até o final do exercício, gerando o acúmulo do lactato sanguíneo (ARNOLD, 2015).

O lactato é produzido no músculo em exercícios de alta intensidade, sendo liberado para o sangue e removido do mesmo pelos tecidos, como o coração, fígado e rins (ARNOLD, 2015). Em conformidade com Bertuzzi *et al.* (2009), o tipo de fibra muscular tem influência direta na remoção do lactato. Assim, as fibras que tem contração rápida, tem maior dificuldade de oxidação, conseqüentemente removem o marcador de forma mais lenta, diferente das fibras de contração lenta, que tem a eliminação mais rápida do lactato.

4.2.1. Triathlon

A tabela abaixo faz referência ao estudo de Lopes (2006), o qual contou com 12 atletas de triathlon do sexo masculino da cidade de Curitiba no Paraná, sem idade informada e que foram submetidos a uma prova simulada da distância do triathlon olímpico. Para a avaliação do lactato sanguíneo foi utilizado o aparelho YSP 1500 STAT junto de 25 µl de sangue colhido da polpa digital. As coletas foram realizadas antes do início da prova, após a natação, depois do ciclismo, após a corrida e 1 hora depois do término.

Tabela 3 – Concentração do lactato sanguíneo durante a prova.

	Pré Prova	Após natação	Após ciclismo	Após corrida	1h após
LACTATO(mmol/L)	2,06 (0,22) ^a	5,75 (0,35) ^{bc}	6,98 (0,74) ^b	4,47 (0,5) ^c	2,5 (0,19) ^a

* diferença significativa entre letras diferentes (ps0,05)

Tabela 3: Apresentação da concentração de lactato nos períodos analisados.

Fonte: Lopes (2006)

Lopes (2006) utilizou como padrão do valor fixo do lactato sanguíneo 4,0 mmol/L, apontado por Sjodin e Jacobs (1981). Desta forma, a autora afirmou que os índices do lactato após o ciclismo foram os mais elevados, sendo seguidos pelos valores da natação e corrida e todos estes foram maiores quando comparados aos valores pré e pós prova. Lopes (2006) ainda aborda que os coeficientes variam de acordo com o indivíduo, logo, podem não comprometer diretamente o desempenho dos atletas, uma vez que os mesmos podem remover ou tolerar melhor os níveis do lactato no organismo.

Outro estudo, também realizado por Lopes *et al* (2012), obteve conclusões semelhantes ao outro trabalho executado por Lopes (2006), o qual foi citado anteriormente. Neste artigo participaram 12 triatletas brasileiros do sexo masculino, com idade média de 27,9 anos e que executaram as distâncias do triathlon olímpico (1500 m de natação, 40 km de ciclismo e 10 km de corrida) com coletas de sangue retiradas pela polpa digital, sendo realizadas antes da prova, após a natação, depois do ciclismo, após a corrida e 1 hora depois do término da prova.

Lopes *et al* (2012) afirmou que a concentração de lactato sanguíneo no ciclismo se mostrou mais elevada com 6,98 mmol/L, seguidamente da natação com 5,75 mmol/L e da corrida com 4,47 mmol/L. Desta forma, Lopes *et al* (2012) assegura que o acúmulo da concentração do lactato varia conforme cada organismo reage. Por isso, é utilizado um valor fixo como padrão, sendo este 4,0 mmol/L proposto por Sjodin e Jacobs (1981). O estudo presumiu que a natação auxiliou no acúmulo de lactato no ciclismo e na corrida, por ser a primeira modalidade do triathlon. Também foi considerado que a intensidade de cada modalidade deste esporte interfere diretamente na concentração do lactato sanguíneo.

No projeto de Sousa *et al* (2014), participaram 15 triatletas do sexo masculino na competição, os mesmos tinham idade de $31,33 \pm 9,22$ anos. O campeonato consistia em 1 km de natação, 30 km de ciclismo e 8 km de corrida. O lactato foi mensurado pela coleta do sangue na mão direita por meio de um lactímetro, ocorrendo 30 minutos antes do início da prova e 7 e 9 minutos após o término da mesma. Na comparação do pré e pós prova, Sousa *et al* (2014) afirma que há uma diferença significativa na concentração do lactato no sangue, sendo o pré prova 4,91 mmol/L e o pós prova 6,95 mmol/L, conforme mostra a figura abaixo:

Figura 5 – O aumento do nível do lactato após uma competição de Triathlon.

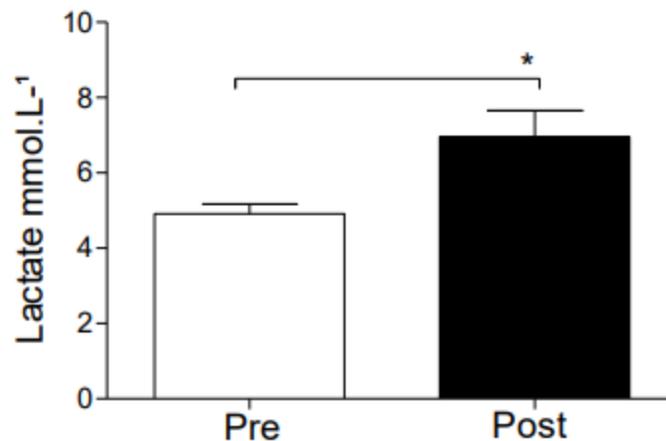


Figura 5: Demonstração do lactato sanguíneo pré e pós uma competição de triathlon.

Fonte: Sousa *et al* (2014)

Conforme ilustrado na imagem acima, Sousa *et al* (2014) afirmam que a concentração do lactato sanguíneo se mostra elevada pelo fato das fibras musculares não terem a devida resistência à intensidade gerada pelo esforço da prova. Assim, o artigo aborda que em distâncias curtas da modalidade do triathlon, também é possível observar o aumento da concentração do lactato. Desta forma, os autores acreditam que uma preparação com maior intensidade antes das competições, levaria a diminuição do cansaço e um melhor rendimento.

Pacheco *et al.* (2012) aponta que a intensidade aplicada em cada modalidade do triathlon tem grande influência no próximo exercício, gerando uma demanda de esforço

maior e ocasionando uma redução na performance. Desta forma, o artigo aborda a relevância de avaliar a intensidade utilizada na natação, uma vez que esta modalidade tem mostrado um aumento significativo da concentração de lactato em algumas análises realizadas com triatletas em provas de triathlon, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Concentração do lactato após as provas de natação no triathlon.

Estudo	Distância	[Lac] (mmol.L ⁻¹)
Costa e Kokubun ²⁸	750m	6,7
Peeling et al. ³⁰	750m	9,1
Delextrat et al. ³³	750m	9,1
González-Haro et al. ²⁹	1500m	6,4
Denadai e Balikian ⁷	1900m	5,4
Laursen et al. ³⁴	3000m	5,5

Tabela 4: Demonstração da concentração do lactato após a natação no triathlon em estudos diferentes.

Fonte: Pacheco *et al* (2012)

4.2.2. Natação

O estudo de Arnold (2015) foi realizado com 18 atletas do estado de Santa Catarina, sendo 9 do sexo feminino e 9 do masculino e com média de idade de $19,9 \pm 3,0$ anos. O tempo de treinamento dos atletas no esporte foi de $9,9 \pm 3,6$ anos. Na pesquisa foi utilizada a distância de 400 metros nado crawl em 3 intensidades, aeróbico 1, aeróbico 2 e aeróbico 3 em dias diferentes com intervalo mínimo de 24 horas entre os testes.

Arnold (2015) observou que conforme aumenta a intensidade dos tiros, a concentração de lactato também é elevada, conferindo a relação entre zona de treinamento (aeróbico 1, aeróbico 2 e aeróbico 3) com os valores do lactato, conforme a Figura 6.

Figura 6 - Comparação entre a concentração do lactato e intensidade de treinamento

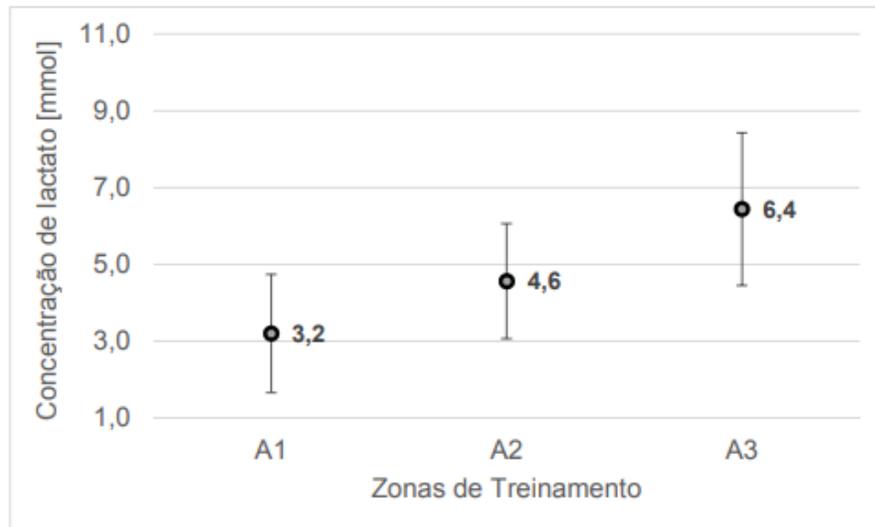


Figura 6: Concentração do lactato nas diferentes intensidades de treinamento.

Fonte: Arnold (2015)

Quando os resultados das concentrações do lactato são comparados entre os homens e as mulheres, foi observado que houve diferença nas intensidades A1 e A2 e na A3 apresentou pouca distinção entre os sexos, conforme a Figura 7.

Figura 7 - Comparação entre sexos quanto à concentração do lactato em intensidades diferentes

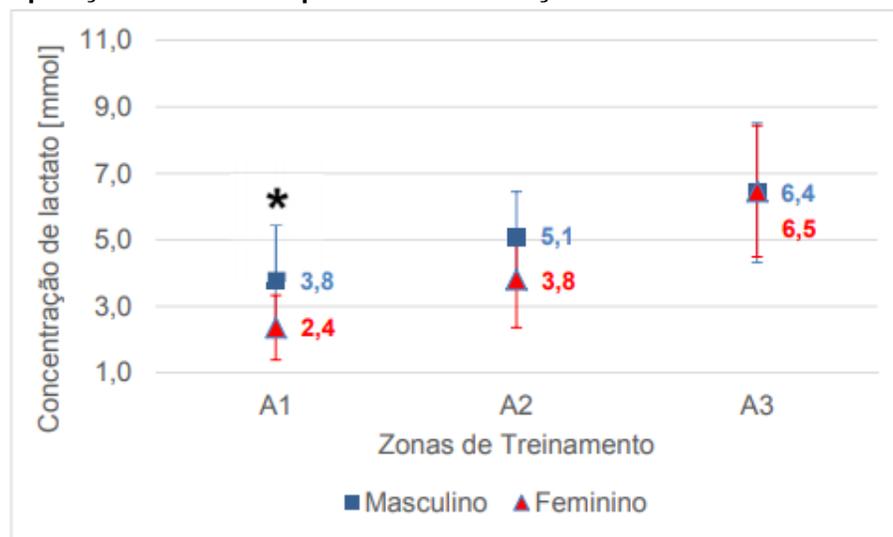


Figura 7: Concentração do lactato em intensidades diferentes comparando homens e mulheres.

Fonte: Arnold (2015)

O trabalho de Arnold (2015) ainda faz referência aos valores de lactato em diferentes intensidades de treinamento em relação ao tempo de treino dos atletas, comparando o maior tempo com o menor. Desta forma, é possível afirmar que os esportistas que possuem maior tempo de treino manifestam concentração de lactato menor em intensidades baixas, como nas zonas de aeróbico 1 e aeróbico 2. Porém, quando analisado os valores em intensidade mais alta (aeróbico 3), nota-se uma diferença significativa, no qual os atletas de maior tempo de treinamento expressam maior concentração de lactato, conforme a Figura 8.

Figura 8 – Comparação do tempo de treinamento em relação à concentração do lactato em intensidades diferentes

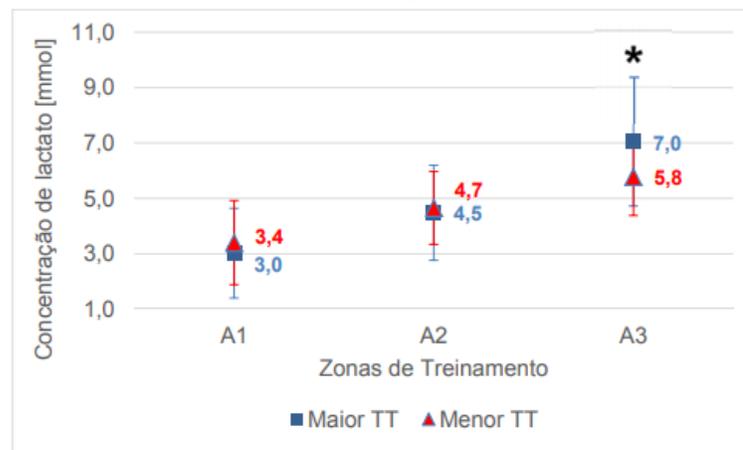


Figura 8: Concentração do lactato em intensidades diferentes quando comparados ao tempo de treinamento.

Fonte: Arnold (2015).

Desta forma, Arnold (2015) afirma em seu estudo que conforme aumente a experiência do atleta, o mesmo terá maior tolerância ao treinamento e níveis mais altos do lactato por ter um controle do seu organismo maior que um esportista não experiente. Do mesmo modo, alguns esportistas têm o potencial de remoção do lactato mais rápido, levando esses atletas a disporem de um aeróbico superior ao dos desportistas de menor tempo de treinamento e com experiência menor.

O estudo de Pyne *et al.* (2000), realizado no ano de 1998 e publicado em 2000, foi realizado com 12 nadadores do time nacional australiano, sendo 8 homens e 4

mulheres e com idades entre 20 e 27 anos. Os atletas foram separados conforme seu principal estilo na modalidade (3 no estilo crawl, 3 no estilo medley, 2 no estilo borboleta, 2 no estilo peito e 2 no estilo costas). Foram realizados 7 tiros de 200 metros em piscina de 50 metros de forma progressiva, isto é, o primeiro 200 metros deveria ser 30 segundos acima do seu melhor tempo e assim sucessivamente, até o último ser efetuado próximo do seu melhor tempo. Entre cada 200 metros os atletas teriam 5 minutos de descanso. Após cada tiro, a concentração de lactato era avaliada pelo medidor *Accusport*, sendo coletado aproximadamente 25 μ L de sangue dos atletas pela polpa digital ou pelo lóbulo da orelha (PYNE, *et al.*, 2000).

Como método de estudo de Pyne *et al* (2000), o teste foi realizado 4 vezes ao longo do ano. A primeira aferição, no mês de janeiro, realizado 10 dias anteriormente ao Campeonato Mundial. O segundo teste foi efetuado no mês de maio, 14 dias depois do Campeonato Aberto da Austrália. O terceiro teste foi realizado em julho acontecendo 8 semanas antes do *Commonwealth Games*. O quarto e último período de teste foi efetuado em agosto, 3 semanas anteriormente ao *Commonwealth Games*.

Após as análises da concentração de lactato, foi concluído pelos autores que o ciclo de treinamento foi benéfico aos atletas, uma vez que, pela percepção obtida nos testes, houve um aumento na tolerância ao biomarcador. Isto foi observado pelos avaliadores de forma que conforme os desportistas chegavam mais próximos do objetivo imposto para o sétimo tiro de 200 metros, também chegavam mais perto de alcançar seus melhores tempos ou próximo disto, apresentando uma resistência maior sobre o lactato (PYNE *et al.*, 2000).

Outro fator presente no estudo de Pyne *et al* (2000) foi a percepção da redução da velocidade da concentração de lactato se elevar no sangue, a qual foi adquirida pelos atletas. Os autores observaram que a cada tiro dos 7x200 metros executados pelos nadadores, o lactato diminuiu sua concentração pelo grande tempo de intervalo, adquirida pela recuperação passiva.

O estudo de Matos e Castro (2013) foi realizado com 13 atletas do sexo masculino com idades entre $18,3 \pm 2,9$ anos. A coleta de sangue foi efetuada pelo dedo indicador da mão esquerda e a concentração de lactato foi mensurada pelo aparelho *Accutrend Plus*. Os períodos da coleta ocorrem nos 15 minutos de repouso antes do

aquecimento com os atletas ainda dentro da piscina (M1), após o aquecimento de 800 metros em baixa intensidade (M2), 1 minuto depois do teste máximo de 200 metros livre (M3) e 3 minutos após o teste (M4).

Matos e Castro (2013) apresentaram os seguintes resultados mostrados na figura 9 e na tabela 5.

Figura 9 – Comportamento individual da concentração do lactato nos momentos M1, M2, M3 e M4.

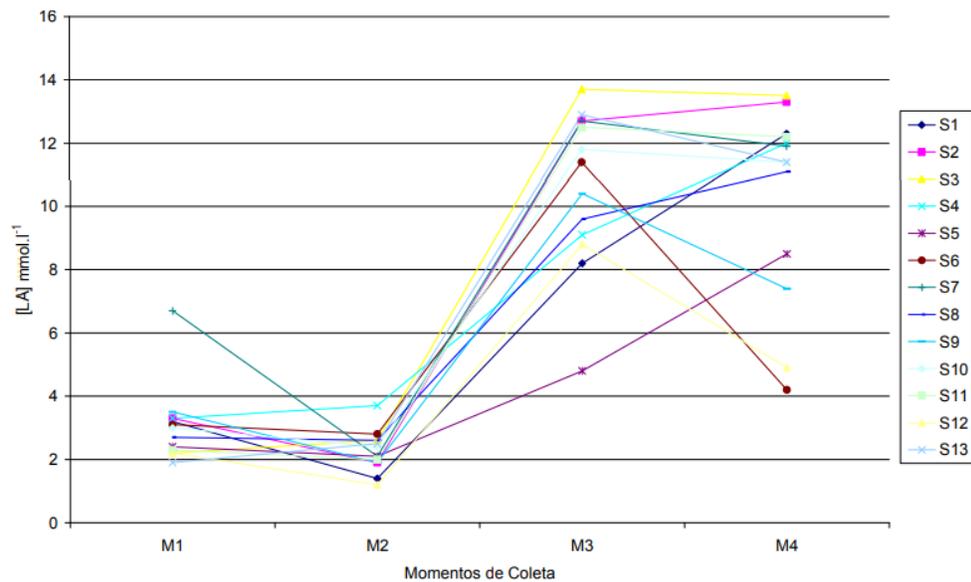


Figura 9: Concentração do lactato em cada período coletado apresentado para cada atleta.

Fonte: Matos e Castro (2013)

Tabela 5 – Concentração do lactato sanguíneo nos momentos M1, M2, M3 e M4.

	M1	M2	M3	M4
Média (mmol·l ⁻¹)	3,05 *	2,2 *	10,1	9,7
Desvio-padrão (mmol·l ⁻¹)	1,1	0,6	3,0	3,5
Coefficiente de variação (%)	38,1	27,5	30,2	36,7

Tabela 5: Média, desvio-padrão e coeficiente de variação da concentração do lactato nos momentos coletados.

Fonte: Matos e Castro (2013)

De acordo com Matos e Castro (2013), há dois fatores que podem explicar a ocorrência de menor concentração de lactato no momento M2 quando comparado a M1. Em primeiro lugar, pode ser atribuído ao período M2 corresponder ao pós-aquecimento dos atletas, os quais realizam este processo em baixa intensidade. Desta forma, não causaria grandes diminuições na energia utilizada, aumentando a temperatura muscular e melhorando o desempenho dos desportistas em curto prazo.

Outro fator relacionado diz respeito ao condicionamento físico dos esportistas, o qual contém relação com a capacidade aeróbia dos atletas, gerando uma remoção do lactato mais facilmente. Nos períodos M3 e M4, Matos e Castro (2013) apontam que a relação da concentração de lactato no momento M4 ser menor que no momento M3 pode ser devido ao descanso passivo após o teste máximo de 200 metros. Este fator é individual, assim como nos outros períodos utilizados no teste, uma vez que cada organismo reage de uma forma.

Em suma, Matos e Castro (2013) afirmam que o lactato varia conforme o indivíduo e a intensidade utilizada nos momentos do esporte. Desta forma, os autores sugerem que os treinadores e todo o departamento do esporte envolvido, quando efetuarem as coletas e análises da concentração de lactato dos seus atletas, devem avaliar o indivíduo com outros momentos de treinamento e de avaliação do mesmo atleta. Desta forma, os atletas não serão comparados com outros desportistas, visto que os organismos respondem de modo diferente uns dos outros, implicando em respostas não semelhantes.

Na pesquisa de Vescovi *et al* (2011), foi analisada a concentração de lactato e a remoção ativa do biomarcador de 100 atletas, 50 homens e 50 mulheres, com média de idade entre 14 e 29 anos, após suas performances no Campeonato Nacional Canadense de 2009. A coleta do lactato foi realizada entre 3 e 5 minutos após a final de cada prova e após a recuperação ativa na piscina de soltura, por meio da punção digital do dedo da mão e analisado pelo aparelho *Lactate Pro Analyzer*. Nas Figuras 10 e 11 é possível observar as diferenças da concentração do lactato conforme os sexos e os estilos e em relação ao estilo e a metragem nadada na prova, respectivamente, mostrados a seguir (VESCOVI *et al.*, 2011).

Figura 10 – Comparação da concentração média do lactato pós-prova entre homens e mulheres por estilo.

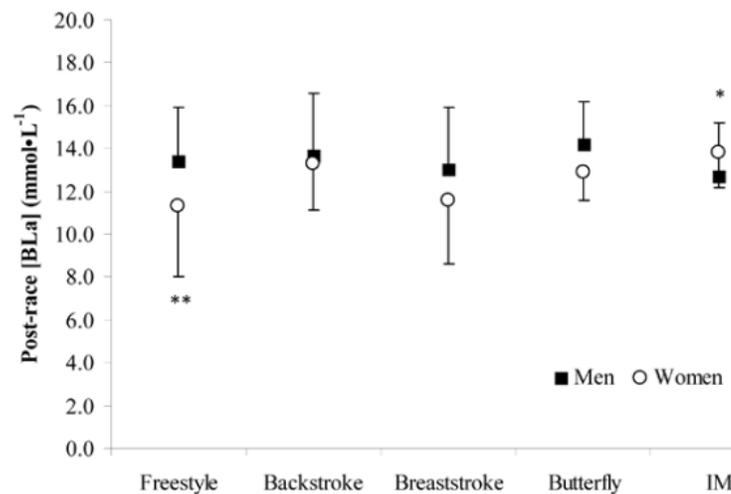


Figura 10: Comparação dos atletas do estudo em relação ao estilo principal e concentração média do lactato após as suas provas.

Fonte: Vescovi *et al* (2011).

Figura 11 – Comparação da concentração média do lactato pós-prova para cada distância e estilo.

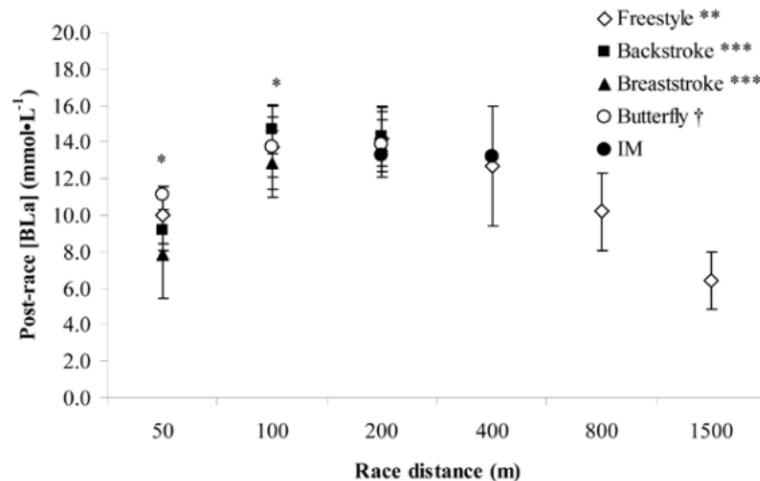


Figura 11: Comparação dos atletas em relação a distância, estilo e a concentração média do lactato após a prova.

Fonte: Vescovi *et al* (2011).

Foi possível observar que no estudo de Vescovi *et al* (2011), os valores de maior concentração do lactato foram nas provas de 100 e 200 metros e menores nas provas de 50 e 1500 metros, podendo ser explicado pela demanda energética de cada prova.

Desta forma, pode-se dizer que o sistema ATP-CP (Sistema Anaeróbico Aláctico) é utilizado na produção de energia, de uma prova de 50 metros, pelos estoques de creatina fosfato nas células musculares em provas de alta intensidade e curta duração, o que explica o fato da concentração do lactato ser menor nesta distância. Não foram constatadas diferenças significativas entre os sexos e idade dos atletas.

Vescovi *et al* (2011) ainda observou que na distância de 50 metros, o estilo borboleta teve concentração de lactato maior e o nado peito o menor. Foi verificado que as distâncias de 100 e 200 metros, como relatado anteriormente, obtiveram os maiores níveis de lactato. Este fator pode ser explicado pela glicólise, que fornece energia ao organismo em provas desta duração. Com isso, há o acúmulo do lactato sanguíneo, e conseqüentemente, um aumento nas dosagens deste biomarcador.

O estudo de Vescovi *et al* (2011) observou apenas uma mudança relativamente significativa na concentração do lactato quando comparados homens e mulheres. Esta diferença diz respeito às provas no estilo crawl, como pode ser observado na Figura 10. Os homens apresentaram valores do biomarcador maiores ($13,4 \pm 2,6 \text{ mmol.L}^{-1}$) quando comparados às mulheres ($11,3 \pm 3,3 \text{ mmol.L}^{-1}$).

A recuperação ativa na piscina de soltura realizada pelos nadadores após nadarem suas provas culminou na diminuição das concentrações do lactato sanguíneo. Desta forma, o estudo de Vescovi *et al* (2011) fez a construção de uma tabela com a metragem a ser nadada na piscina de soltura para remoção do biomarcador em cada distância, estilo e sexo dos atletas como sugestão aos treinadores, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6 – Sugestão de recuperação ativa.

Stroke	Distance	Men	Women
Freestyle	50	1000–1200	600–800
	100	1300–1500	800–1000
	200	1300–1500	800–1000
	400	1300–1500	800–1000
	800	1000–1200	600–800
	1500	800–1000	600–800
Backstroke	50	1000–1200	600–800
	100	1300–1500	1000–1200
	200	1300–1500	1000–1200
Breaststroke	50	800–1000	500–800
	100	1200–1400	800–1000
	200	1200–1400	800–1000
Butterfly	50	1200–1400	700–900
	100	1200–1400	800–1000
	200	1200–1400	800–1000
IM	200	1200–1400	800–1000
	400	1200–1400	800–1000

Figura 12: Sugestões de recuperação ativa para remoção efetiva do lactato sanguíneo de acordo com o sexo, estilo e metragem da prova nadada.

Fonte: Vescovi *et al* (2011).

4.2.3 Remo

Ferreira (2018) realizou um estudo que contou com 12 atletas de remo do sexo masculino com idades de $20 \pm 1,8$ anos. Foram realizados 4 testes. No primeiro exercício foi efetuado um tiro de 2000 m em intensidade máxima no remo ergômetro, o segundo eram 7 tiros progressivos com intervalo de 1 minuto entre cada tiro. O terceiro teste é chamado de voga livre, o qual consiste em 5 minutos em intensidade de 80-85% calculado a partir do teste de 2000 m, após estes 5 minutos, o lactato é mensurado junto da frequência cardíaca média, logo depois, é realizado o mesmo procedimento, porém o tempo é de 2 minutos e 30 segundos a 90% da intensidade feita no teste de 2000 m. O quarto e último teste foi nomeado voga baixa, o qual correspondia ao

mesmo processo da voga livre, porém os atletas tinham um limite de remadas por minuto, ou seja, na intensidade de 80-85%, eles podiam efetuar apenas 20 remadas e no de 90% de 20-22 remadas por minuto. Para a medição do lactato foi utilizado o analisador *Lactate pro 2* (FERREIRA, 2018).

Os resultados encontrados por Ferreira (2018) foram que a concentração do lactato sanguíneo da voga baixa a 80-85% foi de 4.3 ± 1.0 mmol/L, enquanto que na voga livre foi de $5.0 \pm 1,9$ mmol/L. Desta forma, ainda que os valores do teste de voga livre tenham sido superiores ao da voga baixa, estatisticamente não houve diferenças significativas. Nos testes de 90%, a concentração do lactato em voga livre foi de $3.1 \pm 0,9$ mmol/L e em voga baixa $2.6 \pm 0,8$ mmol/L, de forma que em ambos os protocolos os resultados também não obtiveram diferenças consideradas significativas.

A pesquisa de Fraga (2011) foi realizada com 10 remadores sem sexo informado, com idades entre 19 e 32 anos e todos os testes foram efetuados no remo ergômetro. Primeiramente os atletas executaram um aquecimento de 15 minutos e efetuaram um tiro de 2000 m. Este processo foi realizado para verificar a frequência cardíaca máxima e o lactato dos atletas após o tiro. O segundo método utilizado foi de 30 minutos remando, e quando os atletas chegassem aos 10 minutos teriam que atingir a intensidade de 60% calculada pelo teste de 2000 m.

O pesquisador realizava a coleta do lactato a cada 5 minutos até alcançar 4mmol/L. Quando isso ocorresse, o teste continuava para encontrar e estipular a intensidade e a frequência cardíaca na qual houvesse estabilização destes no atleta (FRAGA, 2011). Para a determinação do limiar anaeróbico foi realizado um teste de potência que consistia em 3 minutos a 60% do tiro de 2000 m, após os 3 minutos o lactato sanguíneo era mensurado. Logo depois, foi efetuado o mesmo teste a 60%, porém o tempo seria 5 minutos e o outro teste seria o mesmo processo, porém no tempo de 7 minutos (FRAGA, 2011).

Fraga (2011) encontrou em seu estudo que para determinar o limiar anaeróbico, o teste de 7 minutos a 60% da intensidade do tiro de 2000 m seria o mais adequado, visto que o atleta atingira a concentração de lactato de 4 mmol/L, sendo esta considerada o limiar anaeróbico. Não houve diferenças significativas nos testes de 3 e 5 minutos. A produção de lactato máximo estável teve média de 3.7 mmol/L nos

remadores, sendo observado o nível máximo de concentração de 5.7 mmol/L e o mínimo de 3.0 mmol/L, conforme ilustra a tabela 7:

Tabela 7 – Média, desvio-padrão, concentração máxima e mínima do lactato

MLSS				
	Média	Desvio-padrão	Mínimo	Máximo
Lactato (mmol/L)	3,7	0,82	3,0	5,7

Tabela 7: Média da máxima fase estável do lactato dos remadores, o desvio-padrão, a concentração mínima e a concentração máxima.

Fonte: Fraga (2011)

A dissertação de Alfaiate (2014), contou com uma amostra de 30 atletas do sexo masculino com idade média dos remadores de $15,29 \pm 0,41$ anos. Os testes deste estudo foram realizados no remo ergômetro, efetuando um tiro de 2000 m para encontrar o limiar anaeróbico dos atletas, o qual foi definido pelo autor como 4 mmol/L. Ao atingir os 4 mmol/L, o atleta procederia na mesma intensidade para verificar se existe um equilíbrio entre os valores de remoção e produção do biomarcador.

Também foi realizado um teste de 1500 m em intensidade máxima, para que fosse possível o cálculo da carga do teste progressivo. O teste progressivo foi realizado até a exaustão do remador ou até atingir a concentração de lactato de 8 mmol/L. Alfaiate (2014) concluiu em seu estudo que os atletas de maior idade e maturação apresentam resultados de desempenho melhores, afirmando que quanto maior a idade cronológica, mais desenvolvimento terá o sistema energético do atleta. Também foi concluído pelo autor que o remo é um esporte predominantemente aeróbico, portanto é perceptível que o limiar aeróbico e o anaeróbico tenham relação significativa, indicando que quanto mais desenvolvida for a via aeróbica, melhor será o desempenho do atleta (ALFAIATE, 2014).

O estudo de Medeiros *et al* (2014) teve como amostra 9 remadores do sexo masculino com idade mediana de 22 anos. O teste realizado foi um treino de 30 minutos em intensidade máxima e em voga livre no remo ergômetro, sendo que os atletas tiveram um aquecimento de 20 minutos antes do teste. As coletas de lactato foram efetuadas antes do aquecimento dos atletas, o qual foi nomeado de sessão

passiva. As outras coletas foram feitas logo depois do teste de 30 minutos e nos momentos 10, 20 e 30 minutos depois do tiro. Para a mensuração do lactato foi utilizado o lactímetro portátil *Acutrend*.

Medeiros *et al* (2014) ainda utilizou um método de recuperação no qual os atletas permaneciam imersos até o ombro em uma piscina com água a 21°C no momento após coleta do tiro de 30 minutos. Desta forma, o lactato foi mensurado no momento de 20 minutos pós-teste e foi nomeado como termoneutra. O autor relatou que os resultados entre a recuperação passiva e a termoneutra não tiveram diferenças significativas estatisticamente. Visto que o número de amostras é reduzido, isso pode ter interferido nos resultados encontrados.

O artigo de Baptista (2005) contou com 10 remadores do sexo masculino com idades entre $23,7 \pm 3,33$ anos e 4 do sexo feminino com idades entre $18 \pm 0,81$ anos. Os atletas foram divididos em 3 grupos, sendo 6 remadores do sexo masculino no peso pesado, 4 do sexo masculino no peso leve e as 4 mulheres no 3º grupo. O teste efetuado ocorreu de forma progressiva, no qual os atletas remavam durante 5 minutos com 1 minuto de intervalo para que fosse realizada a coleta sanguínea.

A carga inicial do teste para o sexo masculino foi de 150 Watts com incremento de 50 e 30 Watts a cada 5 minutos, sendo 50 Watts para o grupo de peso pesado e 30 Watts para o grupo de peso leve. Para as mulheres, o teste teve início com 130 Watts e houve o incremento de 30 Watts a cada 5 minutos. O teste ocorria até o atleta chegar à exaustão, não tendo mais condição de continuar. A mensuração do lactato foi executada pelo lactímetro *Accutrend* (BAPTISTA, 2005). Foram utilizados dois métodos de avaliação da concentração de lactato nos atletas. O AT4, que utiliza a concentração de 4mM de lactato sanguíneo fixo pela interpolação linear. O método D_{máx}, que utiliza uma função exponencial por meio de um gráfico, no qual a maior distância entre a reta e a curva do lactato seria considerada o limiar do biomarcador.

Desta forma, Baptista (2005) concluiu que na metodologia D_{máx}, o grupo peso pesado obteve a concentração de lactato de $3,01 \pm 0,73$ mM, o peso leve $2,51 \pm 0,53$ mM e as mulheres $3,21 \pm 0,41$ mM. Quando comparado com o método de AT4, os valores de D_{máx} são significativamente menores, conforme mostra a Figura 12.

Figura 12 – Comparação entre a concentração do lactato nos 3 grupos pelo método Dmáx e pela concentração fixa de AT4

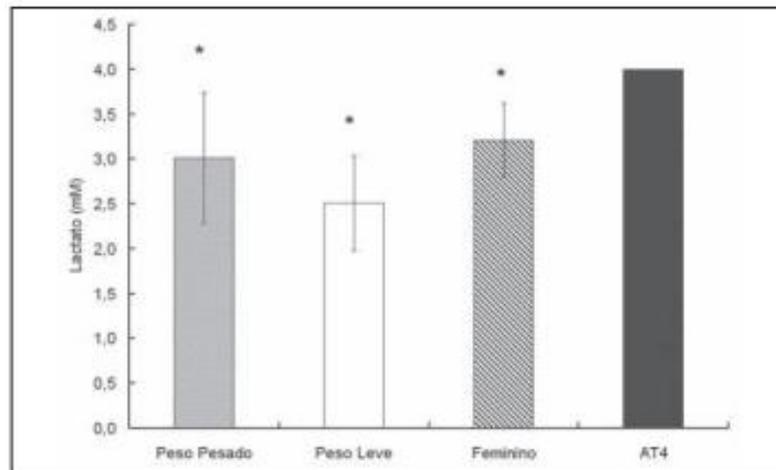


Figura 13: Comparação da concentração do lactato dos grupos do estudo pelo método Dmáx e pelo método de concentração fixa de AT4.

Fonte: Baptista (2005).

4.3 MÉTODOS DE RECUPERAÇÃO

A recuperação é um processo individual, visto que cada organismo reage de uma forma e com técnicas diferentes. Vários fatores são citados como métodos de recuperação, como o sono, contato social, mas também métodos utilizados pelos técnicos dos atletas, assim como fisioterapeutas, biomédicos fisiologistas e todo o departamento médico, visto que a recuperação do esportista tem como um dos seus objetivos a redução de futuras lesões (MELO *et al.*, 2015). Os métodos de recuperação são utilizados para a melhora do desempenho assim como prevenção de lesões dos atletas, visto que auxiliam na soltura da musculatura, retornando à homeostase corporal. Algumas das metodologias usadas nos esportes são a crioterapia, massagem, exercícios ativos e contrastes (PASTRE *et al.*, 2009).

A crioterapia é o método mais estudado e mais utilizado nos clubes para a recuperação dos atletas. Esta metodologia consiste em diminuir a temperatura tecidual do atleta com o auxílio de água gelada e gelo, para que ocorra a termorregulação

corporal, a redução da frequência cardíaca do esportista e a indução da redução do processo inflamatório muscular, visto que esta aumenta a temperatura do organismo (PASTRE *et al.*, 2009). Ainda não se tem a definição de um padrão usado neste método, porém a maioria dos autores citados por Pastre *et al* (2009) indicam a imersão por tempo, o qual tem uma grande variação entre os autores estudados, podendo ser de 1 até 20 minutos de imersão. A técnica de contraste, citada por Pastre *et al* (2009) e por Caetano *et al* (2017), corresponde ao método de alternância da imersão do atleta entre a exposição ao frio e ao calor, visando a remoção do lactato sanguíneo e da creatina quinase. Alguns estudos recomendam a imersão por 15 minutos, mas assim como a técnica de crioterapia, não existe um padrão de tempo a ser utilizado.

A remoção de forma acelerada do lactato da corrente sanguínea se deve pelo efeito de vasoconstrição e vasodilatação proporcionada pela técnica, tornando o método eficaz para a recuperação do atleta. Esta metodologia não apresenta muitos estudos em relação à recuperação, mas tem se mostrado eficaz no tratamento de lesões (PASTRE *et al.*, 2009).

Outro método muito utilizado para recuperação pós-exercício do atleta é a massagem. Mesmo que não exista um protocolo a ser seguido, os esportistas são atendidos por fisioterapeutas que realizam a técnica, a qual geralmente utiliza a pressão com as mãos nas áreas de maior contração muscular (PASTRE *et al.*, 2009). A massagem induz a redução da dor muscular tardia, visto que aumenta o fluxo sanguíneo e linfático. Porém, em outro estudo citado por Pastre *et al* (2009), em uma massagem realizada por 20 minutos não foi possível observar este aumento da circulação, visto que as concentrações do lactato não diminuiram após a técnica.

A recuperação ativa é considerada um dos métodos de recuperação mais antigos. Consiste na realização de um exercício em baixa intensidade, sendo ela do esporte praticado pelo atleta, por outro desporto ou até em máquinas como o remoergômetro. A técnica promove uma grande oxigenação muscular, o que irá beneficiar a recuperação do músculo (PASTRE *et al.*, 2009).

Um dos artigos revisados por Pastre *et al* (2009) apresentou uma melhora de 88,2% em relação à remoção de CK na recuperação dos atletas, quando utilizado o protocolo de 20 a 40% da intensidade máxima em um cicloergômetro. Ao comparar

outras técnicas de recuperação, o exercício ativo obteve mais eficiência quanto à remoção de lactato.

CONCLUSÃO

Este trabalho teve como linha de estudo identificar a relação dos biomarcadores creatina quinase e lactato, no desempenho dos atletas de alto rendimento dos esportes triathlon, natação e remo. Sendo assim, foram determinados os motivos das alterações destes marcadores, relacionando com as suas atividades bioquímicas e com a influência do sexo e tempo de treinamento dos esportistas.

De acordo com os estudos analisados, é possível averiguar que os níveis da CK se encontram elevados nos atletas dos 3 esportes quando estes estão no período específico de treinamento. O biomarcador se encontra em menor concentração nos esportistas nas competições.

Avaliando a influência do sexo neste biomarcador, foi observado que as mulheres têm seus níveis menores por possuírem uma maior quantidade do hormônio estrogênio do que os homens. Não foram encontrados estudos que relacionassem o marcador com o tempo de treinamento.

Verificando os artigos relacionados ao lactato, foi constatado que após a realização de exercícios em intensidades de 60-70% do máximo dos atletas, a concentração do marcador se eleva e os esportistas atingem seu limiar anaeróbico.

Comparando a concentração de lactato entre os sexos, 3 estudos realizaram esta avaliação, na qual em alta intensidade, os níveis deste biomarcador se encontram ligeiramente maiores nas mulheres. Em baixa intensidade, houve diferença significativa no sexo masculino. Em relação ao tempo de treinamento dos atletas, apenas um estudo apontou que quanto maior for este período, maior será o benefício dos esportistas no controle do marcador, visto que este acelera a remoção do lactato sanguíneo e confere maior resistência aos atletas.

Desta forma, foi possível concluir que o controle dos biomarcadores possui influência direta nos atletas de alto rendimento. Este monitoramento gera adaptações positivas, melhorando o performance e recuperação dos esportistas, evitando a ocorrência de lesões musculares por sobrecarga ou sobre-treinamento.

REFERÊNCIAS

ALFAIATE, Miguel Cláudio Antunes. **Variáveis de previsão de sucesso no remo em provas de 1500 metros no remoergómetro com atletas do escalão juvenil**. 2014. 59 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências do Desporto e Educação Física, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2014. Disponível em: file:///C:/Users/usuario/Downloads/TESE_UC2009115972_MIGUELALFAIATE.pdf. Acesso em: 12 out. 2021.

ALVES, Lucas Nepomuceno Dourado Cordeiro. **Comparação entre o Desempenho de Tri Atletas Brasileiros e Estrangeiros**. 2013. Monografia (Graduação em Educação Física) - Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG, Belo Horizonte, 2013.

ARNOLD, Djenyfer. **CONCENTRAÇÃO DE LACTATO SANGUÍNEO E NÍVEL DE CANSAÇO PERCEBIDO DE NADADORES EM DIFERENTES ZONAS DE INTENSIDADE DE TREINAMENTO**. 2015. 48 f. TCC (Graduação) - Curso de Educação Física, Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, 2015. Disponível em: file:///F:/AAAA%20Faculdade%202021-2/TCC%20II/Artigos/Nata%C3%A7%C3%A3o/112011_Djenyfer.pdf. Acesso em: 12 set. 2021.

BAPTISTA, Rafael Reimann; OLIVEIRA, Leticia Gandolfi de; FIGUEIREDO, Gabriel Bosak de; CONTIERI, José Ricardo; LOSS, Jefferson Fagundes; OLIVEIRA, Alvaro Reischak de. Limiar de lactato em remadores: comparação entre dois métodos de determinação. **RevBras Med Esporte**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 247-250, Não é um mês valido! 2005. Disponível em: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/download%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/download%20(2).pdf). Acesso em: 13 out. 2021.

BARBOSA, Augusto Carvalho. **A RELEVÂNCIA DO TREINAMENTO COMPLEXO NO DESEMPENHO DE NADADORES COMPETITIVOS**. 2006. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/275155/1/Barbosa_AugustoCarvalho_M.pdf. Acesso em: 06 set. 2021.

BENETTI, Magnus; SANTOS, Renato Targino dos; CARVALHO, Tales de. Cinética de lactato em diferentes intensidades de exercícios e concentrações de oxigênio. **RevBras Med Esporte**, Florianópolis, v. 6, n. 2, p. 1-7, mar/abr. 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/XXM9xyPcDmSdKV8YzSqMCtN/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 19 jul. 2021.

BERTUZZI, Rômulo Cássio de Moraes; SILVA, Adriano Eduardo Lima; ABAD, César Cavinato Cal; PIRES, Flávio de Oliveira. Metabolismo do lactato: uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. **RevBrasCineantropom Desempenho Hum**, São Paulo/ Alagoas, v. 11, n. 2, p. 226-234, 2009. Disponível em:

file:///C:/Users/usuario/Downloads/10147-
 Texto%20do%20Artigo%20_%20Article%20Text-30384-2-10-20090408.pdf

BRANCACCIO, Paola; MAFFULLI, Nicola; LIMONGELLI, Francesco Mario. Creatine kinase monitoring in sport medicine. **British Medical Bulletin**, Oxford, v. 81-82, n. 1, p. 209-230, 6 fev. 2007. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1093/bmb/ldm014>. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/CKSportMedBMB.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2021.

BRANCACCIO, Paola; MAFFULLI, Nicola; BUONAURO, Rosa; LIMONGELLI, Francesco Mario. Serum Enzyme Monitoring in Sports Medicine. **Clinics In Sports Medicine**, Napoli/England, v. 27, n. 1, p. 1-18, jan. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.csm.2007.09.005>. Disponível em: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/SerumEnzymeMonitoring%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/SerumEnzymeMonitoring%20(1).pdf). Acesso em: 15 abr. 2021.

CAETANO, Heliard Rodrigues dos Santos; LIMA, Guilherme Oliveira Martins de; OZAK, Guilherme Akio Tamura; PACAGNELLI, Francis Lopes; CASTOLDI, Robson Chacon; ZANUTO, Everton Alex Carvalho. EFEITO DA TÉCNICA DE CONTRASTE SOBRE A CONCENTRAÇÃO PLASMÁTICA DE LACTATO DURANTE A RECUPERAÇÃO PÓS-ESFORÇO. **Colloquium Vitae**, Presidente Prudente/Campinas, v. 9, n. 3, p. 24-30, 9 set. 2017. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). <http://dx.doi.org/10.5747/cv.2017.v09.n3.v205>. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/cv/article/view/2239/2062>. Acesso em: 15 out. 2021.

CAMAROZANO, Ana Cristina de Almeida; HENRIQUES, Luís Miguel Gaspar. Uma Macromolécula Capaz de Alterar o Resultado da CK-MB e Induzir ao Erro no Diagnóstico de Infarto Agudo do Miocárdio. **Arq Bras Cardiol**, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 143-147. 1996. Disponível em: <http://publicacoes.cardiol.br/abc/1996/6603/66030006.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2021.

COMITÊ OLÍMPICO DO BRASIL (COB). **Natação**. [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.cob.org.br/pt/cob/time-brasil/esportes/natacao/>. Acesso em: 20 out. 2020

COMITÊ OLÍMPICO DO BRASIL (COB). **Triatlo**. [S.l.: s.n.], 2020. Disponível em: <https://www.cob.org.br/pt/cob/time-brasil/esportes/triatlo/>. Acesso em: 17 out. 2020

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE TRIATHLON (CBtri). **Triathlon**. [Brasília]: [s. n.], 2018. Disponível em: <http://www.cbtri.org.br/triathlon/>. Acesso em: 11 out. 2020.

COUTINHO, Carina. **Utilização da CK, Ureia e IGA Salivar na Monitorização da Carga de Treino em Remadores de Elevado Rendimento**. 2008. Monografia (Licenciatura no âmbito do Seminário de Exercício Físico e Imunologia) - Universidade de Coimbra, Coimbra, 2008.

COSTIL, D. L.; FLYNN, M. G.; KIRWAN, J. P.; HOUMARD, Já; MITCHELL, J. B.; THOMAS R.; PARK, S. H. Effects of repeated days of intensified training on muscle

glycogen and swimming performance. **Med Sci Sports Exerc**, [South África], v. 20, p. 249-54, 1988.

CUNHA, Giovani dos Santos.*et al.* Sobretreinamento: Teorias, Diagnóstico e Marcadores, **Rev. Bras. Med. Esporte**, Porto Alegre, v. 12, n. 5, p. 1-6, set/out. 2006.

DOBGENSKI, Vinícius. **EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CREATINA NA PERFORMANCE E EM ALGUMAS VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS E METABÓLICAS EM NADADORES DO SEXO MASCULINO**. 2007. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Física, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/12719/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Completa%20c%20Capa%202.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 out. 2021.

ESPADA, Mário André da Cunha. **O Estado Estacionário Máximo de Lactato em Nadadores de Alto Rendimento**. 2013. 158 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Motricidade Humana, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em: <https://www.repository.utl.pt/bitstream/10400.5/6083/1/M%c3%a1rio%20Espada%202013%20-%20Tese%20PhD%20-%20EEML%20em%20nadadores%20de%20alto%20rendimento.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2021.

FERREIRA, Pedro Ricardo Neves. **O alcance de diferentes zonas de intensidades em Remo utilizando a mesma voga**. 2018. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2018. Disponível em: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/272402%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/272402%20(1).pdf). Acesso em: 12 out. 2021.

FERRERO, Carlos Muniesa. Polimorfismos **genéticos en el remo de alto rendimiento: categoría de peso ligero masculino**. 2011. 252 f. Tese (Doutorado) - Curso de Deporte, Actividad Física y Salud, Universidad Europea de Madrid, Madrid, 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/b11390219.pdf>. Acesso em: 03 out. 2021.

FRAGA, Pedro Diogo Rosas Cardoso. **A influência da duração dos patamares (num protocolo de carga incremental) na determinação do limiar anaeróbico em remadores**. 2011. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência do Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2011. Disponível em: [file:///C:/Users/usuario/Downloads/TARDInfluenciaPedro%20Diogo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/TARDInfluenciaPedro%20Diogo%20(1).pdf). Acesso em: 12 out. 2021.

GEE, Thomas Ian; CAPLAN, Nicholas; GIBBON, Karl Christian; HOWATSON, Glyn; THOMPSON, Kevin Grant. Investigating the Effects of Typical Rowing Strength Training Practices on Strength and Power Development and 2,000 m Rowing Performance. **Journal Of Human Kinetics**. [S.L.], p. 167-177. abr. 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5260651/>. Acesso em: 26 set. 2021.

GOLDFEDER, Ricardo T., “**Comportamento da Creatina Kinase em Participantes de Provas de Triatlo IronMan**”. 2010. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

GOMEZ-CABRERA, M.-C.; PALLARDO, F. V.; SASTRE, J.; VINA, J.; GARCIA-DEL-MORAL, L.. Allopurinol and Markers of Muscle Damage Among Participants in the Tour de France. **Jama: The Journal of the American Medical Association**, [S.L.], v. 289, n. 19, p. 2503-2504, 21 maio 2003. American Medical Association (AMA). <http://dx.doi.org/10.1001/jama.289.19.2503-b>. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/JAMA2003.pdf>. Acesso em: 27 jul. 2021.

GOSLING, Cameron McR.; GABBE, Belinda J.; FORBES, Andrew B.. Triathlon related musculoskeletal injuries: The status of injury prevention knowledge. **Journal Of Science And Medicine In Sport**. Austrália, p. 396-406. Jul. 2007. Disponível em: <http://www.preparazioneatletica.it/wp-content/uploads/2012/01/Triathlon-related-musculoskeletal-injuries-the-status-of-injury-prevention-knowledge.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2021.

GUGLIELMO, Luiz Guilherme Antonacci; BABEL JUNIOR, Rubens José; ARINS, Francimara Budal; DITTRICH, Naiandra. Índices fisiológicos associados com a performance aeróbia de corredores nas distâncias de 1,5 km, 3 km e 5 km. **Índices Fisiológicos e Performance Aeróbia**, Rio Claro, v. 18, n. 4, p. 690-698, Out/dez. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/motriz/a/jFFQvqycQgPFNCNHMQ3JXfm/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 jul. 2021.

KOO, Ga Hee; WOO, Jinhee; KANG, Sungwhun; SHIN, Ki Ok. Efeitos da suplementação com BCAA e L-glutamina sobre fatores de fadiga sanguínea e citocinas em atletas juvenis submetidos a desempenho no remo de intensidade máxima. **J Phys Ther Sei**. República da Coreia, p. 1241-1246. fev. 2014. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4155228/>. Acesso em: 12 out. 2021.

LACTATE.COM. **Análise de lactato - O básico**. 2020. Disponível em: <https://www.lactate.com/petesbas.html>. Acesso em: 21 jul. 2021.

LICHT, Henrique. **O Remo Através dos Tempos**, 2ª edição, Porto Alegre: [s.n.], 2008.

LISBÕA, Leon de Moraes. **MARCADORES BIOQUÍMICOS NA AVALIAÇÃO DE LESÃO MUSCULAR ASSOCIADA AO TREINAMENTO FÍSICO**. 2010. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/70068/000777811.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 03 out. 2021.

LOPES, Renata Fiedler. **Comportamento de Alguns Marcadores Fisiológicos e Bioquímicos de Uma Prova de Triathlon Olímpico**. 2006. Dissertação (Mestre em Educação Física, no Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

LOPES, Renata Fiedler; OSIECKI, Raul; RAMA, Luis Manuel Pinto Lopes. Resposta da FREQUÊNCIA CARDÍACA E da CONCENTRAÇÃO DE LACTATO após cada segmento do triathlon o. **Rev Bras Med Esporte**, Coimbra, Portugal, v. 18, n. 3, p. 158-160, Mai/jun. 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/Y6tMwmCXy6NZVRZQ4NBMBvN/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 jul. 2021.

MACHADO, Carolina Neis; GEVAERD, Monique da Silva; GOLDFEDER, Ricardo Teixeira; CARVALHO, Tales de. Efeito do Exercício nas Concentrações Séricas de Creatina Cinase em Triatletas de Ultradistância. **Rev Bras Med Esporte**, Florianópolis, v. 16, n. 5, p. 378-381, Set/Out. 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/SpQDY5X656yBchSggRFbxYL/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

MARTÍNEZ, Edelia González. *et al.* Protección antioxidante de zarzamora para disminuir daño muscular en atletas de elite. **Revista de Psicología Del Deporte**, Barcelona, v. 26, n. 2, p. 157-163. 2017.

MASTERSPORTS. **Conheça a História da Natação no Brasil**. [São Paulo]: [s. n.], 2020. Disponível em: <https://mastersportsacademia.com.br/dicas/conheca-a-historia-da-natacao-no-brasil/>. Acesso em: 18 out. 2020

MATOS, Cristiano C. de; CASTRO, Flávio Antônio de S.. Variabilidade do lactato sanguíneo em resposta a nados de aquecimento e de máxima intensidade. **R. Bras. Ci. e Mov**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 98-106, jan. 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Flavio-De-Souza-Castro/publication/236587327_Variabilidade_do_Lactato_Sanguineo_em_Resposta_a_Nados_de_Aquecimento_e_de_Maxima_Intensidade/links/5592898308aea989e8b6079f/Variabilidade-do-Lactato-Sanguineo-em-Resposta-a-Nados-de-Aquecimento-e-de-Maxima-Intensidade.pdf. Acesso em: 19 set. 2021.

MAZO, Janice Zarpellon. **A Emergência e a Expansão do Associativismo Desportivo em Porto Alegre – Brasil (1867-1945)**: Espaço de Representações da Identidade Cultural Teuto-Brasileira. 2003. Dissertação (Doutoramento no ramo de Ciência do Desporto) – Universidade do Porto, Porto, 2003.

MEDEIROS, N.G., *et al.* Comparação Entre Dois Métodos de Recuperação do Lactato Após Exercícios Intensos: Um Estudo Piloto. In: **ANAIS BRASILEIRO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA – CBEB 2014**, XXXIV., 2014, Rio de Janeiro: PEB/COPPE – UFRJ, 2014.p. 1773 – 1776. Disponível em: http://www.canal6.com.br/cbeb/2014/artigos/cbeb2014_submission_524.pdf. Acesso em: 20 jul. 2021.

MELO, Eliney Silva; SIMIM, Mário Antônio de Moura; COUTO, Bruno Pena; MELLO, Marco Túlio de. Métodos Utilizados como Recuperação para Manutenção da Saúde e Desempenho em Atletas Profissionais de Futebol. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, Belo Horizonte, v. 19, n. 2, p. 39-44, 2015. Disponível em:

file:///C:/Users/usuario/Downloads/2015_MtodosUtilizadoscomoRecuperaoParaManutenodaSadeeDesempenhoemAtletasProfissionaisdeFutebol.pdf. Acesso em: 15 out. 2021.

MELO, Victor Andrade de. Mulheres em Movimento: A Presença Feminina nos Primórdios do Esporte na Cidade do Rio de Janeiro (até 1910). **Revista Brasileira de História**, São Paulo, v.27, n.54, p.127-152, 2007.

MENDES, Renata Rebello; TIRAPÉGUI, Julio. **Creatina: o suplemento nutricional para a atividade física–Conceitos atuais**. 2002. 52 v. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Faculdade de Ciências Farmacêuticas - Universidade de São Paulo, Caracas, 2002. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222002000200001. Acesso em: 03 out. 2021.

MIGUEL, Willian Moreira; SABIA, Elisabeth Brossi. **AÇÃO DA CREATINA NO AUMENTO DE MASSA CORPORAL**. 2016. Disponível em: https://oswaldocruz.br/revista_academica/content/pdf/Edicao_07_Willian_miguel.pdf. Acesso em: 03 out. 2021.

MORAES, Rafael Carvalho de. **PROPOSTA E VERIFICAÇÃO DA VALIDADE DE TESTES DE LIMIAR ANAERÓBIO PARA NATAÇÃO NO NADO CRAWL**. 2008. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/275161/1/Moraes_RafaelCarvalhode_M.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

MOUGIOS, Vassilis. Intervalos de referências para creatina quinase sérica em atletas. **British Journal of Sports Medicine**, Grécia, ano 41, p. 674-678 Out. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17526622/>. Acesso em: 15 maio. 2021.

NOGUEIRA, Felipe Romano Damas; CHACON-MIKAHIL, Mara Patricia Traina; VECHIN, Felipe Cassaro; BERTON, Ricardo Paes de Barros; CAVAGLIERI, Claudia Regina; LIBARDI, Cleiton Augusto. DOR MUSCULAR E ATIVIDADE DE CREATINA QUINASE APÓS AÇÕES EXCÊNTRICAS: UMA ANÁLISE DE CLUSTER. **Rev Bras Med Esporte**, Campinas, v. 20, n. 4, p. 257-261, Jul/Ago. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/Mh3xC3Fk4qjHp5yNTc7V66z/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 jul. 2021.

NOLASCO, Veronica Perisse; MOURA, Ricardo; PÁVEL, Roberto. **Natação. Atlas do Esporte no Brasil**. Rio de Janeiro: Ana Miragaya, 2016.

OLÍMPICO, Dicionário. **Categorias**. Disponível em: <https://www.dicionarioolimpico.com.br/remo/cenario/categorias>. Acesso em: 05 set. 2021.

OLIVEIRA, Thiago A.C. de. *et al.* Análise sistêmica do nado crawl. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 15-21, Jan. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Marcos-Apolinario/publication/236974971_Systemic_analysis_of_front_Crawl_stroke/links/00b7

d51a9349da1a5f000000/Systemic-analysis-of-front-Crawl-stroke.pdf. Acesso em: 15 maio. 2021.

OSHIO, Raquel. **Fermentação: o que é, tipos e como ocorre nos organismos anaeróbicos.** 2019. Disponível em: <https://blog.estrategiavestibulares.com.br/biologia/fermentacao/>. Acesso em: 10 out. 2021.

O'TOOLE, Mary L.; DOUGLAS, Pamela S.; HILLER, W. Douglas B.. Applied Physiology of a Triathlon. **Sports Medicine**, Tennessee, v. 8, n. 4, p. 201-225, out. 1989. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.2165/00007256-198908040-00002>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2165%2F00007256-198908040-00002#citeas>. Acesso em: 03 abr. 2021.

PACHECO, Adriana Garcia; LEITE, Gerson dos Santos; LUCAS, Ricardo Dantas de; GUGLIELMO, Luis Guilherme Antonacci. A influência da natação no desempenho do triathlon: implicações para o treinamento e competição. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, [S.L.], v. 14, n. 2, p. 232-241, 1 mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n2p232>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcdh/a/BR9FTspcBD4FffnrSPg8CzH/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 22 ago. 2021.

PASTRE, Carlos Marcelo; BASTOS, Fábio do Nascimento; NETTO JÚNIOR, Jayme; VANDERLEI, Luiz Carlos Marques; HOSHI, Rosangela Akemi. Métodos de Recuperação Pós-exercício: uma Revisão Sistemática. **Rev Bras Med Esporte**, Presidente Prudente, v. 15, n. 2, p. 138-144, Mar/Abr. 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbme/a/6x4XMxsbm45fyqNPkZqbbYf/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 20 jul. 2021.

PYNE, David B.; LEE, Hamilton; SWANWICK, Kim M.. Monitoring the lactate threshold in worldranked swimmers. **Official Journal Of The American College Of Sports Medicine**. Canberra, p. 291-297. Mar. 2000. Disponível em: file:///C:/Users/usuario/Downloads/Monitoring_the_lactate_threshold_in_world_ranked.19.pdf. Acesso em: 18 set. 2021.

PUGGINA, Enrico Fuini; TOURINHO FILHO, Hugo; MACHADO, Dalmo Roberto Lopes; BARBANTI, Valdir José. Efeitos do treinamento e de uma prova de triathlon em indicadores de lesão muscular e inflamação. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, Ribeirão Preto, v. 38, n. 2, p. 115-123, abr. 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbce.2015.10.014>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbce/a/3grPVq3yG6k9P4sDTxG4kGF/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 27 jul. 2021.

QUEEN, Robin M. *et al.* Biomarkers in sports and exercise: tracking health, performance, and recovery in athletes. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, Connecticut, v. 31, n. 10, p. 2920-2937,

REIS, Eduardo Gomes dos. **A Perspectiva dos Atletas de Natação Sobre os Fatores Estressores e Motivadores na Prova de 1.500m Livre**. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Grau de Bacharel em Educação Física) - Centro Universitário Metodista - IPA, Porto Alegre, 2020.

SANTHIAGO, Vanessa. **INFLUÊNCIA DAS CONCENTRAÇÕES DE MARCADORES BIOQUÍMICOS DE SUPERTREINAMENTO SOBRE AS PERFORMANCES AERÓBIA E ANAERÓBIA DURANTE PERIODIZAÇÃO EM NATAÇÃO**. 2005. 182 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências da Motricidade, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2005. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/87391/santhiago_v_me_rcla.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 set. 2021.

SANTOS, Adalberto Fernandes Pereira dos. **Via glicolítica e sua importância na manutenção da vida**. 2018. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Biomédicas, Universidade da Beira Interior Ciências da Saúde, Covilhã, 2018. Disponível em: https://ubibiorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/10070/1/6273_13718.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

SANTOS, Ricardo dos; SILVA, Aurineider Marcelino da; MICHELS, Glaycon. CARACTERÍSTICAS DE TREINAMENTO EM INDIVÍDUOS ALTAMENTE TREINADOS: REDUÇÃO DE CARGA DE TREINAMENTO. **R. da Educação Física/Uem**, Maringá, v. 13, n. 1, p. 79-87, 2002. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/3726-Article%20Text-10498-1-10-20080604.pdf>. Acesso em: 05 set. 2021.

SCHEFFER, Débora da Luz; PINHO, Cleber Aurino; HOFF, Mariana Leivas Müller; SILVA, Luciano Acordi da; BENETTI, Magnus; MOREIRA, José Claudio Fonseca; PINHO, Ricardo Aurino. Impacto do triatlonironman sobre os parametros de estresse oxidative. DOI. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Criciúma, v. 14, n. 2, p. 174-182, 1 Mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.5007/1980-0037.2012v14n2p174>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcdh/a/FDNJRfkq5LHGJf3ZHtjCMCv/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 27 jul. 2021.

SILVA, Camila Vieira da. **AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CREATINA QUINASE EM ATLETAS DE ELITE DO FUTEBOL FEMININO**. 2016. 37 f. Monografia (Especialização) - Curso de Biomedicina, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – Unirio, Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <http://www.repositorio-bc.unirio.br:8080/xmlui/bitstream/handle/unirio/11296/2016-003-%20TCC-CAMILA%20VIEIRA%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1>. Acesso em: 06 out. 2021.

SILVA, Luciano Acordi da; ROCHA, Luis Gustavo Costa da; SCHEFFER, Débora; SOARES, Fernanda Schveizer; PINHO, Cleber Aurino; POLIZELLI, Adriano B.; SILVEIRA, Paulo Cesar Lock; PINHO, Ricardo Aurino. Resposta de duas sessões de natação sobre parâmetros de estresse oxidativo em nadadores. **RevBrasCineantropom Desempenho Humano**, Criciúma, v. 2, n. 11, p. 160-165, 2009. Disponível em: <file:///C:/Users/usuario/Downloads/4220->

Texto%20do%20Artigo%20_%20Article%20Text-55104-1-10-20110101.pdf. Acesso em: 27 jul. 2021.

SJODIN, B., JACOBS, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. *Int. J. Sports Med.* 2: 23-36, 1981.

SOUSA, R. A. L. de; SANTOS, J. L.; HUGO-MELO, V.; MACÊDO, R. F.; FERNANDES, M. O.; PARDONO, E..The changes in lactate levels and body weight during a regional and single Triathlon competition in Sergipe, Brazil. **Scientia Plena**, Sergipe, v. 10, n. 10, p. 1-5, 2014. Disponível em: file:///C:/Users/usuario/Downloads/1908-Texto%20do%20Artigo-8476-3-10-20141006.pdf. Acesso em: 01 ago. 2021.

SPORTBUZZ. **Esquenta Olimpíadas 2020**. [SãoPaulo]: [s.n.], 2020.Disponível em: <https://sportbuzz.uol.com.br/noticias/outros-esportes/esquenta-olimpiadas-2020-saiba-tudo-sobre-natacao.phtml>. Acesso em: 18/10/2020.

SWIM CHANNEL. **Quais são os tipos de aquathlon que existem?**. [São Paulo]: [s.n.], 2020. Disponível em: <https://swimchannel.net/quais-sao-os-tipos-de-aquathlon-que-existem/>. Acesso em: 15 maio. 2021.

TEBEXRENI, Antonio Sergio. **O papel do lactato no exercício**. 2004. Disponível em: https://www.corpore.org.br/cws_exibeconteudogeral_496.asp. Acesso em: 18 jul. 2021.

Triathlon Brasil. **Duathlon**. [Brasília]: [s.n.], 2018. Disponível em: <http://www.cbtri.org.br/duathlon/>. Acesso em 13 maio. 2021.

TRIDAY SERIES. **Os Estilos do Triathlon no Desenvolvimento do Triatleta**. [S.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <http://www.tridayseries.com.br/os-estilos-do-triathlon/#:~:text=Um%20triathlon%20O%C3%ADmpico%20tem%20,quem%20est%C3%A1%20come%C3%A7ando%20no%20esporte>. Acesso em: 14 maio. 2021.

VELHINHO, José Manuel de Carvalho. **Avaliação e Controlo de Treino no Remo**. Dissertação (Licenciatura em Educação Física) – Universidade de Coimbra, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física, Coimbra, 2009.

VESCOVI, Jason D.; FALENCHUK, Olesya; WELLS, Greg D.. Blood Lactate Concentration and Clearance in Elite Swimmers During Competition. **International Journal Of Sports Physiology And Performance**. Toronto, p. 106-117. Jun. 2011.