

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**Efeitos da suplementação de proteína do soro do leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo**

**MURILO BIANCHI MARTINS**

**Dourados - MS  
2020**

**MURILO BIANCHI MARTINS**

**Efeitos da suplementação de proteína do soro do leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo**

Área do CNPq: 4.00.00.00-1

Exame de Qualificação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), para obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde

Área de concentração: Doenças Crônicas e Infecto-Parasitárias ou Farmacologia

Orientador: Prof. Dr. Pablo Christiano Barboza Lollo

**Dourados - MS  
2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

M386e Martins, Murilo Bianchi

Efeitos da suplementação de proteína do soro do leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo [recurso eletrônico] / Murilo Bianchi Martins. -- 2020.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Pablo Christiano Barboza Lollo.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Proteína do Soro do Leite. 2. Massagem terapêutica. 3. Programas de condicionamento extremo. 4. Exercício Físico. 5. Recuperação muscular. I. Lollo, Pablo Christiano Barboza. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.



**UFGRD**

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO APRESENTADA POR **MURILO BIANCHI MARTINS**, ALUNO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM CIÊNCIAS DA SAÚDE, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO "FARMACOLOGIA".

Aos vinte e cinco dias do mês de agosto de dois mil e vinte, às 13 horas, em sessão pública, realizou-se por videoconferência a defesa de dissertação de Mestrado intitulada "**Efeitos da suplementação de proteína do soro do leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo**" apresentada pelo aluno **Murilo Bianchi Martins**, do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, à Banca Examinadora constituída pelos membros: Dr. Pablo Christiano Barboza Lollo/UFGRD (presidente), Dr. Luiz Rogério Romero/UNESP e Dr. Daniel Traina Gama/UFGRD. Iniciados os trabalhos, a presidência deu a conhecer ao candidato e aos integrantes da Banca as normas a serem observadas na apresentação da dissertação. Após o candidato ter apresentado a sua explanação, os componentes da Banca Examinadora fizeram suas arguições. Terminada a Defesa, a Banca Examinadora, em sessão secreta, passou aos trabalhos de julgamento, tendo sido o candidato considerado **APROVADO**, fazendo *jus* ao título de **MESTRE EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**. **O presidente da banca abaixo-assinado atesta que os doutores Luiz Rogério Romero e Daniel Traina Gama participaram de forma remota desta defesa de dissertação, conforme o § 3º do Art. 1º da Portaria RTR/UFGRD n. 200, de 16/03/2020 e a Instrução Normativa PROPP/UFGRD Nº 1, de 17/03/2020, considerando o candidato APROVADO, conforme declarações anexas**. Nada mais havendo a tratar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelo membro da Comissão Examinadora.

Dourados, 25 de agosto de 2020.

Dr. Pablo Christiano Barboza Lollo/UFGRD \_\_\_\_\_

Dr. Luiz Rogério Romero/UNESP (participação remota)

Dr. Daniel Traina Gama/ UFGRD (participação remota)

ATA HOMOLOGADA EM: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_, PELA PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA / UFGRD.

Pró-Reitoria de Ensino de Pós-Graduação e Pesquisa  
Assinatura e Carimbo

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais José Firmino Martins e Isabel Bianchi Martins, que em todo momento não mediram esforços para me ajudar, apoiar e motivar durante todo esse ciclo.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradeço à Deus pelo dom da vida e pela minha saúde.

Agradeço aos meus pais e meus avós pela criação e ensinamentos que me deram, por todo exemplo e valores que norteiam minha vida pessoal e profissional, bem como no meu processo acadêmico, sendo fundamental todo apoio.

Agradeço ao meu orientador, professor Pablo Christiano Barboza Lollo pelo suporte, ajuda e orientação desde a graduação, grupo de pesquisa, atividades extracurriculares e no mestrado, uma pessoa que admiro e expresso gratidão.

Agradeço aos meus amigos da graduação, que estiveram comigo na licenciatura, bacharel e posteriormente na pós-graduação. Amigos que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes na minha vida.

À UFGD, universidade que tenho orgulho de mencionar, onde pude dar grandes passos na minha vida profissional, realizando minha graduação e pós graduação. Em especial a faculdade de educação (FAED) e a faculdade de ciências da saúde (FCS).

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1.	Apresentação descritiva dos dados	24
Tabela 2.	Configuração dos <i>Workouts</i>	28
Tabela 3.	Comparação do CK nos diferentes momentos	29
Tabela 4.	Comparação do LDH nos diferentes momentos	31
Figura 1.	Desenho experimental	24
Figura 2.	Desenho experimental: momento 1; momento 2	25, 26
Gráfico 1.	Comparação do CK nos diferentes períodos de ambos momentos 1 e 2	30
Gráfico 2.	Comparação do LDH nos diferentes períodos de ambos momentos 1 e 2	31

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

CK	Creatina Kinase
LDH	Lactato Desidrogenase
AST	Aspartato Aminotransferase
MMT	Mix Modality Training
PCE	Programas de Condicionamento Extremo
WP	Whey Protein
mTtor	Mammalian Target of Rapamycin
CK-MM	Creatina Kinase músculo esquelético
CK-MB	Creatina Kinase músculo cardíaco
CK-BB	Creatina Kinase músculo liso

# **Efeitos da suplementação de proteína do soro do leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo**

## **RESUMO**

O dano muscular provocado pelo exercício físico depende de variáveis como tempo de exercício, carga utilizada, volume, intensidade, tempo de descanso, entre outras. Programas de condicionamento extremo induzem grandes danos ao músculo, desta forma, vários métodos fisioterapêuticos e nutricionais são utilizados para potencializar a recuperação do dano gerado ao músculo. A proteína do soro do leite por ter característica de alto valor biológico, aminoácidos essenciais e de cadeia ramificada, rápida digestibilidade e absorção, se apresenta como um excelente meio para estimular a síntese protéica muscular. Já a massagem é um tradicional método usado para a recuperação muscular por aumentar o fluxo sanguíneo local, eliminando os metabólitos, induzindo analgesia local, aumentando assim a cinética de recuperação muscular. O objetivo desta pesquisa foi analisar o efeito da suplementação de Proteína do Soro do Leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo. Praticantes de programas de condicionamento extremo (N = 10) foram selecionados e designados em dois momentos, sendo o momento 1, após uma competição e o momento 2, após outra competição. Após o momento 1 os atletas receberam somente intervenção nutricional, após o momento 2 os atletas receberam a intervenção nutricional mais a fisioterapêutica. Durante o período de recuperação, foram dosados marcadores de CK e LDH para acompanhar a recuperação dos mesmos, tendo acompanhamento em 4 momentos: basal, 24, 48, 72 horas pós competição. Ambos grupos apresentaram elevação dos níveis séricos de CK em relação ao momento basal. O grupo do momento 2 demonstrou uma melhor taxa de recuperação em 48h, confirmando que ao aliar ambas intervenções é possível potencializar a recuperação muscular.

**Palavras-chave:** Massagem terapêutica; proteína do Soro do Leite; programas de condicionamento extremo; exercício; recuperação muscular.

## **Effects of whey protein supplementation with massage therapy on muscle damage markers in subjects undergoing extreme conditioning programs**

### ***ABSTRACT***

The muscle damage caused by physical exercise depends on variables such as time of exercise, load used, volume, intensity, time of rest, among others. Extreme conditioning programs induce great damage to the muscle, thus, several physiotherapeutic and nutritional methods are used to enhance the recovery of the damage caused to the muscle. Whey protein has a characteristic of high biological value, essential and branched-chain amino acids, rapid digestibility and absorption, and is an excellent way to stimulate muscle protein synthesis. Massage, on the other hand, is a traditional method used for muscle recovery by increasing local blood flow, eliminating metabolites, inducing local analgesia, thus increasing muscle recovery kinetics. The aim of this research was to analyze the effect of whey protein supplementation combined with therapeutic massage on muscle damage markers in individuals submitted to extreme conditioning programs. Practitioners of extreme conditioning programs (N = 10) were selected and assigned in two moments, being moment 1, after a competition and moment 2, after another competition. After moment 1, athletes received only nutritional intervention, after moment 2, athletes received nutritional intervention plus physical therapy. During the recovery period, markers of CK and LDH were measured to monitor their recovery, being monitored in 4 moments: baseline, 24, 48, 72 hours after competition. Both groups showed an increase in serum CK levels in relation to baseline. The moment 2 group showed a better recovery rate in 48 hours, confirming that by combining both interventions it is possible to enhance muscle recovery.

**Keywords:** Therapeutic massage; whey protein; extreme conditioning programs; exercise; muscle recovery.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Proteína do Soro do Leite	9
2.2 Intervenções Fisioterapêuticas para Recuperação Muscular	10
2.3 Massagem Terapêutica	12
2.4 Marcadores de Danos Musculares	13
2.5 Programas de Condicionamento Extremo	14
3 OBJETIVOS	16
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16
5 APÊNDICES	21
5.1 Artigo 1: Efeitos da suplementação de proteína do soro do leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo	21
6 CONCLUSÃO	37

## 1 INTRODUÇÃO

Sobrecargas mecânicas, destacando ações excêntricas são as principais causadoras de danos musculares. (Foschini, 2007). Esses danos têm por características ruptura e alongamento da linha Z, desorganizando toda estrutura da fibra muscular, em outras palavras o sarcolema, túbulo transverso e as próprias miofibrilas são danificadas. (Clarkson e Newham, 1995). Por não terem a capacidade de atravessar a barreira da membrana sarcoplasmática, essas rupturas liberam moléculas citoplasmáticas em meio extracelular, conhecidas como marcadores de dano tecidual. (Foschini, 2007).

Os marcadores mais usados para averiguação de fadiga e danos musculares são obtidos por meio de análises da percepção subjetiva de esforço, concentrações de enzimas plasmáticas, proteínas musculares, mioglobina, caracterizando os indicadores de Creatina Quinase (CK), Aspartato-aminotransferase (AST) e Lactato Desidrogenase (LDH), entre outros. (Babtistella, 2009).

Exercícios de Condicionamento Extremo são programas de treinamento em circuito que variam a resistência e o intervalo de estímulo/descanso, sendo caracterizados pelo alto volume, pela alta intensidade por um curto período de descanso entre as séries. (Aune, 2017).

Nos esportes, equiparar a taxa de recuperação em relação ao dano gerado pelo exercício é de suma importância para a manutenção do organismo, bem estar físico e psicológico, evitando quadros de *overtraining* e lesões em praticantes, principalmente em atletas. (Bender, Luz *et al.*, 2019).

Várias intervenções de recuperação muscular após exercício são propostas na literatura científica, com destaque para suplementos nutricionais, proteínas derivadas do leite (*Whey Protein*, caseína), leucina, aminoácidos e métodos fisioterapêuticos, como crioterapia, roupas de compressão, eletroestimulação, terapia de contraste e massagem. (Torres, Ribeiro *et al.*, 2012; Poppendieck, Wegmann *et al.*, 2016; Guo, Li *et al.*, 2017; Davies, Carson *et al.*, 2018). A massagem terapêutica se apresenta como um meio efetivo para recuperação muscular e alívio da dor. (Dupuy, Douzi *et al.*, 2018). Estudos têm demonstrado que sessões de massagem de 6 a 30 minutos foram capazes de diminuir a dor muscular tardia e acelerar o processo de recuperação em corredores, *bodybuilders* e praticantes de atividades intensas. (Torres, Ribeiro *et al.*, 2012; Kargarfard, Lam *et al.*, 2016; Nunes, Bender *et al.*, 2016; Poppendieck, Wegmann *et al.*, 2016). Paralelo a isso, o consumo de proteínas e aminoácidos de cadeia ramificada, são apontados como alternativas para proteção e reparação de danos ao músculo estriado esquelético. (Cândido, 2014). Cooke *et al* (2010) observaram que os níveis

de LDH tenderam a ser mais baixos no grupo que suplementou com *Whey Protein* Isolado durante a recuperação. (Cooke, Rybalka *et al.*, 2010).

A relevância deste estudo consiste em apresentar dados para a comunidade, comprovando por meio de uma estratégia que visa potencializar a recuperação muscular de praticantes de exercícios, principalmente os de condicionamento extremo. Para o Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, a relevância consiste em apresentar análises sobre os dados colhidos, à luz de teorias científicas, de forma a contribuir para a área e outros conteúdos afins ao tema em estudo. Com isto, o presente estudo objetiva analisar o efeito da suplementação de proteína do soro do leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Proteína do Soro do Leite**

O leite bovino é conhecido por ter uma biodisponibilidade de nutrientes. (Sgarbieri, 2004). A extração protéica derivada do mesmo resulta em duas proteínas, a caseína que corresponde a 80% das proteínas do leite e a proteína do soro (*Whey Protein* – WP) que corresponde aos outros 20%. (Sgarbieri, 2004). O WP é um subproduto encontrado no soro líquido durante a produção de queijos, sendo o mais usado por praticantes de atividade física com intuito de aumentar a performance e hipertrofia. (Poppi, 2010; Zambão, 2015; Roberts, Zinchenko *et al.*, 2017).

O WP contém também uma enorme disponibilidade de componentes bioativos como as imunoglobulinas, lactoferrinas, lactalbumina, peptídeos bioativos, glutamina, apresentando benefícios fisiológicos adicionais. (Marshall, 2004; Sgarbieri, 2004; Morato, Lollo *et al.*, 2013).

O WP é uma fonte rica em aminoácidos essenciais e os de cadeia ramificada (Branch Chain Amino Acids - BCAA), composto por um baixo teor de gorduras e carboidratos, alto valor biológico, bem como uma rápida digestibilidade e absorção. (Pennings, Boirie *et al.*, 2011). Com notoriedade para a Leucina, que compõe o grupo BCAA, apresenta um estímulo maior da síntese protéica muscular, demonstrando efeito na ativação da cascata mTOR. (Anthony, Yoshizawa *et al.*, 2000). A mTOR é uma via anabólica que tem por característica elevar os níveis de síntese protéica pelo mecanismo alvo da rapamicina. (Goodman, 2014). Borack *et al* (2016) observaram que outras fontes protéicas como *blends* de caseína e proteína

isolada da soja foram capazes de aumentar as concentrações de aminoácidos e sinalização via mTOR em adultos, mas o WP apresentou taxas mais elevadas e duradouras devido a quantidade de Leucina.

A ativação da Síntese Protéica muscular via WP é dose dependente. Hamarsland *et al* (2017) apresentaram que o *Whey Protein* Nativo, que possui um alto teor de Leucina foi capaz de induzir uma taxa mais elevada de síntese protéica em relação ao leite e ao WP 80% pelo período de cinco horas após o exercício.

Desta forma, níveis elevados de síntese protéica seriam capazes de sobrepor o balanço nitrogenado positivo (relação a qual a síntese é superior a degradação protéica), resultando em uma reparação do dano causado no músculo. (Burd, Tang *et al.*, 2009; Brown, Stevenson *et al.*, 2018).

## **2.2 Intervenções Fisioterapêuticas para Recuperação Muscular**

As evidências científicas realizadas nos últimos anos têm se focado em estratégias para aprimoramento do desempenho físico de praticantes e atletas das mais variadas modalidades, no entanto, é sabido que este aprimoramento não depende apenas de estratégias de treinamento e técnicas esportivas, mas sim do equilíbrio entre o processo de treinamento e a recuperação, com objetivo de prevenir *overtraining*, lesões e gerar adaptações fisiológicas positivas aos praticantes e atletas. (Dupuy, Douzi *et al.*, 2018). A literatura científica apresenta diversas intervenções fisioterapêuticas que partem dos mesmos objetivos, alívio da dor muscular tardia, diminuição do processo inflamatório, recuperação muscular. (Dupuy, Douzi *et al.*, 2018).

A crioterapia é uma intervenção muito usada por atletas e praticantes de exercício físico para diminuir o processo inflamatório muscular. (Banfi, Lombardi *et al.*, 2010). Apesar dos diversos protocolos diferenciando temperaturas e tempo de aplicação, protocolos de imersão na água, com temperaturas de 10 a 15° por 15 minutos apresentam melhores resultados. (Abaidia, Lamblin *et al.*, 2017). Esse procedimento citado anteriormente, atua como um analgésico temporário, amenizando o processo inflamatório, desta forma ajudando no processo de recuperação muscular. (White e Wells, 2013). O processo de recuperação muscular via crioterapia atua por vários mecanismos, como vasoconstrição local, gerando analgesia transitória, reduzindo o inchaço, a sinalização inflamatória e o dano secundário a outras fibras musculares, bem como a redução da velocidade de condutibilidade neural,

limitando os espasmos e a sensação de dor. (Swenson, Sward *et al.*, 1996; Gregson, Black *et al.*, 2011; Herrera, Sandoval *et al.*, 2011; Ihsan, Watson *et al.*, 2013).

A eletroestimulação neuromuscular é uma intervenção a qual aplica contrações musculares involuntárias por meio de eletrodos alocados no músculo, com objetivo de reabilitação, eliminação de metabólitos, recrutamento de um maior número de fibras musculares. (Babault, Cometti *et al.*, 2011). Tal método interventivo apresenta também benefícios na atenuação da dor muscular tardia, espasmos e edema muscular consequentes do treinamento. (Ward e Shkuratova, 2002). O processo de recuperação muscular via eletroestimulação atua por vários mecanismos, como, aumento do fluxo sanguíneo local, eliminando os metabólitos, liberação de neuro-mediadores como endorfina, induzindo analgesia transitória, bem como a estimulação de novas fibras musculares, aumentando assim a cinética de recuperação muscular. (Babault, Cometti *et al.*, 2011; Bieuzen, Borne *et al.*, 2014).

Roupas de compressão apresentam efeito benéfico na diminuição da dor muscular tardia e na fadiga. Esse processo pode ser explicado pelo fato dessas roupas gerarem compressão no local, ocorrendo uma diminuição no espaço disponível para o inchaço e edema inflamatório, bem como alterando a pressão osmótica que pode diminuir a difusão de fluido no espaço intersticial e melhorar o retorno venoso. (Kraemer *et al.*, 2001). No entanto Dupuy, Douzi *et al.*, (2018) em sua meta-análise não encontraram melhora significativa do uso de vestimentas de compressão nos marcadores de dano muscular e inflamatórios (CK, IL-6, CRP) pós exercício físico.

A terapia de contraste de água, é um método que utiliza o banho em água com temperaturas diferentes, alternando em água fria e quente. Essa terapia induz vasoconstrição local (água fria) seguida de vasodilatação (água quente) conforme constatações de Bieuzen *et al.*, (2013), podendo diminuir o processo inflamatório após o exercício e amenizar a sensação de dor. (Higgins e Kaminski, 1998). Vaile *et al.* (2008) observaram que essa terapia foi capaz de diminuir a dor muscular em 24, 48 e 72 horas após exercícios resistidos. Corroborando com esses achados, Dupuy, Douzi *et al.*, (2018) observaram que essa terapia foi capaz de diminuir a sensação de dor tardia, mas não a fadiga muscular.

Recuperação ativa é uma estratégia usada há muitas décadas, na qual praticantes e atletas realizavam exercício aeróbio de baixa intensidade após uma sessão de alta intensidade. (Armstrong, 1984). O efeito dessa estratégia pode ser explicado pelo aumento do fluxo sanguíneo local estimulado pelo exercício de baixa intensidade, desta forma, a remoção de

metabólitos e resíduos ocorreriam, reduzindo a dor muscular tardia e possíveis lesões. (Cheung *et al.*, 2003).

A literatura apresenta diferentes técnicas que carecem de evidências como alternativa para recuperação muscular pós exercício físico. Diversos protocolos são encontrados diferindo tempo de aplicação, intensidade, temperatura, pressão, técnica. A padronização de protocolos em praticantes e atletas de variadas modalidades ajudariam a compreensão e uso dos mesmos.

### **2.3 Massagem Terapêutica**

A massagem terapêutica é uma intervenção fisioterapêutica muito tradicional, usada em diversos contextos. No que se diz ao exercício físico, a mesma é muito utilizada pós exercício para recuperação muscular, reabilitação, diminuição da dor muscular. (Dupuy, Douzi *et al.*, 2018). A dor muscular tardia é um processo inflamatório consequente de sobrecargas mecânicas, destacando ações excêntricas, as quais danificam as fibras musculares, ocorrendo nas primeiras 24 horas pós exercício e atingindo seu pico com até 72 horas. (Clarkson e Newham, 1995). Essas rupturas liberam moléculas citoplasmáticas em meio extracelular, conhecidas como marcadores de dano tecidual. (Foschini, 2007). Torres *et al* (2012) demonstraram que 30 minutos de massagem pós exercício reduziram a dor muscular tardia por 24 horas. Corroborando com esses resultados, duas meta-análises apresentaram resultados positivos do uso da massagem para redução da dor muscular tardia e recuperação muscular. (Torres, Ribeiro *et al.*, 2012; Guo, Li *et al.*, 2017; Dupuy, Douzi *et al.*, 2018).

O mecanismo pelo qual a massagem é eficaz ainda é incerto, entretanto estudos indicam que devido ao contato com a região muscular, a temperatura local se eleva, aumentando o fluxo sanguíneo e linfático, efluxo e depuração de marcadores inflamatórios como CK, IL-6 e há ainda, a hipótese que a massagem estimula a liberação de neutrófilos e beta-endorfinas, prevenindo necrose muscular e ajudando na recuperação. (Poppendieck, Wegmann *et al.*, 2016; Guo, Li *et al.*, 2017; Dupuy, Douzi *et al.*, 2018). A teoria do portão sugere justamente isso, na qual a massagem atua em 4 passos, sendo o primeiro o bloqueio de estímulos de dor, depois o aumento do fluxo sanguíneo local, seguido da aceleração do efluxo de marcadores inflamatórios, e por fim, liberando neutrófilos e beta-endorfinas que vão gerar sensação de recuperação e alívio de dor. (Bender, Luz *et al.*, 2019). Estudos clínicos

alegam que a massagem medeia a migração de leucócitos, diminuindo NF- $\kappa$ B, IL-6m IL-9, TNF- $\alpha$ . (Best e Crawford, 2017).

Nunes *et al* (2016) mostraram que a aplicação de massagem diminuiu a dor e a percepção de fadiga em atletas de elite de *roman*. Kargarfard, M *et al* (2016) apresentaram em seus resultados que com 30 minutos de massagem aplicada após exercício em períodos de 24, 48 e 72 horas foram capazes de melhorar a taxa de recuperação, a dor muscular e o desempenho físico com base nos testes de toque isométrico, salto vertical e agilidade em relação ao grupo controle que fez descanso passivo.

Com base em revisões anteriores, a massagem terapêutica se apresenta como a intervenção fisioterapêutica com melhores resultados no processo de recuperação muscular, alívio da dor e diminuição do edema local. (Torres, Ribeiro *et al.*, 2012; Guo, Li *et al.*, 2017; Dupuy, Douzi *et al.*, 2018). Embora as evidências sejam crescentes a respeito dos efeitos da massagem no músculo esquelético e nos marcadores clínicos, a sua relação com marcadores de desempenho ainda carece de estudos. Fatores como a quantidade de sessões, tipo de massagem, duração e frequência, bem como nível de treinamento do praticante e quantidade de massa muscular podem influenciar. Desta forma, aliar a massagem com outras medidas de recuperação são alternativas que devem ser analisadas em estudos futuros, para que atletas e praticantes de modalidades intensas potencializem a recuperação e aprimorem seus desempenhos. (Best e Crawford, 2017).

## **2.4 Marcadores de Danos Musculares**

Os marcadores de danos musculares são conhecidos como métodos de se quantificar o dano gerado ao tecido muscular após exercício intenso, prolongado, resistido, como consequência de fatores metabólicos ou mecânicos. (Brancaccio, Lippi *et al.*, 2010). De fato, esses mecanismos estressores podem vir de danos diretos ou indiretos, sendo que os danos diretos têm por característica golpes, lesões elétricas, esmagamentos, bem como induzidas pelo exercício. Já os danos indiretos são induzidos por drogas, toxinas, infecções, hipo/hipertermia, entre outros. (Brancaccio, Lippi *et al.*, 2010). Danos induzidos por exercício físico geram modificações nas estruturas das células do músculo (sarcômero), gerando um extravasamento de proteínas em meio extracelular, resultando no aumento desses marcadores. (Hornemann, Stolz *et al.*, 2000; Brancaccio, Lippi *et al.*, 2010).

A literatura apresenta diversos marcadores, evasivos e invasivos. Os mais conhecidos são Creatina Quinase (CK), Lactato Desidrogenase (LDH), Aspartato Aminotransferase (AST), Aldalose, Mioglobina, Troponina, entre outros. (Brancaccio, Lippi *et al.*, 2010). Marcadores indiretos e invasivos, como é o caso da urina, podem indicar caso de rabdomiólise, no entanto elevações de CK, AST, Mioglobina podem ocorrer sem comprometer a função renal em pessoas saudáveis. (Pm., Ak. *et al.*, 2006).

A Creatina Quinase é um dos marcadores mais conhecidos e utilizados na prática clínica e esportiva. (Sorichter, 1999; Brancaccio, Maffulli *et al.*, 2007; Brancaccio, Lippi *et al.*, 2010). CK é uma proteína globular, podendo ser classificada em CK-MM, expresso no músculo esquelético, CK-MB, expresso no músculo cardíaco e o CK-BB, expressado no músculo liso. (Brancaccio, Lippi *et al.*, 2010). Além dos fatores externos, a resposta e o tempo de elevação da CK em cada indivíduo dependem também de fatores internos como volume muscular, área transversal do músculo, nível de treinamento. (Bf., Ra. *et al.*, 1995; Brancaccio, Lippi *et al.*, 2010).

Estudos indicam que a diminuição da CK e recuperação do tecido podem atenuar com repouso, atividade física de baixa intensidade, massagem, bem como a suplementação de *Whey Protein* e aminoácidos de cadeia ramificada. (E., J. *et al.*, 1997; Js. e Lr, 2000; A., D. *et al.*, 2006).

Danos podem ser gerados por diversas condições fisiológicas e patológicas. Danos induzidos por exercícios resultam em perda de força muscular, amplitude de movimento aguda e prolongada e aumento da dor muscular tardia. (Sorichter, 1999). Análises sanguíneas e por urina fornecerão um quadro clínico completo do estado muscular estimando o tamanho do estresse gerado. Avaliações de marcadores de oxidação também podem ser usados para quantificar estresses musculares pós-exercício. (Brancaccio, Maffulli *et al.*, 2007; Brancaccio, Lippi *et al.*, 2010).

## **2.5 Programas de Condicionamento Extremo**

Os Programas de Condicionamento Extremo (PCE), nomenclatura definida pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte, têm origem desconhecida. Esses programas têm por característica treinos com alto volume, exercícios constantemente variados, aplicados em alta intensidade, com pouco ou nenhum tempo de recuperação entre as séries, executados sobre condições de fadiga e estresse físico exacerbado. (Bergeron, Nindl *et al.*, 2011).

Treinos com essas características têm sido aplicados há muitas décadas no treinamento de militares. Os PCE são compostos por exercícios de modalidades variadas (ginástica, levantamento de peso olímpico, *endurance*), exigindo uma demanda fisiológica e física elevada, sendo capazes de melhorar algumas valências físicas (força, potência, velocidade, resistência muscular, resistência cardiorrespiratória, agilidade, flexibilidade). (Bergeron, Nindl *et al.*, 2011). Meyer *et al* (2017) em revisão sistemática encontraram que os benefícios mais destacados dos PCE, além da melhora das capacidades físicas, apresentam melhoras fisiológicas, como, redução da gordura corporal, aumento da massa magra, melhora do volume máximo de oxigênio. Com a ascensão da *CrossFit*, metodologia criada por Greg Glassman, reproduzindo todas características dos PCE, aumentou-se o número de praticantes no mundo todo. (Glassman, April 2007). Com a popularidade e crescimento da metodologia, muito tem se falado de lesões e rabdomiólise. (Aune e Powers, 2016; Walker S.C. Poston, 2016).

Estudos recentes têm avaliado a taxa e o risco de lesões nesses programas, considerando que lesão é qualquer dano intencional ou não, gerado ao corpo, de forma aguda ou crônica. (Walker S.C. Poston, 2016). Aune *et al* (2016) determinaram a incidência e a prevalência de lesões, a região anatômica mais lesionada, os exercícios mais propensos à lesões e a causa da lesão. Desta forma os autores registraram uma incidência de 2.7 lesões por 1.000 horas de treino e uma prevalência de 34% nos participantes. As regiões mais lesionadas foram ombros e costas e os exercícios mais lesivos foram *Squats Clean, Rings Dips, Over Head Squat e Push Press*. Os principais motivos destas lesões foram caracterizados por esforço excessivo e fadiga, seguidos de técnica inapropriada. Corroborando com esses resultados, Weisenthal *et al* (2014) demonstraram uma prevalência de 19.4% lesões e as regiões mais lesionadas foram ombros, costas e joelhos. Segundo Moran *et al* (2017), em seu estudo, relataram uma incidência de 2.1 lesões por 1.000 horas, tendo costas, joelhos e ombros as regiões mais lesionadas. Já Montalvo *et al* (2017), ao examinarem atletas de PCE, encontraram uma incidência de 2.3 lesões por 1.000 horas e os membros mais lesionados foram ombros, joelhos e costas. Martins *et al* (2018) em revisão sistemática sobre riscos e taxas de lesões, concluíram que a incidência e a prevalência de lesões foram baixas comparadas com outros esportes que possuem as mesmas características de treinamento (intensidade, volume, duração).

Os programas de condicionamento extremo se apresentam como uma modalidade esportiva crescente. Tais programas demonstraram ser eficazes na melhora do condicionamento físico, dos aspectos fisiológicos e psicológicos. (Bergeron, Nindl *et al.*,

2011; Walker S.C. Poston, 2016; Meyer, Morrison *et al.*, 2017). Além disso, a taxa de lesões é baixa comparada com esportes com as mesmas características, levantando a atenção para a progressão em iniciantes, técnica e periodização dos praticantes. (Weisenthal, Beck *et al.*, 2014; Aune e Powers, 2016; Montalvo, Shaefer *et al.*, 2017; Moran, Booker *et al.*, 2017).

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 Geral

Analisar o efeito da suplementação de Proteína do Soro do Leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo.

#### 3.2 Específicos

Comparar o processo de recuperação dos marcadores de danos musculares nos seguintes parâmetros:

- Entre os Grupos no Momento 1 e Momento 2.
- Verificar qual intervenção foi capaz de potencializar a recuperação muscular.
- Avaliar a recuperação após 24, 48 e 72 horas.

### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A., S., K. D., *et al.* Effect of manual lymph drainage on the course of serum levels of muscle enzymes after treadmill exercise. Am J Phys Med Rehabil, v.85, p.516-20. 2006.

Abaidia, A. E., J. Lamblin, *et al.* Recovery From Exercise-Induced Muscle Damage: Cold-Water Immersion Versus Whole-Body Cryotherapy. Int J Sports Physiol Perform, v.12, n.3, Mar, p.402-409. 2017.

Anthony, J. C., F. Yoshizawa, *et al.* Leucine stimulates translation initiation in skeletal muscle of postabsorptive rats via a rapamycin-sensitive pathway. J Nutr, v.130, n.10, Oct, p.2413-9. 2000.

Aune, K. T. e J. M. Powers. Injuries in an Extreme Conditioning Program. Sports Health, Oct 19. 2016.

\_\_\_\_\_. Injuries in an Extreme Conditioning Program. Sports Health, v.9, n.1, Jan/Feb, p.52-58. 2017.

- Aune, K. T. P., Joseph M. Injuries in an extreme conditioning program. Sports health, v.9, n.1, p.52-58. 2017.
- Babault, N., C. Cometti, *et al.* Does electrical stimulation enhance post-exercise performance recovery? Eur J Appl Physiol, v.111, n.10, Oct, p.2501-7. 2011.
- Babstistella, M. F. Atividade sérica das enzimas aspartato aminotransferase, creatinofosforilase e lactato desidrogenase em equinos submetidos a diferentes intensidades de exercícios. Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente, v.12, n.13, p.33-42. 2009.
- Banfi, G., G. Lombardi, *et al.* Whole-body cryotherapy in athletes. Sports Med, v.40, n.6, Jun 1, p.509-17. 2010.
- Bender, P. U., C. M. D. Luz, *et al.* Massage therapy slightly decreased pain intensity after habitual running, but had no effect on fatigue, mood or physical performance: a randomised trial. J Physiother, v.65, n.2, Apr, p.75-80. 2019.
- Bergeron, M. F., B. C. Nindl, *et al.* Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. Curr Sports Med Rep, v.10, n.6, Nov-Dec, p.383-9. 2011.
- Best, T. M. e S. K. Crawford. Massage and postexercise recovery: the science is emerging. Br J Sports Med, v.51, n.19, Oct, p.1386-1387. 2017.
- Bf., H., R. Ra., *et al.* Effects of strength training on muscle hypertrophy and muscle cell disruption in older men. Int J Sports Med, v.16, p.378-84. 1995.
- Bieuzen, F., R. Borne, *et al.* Positive effect of specific low-frequency electrical stimulation during short-term recovery on subsequent high-intensity exercise. Appl Physiol Nutr Metab, v.39, n.2, Feb, p.202-10. 2014.
- Brancaccio, P., G. Lippi, *et al.* Biochemical markers of muscular damage. Clin Chem Lab Med, v.48, n.6, Jun, p.757-67. 2010.
- Brancaccio, P., N. Maffulli, *et al.* Creatine kinase monitoring in sport medicine. Br Med Bull, v.81-82, p.209-30. 2007.
- Brown, M. A., E. J. Stevenson, *et al.* Whey protein hydrolysate supplementation accelerates recovery from exercise-induced muscle damage in females. Appl Physiol Nutr Metab, v.43, n.4, Apr, p.324-330. 2018.
- Burd, N. A., J. E. Tang, *et al.* Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. J Appl Physiol (1985), v.106, n.5, May, p.1692-701. 2009.
- Cândido, R. F. Efeito de diferentes bebidas esportivas sobre marcadores de dano muscular após treino controlado de rúgbi. 2014.
- Clarkson, P. M. e D. J. Newham. Associations between muscle soreness, damage, and fatigue. Adv Exp Med Biol, v.384, p.457-69. 1995.

Davies, R. W., B. P. Carson, *et al.* The Effect of Whey Protein Supplementation on the Temporal Recovery of Muscle Function Following Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients, v.10, n.2, Feb 16. 2018.

Dupuy, O., W. Douzi, *et al.* An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. Front Physiol, v.9, p.403. 2018.

E., H., K. J., *et al.* Exercise-induced increase in serum creatine kinase is modified by subsequent bed rest. Int J Sports Med, v.18, p.578-82. 1997.

Fabre, M., C. Hausswirth, *et al.* Effects of Postexercise Protein Intake on Muscle Mass and Strength During Resistance Training: Is There an Optimal Ratio Between Fast and Slow Proteins? Int J Sport Nutr Exerc Metab, v.27, n.5, Oct, p.448-457. 2017.

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

Glassman, G. Understanding CrossFit. . CrossFit Journal Article Reprint. First Published in CrossFit Journal Issue, v.56. April 2007.

Goodman, C. A. The role of mTORC1 in regulating protein synthesis and skeletal muscle mass in response to various mechanical stimuli. Rev Physiol Biochem Pharmacol, v.166, p.43-95. 2014.

Gregson, W., M. A. Black, *et al.* Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. Am J Sports Med, v.39, n.6, Jun, p.1316-23. 2011.

Guo, J., L. Li, *et al.* Massage Alleviates Delayed Onset Muscle Soreness after Strenuous Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. Front Physiol, v.8, p.747. 2017.

Hamarsland, H., A. L. Nordengen, *et al.* Native whey protein with high levels of leucine results in similar post-exercise muscular anabolic responses as regular whey protein: a randomized controlled trial. J Int Soc Sports Nutr, v.14, p.43. 2017.

Herrera, E., M. C. Sandoval, *et al.* Effect of walking and resting after three cryotherapy modalities on the recovery of sensory and motor nerve conduction velocity in healthy subjects. Rev Bras Fisioter, v.15, n.3, May-Jun, p.233-40. 2011.

Hornemann, T., M. Stolz, *et al.* Isoenzyme-specific interaction of muscle-type creatine kinase with the sarcomeric M-line is mediated by NH(2)-terminal lysine charge-clamps. J Cell Biol, v.149, n.6, Jun 12, p.1225-34. 2000.

Ihsan, M., G. Watson, *et al.* Influence of postexercise cooling on muscle oxygenation and blood volume changes. Med Sci Sports Exerc, v.45, n.5, May, p.876-82. 2013.

- Js., C. e M. Lr. Effects of branched-chain amino acid supplementation on serum creatine kinase and lactate dehydrogenase after prolonged exercise. Sports Med Phys Fitness, v.40, p.240-6. 2000.
- Kargarfard, M., E. T. Lam, *et al.* Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. J Sports Sci, v.34, n.10, p.959-65. 2016.
- Marshall, K. Therapeutic applications of whey protein. Altern Med Rev, v.9, n.2, Jun, p.136-56. 2004.
- Meyer, J., J. Morrison, *et al.* The Benefits and Risks of CrossFit: A Systematic Review. Workplace Health Saf, v.65, n.12, Dec, p.612-618. 2017.
- Minghelli, B. e P. Vicente. Musculoskeletal injuries in Portuguese CrossFit practitioners. J Sports Med Phys Fitness, Feb 5. 2019.
- Montalvo, A. M., H. Shaefer, *et al.* Retrospective Injury Epidemiology and Risk Factors for Injury in CrossFit. J Sports Sci Med, v.16, n.1, Mar, p.53-59. 2017.
- Moran, S., H. Booker, *et al.* Rates and risk factors of injury in CrossFit™: a prospective cohort study. J Sports Med Phys Fitness, v.57, n.9, Sep, p.1147-1153. 2017.
- Morato, P. N., P. C. Lollo, *et al.* A dipeptide and an amino acid present in whey protein hydrolysate increase translocation of GLUT-4 to the plasma membrane in Wistar rats. Food Chem, v.139, n.1-4, Aug 15, p.853-9. 2013.
- Nunes, G. S., P. U. Bender, *et al.* Massage therapy decreases pain and perceived fatigue after long-distance Ironman triathlon: a randomised trial. J Physiother, v.62, n.2, Apr, p.83-7. 2016.
- Pennings, B., Y. Boirie, *et al.* Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. Am J Clin Nutr, v.93, n.5, May, p.997-1005. 2011.
- Pm., C., K. Ak., *et al.* Serum creatine kinase levels and renal function measures in exertional muscle damage. Med Sci Sport Exer, v.38, p.623-7. 2006.
- Poppendieck, W., M. Wegmann, *et al.* Massage and Performance Recovery: A Meta-Analytical Review. Sports Med, v.46, n.2, Feb, p.183-204. 2016.
- Poppi, F. a. C., M. R; De Rensis, C. M. V. B; Sivieri, K. Whey and its Proteins: Composition and Functional Activity. UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde, v.12. 2010.
- Roberts, J., A. Zinchenko, *et al.* The short-term effect of high versus moderate protein intake on recovery after strength training in resistance-trained individuals. J Int Soc Sports Nutr, v.14, p.44. 2017.
- Sgarbieri, V. C. Propriedades fisiológicas-funcionais das proteínas do soro de leite. Revista de Nutrição, v.17, n.4, p.397-409. 2004.

- Sorichter, S., Puschendorf, B., & Mair, J. Skeletal muscle injury induced by eccentric muscle action: muscle proteins as markers of muscle fiber injury. Exercise immunology review, v.5, p.5-21. 1999.
- Swenson, C., L. Sward, *et al.* Cryotherapy in sports medicine. Scand J Med Sci Sports, v.6, n.4, Aug, p.193-200. 1996.
- Tibana, R. A., L. M. De Almeida, *et al.* Corrigendum: Two Consecutive Days of Extreme Conditioning Program Training Affects Pro and Anti-inflammatory Cytokines and Osteoprotegerin without Impairments in Muscle Power. Front Physiol, v.9, p.771. 2018.
- Tibana, R. A., N. M. F. De Sousa, *et al.* Validity of Session Rating Perceived Exertion Method for Quantifying Internal Training Load during High-Intensity Functional Training. Sports (Basel), v.6, n.3, Jul 23. 2018.
- Tibana, R. A., J. Prestes, *et al.* Time-Course of Changes in Physiological, Psychological, and Performance Markers following a Functional-Fitness Competition. Int J Exerc Sci, v.12, n.3, p.904-918. 2019.
- Tibana, R. A., N. M. F. Sousa, *et al.* Exertional Rhabdomyolysis after an Extreme Conditioning Competition: A Case Report. Sports (Basel), v.6, n.2, Apr 26. 2018.
- Torres, R., F. Ribeiro, *et al.* Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. Phys Ther Sport, v.13, n.2, May, p.101-14. 2012.
- Walker S.C. Poston, C. K. H., Katie M. Heinrich, Nattinee Jitnarin, and David B. Batchelor. Is High Intensity Functional Training (HIFT)/CrossFit® Safe for Military Fitness Training? Mil Med, v.181 (7), p.627–637. 2016.
- Ward, A. R. e N. Shkuratova. Russian electrical stimulation: the early experiments. Phys Ther, v.82, n.10, Oct, p.1019-30. 2002.
- Weisenthal, B. M., C. A. Beck, *et al.* Injury Rate and Patterns Among CrossFit Athletes. Orthop J Sports Med, v.2, n.4, Apr, p.2325967114531177. 2014.
- White, G. E. e G. D. Wells. Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. Extrem Physiol Med, v.2, n.1, Sep 1, p.26. 2013.
- Zambão, J. E. R., C. S; Von Der Heyde, M. E. . Relação entre a suplementação de proteína do soro do leite e hipertrofia muscular: uma revisão. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v.9, n.50, p.179-192. 2015.

## 5 APÊNDICES

### **Effects of whey protein supplementation with massage therapy on muscle damage markers in subjects undergoing extreme conditioning programs**

Murilo Bianchi Martins<sup>1</sup>, Pablo Christiano Barboza Lollo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mestrando em Ciências da Saúde, Universidade Federal da Grande Dourados

<sup>2</sup> Professor Doutor, Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Federal da Grande Dourados

**Email address:**

murilobianchimartins@hotmail.com<sup>1</sup>

**Abstract:**

The muscle damage caused by physical exercise depends on variables such as time of exercise, load used, volume, intensity, time of rest, among others. Extreme conditioning programs induce great damage to the muscle, thus, several physiotherapeutic and nutritional methods are used to enhance the recovery of the damage caused to the muscle. Whey protein has a characteristic of high biological value, essential and branched-chain amino acids, rapid digestibility and absorption, and is an excellent way to stimulate muscle protein synthesis. Massage, on the other hand, is a traditional method used for muscle recovery by increasing local blood flow, eliminating metabolites, inducing local analgesia, thus increasing muscle recovery kinetics. The aim of this research was to analyze the effect of whey protein supplementation combined with therapeutic massage on muscle damage markers in individuals submitted to extreme conditioning programs. Practitioners of extreme conditioning programs (N = 10) were selected and assigned in two moments, being moment 1, after a competition and moment 2, after another competition. After moment 1, athletes received only nutritional intervention, after moment 2, athletes received nutritional intervention plus physical therapy. During the recovery period, markers of CK and LDH were measured to monitor their recovery, being monitored in 4 moments: baseline, 24, 48, 72 hours after competition. Both groups showed an increase in serum CK levels in relation to baseline. The moment 2 group showed a better recovery rate in 48 hours, confirming that by combining both interventions it is possible to enhance muscle recovery.

**Keywords:** Therapeutic massage; whey protein; extreme conditioning programs; exercise; muscle recovery.

## INTRODUÇÃO

O crescente número de estudos e pesquisas possibilita identificar pontos primordiais na preparação física de praticantes e atletas. A performance depende de variáveis e estratégias aliadas que em constante equilíbrio vão gerar adaptações positivas ao praticante, variáveis essas como, nutrição, treinamento, descanso, recuperação, estresse, psicológico, entre outras. (Burd, Tang *et al.*, 2009; Brown, Stevenson *et al.*, 2018; Dupuy, Douzi *et al.*, 2018).

De fato, programas de condicionamento extremo têm por características, sobrecargas externas, as quais geram dano ao tecido muscular esquelético, causando inflamação, dor muscular tardia, limitação na amplitude articular de movimento e fadiga. (Tibana, Sousa *et al.*, 2018; Minghelli e Vicente, 2019). Esses programas normalmente são executados em condições extremas como fadiga, cansaço, temperaturas elevadas, altos níveis de estresse, fatores que corroboram para aumento de dano tecidual e ao organismo em si. (Bergeron, Nindl *et al.*, 2011; Aune e Powers, 2017).

Por meio de análises clínicas é possível averiguar o aumento de marcadores de dano muscular (CK, LDH, AST, Mioglobina) e de inflamação (IL-6, IL-9, TNF- $\alpha$ ), que estão ligados ao processo de dor e fadiga. (Babtistella, 2009). Esse processo induzido pelo exercício físico gera queda de força e diminuição do desempenho físico, visto em testes como saltos, torque isométrico e aumentam o risco a lesões. (Aune e Powers, 2017; Dupuy, Douzi *et al.*, 2018; Minghelli e Vicente, 2019).

Diversas intervenções de recuperação são utilizadas após exercícios, sendo as mais comuns a eletroestimulação, a crioterapia, a massagem, as roupas de compressão, os suplementos a base de proteína e aminoácidos, os medicamentos anti-inflamatórios. (Davies, Carson *et al.*, 2018; Dupuy, Douzi *et al.*, 2018). Apesar de serem diferentes, ambas intervenções partem do mesmo pressuposto de potencializar a recuperação e/ou diminuir o processo inflamatório.

A massagem terapêutica se apresenta como um dos meios mais efetivos para recuperação muscular e alívio da dor. (Dupuy, Douzi *et al.*, 2018). Estudos têm demonstrado que sessões de massagem de 6 a 30 minutos foram capazes de diminuir a dor muscular tardia e aumentar o processo de recuperação em corredores, *bodybuilders* e praticantes de atividades intensas. (Torres, Ribeiro *et al.*, 2012; Kargarfard, Lam *et al.*, 2016; Nunes, Bender *et al.*, 2016; Poppendieck, Wegmann *et al.*, 2016). Paralelo a isso, o consumo de proteínas e aminoácidos de cadeia ramificada, são apontados como alternativas para proteção e reparação de danos ao músculo estriado esquelético. (Cândido, 2014). Cooke *et al* (2010) observaram

que os níveis de LDH tenderam a ser mais baixos no grupo que suplementou com um isolado protéico durante a recuperação. A literatura científica carece de estudos utilizando a combinação de estratégias de recuperação que visam a recuperação de praticantes e atletas após programas de condicionamento extremo. Desta forma, o objetivo deste estudo é analisar o efeito da suplementação de Proteína do Soro do Leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo.

## **MÉTODOS**

### **Participantes**

Dez praticantes de programas de condicionamento extremo, sendo homens (N = 6) e mulheres (N = 4), com média de idade  $26,8 \pm 3,8$  anos, foram selecionados para participar deste estudo. Todos os participantes eram integrantes de um Centro de Treinamento específico da modalidade em Nova Andradina/MS. As estatísticas descritivas dos participantes estão listadas na tabela 1. Os participantes foram informados sobre os procedimentos, benefícios e riscos da pesquisa antes de assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido. Os critérios de inclusão de voluntários no estudo eram serem saudáveis, sem uso de esteroides e de suplementação de proteína do soro do leite e ainda massagem terapêutica nos últimos 2 meses, com pelo menos 6 meses de participação ininterrupta nesses programas de treinamento e que iriam participar de pelo menos 1 competição posterior ao contato. Pela disponibilidade dos mesmos, 2 praticantes não puderam participar das duas competições.

Adotou-se como critérios de exclusão de participação deste estudo os mesmos itens elencados no patamar de inclusão. Sendo assim, se algum participante não seguisse os protocolos das orientações pautadas, o mesmo seria retirado como fonte de dados para a pesquisa. Ainda como critérios exclusivos, incluiu-se a ocorrência de lesões durante o período de testes e desistência do participante.

Tabela 1. Apresentação descritiva dos participantes

	<b>Momento 1</b>		<b>Momento 2</b>		<b>P</b>
	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	
<b>Idade</b>	26,5	3,7	26,8	3,8	0,09
<b>Peso</b>	74,8	19,9	78,9	16,5	0,01*
<b>Estatura</b>	171,6	10,9	174,1	9,2	0,01*
<b>%G</b>	19,0	6,3	17,4	9,2	0,83
<b>Massa livre de gordura</b>	60,4	16,0	65,3	13,7	0,01*
<b>Massa gorda</b>	14,1	7,1	13,6	7,3	0,01*

%G: percentual de gordura; DP: desvio padrão; p < 0,05

## Desenho Experimental

O experimento foi aplicado em dois momentos. Esses momentos foram designados a duas competições que os praticantes participaram após o contato, sendo, momento 1 aplicado posterior a uma competição e o momento 2, posterior a outra competição. No momento 1, os participantes (N = 8) utilizaram apenas da intervenção nutricional e no momento 2 (N = 8) os participantes utilizaram da intervenção nutricional, mais a fisioterapêutica, tendo um intervalo de 6 semanas do momento 1 para o 2, como mostra a figura 1.

Figura 1. Desenho experimental



Figura 1. Desenho experimental: Momento 1 – intervenção nutricional; Momento 2 – intervenção nutricional e fisioterapêutica.

Uma semana antecedendo ambos momentos, foi feito um *briefing* com os participantes, em que se explicou como se daria as condições de realização da pesquisa e foi pedido que não realizassem nenhum exercício físico, nem consumo de álcool por 72 horas antecedendo os testes, juntamente com o controle da dieta para equiparar o estoque

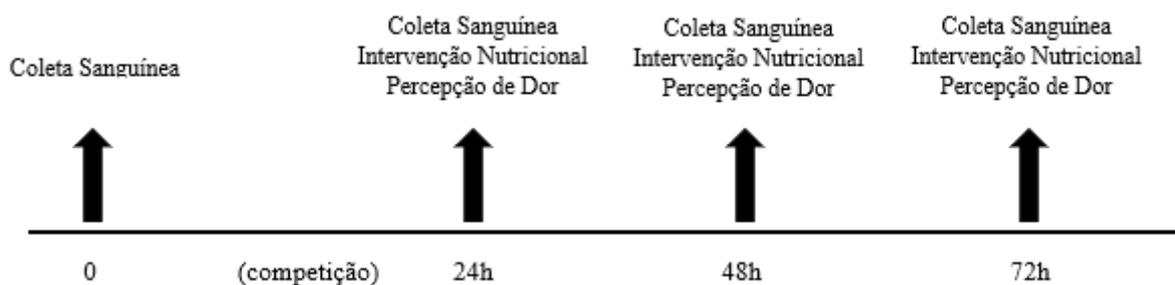
energético. No período de 48 horas antecedendo os momentos 1 e 2, foi feita a avaliação antropométrica dos participantes e 24 horas antes dos momentos, equivalente ao momento basal, foi feita a primeira coleta sanguínea.

Então, os voluntários integrantes da pesquisa participaram por quatro dias de competição de programas de condicionamento extremo, sendo que houve um intervalo de seis semanas entre a primeira (duração de 2 dias) e a segunda competição (outros 2 dias de duração). Após cada *workout* realizado durante os momentos de competição, os participantes indicaram a percepção subjetiva de esforço aplicada.

No período de recuperação pós competição os participantes foram orientados para fazerem descanso total, sem qualquer atividade que gerasse esforço ou gasto energético. Após 24, 48 e 72 horas do término de cada competição, foi coletado amostra sanguínea de cada competidor da pesquisa, respondido a percepção de dor muscular tardia, em seguida usada a intervenção designada. No momento 1, a intervenção nutricional foi orientada para ser tomada imediatamente após a coleta sanguínea e uma segunda dose 10 horas após a primeira dose. No momento 2, foi seguido o mesmo protocolo para a coleta sanguínea e intervenção nutricional, porém foi adicionado uma sessão de massagem terapêutica nos momentos 24, 48 e 72 horas após o término da competição, sendo realizada após coleta sanguínea, como mostra a figura 2.

Figura 2. Desenho experimental: momento 1; momento 2.

Momento 1



Momento 2

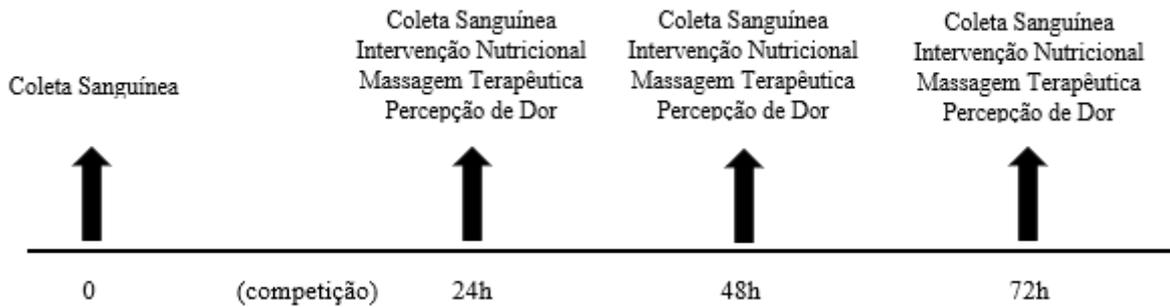


Figura 2. Desenho do experimento

### Medidas Antropométricas

A massa corporal foi determinada por uma balança digital W920 da linha Wiso (200 kg, precisão 0.1 kg), em que os participantes ficaram com roupas leves e descalços para a coleta, se posicionaram em pé na balança, olhando para o horizonte, com o peso distribuído entre ambas as pernas. Para avaliação da estatura, foi usado um estadiômetro portátil da Cescorf (precisão de 0.1 cm) para coleta. Os participantes se posicionaram com os pés juntos, olhando para o horizonte, cabeça, escápulas, glúteos e calcanhares tocando o estadiômetro, seguindo o plano de Frankfurt. Para mensuração dos perímetros corporais (ombro, tórax, cintura, abdômen, quadril, coxas, panturrilhas, braços e antebraços) foi usada uma fita métrica da Cescorf (precisão de 0.1 cm). Já para as dobras cutâneas (peitoral, tricipital, subescapular, axilar média, supra-iliaca, abdômen, coxa medial, panturrilha) foram mensuradas usando um adipômetro (Cescorf, clínico Innovare, precisão de 0.1 mm). Foi utilizado o protocolo de Pollock para a mensuração de perímetros e dobras cutâneas. Após coleta foi usado o software *BodyMove*, (Body Move Sistemas, 2008) para classificação da composição corporal (Massa gorda, massa livre de gordura e percentual de gordura) dos participantes.

### Medidas séricas de creatina quinase (CK) e lactato desidrogenase (LDH)

Creatina Kinase e Lactato Desidrogenase foram usados como marcadores de dano muscular após as competições. Amostras de sangue (5 ml) foram coletadas de uma veia

antecubital. O procedimento de coleta de material sanguíneo foi realizado por profissional capacitado. Foram utilizados materiais descartáveis de forma a minimizar possibilidade de contaminação do material. Os marcadores de lesão muscular CK, LDH foram analisados no soro, para CK, método Cinético-Autoanalisador, valor de referência 25 a 155/190 U/L; e para LDH método Cinético UV-Autoanalisador, valor de referência 200 a 480 U/L; analisador automatizado bs230 – mindray; laboratório particular LACA).

### **Percepção Subjetiva de Esforço e Classificação de dor muscular tardia**

Uma escala visual de percepção subjetiva de esforço/dor muscular tardia foi usada para mensurar o esforço após cada *workout* e determinar a dor muscular tardia dos participantes. (Tibana, De Sousa *et al.*, 2018). Essa escala consiste em uma tabela linear de 0 a 10, na qual os números exibem desde “repouso”/“sem dor” em uma extremidade e “Exaustão”/“Extremamente dolorido” na outra extremidade. Passados 15 minutos do término de cada *workout*, os participantes foram solicitados a responder a percepção de esforço realizada no *workout*. Ademais, durante o período de recuperação, equivalente aos momentos de 24, 48 e 72 horas pós competição, os participantes foram solicitados a responder sobre suas percepções de dor muscular tardia após a coleta sanguínea.

### **Orientações Nutricionais e Protocolo do Suplemento**

Os participantes foram orientados por uma nutricionista com base na rotina alimentar individual para o consumo de 60 a 70% de carboidratos (dos quais  $\geq 75\%$  complexos), 15 a 20% de lipídios (dos quais  $\leq 10\%$  de saturados) e 10 a 20% de proteínas. Para a suplementação, foi utilizado um composto proteico isolado do soro do leite, o qual 30 gramas do suplemento eram equivalentes a 24 gramas de proteína (THN Nutrição e saúde LTDA, SP).

### **Protocolo Da Massagem**

A massagem foi realizada por terapeutas especializadas, consistindo em sessões de 30 minutos por participante nos momentos de 24, 48 e 72 horas após o término da competição, durante o período de recuperação dos mesmos, em um total de 3 sessões de massagem por

participante. O procedimento foi realizado após a coleta sanguínea, sendo aplicada nos principais grupamentos musculares e aqueles que apresentavam maior dor tardia (quadríceps, isquiotibiais, abdômen, trapézio, latíssimo do dorso, peitoral, bíceps, tríceps, panturrilhas). As técnicas de massagem utilizadas foram uma mistura de *effleurage* e *petrissage*.

### Protocolo Dos *Workouts*

Os voluntários da pesquisa participaram de duas competições de dois dias de programas de condicionamento extremo que consistiam em 3 a 4 *workouts* por dia, com um intervalo de 3 a 4 horas entre eles. Os *workouts* envolviam provas de força, resistência muscular, resistência cardiorrespiratório, potência, velocidade, agilidade, flexibilidade, precisão, bem como envolviam uma combinação dessas valências físicas, como mostra a tabela 2.

Tabela 2. Configuração dos *Workouts*.

Momento 1	Momento 2	
<p><b>Workout 1 e 2</b> EMOM 9' – Máximo de Thruster Em seguida For Time 6' 3 Repetições Máximas de Overhead Squat</p> <p><b>Workout 3</b> For Time – 12' 50 Step Box Over One Kettlebell (Deadlift Hold) 30 Burpees Over Bar Synchro 50 Hanging Leg Raises</p> <p><b>Workout 4</b> Amrap 10' 15 Pull Up (um fica suspenso na barra durante a execução) 20 Power Clean 30 Push Ups</p> <p><b>Workout 5</b> For Time – 11' Atleta 1 – 4 Rope Climb/40 Kettlebell Swing + 15 Power Snatch Atleta 2 – 3 Rope Climb/30 Kettlebell Swing + 20 Power Snatch Atleta 3 – 2 Rope Climb/20 Kettlebell Swing + 25 Power Snatch</p>	<p><b>Workout 1</b> For Time – 10' 9-8-7-6-5-4 Deadlift Burpees facing bar Rope Climb</p> <p><b>Workout 2</b> For Time – 14' 1000m Run com mochila de 10kg 60 Step Up Over com Dumbell 50 Shoulder to Overhead 40 Step Up Over com Dumbell Sprint Final</p> <p><b>Workout 3</b> For Time – 3' Repetições máxima de 2 Deadlift 1 Clean</p> <p><b>Workout 4</b> For Time – 15' 3 Rounds 10 Pull Up 40 Kettlebell Swing IMEDIATAMENTE 80 Air Squats com Kettlebell Synchro</p>	<p><b>Workout 5</b> Amrap 12' 20 Knees to Elbows from Rings 10 Thrusters 10 Hang Clean</p> <p><b>Workout 6 e 7</b> 30 Box Jump Over Máximo de Push Ups Rest 1' 42/30/18 Box Jump Over Snatch Push Ups</p>

Tabela 2. Configuração dos *Workouts* nos dois campeonatos.

## Estatística

Primeiramente, a normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro-Wilk. Idade, peso, altura, porcentagem de gordura, massa livre de gordura e massa gorda foram apresentadas como média e desvio padrão e comparadas na primeira e na segunda avaliação pelo teste t dependente. Para comparar os marcadores bioquímicos, foi utilizado o teste ANOVA de medidas repetidas com o post hoc de Bonferroni. As relações entre variáveis foram verificadas pela correlação de Pearson. Todas as análises foram realizadas no software SPSS versão 24.0, com nível de significância de 95%.

## RESULTADOS

A comparação feita pelo *teste t* dependente (uma medida repetida, com duas médias), apresentou um resultado interessante: o aumento da massa livre de gordura e a diminuição da massa gorda (tabela 1).

Embora as médias de repouso e 24 horas depois foram bastante diferentes, a ANOVA não indicou diferenças estatísticas principalmente para CK para os dois momentos (M.1. basal = 161,60 U/L; DP 70,80 ± 24h = 1066,70 U/L; DP 1236,35 / M.2. basal = 269,48 U/L; DP 219,10 ± 24h = 1522,59 U/L; DP 1272,66) como mostra na tabela 3. Isto pode ser devido ao número de participantes, em que o cálculo amostral indicou que na melhor hipótese seriam necessários 11 sujeitos para esta análise. Sendo que o número de 8 participantes permite um poder de rejeição de hipótese nula de 60%, a literatura pede pelo menos 80%.

Tabela 3. Comparação do CK nos diferentes momentos

<b>Marcadores</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>
<b>CK Baseline "M.1"</b>	161.60	70.80
<b>CK Baseline "M.2"</b>	269.48	219.10
<b>CK 24h "M.1"</b>	1066.70	1236.25
<b>CK 24h "M.2"</b>	1522.59	1272.66
<b>CK 48h "M.1"</b>	1110.16	1361.68
<b>CK 48h "M.2"</b>	745.38	590.37
<b>CK 72h "M.1"</b>	1109.26	1313.24
<b>CK 72h "M.2"</b>	447.16	288.28

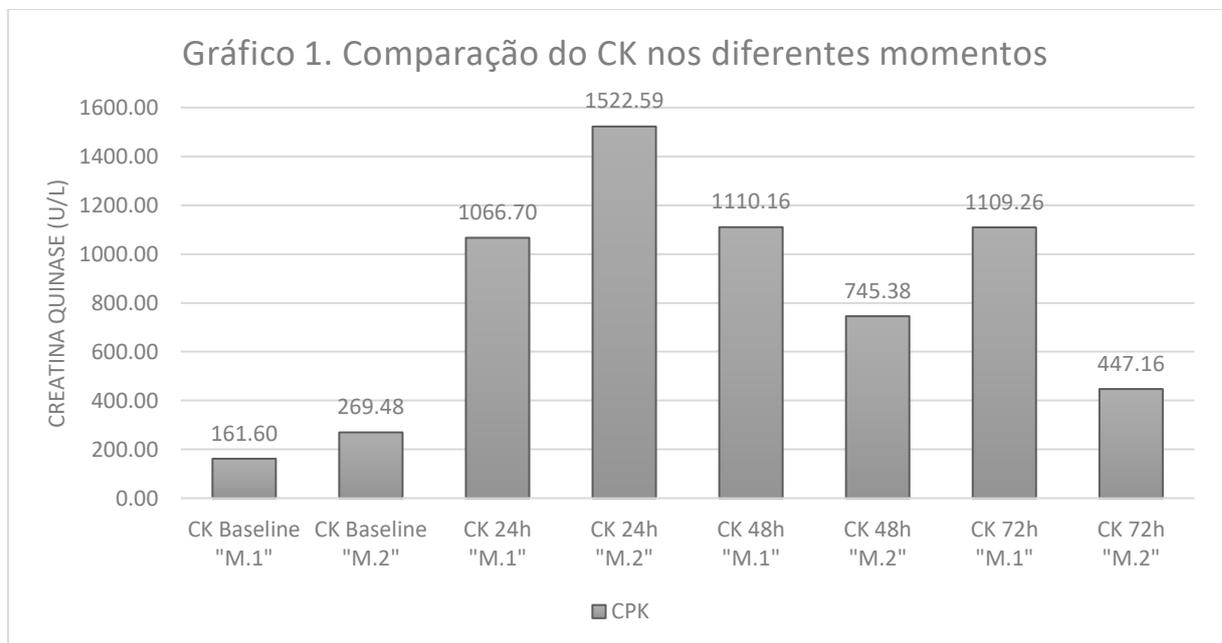
CK: creatina quinase; DP: desvio padrão; p < 0,05; M.1 – momento 1; M.2 momento2

Quando comparado à linha de base (M.1 161,60 ± 70,80 U/L; M.2 269,48 ± 219,10 U/L), ambos grupos demonstraram níveis significativamente aumentados de CK 24 horas após término da competição (M.1 1066,70 ± 1236,25 U/L; M.2 1522,59 ± 1272,66 U/L), como mostra o gráfico 1.

Enquanto o grupo do momento 1 continuou mostrando um nível alto e significativo de CK 48 horas (1110,16 ± 1361,68 U/L) e 72 horas após (1109,26 ± 1313,24 U/L), em relação ao momento basal, não houve diferença estatística. ( $P < 0.05$ )

De fato, análises *post hoc* revelaram que os níveis de CK do grupo 2 foram significativamente menores que o grupo 1 em 48 horas (745,38 ± 590,37 U/L versus 1110,16 ± 1361,68 U/L, respectivamente) e 72 horas após (447,16 ± 288,28 U/L versus 1109,26 ± 1313,24 U/L, respectivamente). Tais fatos demonstraram claramente a eficácia do uso aliado das intervenções nutricional e fisioterapêutica para a recuperação do dano muscular, na qual houve uma taxa de recuperação melhor do grupo 2 em relação ao grupo 1, em que o mesmo mais se aproximou aos valores basais (Gráfico 1).

Gráfico 1. Comparação do CK nos diferentes períodos de ambos momentos 1 e 2.



Não foram observadas diferenças estatísticas entre a creatina quinase para os atletas ( $F(7; 1,61) = 2,43$ ;  $p = 0,45$ ).

Corroborando com os resultados de CK, os marcadores de LDH apresentaram níveis elevados 24 horas após a competição em relação ao momento basal para ambos grupos (M.1

basal =  $369,36 \pm 39,96$  U/L versus 24h =  $436,79 \pm 130,53$  U/; M.2 basal =  $392,51 \pm 60,55$  U/L versus 24h =  $496,28 \pm 91,14$  U/L) como mostra tabela 4.

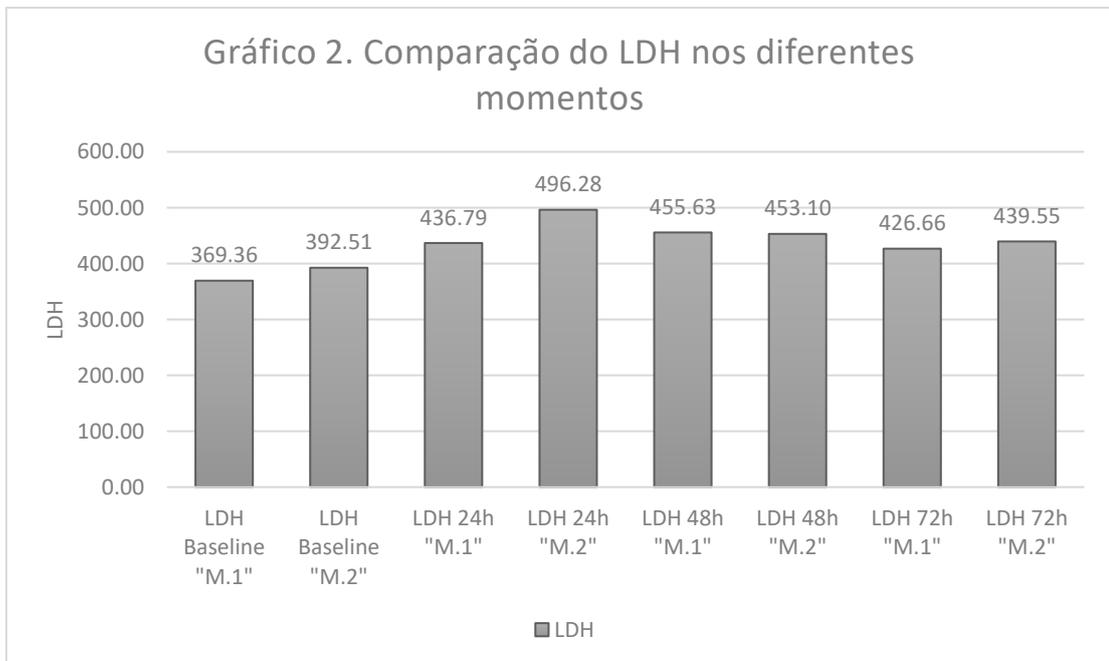
Tabela 4. Comparação do LDH nos diferentes momentos

Marcadores	Média	DP
<b>LDH Baseline "M.1"</b>	369.36	39.96
<b>LDH Baseline "M.2"</b>	392.51	60.55
<b>LDH 24h "M.1"</b>	436.79	130.53
<b>LDH 24h "M.2"</b>	496.28	91.14
<b>LDH 48h "M.1"</b>	455.63	151.49
<b>LDH 48h "M.2"</b>	453.10	72.35
<b>LDH 72h "M.1"</b>	426.66	86.62
<b>LDH 72h "M.2"</b>	439.55	60.38

LDH; DP: desvio padrão;  $p < 0,05$ ; M.1 – momento 1; M.2 momento2

Ao efetuar-se uma análise em linha, para os dois momentos não houve uma elevação, nem diferença significativamente e estatística entre 24, 48 e 72 horas como mostra o gráfico 2.

Gráfico 2. Comparação do LDH nos diferentes períodos de ambos momentos 1 e 2.



Não foram observadas diferenças estatísticas entre a LDH para os atletas ( $7; 2,25$ ) = 2,80;  $p = 0,54$ .

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar o efeito da suplementação de proteína do soro do leite aliado com massagem terapêutica nos marcadores de danos musculares em indivíduos submetidos a programas de condicionamento extremo. Os resultados indicaram uma interação entre os marcadores de dano muscular pós competição em relação ao momento basal. No geral, os participantes do grupo 2 apresentaram uma recuperação mais rápida em relação ao grupo 1, com base nos escores de CK, onde, passados 72 horas esse marcador já se encontrava próximo do valor basal.

Níveis elevados de CK estão ligados ao dano na estrutura muscular, bem como processo inflamatório, com consequência no desempenho, na dor e recuperação. Como observado em nossos resultados, a diminuição desse marcador após 48 e 72 horas demonstra que ao aliar a suplementação de proteína do soro do leite com massagem terapêutica potencializou a recuperação dos participantes após dois dias de competição de programas de condicionamento extremo. Kargarfard *et al* (2016) demonstraram que o nível de CK elevado influenciou no desempenho, apresentado pelos escores de salto vertical, resistência muscular localizada.

A recuperação muscular posterior ao dano induzido pelo exercício depende de vários processos e/ou fatores que irão ajudar ao retorno da homeostase. (Fabre, Hausswirth *et al.*, 2017). O exercício por si só eleva a taxa de síntese proteica de forma aguda para o reparo muscular, o qual depende do saldo do balanço nitrogenado positivo. (Burd, Tang *et al.*, 2009; Fabre, Hausswirth *et al.*, 2017). A ingestão de proteínas de alto valor biológico, principalmente o WP, induz níveis elevados de síntese proteica devido ao fornecimento de aminoácidos essenciais e os de cadeia ramificada. (Pennings, Boirie *et al.*, 2011; Hamarsland, Nordengen *et al.*, 2017). Desta forma, com a maior disponibilidade de aminoácidos estimulando a síntese proteica, a taxa de degradação é reduzida, atingindo o balanço nitrogenado positivo. (Burd, Tang *et al.*, 2009). Em nossos resultados, o grupo no momento 1, que utilizou apenas a intervenção nutricional, observou-se passados 72 horas um declínio dos marcadores de CK e LDH.

Um estudo conduzido por Brown *et al* (2018) verificou que quatro dias de suplementação de hidrolisado proteico foi capaz de melhorar a recuperação da função muscular em mulheres jovens, apresentando uma diminuição dos marcadores, principalmente CK em 18,8%, em relação ao grupo controle que utilizou equivalentes de carboidratos. Corroborando com esses resultados, Lollo *et al* (2014) também observaram que a

suplementação com hidrolisado proteico reduziu a CK em 45,8% e LDH em 12,6% em jogadores profissionais de futebol comparado com grupo controle. Já Hoffman *et al* (2010) em seus resultados, a CK foi inferior em 9,6% no grupo que suplementou WP comparado com o grupo placebo.

A massagem é caracterizada com uma das melhores intervenções fisioterapêuticas. O mecanismo pelo qual essa intervenção atua ainda é incerto, entretanto estudos indicam que devido ao contato com a região muscular, a temperatura local se eleva, aumentando o fluxo sanguíneo e linfático, efluxo e depuração de marcadores inflamatórios como CK, IL-6 e há ainda, a hipótese que a massagem estimula a liberação de neutrófilos e beta-endorfinas, prevenindo necrose muscular e ajudando na recuperação. (Poppendieck, Wegmann *et al.*, 2016; Guo, Li *et al.*, 2017; Dupuy, Douzi *et al.*, 2018). Alguns estudos demonstraram que a aplicação de massagem após exercício intenso como maratona, musculação e *ironman*, diminuíram a sensação de dor muscular tardia, bem como o processo inflamatório. (Nunes, Bender *et al.*, 2016). Bender *et al* (2019), concluíram que 7 a 15 minutos de massagem pós exercício intenso é capaz de ajudar no processo de recuperação. Em nossos resultados, constatamos que sessões de 30 minutos aplicadas 24, 48 e 72 horas após competição ajudou no processo de recuperação muscular.

É reconhecido que o presente estudo apresentou algumas limitações. De antemão, o número de participantes, em que o cálculo amostral indicou que na melhor hipótese seriam necessários 11 sujeitos para esta análise. Sendo que o número de 8 participantes permite um poder de rejeição de hipótese nula de 60%, onde a literatura pede pelo menos 80%. Apesar dos efeitos positivos apresentados no grupo no momento 2, esses achados devem ser analisados posteriormente considerando a alocação de mais dois grupos, sendo um grupo controle e um grupo utilizando apenas da intervenção fisioterapêutica, para melhor análise e comparação dos resultados. Outras limitações incluem a falta da análise dos marcadores bioquímicos imediatamente após o término das competições e um acompanhamento nutricional detalhado, bem como das variáveis sono, descanso, estresse, humor, durante o período de recuperação.

Praticantes e atletas de modalidades extremas apresentam maior desgaste e dano ao organismo, principalmente devido à rotina de treinos e competições. A recuperação é de grande importância para evitar queda no desempenho, *overreaching/overtraining* e lesões. (Tibana, De Almeida *et al.*, 2018; Tibana, Prestes *et al.*, 2019). Desta forma, potencializar o processo de recuperação é de grande importância para conseguir manter uma frequência e desempenho bom nos treinos e nas competições. A massagem e o *whey protein* estão entre as

intervenções mais usadas e com alta eficácia para promover esses benefícios. (Davies, Carson *et al.*, 2018; Dupuy, Douzi *et al.*, 2018)

Mediante o levantamento dos dados com a presente pesquisa e após a análise com o intuito de averiguar as possíveis contribuições que os procedimentos citados anteriormente podem trazer para a potencialização da recuperação muscular dos participantes; ainda com base nos resultados de estudos citados anteriormente, observa-se os efeitos positivos na adoção do uso de *Whey Protein* e massagem para a restauração de praticantes de atividades de condicionamento extremo, apesar das limitações enfrentadas na realização do estudo. Desta forma, conclui-se que a suplementação de *whey protein* aliada a massagem terapêutica podem ajudar, potencializando o processo de recuperação muscular. Novos estudos devem ser feitos para esclarecer e fornecer mais informações sobre essas intervenções e para a contribuição de fatos e conhecimentos acerca do assunto que servirão de base para o emprego de tais estratégias.

## REFERENCES

Aune, K. T. e J. M. Powers. Injuries in an Extreme Conditioning Program. Sports Health, Oct 19. 2016.

Aune, K. T. P., Joseph M. Injuries in an extreme conditioning program. Sports health, v.9, n.1, p.52-58. 2017.

Babtistella, M. F. Atividade sérica das enzimas aspartato aminotransferase, creatinoquina e lactato desidrogenase em equinos submetidos a diferentes intensidades de exercícios. Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente, v.12, n.13, p.33-42. 2009.

Bender, P. U., C. M. D. Luz, *et al.* Massage therapy slightly decreased pain intensity after habitual running, but had no effect on fatigue, mood or physical performance: a randomised trial. J Physiother, v.65, n.2, Apr, p.75-80. 2019.

Bergeron, M. F., B. C. Nindl, *et al.* Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. Curr Sports Med Rep, v.10, n.6, Nov-Dec, p.383-9. 2011.

Bergeron, M. F., B. C. Nindl, *et al.* Consortium for Health and Military Performance and American College of Sports Medicine consensus paper on extreme conditioning programs in military personnel. Curr Sports Med Rep, v.10, n.6, Nov-Dec, p.383-9. 2011.

Best, T. M. e S. K. Crawford. Massage and postexercise recovery: the science is emerging. Br J Sports Med, v.51, n.19, Oct, p.1386-1387. 2017.

Brown, M. A., E. J. Stevenson, *et al.* Whey protein hydrolysate supplementation accelerates recovery from exercise-induced muscle damage in females. Appl Physiol Nutr Metab, v.43, n.4, Apr, p.324-330. 2018

Brown, M. A., E. J. Stevenson, *et al.* Whey protein hydrolysate supplementation accelerates recovery from exercise-induced muscle damage in females. Appl Physiol Nutr Metab, v.43, n.4, Apr, p.324-330. 2018.

Burd, N. A., J. E. Tang, *et al.* Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. J Appl Physiol (1985), v.106, n.5, May, p.1692-701. 2009.

Burd, N. A., J. E. Tang, *et al.* Exercise training and protein metabolism: influences of contraction, protein intake, and sex-based differences. J Appl Physiol (1985), v.106, n.5, May, p.1692-701. 2009.

Cândido, R. F. Efeito de diferentes bebidas esportivas sobre marcadores de dano muscular após treino controlado de rúgbi. 2014.

Cooke, M. B., E. Rybalka, *et al.* Whey protein isolate attenuates strength decline after eccentrically-induced muscle damage in healthy individuals. J Int Soc Sports Nutr, v.7, Sep 22, p.30. 2010.

(Davies, Carson *et al.*, 2018; Dupuy, Douzi *et al.*, 2018) Davies, R. W., B. P. Carson, *et al.* The Effect of Whey Protein Supplementation on the Temporal Recovery of Muscle Function Following Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients, v.10, n.2, Feb 16. 2018.

Dupuy, O., W. Douzi, *et al.* An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. Front Physiol, v.9, p.403. 2018.

Fabre, M., C. Hausswirth, *et al.* Effects of Postexercise Protein Intake on Muscle Mass and Strength During Resistance Training: Is There an Optimal Ratio Between Fast and Slow Proteins? Int J Sport Nutr Exerc Metab, v.27, n.5, Oct, p.448-457. 2017.

Guo, J., L. Li, *et al.* Massage Alleviates Delayed Onset Muscle Soreness after Strenuous Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. Front Physiol, v.8, p.747. 2017.

Hamarsland, H., A. L. Nordengen, *et al.* Native whey protein with high levels of leucine results in similar post-exercise muscular anabolic responses as regular whey protein: a randomized controlled trial. J Int Soc Sports Nutr, v.14, p.43. 2017.

Hoffman, J. R., N. A. Ratamess, *et al.* Effect of a proprietary protein supplement on recovery indices following resistance exercise in strength/power athletes. Amino Acids, v.38, n.3, Mar, p.771-8. 2010.

Kargarfard, M., E. T. Lam, *et al.* Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. J Sports Sci, v.34, n.10, p.959-65. 2016.

Lollo, P. C. B., J. Amaya-Farfan, *et al.* Hydrolysed whey protein reduces muscle damage markers in Brazilian elite soccer players compared with whey protein and maltodextrin. A twelve-week in-championship intervention. International Dairy Journal, v.34, p.19-24. 2014.

Minghelli, B. e P. Vicente. Musculoskeletal injuries in Portuguese CrossFit practitioners. J Sports Med Phys Fitness, Feb 5. 2019.

Minghelli, B. e P. Vicente. Musculoskeletal injuries in Portuguese CrossFit practitioners. J Sports Med Phys Fitness, Feb 5. 2019.

Nunes, G. S., P. U. Bender, *et al.* Massage therapy decreases pain and perceived fatigue after long-distance Ironman triathlon: a randomised trial. J Physiother, v.62, n.2, Apr, p.83-7. 2016.

Pennings, B., Y. Boirie, *et al.* Whey protein stimulates postprandial muscle protein accretion more effectively than do casein and casein hydrolysate in older men. Am J Clin Nutr, v.93, n.5, May, p.997-1005. 2011.

Poppendieck, W., M. Wegmann, *et al.* Massage and Performance Recovery: A Meta-Analytical Review. Sports Med, v.46, n.2, Feb, p.183-204. 2016.

Tibana, R. A., J. Prestes, *et al.* Time-Course of Changes in Physiological, Psychological, and Performance Markers following a Functional-Fitness Competition. Int J Exerc Sci, v.12, n.3, p.904-918. 2019.

Tibana, R. A., N. M. F. De Sousa, *et al.* Validity of Session Rating Perceived Exertion Method for Quantifying Internal Training Load during High-Intensity Functional Training. Sports (Basel), v.6, n.3, Jul 23. 2018.

Tibana, R. A., N. M. F. Sousa, *et al.* Exertional Rhabdomyolysis after an Extreme Conditioning Competition: A Case Report. Sports (Basel), v.6, n.2, Apr 26. 2018.

Tibana, R. A., N. M. F. Sousa, *et al.* Monitoring Training Load, Well-Being, Heart Rate Variability, and Competitive Performance of a Functional-Fitness Female Athlete: A Case Study. Sports (Basel), v.7, n.2, Feb 9. 2019.

Torres, R., F. Ribeiro, *et al.* Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. Phys Ther Sport, v.13, n.2, May, p.101-14. 2012.

## 6 CONCLUSÃO

O dano muscular induzido por exercício físico é decorrente de sobrecargas mecânicas, principalmente ações excêntricas, as quais danificam a estrutura muscular, gerando um processo inflamatório com extravasamento de proteínas e enzimas na corrente sanguínea, as quais podem ser dosadas como marcadores de dano muscular. Em praticantes, principalmente atletas é de grande importância a recuperação para evitar queda no desempenho, *overreaching/overtraining* e lesões.

Neste estudo apresentou-se dois grupos com voluntários praticantes de atividades de condicionamento extremo. Após dois momentos de participação em competições da referida modalidade, no primeiro grupo, foi usado apenas intervenção nutricional e no outro grupo, utilizou-se as intervenções nutricional e fisioterapêutica. Observou-se que no grupo 1, a CK, 48 horas decorridas, mostrava elevação dos índices. Já no grupo 2, a CK após 48 horas, mostrou-se em queda e, 72 horas passadas, estava bem próxima ao valor basal. Conclui-se que a suplementação de *Whey Protein* aliada a massagem terapêutica podem potencializar o processo de recuperação muscular. Novos estudos devem ser feitos para esclarecer e fornecer mais informações sobre essas intervenções.