

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO-SENSU* EM EDUCAÇÃO FÍSICA

EFEITO DO USO ACUMULATIVO DA CRIOTERAPIA POR
IMERSÃO NA RECUPERAÇÃO DE ATLETAS DE FUTEBOL:
ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Scheila Marisa Pinheiro

NATAL – RN

2016

EFEITO DO USO ACUMULATIVO DA CRIOTERAPIA POR IMERSÃO
NA RECUPERAÇÃO DE ATLETAS DE FUTEBOL: ENSAIO CLÍNICO
RANDOMIZADO

Scheila Marisa Pinheiro

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal do Rio Grande do
Norte, como requisito parcial para obtenção
do grau de Mestre em Educação Física.

ORIENTADOR: Prof. Dr. Paulo Moreira Silva Dantas

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. André Ducati Luchessi

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO-SENSU* EM EDUCAÇÃO FÍSICA

EFEITO DO USO ACUMULATIVO DA CRIOTERAPIA POR IMERSÃO
NA RECUPERAÇÃO DE ATLETAS DE FUTEBOL: ENSAIO CLÍNICO
RANDOMIZADO

Comissão examinadora:

Prof. Dr. Paulo Moreira Silva Dantas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Eduardo Bodnariuc Fontes
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Wouber Héricksen, de Brito Vieira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Profa. Dra. Maria Irany Knackfuss
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte

Dedicatória

Aos meus pais, Waldomiro e Anna, os guerreiros
que sempre me ensinaram a seguir em frente, com
a cabeça erguida em busca dos meus sonhos,
enfrentando todas as batalhas da vida. Obrigada!
Vocês sempre serão meus exemplos de superação!

AGRADECIMENTOS

À minha família, meu pais **Waldomiro e Anna**, que sempre me incentivaram e me apoiaram em todas as decisões, inclusive na hora de trocar de Rio Grande, do Sul para o Norte, em busca deste sonho, sendo sempre meu porto seguro. Meu pai, mesmo fazendo suas sessões de quimioterapia e lutando pela vida, sempre zelando pela minha profissão com palavras certas e positivas. Minha mãe, a melhor de todas, uma fortaleza! Meus irmãos, **César, Sidnei, Leila e a Mariana**, sobrinha linda, vocês também são essenciais para mim. Aos cunhados, **Jaque, Tiago e Angela**, obrigada por fazerem parte da construção da nossa história.

Ao Professor e Orientador **Paulo Dantas**, nosso líder, muito obrigado por ter me escolhido e me integrado à AFISA. Por ter me ajudado na construção e realização deste sonho de tornar-me Mestre, e ainda, ter feito com que tudo que abdiquei para chegar aqui tenha valido muito a pena. Obrigada por todo aprendizado destes dois anos, pela amizade, confiança e por ser acima de tudo, uma pessoa de coração gigante.

Ao **Wouber**, não apenas pela participação nas bancas, de qualificação e de defesa, mas muito mais que isso, pela amizade, pelos ensinamentos, pelas trocas de conhecimento, pela possibilidade de manter a prática da fisioterapia na Lefern (juntamente como Prof. Gildásio) e pelas discussões científicas nas reuniões da Base. Obrigada também por acreditar no fortalecimento da fisioterapia esportiva no Rio Grande do Norte e caminhar junto em busca deste objetivo.

Ao Professor **Eduardo Fontes**, não apenas pelas contribuições na banca de defesa, mas também por todos os ensinamentos durante a docência assistida.

Ao meu Co-orientador, **André Luchessi**, por ter facilitado a realização desta pesquisa, por todas as orientações durante todo esse processo de aprendizado e ainda por ter disponibilizado seus alunos para as avaliações.

Aos colegas que me auxiliaram durante todo o experimento, tanto na elaboração quanto nas avaliações, em especial ao **Emílio**, a **Evelyn**, ao **Ricardo**, a **Renata**, a **Racquel**, ao **Victor** e os demais colegas do departamento de Farmácia. Ao **Jeferson**, por toda a paciência e auxílio, sempre esteve à disposição.

Não posso deixar de agradecer em especial à **Tati**, que me deu todo o suporte e me ensinou direitinho o caminho que eu deveria seguir. Também à **Rafinha**, sempre prestativa e fofa, não só pelo auxílio na pesquisa, mas por tudo que vem me ansiando a cada dia. Gurias, vocês são ótimas amigas!

Ao **Leo**, que além de colega de profissão, esteve junto durante todo o processo e está sempre disposto a ouvir novas ideias “mirabolantes” para pesquisas e tomar um bom chimarrão. Te considero um grande amigo, uma pessoa que admiro e gosto muito.

Aos profissionais do **ABC futebol clube**, em especial ao **Mário Alves** que reconhece a importância em atrelar à prática à ciência e não mediu esforços para ajudar na concretização desta dissertação. Agradeço também ao **Vitor** e ao **Gilmar** pela colaboração diária, além, de todos os atletas que seguiram todas as regras para que o experimento fosse concluído. Agradeço também ao **Marcelo**, fisiologista do clube, ao massagista, as mulheres da cozinha que se sacrificaram nos dias das avaliações fazendo hora extra. Aos demais funcionários da Base do ABC que estiveram conosco todo o tempo.

Aos colegas da Afisa, pelo convívio diário, e parceria: **Jason, Marília, Bibi, Jú, Jow, Dani, Felipe, Zé, Michele, Vanessoca, Fabi** e todos os outros que fazem com que essa base de pesquisa seja tão especial.

Aos meus queridos colegas e amigos da Fisioterapia, mestrandos, **Daniel, Glauko e Germanna**. Vocês são ótimos e me fazem gostar cada dia mais da pesquisa e da companhia de vocês, nos bons momentos e nos momentos de “aperreio”. Guria, faço das tuas as minhas palavras (ctrl c + ctrl v) gratidão pela amizade verdadeira, pela disponibilidade em sempre me ajudar. “Tu” és uma amiga para a vida!

Aos Professores do Departamento de Educação Física: **Breno, Arnaldo, Hassan**, pela solicitude e principalmente ao **Eduardo Caldas**, por todas as contribuições neste trabalho, seja na redação científica, na estatística e nas dicas sobre a temática. Não posso esquecer também do **Raphael Valença**, sempre simplificando a vida do mestrando.

À **Cuca**, minha fiel parceira, a cadelinha mais linda do mundo, sempre deitada nos meus pés enquanto estudo, me olhando, conversando e abanando o rabinho.

E finalmente ao meu grande amor, **Ramón**, meu companheiro desta jornada, te agradeço pelos ensinamentos durante o Mestrado, mas principalmente pelo planejamento e realização do sonho de buscarmos juntos “novos horizontes”. Enfim, pelo dia-a-dia, pelas alegrias, pelas superações, pelas risadas e por tudo de tão bom que tu me proporcionas sempre.

A todos vocês meus sinceros agradecimentos!

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização da Amostra.....	28
Tabela 2 - Valores brutos das variáveis dependentes de ambos os grupos previamente às intervenções.	29
Tabela 3 - Caracterização do dano muscular no início do experimento.....	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - SAG aplicada ao contexto esportivo e importância da recuperação para o aumento do desempenho	10
Figura 2 - Atleta realizando o salto com contramovimento.....	20
Figura 3 - Atleta sendo devidamente preparado para o teste de força isométrica voluntária máxima associada a análise da atividade eletromiográfica.	22
Figura 4 - Escala CR10 de Borg (1982) modificada por Foster et al.....	23
Figura 5 - Escala de qualidade total de recuperação percebida pelo atleta.....	24
Figura 6 - Esquema representando o microciclo utilizado durante o experimento...	245
Figura 7 – Fluxuograma do Estudo	27
Figura 8 - Concentração plasmática de CK em diferentes momentos.....	31
Figura 9 - Concentração plasmática de LDH em diferentes momentos	31
Figura 10 - Potência dos membros inferiores representado pela altura do salto em centímetros.....	32
Figura 11 - Potência do Salto representada por Watts/Centímetro.....	33
Figura 12 - Força isométrica relativa dos extensores do membro inferior dominante...	33

Figura 13 - Força isométrica relativa dos extensores do membro inferior não-dominante.....	34
Figura 14 - Força isométrica relativa dos flexores do membro inferior dominante....	35
Figura 15 - Força isométrica relativa dos flexores do membro inferior não-dominante.	35
Figura 16 - Pico relativo do músculo reto anterior	36
Figura 17 - Pico relativo do músculo vasto lateral.....	36
Figura 18 - Pico relativo do músculo bíceps femoral.....	37
Figura 19 - Percepção Subjetiva de Esforço, trinta minutos após a sessão de treinamento.	38
Figura 20 - Representação da qualidade total da recuperação percebida pelo atleta (TQRper).....	38

LISTA DE SIGLAS, ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

CWI - *Cold Water Immersion* (crioterapia por imersão);

SAG - Síndrome da Adaptação Geral;

ATP – Trifosfato de Adenosina;

ATP/CP – Sistema Bionergético responsável pela produção rápida de energia;

ROS – Geração de Oxigênio Reativo;

O₂ – Oxigênio;

DMTE – Dor muscular tardia ao exercício;

CK- Creatina Quinase;

LHD – Lactato Desidrogenase;

IMC – Índice de massa corporal;

SVCM – Salto com contramovimento;

FIVM – Força isométrica voluntária máxima;

CIVM – Contração isométrica voluntária máxima;

EMG – Eletromiografia de superfície;

PSE – Percepção Subjetiva de Esforço;

CR10 de Borg – Escala de PSE;

TQRPer – *Total Quality Recovery Perceived* (Escala de Recuperação);

Pré tr – Momento que antecedeu ao treino;

Pós tr – Momento imediatamente após o treino;

μV – Microvolts

Σ - Somatório

BQ – Boa qualidade

RESUMO

EFEITO DO USO ACUMULATIVO DA CRIOTERAPIA POR IMERSÃO NA RECUPERAÇÃO DE ATLETAS DE FUTEBOL: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Autor: Scheila Marisa Pinheiro

Orientador: Paulo Moreira Silva Dantas

Co-Orientador: André Ducati Luchessi

Esportes que trabalham com calendários congestionados, como o futebol, precisam ser monitorados para garantir que estratégias de recuperação, como a crioterapia por imersão (CWI), sejam implementadas a fim de melhorar o desempenho e minimizar o risco de lesões em esportistas. Esta técnica é muito aceita por profissionais da saúde e atletas, porém os resultados são controversos. **Objetivo:** Avaliar o efeito do uso acumulativo de CWI na recuperação de atletas de futebol. **Materiais e Métodos:** Trata-se de um ensaio clínico randomizado. Foram incluídos 23 atletas aleatoriamente divididos em dois grupos: controle (10 minutos sentados) e experimental (CWI 10°C±1 por 10 minutos). Ao todo, foram realizadas 7 sessões subsequentes a cada sessão de treinamento. Foram avaliados, Creatina Quinase (CK), Lactato Desidrogenase (LDH), pico da atividade eletromiográfica e da força isométrica dos flexores e extensores de joelho, potência dos membros inferiores, percepção subjetiva de esforço (PSE) e percepção de recuperação (TQRPer). As avaliações funcionais ocorreram no primeiro dia e repetidas no último dia (pré e pós treino). Além destes momentos, CK e LDH foram mensuradas com 24 horas após o esforço. PSE e TQRPer foram coletadas todos os dias. A análise estatística utilizada foi a Anova Mista, com Post-Hoc de Tukey, considerando o nível de significância de 5%. **Resultados:** Observou-se diferença estatística nos níveis de CK, tanto na

interação ($p=0,02$), tempo ($p=0,005$) e grupos nos dias 9 e 10 ($p=0,01$). Para LDH houve diferença intragrupos ($p=0,03$) e intergrupos no dia 10 ($p=0,03$). Não obtiveram diferenças para as análises de desempenho neuromuscular nem para a PSE. Para a TQRPer houveram diferenças intragrupos ($p=0,001$) e intergrupos ($P=0,033$) para o quinto e sexto dia. **Conclusão:** O uso acumulativo da crioterapia por imersão atenua o dano muscular, aumenta a percepção de recuperação e não inibe o processo de adaptação necessário para melhora do desempenho.

Palavras-chave: Recuperação muscular, Marcadores Bioquímicos, Prevenção, Jogadores de futebol, Desempenho.

ABSTRACT

THE ACCUMULATIVE EFFECT OF CWI PROTOCOL ON RECOVERY OF FOOTBALL ATHLETES: RANDOMIZED CLINICAL TRIAL

Autor: Scheila Marisa Pinheiro

Orientador: Paulo Moreira Silva Dantas

Co-Orientador: André Ducati Luchessi

Football is a sport with congested calendars, which requires recovery strategies such as cold water immersion (CWI). This recovery technique is well spread through football clubs, although it lacks a profound physiologic investigation to understand its effects on athlete's body. **Objectives:** The main objective of this study is to evaluate the effect of a long-term CWI exposure in football athlete's. **Methodology:** In order to answer this question, we performed a randomized clinical trial in 23 sub-20 football athletes. All subjects were randomly divided into two groups; a control group (10 minutes seated rest) and a CWI group (10 minutes in a 10°C) during seven days in a row. We evaluated

creatine kinase (CK) and lactate dehydrogenase (LDH) as molecular biomarkers for muscle damage. The blood samples were collected on the first, second, ninth and tenth days. Yet, we assessed the peak of muscle activity and isometric strength of the knee flexors and extensors, potency of lower limbs, perceived exertion (PE) and total quality recovery perceived (TQRPer) in order to understand the treatment physiological effect on the subjects on the first and last day of experiments (before and after training).

Results: We found that CK is lower in the CWI group compared to control on the days 9 and 10 but not on the first applications. The LDH levels were different between groups only on the last evaluation on the tenth day. We did not find any changes in the neuromuscular performance or on the PE evaluation. Although, we found differences in the TQRPer evaluation comparing CWI and control groups on the fifth and sixth days.

Conclusion: The long-term CWI exposure attenuates muscles damage, increase the perceived recovery and doesn't inhibit the process of adaptation necessary for the performance improvement.

Keywords: Muscle recovery, Biochemical Markers, Injuries Prevention, Football athletes, Performance.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Justificativa.....	3
1.2 Objetivos	4
1.3 Hipóteses	4
1.4 Revisão de literatura	5
2. MATERIAIS E MÉTODOS	14
2.1 Delineamento e local da pesquisa	14
2.2 Caracterização da amostra e processo de alocação	14
2.3 Aspectos éticos	15
2.4 Procedimentos e medidas de avaliação.....	16
2.4.1 Avaliação das amostras biológicas e determinação dos parâmetros laboratoriais	18
2.4.2 Salto vertical com contramovimento (SVCM).....	19
2.4.3 Força Isométrica Voluntária Máxima	20
2.4.4 Eletromiografia de Superfície	21
2.4.5 Percepção Subjetiva de Esforço	22
2.4.6 Avaliação da qualidade total da recuperação percebida pelo atleta (TQRper)	23
2.5 Procedimento das intervenções	24
2.6 Análise de dados e estratégia estatística	25
2.7 Fluxograma do estudo	26
3. RESULTADOS.....	28
4 DISCUSSÃO	39
5 CONCLUSÃO	49

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
LISTA DE ANEXOS	59
LISTA DE APÊNDICES	60

1. INTRODUÇÃO

O esporte de alto rendimento trabalha com calendários congestionados, onde o atleta atua de maneira excessiva, podendo acarretar no aparecimento de lesões e diminuição do desempenho (2, 3). Para que isso não ocorra o treinamento precisa ser muito bem elaborado, necessitando um equilíbrio entre a adaptação ao treinamento, imposta pelas cargas de treino, e o período de recuperação. Desta maneira, o atleta obterá o melhor rendimento possível e evitará o aparecimento do *overtraining*, que o afastaria por dias ou até meses da sua função (1).

Dentre os esportes que exigem muito do atleta, o futebol destaca-se pela sua especificidade, pois é considerado uma atividade intermitente de variada intensidade intercalada por pausas, onde o jogador percorre uma média de 10 quilômetros por partida. Além disso, tem o predomínio de contrações excêntricas decorrentes dos saltos, disputas de bola, *sprints*, frenagens, seguidas de acelerações e mudanças de direções, as quais ocorrem a cada 2-4 segundos, totalizando 1200 a 1400 vezes durante uma partida (4). Outro fator agravante é a fadiga mental, que gera estresse psicológico, tanto tático quanto pessoal (3, 5). Estes fatores isolados ou associados indicam a necessidade de um monitoramento constante, afinal uma alteração na homeostase aumenta a possibilidade de gerar o dano muscular principalmente se medidas de prevenção ou tratamento não forem indicadas. Em relação às injúrias musculares, a lesão dos músculos ísquitibiais, é indicada como a principal causa dos afastamentos nesta modalidade (6). Atualmente grandes clubes focam em estratégias de recuperação como principal aliado da *performance* de seus atletas.

Os sintomas do dano muscular induzidos pelo exercício são comuns e facilmente caracterizados, incluindo rigidez, edema, redução da força muscular e dor muscular tardia ao exercício (DMTE) (7). Parâmetros para a avaliação e monitoramento do dano muscular são utilizados com frequência nos esportes, entre eles, utilizam-se a análise de biomarcadores, como as enzimas Creatina Quinase (CK) e Lactato Desidrogenase (LDH) (8-14), os testes de potência, as medidas da carga

interna do treinamento (15, 16) ou até mesmo medidas mais simples, como as psicofisiológicas (17).

Para prevenção ou tratamento destes danos e como estratégia de recuperação, especialmente em competições de curta duração e em períodos de treino intenso, muitas formas de intervenção são propostas, como por exemplo, alongamentos (18), massagens (19), anti-inflamatórios, laser terapêutico de baixa intensidade (20, 21), recuperação ativa, crioterapia por imersão (Do inglês: *Cold Water Immersion*; CWI) (22, 23), entre outras. Esta última é amplamente utilizada pois sugere-se que o atleta possa se beneficiar dos efeitos fisiológicos do uso da crioterapia, que incluem: redução do metabolismo e da hipóxia secundária à lesão, vasoconstrição, alteração da permeabilidade da membrana da fibra muscular e alteração na velocidade da condução nervosa (24).

Estudos prévios realizados em diferentes modalidades avaliaram o efeito agudo da CWI, tanto após protocolos de indução do dano em laboratório (25), treino e/ou competições (26), imediatamente, 24, 48, 72 ou até 96 horas após a aplicação (27, 28). Entretanto, os resultados ainda são controversos, pois, a maior parte dos estudos acerca do tema, não verificaram efeitos benéficos da técnica quando utilizados para acelerar o processo de recuperação muscular pós exercício (27, 29, 30). Além disso, outros autores sugerem que utilizar o placebo promove os mesmos resultados que quando se utiliza CWI (30) e poucos estudos verificaram uma melhora em algumas variáveis após o uso agudo, principalmente na DMTE (29, 31, 32). Enquanto isso, estudos que utilizam protocolos mais extensos são escassos na literatura (26).

Independente das evidências encontradas, esta técnica é utilizada na maioria dos esportes, pois normalmente o atleta descreve uma maior percepção de recuperação após o uso da CWI, além de ser de fácil aplicabilidade e baixo custo (30).

Desta forma, a investigação dos efeitos do uso da CWI torna-se necessária, principalmente o uso acumulativo, afinal, além dos estudos serem escassos, eles referem a diminuição do desempenho, (14, 33) ou seja, não são favoráveis ao processo de adaptação. Outro aspecto que ressaltamos, é a importância e a

necessidade de aproximar a pesquisa à realidade do esporte por meio de achados fidedignos (34), utilizando a validade ecológica nos métodos.

Diante das necessidades expostas, é de extrema importância, esclarecer se o uso acumulativo de CWI deve ser utilizado como uma estratégia para acelerar a recuperação muscular em atletas de futebol na rotina de treinamento.

1.1. Justificativa

O esporte profissional necessita do melhor rendimento do atleta, e para que isso ocorra, alteram-se as variáveis durante o treinamento, causando assim o estresse fisiológico. Entretanto, também necessita-se de um período de recuperação adequado. Qualquer desequilíbrio entre os processos de estresse e recuperação pode sobrecarregar os mecanismos fisiológicos e psicofisiológicos, aumentando a probabilidade de ocorrência de injúrias osteomioarticulares. Desta maneira, profissionais da área e pesquisadores buscam teorias que justifiquem a utilização de terapias que acelerem o processo de recuperação do atleta, contribuindo assim, na melhora do desempenho.

Entretanto, algumas técnicas terapêuticas para acelerar o processo de recuperação, como a crioterapia por imersão, apresentam resultados inconclusivos na literatura atual. Sabe-se dos efeitos fisiológicos desta modalidade térmica, porém questiona-se a sua efetividade em algumas situações específicas como, o uso intermitente após sessões diárias de treinamento, no intervalo de jogos ou durante determinados períodos de sessões de treinamento, utilizando ainda, a validade ecológica nos métodos.

Apesar da dubiedade, a CWI é uma técnica muito antiga e amplamente utilizada, com forte aceitação tanto pelo paciente/atleta quanto pelos profissionais da área esportiva, mas carece de respaldo científico, fortalecendo a “Prática Baseada em Evidências” e garantindo a boa conduta profissional.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito do uso acumulativo de CWI no processo de recuperação de atletas de futebol na rotina de treinamento.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Verificar o efeito antes e após a aplicação da CWI nos marcadores bioquímicos do dano muscular em atletas de futebol;
2. Verificar o efeito antes e após a aplicação da CWI no desempenho neuromuscular em atletas de futebol;
3. Analisar o efeito do uso da CWI na Percepção Subjetiva de Esforço em atletas de futebol;
6. Analisar o efeito do uso da CWI nos aspectos psicofisiológicos da recuperação em atletas de futebol.

1.3 Hipóteses

H0 – O uso acumulativo da CWI não altera os níveis dos marcadores bioquímicos, sinal eletromiográfico, força muscular, potência e sensação de recuperação quando comparada aqueles que não utilizaram.

H1 – O uso acumulativo da CWI altera os níveis dos marcadores bioquímicos, sinal eletromiográfico, força muscular, potência e sensação de recuperação quando comparada aqueles que não utilizaram.

1.4 Revisão de literatura

1.4.1 Futebol

O futebol é o esporte mais popular do mundo e é praticado por homens, mulheres, crianças e adultos de diferentes níveis de habilidades. Durante um jogo de 90 minutos, um profissional corre aproximadamente 10 quilômetros com intensidade média próximo do limiar anaeróbico (80 a 90% da frequência cardíaca máxima). É caracterizado pela grande presença de saltos, disputas de bola, *sprints*, frenagens, acelerações e mudanças de direção, que ocorrem a cada 2-4 segundos em um total de 1200-1400 vezes durante uma partida (4).

Para que isso ocorra, muitos órgão e sistemas são estressados, alterando a homeostase, entre eles, o sistema musculoesquelético, o sistema endócrino e o sistema nervoso, além do desgaste mental e psicológico que também ocorre (5). O desequilíbrio em qualquer destes arranjos pode promover o aparecimento de lesões ou redução do desempenho do atleta.

Em relação à respiração celular, modalidades que exigem movimentos intermitentes e de alta intensidade, como o futebol, dependem da geração de maior quantidade energia possível através de vias metabólicas anaeróbias, com o objetivo de manter a concentração intracelular de Trifosfato de Adenosina (ATP), que após a hidrolização manterá ativo todos os processos celulares. Existem duas potências anaeróbicas: a alática, utilizada em exercícios realizados como intensidade máxima subjetiva de até, aproximadamente, 15 segundos de duração. Refere-se a obtenção rápida de energia pela degradação de fosfocreatina e concomitante ressíntese de ATP, caracterizado como sistema ATP-CP. Depende das concentrações intramusculares de ATP e fosfocreatina, além da atividade de enzimas ATP sintase (ATPase) e creatinofosfoquinase (CPK) envolvidas no processo de degradação dos substratos. A potência anaeróbia láctica refere-se à obtenção de energia através da glicólise, com subsequente formação de ácido láctico, processo predominante como via energética em exercícios com duração de até, 150-180 segundos (35, 36).

Considerando o sistema musculoesquelético, os índices de lesões no futebol dependem de vários fatores, como a idade, o nível da competição, o posicionamento no campo, o ambiente de jogo, o gênero, entre outros. Acometem principalmente as extremidades inferiores e são mais comuns: entorses, lesões musculares ou contusões (37-40). A epidemiologia aponta a lesão dos músculos isquiotibiais como a mais frequente (6).

Essa modalidade esportiva utiliza movimentos durante os jogos e/ou treinos que demandam muita força e, devido a sua especificidade, tem predomínio de contrações excêntricas. Sabe-se que esse tipo de ação muscular implica em uma alta magnitude de microtraumas musculares (4, 12, 41) pois enquanto o músculo sofre um alongamento em relação ao seu tamanho original, a quantidade de tensão é de aproximadamente duas vezes superior à força desenvolvida durante contrações que mantêm seu tamanho original, como as contrações isométricas. No entanto o número de pontes cruzadas ativas é somente 10% maior, resultando numa tensão elevada na estrutura muscular e conseqüentemente a isso, um excesso de tensão para as fibras ativadas. Também, um número reduzido de unidades motoras é recrutado, quando comparado às contrações concêntricas, implicando um estresse mecânico na fibra muscular, uma vez que a tensão por área de secção transversa ativa é maior (42, 43). Os microtraumas podem ser agravados se a intensidade do treinamento não estiver equilibrada com o processo de recuperação, gerando o dano muscular, queda no desempenho ou diferentes lesões musculoesqueléticas.

Neste sentido, torneios oficiais que normalmente envolvem calendários congestionados, onde os atletas realizam duas partidas por dia ou até cinco e seis partidas dentro de três períodos distintos do dia podem ser ainda mais deletérios à homeostasia. Há um agravamento em jogos decisivos (semifinais e finais). Estudos tem mostrado que quando os intervalos entre os jogos são curtos, a fadiga residual acumulada após sucessivas partidas e incompletas recuperações afetam o desempenho físico (44).

Isso ocorre porque a sobrecarga mecânica na fibra muscular que gera o dano pode atingir o sarcolema, lâmina basal, bem como nos elementos contráteis (túbulos transversos, miofibrilas) e no citoesqueleto.

O exercício físico causa primeiramente estresse metabólico nos músculos esqueléticos ativos, envolvendo alta taxa de transformação de energia aeróbica e geração de calor. Ambos contribuem para a geração de oxigênio reativo (ROS). ROS pode destruir algumas proteínas, ácidos nucleicos e lipídios, que desestabiliza a estrutura da célula muscular, incluindo o sarcolema e estruturas contráteis. Danos no complexo excitação-contração altera a cinética da contração muscular, podendo causar redução na capacidade de gerar força muscular e consequentemente a isso, no desempenho físico, além de que, a destruição no sarcolema deixa a célula mais permeável (8, 24, 29).

A alta transformação de energia para manter a contração e manter a pressão intramuscular controlada, por meio da hiperaemia (aumento de vasos sanguíneos funcionais para aumentar a circulação local), pode também promover uma leve hipóxia na fibra muscular, acumulando metabólitos. Esse aumento de metabólitos pode causar aumento da osmolaridade da célula. Aumenta então, a permeabilidade e o edema, causando estresse mecânico nas estruturas celulares, alterando, a distribuição de Oxigênio (O_2) e comprimindo capilares. Consequentemente a esse processo, há um prejuízo na distribuição de O_2 e remoção de resíduos. Inicia-se assim uma resposta inflamatória induzida pelo exercício (8, 24, 29).

Mesmo que, a inflamação é necessária para resolução do dano muscular, quando é excessiva ou sem controle, a atividade fagocitária dos neutrófilos e macrófagos contribuem para o dano muscular secundário, gerando DMTE e a perda da capacidade de geração de força por horas e dias seguidos do exercício alta intensidade. (8, 24, 29).

Um modelo proposto por Armstrong sugere que o dano da fibra tem característica física e metabólica. Inicialmente ocorre um distúrbio nas proteínas estruturais encontradas na célula muscular e no tecido conectivo. Associado a estes fatores, os danos estruturais no sarcolema são acompanhados de uma migração dos

íons Cálcio do interstício para o interior da fibra muscular, aumentando os índices deste íon dentro da célula. Com isso, a mitocôndria inibe a respiração celular e a produção de energia. Essa sobrecarga de Cálcio precipita uma fase autogênica onde um aumento de ação de proteases e fosfolipases resulta na degradação das miofibrilas e da membrana celular. Após o rompimento da membrana, enzimas intramusculares, como, a Creatina Quinase (CK) e a Lactato Desidrogenase (LDH), extravasam-se para fora da célula através da membrana sarcoplasmática, local onde normalmente não estão presentes. A presença destas enzimas no interstício é uma maneira indireta de mensurar o dano muscular (43, 45).

Marcadores de dano muscular devem ser monitorados a fim de evitar o aparecimento de lesões, diminuição do desempenho, progresso no treinamento ou identificação de *overtraining*. Os marcadores mais utilizados em diferentes modalidades são as enzimas CK, LDH, mioglobina e outras proteínas do sangue.

A CK é considerada a mais sensível para a avaliação indireta do dano devido a facilidade na identificação e o baixo custo quando comparado com outros métodos. Entretanto há uma grande variabilidade na concentração para cada indivíduo, complicando a padronização dos valores de referências para atletas, devido a especificidade do treinamento, grupos musculares envolvidos e gêneros (9, 10). De acordo com Palacios *et al.* os valores de CK podem ser divididos em: adaptação ao treinamento (200UI), nível alto de treinamento (200-250UI), possibilidade de overtraining ou dano muscular (>300UI). Outro estudo realizado com jogadores profissionais brasileiros relatou que entre o jogo e quatro dias posteriores, a enzima manteve-se com valores aproximados de 300U/L, chegando até uma média de 800U/L no momento do seu pico, que segundo eles é entre 12 e 20 horas após o treinamento (11, 13, 14). A enzima Lactato Desidrogenase é uma enzima catalizadora encontrada na maioria dos tecidos do corpo, especialmente no coração, fígado, rins, células sanguíneas, cérebro e pulmões. Tem um importante papel no metabolismo energético anaeróbico, reduzindo piruvato a lactato no final da glicólise (11).

Afim de prevenir sobrecargas nos sistemas fisiológicos, estratégias de recuperação devem ser implementadas (44, 46) para normalizar as taxas para o

próximo jogo. Ou seja, se a distribuição inadequada de estímulos de treinamento, ou a aplicação indevida destes estímulos, considerando variáveis como volume, intensidade, frequência ou densidade, associados a períodos de recuperação ineficientes, podem levar o organismo à incapacidade de adaptação ao treinamento, impossibilitando a melhora no desempenho.

1.4.2 Treinamento Esportivo

Quando um indivíduo realiza uma atividade física, independentemente do nível, tanto o fisicamente ativo, o atleta amador ou o profissional são impostas variações na intensidade e duração da atividade. Assim, o corpo humano é submetido a uma série de desafios biológicos agudos, onde os músculos necessitam transformar energia química em energia mecânica para a produção de movimento, envolvendo vários órgão e sistemas no processo. Desta maneira, o exercício físico representa um transtorno do equilíbrio interno do corpo, ou seja, na sua homeostase. Quando essas perturbações ocorrem de maneira organizada, crônica e sistemática o corpo humano se adapta, aprimorando as funções agudamente solicitadas. Esse fenômeno é conhecido na fisiologia do exercício e na ciência do treinamento físico como princípio da adaptabilidade biológica. Se não fosse a capacidade de adaptação, como também acontece na natureza, várias espécies da vida não teriam sobrevivido por longos tempos em diferentes ambientes. São reversíveis e precisam ser constantemente revalidadas (47).

Neste sentido, para promover uma melhora nas funções biológicas, aumentando o desempenho esportivo e conseqüentemente o rendimento, o corpo humano necessita de constante desafios fisiológicos, ou estímulos de treinamento, chamado de princípio da sobrecarga.

Outro fator determinante para a melhora no desempenho é que após a aplicação de uma carga de trabalho, há a necessidade de recuperação do organismo, visando também restabelecer a homeostase. Em geral, a recuperação é definida como compensação de déficit orgânico gerado pela atividade gerada anteriormente, sendo

influenciada pelas variáveis do treinamento (35). O processo de recuperação permite que ocorra o princípio de continuidade, que está intimamente ligado ao processo de adaptação, onde o treinador não necessita subtrair etapas importante na formação atlética de um esportista, tanto a nível fisiológico quando psicológicos que seriam causados pela quebra na continuidade (47)A melhora da capacidade física através da sistematização do exercício que geram o processo de adaptação às cargas de treinamento pode ser descrita por meio da Síndrome da Adaptação Geral (SAG), ou seja, o corpo reage ao estímulo (stress, exercício), de duas maneiras distintas: ou se adaptando ou gerando um dano. Para minimizar a chance de sobrecarregar o sistema e gerar o dano o processo de recuperação é utilizado com fator determinante, conforme mostra figura 1, pois sem a recuperação adequada perde-se toda a sistematização do treinamento, podendo acarretar a síndrome de *overreaching* ou *overtraining* (1, 35).

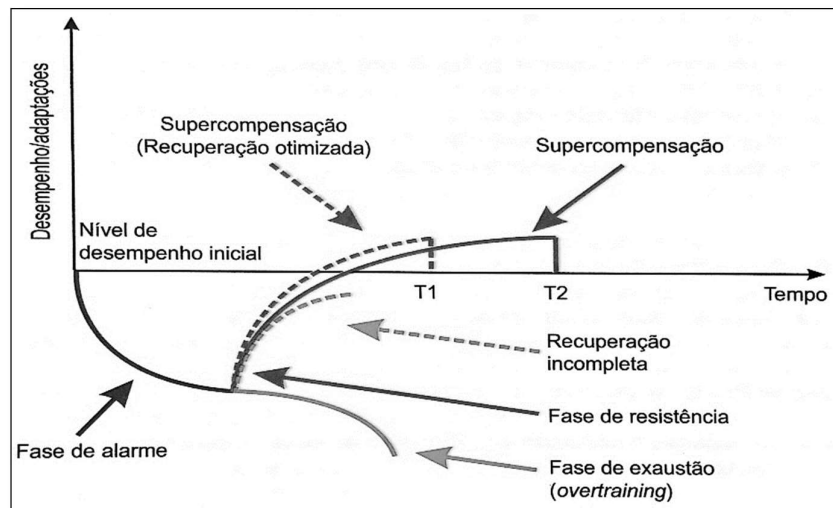


Figura 1 - SAG aplicada ao contexto esportivo e importância da recuperação para o aumento do desempenho (1).

A SAG é dividida em três fases:

1) Fase de alarme: fase onde o exercício físico é realizado e adaptações agudas permitem que o indivíduo suporte e complete a atividade proposta. Nessa fase são

comuns a manifestação da fadiga, bem como a diminuição da capacidade de desempenho do indivíduo.

2) Fase de Resistência: é a fase de adaptação, ou a fase que mais interessa ao treinamento desportivo, onde o organismo resiste ao agente estressante (exercício). Ocorre a supercompensação (melhora no desempenho, representada pelo T2 na figura 1). Para dar sequência ao fenômeno, é muito importante manter uma ótima relação entre o treinamento e a recuperação, pois se não houver uma recuperação adequada o processo de treinamento será alterado, havendo a necessidade de modificar as intensidades pré-determinadas, prejudicando o nível de adaptação pretendido.

3) Fase de Exaustão: fase onde há um desequilíbrio entre o exercício (stress) e a recuperação, onde o organismo não reage adequadamente, podendo ocorrer o *overreaching*, como citado anteriormente, podendo afastar o atleta por dias ou meses do treinamento (1, 35, 47).

Devido ao entendimento sobre essas etapas de adaptação ao treinamento físico, entende-se o motivo o qual é muito importante manter uma recuperação adequada. Assim, o indivíduo restabelece-se para que na sessão subsequente possa receber uma carga mais elevada dando a devida sequência ao treinamento melhorando assim o desempenho atlético.

1.4.3 Estratégias de Recuperação

Devido a necessidade de reduzir a magnitude da fadiga, acelerar o tempo da completa recuperação e prevenir lesões entre sessão de treinamento ou jogo, diferentes métodos são utilizados no esporte por diferentes profissionais da saúde. A fadiga é multifatorial e normalmente está relacionada com quadro de desidratação, depleção de glicogênio, dano muscular ou fadiga mental. Entre as estratégias de recuperação apresentadas na literatura, as mais citadas são: nutricionais, crioterapia por imersão, boa qualidade do sono, recuperação ativa, alongamentos, uso de roupas compressivas, massagem, estimulação elétrica, entre outras. Dentre estas técnicas,

existem poucas evidências científicas que indiquem seu uso, para que assim estabeleçam-se como eficientes no processo de recuperação. Também há a carência da comprovação do uso a longo prazo, visto que a maioria dos estudos são feitos de maneira aguda (48). Torres et al, cita em sua revisão de literatura que massagem influencia na diminuição da dor muscular pós 24 horas do exercício quando comparada como outra técnicas (19).

A crioterapia é a aplicação de qualquer substância para remover o calor do corpo, resultando em diminuição da temperatura tecidual, para garantir objetivos preventivos ou terapêuticos, sendo amplamente utilizado pelos atletas de elite e amadores e é indicada por médicos, fisioterapeutas, técnicos, preparadores físicos, entre outros profissionais relacionados ao esporte (49).

A diminuição da temperatura local altera o centro responsável pelo controle da temperatura corpórea, localizado na região pré-óptica do hipotálamo anterior, promovendo alterações fisiológicas no metabolismo corporal, no calibre do vaso, na velocidade da condução nervosa, no controle motor, na flexibilidade muscular e nos mecanismos de controle de dor (50).

Após um dano tecidual, esta modalidade térmica facilita a recuperação do estresse metabólico causado pelo exercício, reduzindo a temperatura intramuscular e o metabolismo para aliviar o stress hipóxico, limitar a geração de ROS e o dano subsequente. Minimiza a hipóxia secundária e a morte celular por meio da redução do metabolismo e consequentemente a necessidade de consumo de oxigênio das células saudáveis. Promove também, alteração da permeabilidade do sarcolema, diminuindo as proteínas livres e a pressão hidrostática do tecido, reduzindo assim o edema (24)

A exposição ao frio pode aumentar a tolerância à dor por diminuir a velocidade da condução nervosa e a produção dos mediadores de dor, com redução da sua percepção. Ou seja, promove a estimulação dos receptores térmicos que utilizam a via espino-talâmica lateral, uma das quais transmite os estímulos dolorosos, inibindo assim chegada do estímulo doloroso conforme a teoria das comportas para o controle da dor (51). O frio também deprime a excitabilidade das terminações nervosas livres e

das fibras dos nervos periféricos, o que aumenta o limiar da dor. Promove também, a diminuição da descarga fusar e a tensão muscular e a liberação de acetilcolina, diminuindo também o espasmo muscular (49).

Em relação ao controle motor, o uso agudo da crioterapia pode alterar a contração e recrutamento de motoneurônios e unidades motoras, na resposta do reflexo de estiramento, afetando o desempenho neuromuscular pela diminuição da força isométrica e força muscular máxima, a velocidade de contração e o padrão de recrutamento das fibras rápidas que apresentam pico de torque reduzido, tornando assim o uso do gelo prejudicial previamente às atividades esportivas (49).

Entretanto, a crioterapia pode favorecer manobras de ganho de flexibilidade muscular aguda, porém os resultados ainda são controversos (52). Entre os efeitos circulatórios sistêmicos pode-se citar a diminuição de frequência e débito cardíaco, aumento da pressão arterial e da resistência periférica (49).

Existem diferentes métodos de aplicação crioterapêutica que causam diferentes efeitos nos tecidos superficiais e profundos, que podem ser por meio de compressas de gelo, gel ou químicas, imersão em água e gelo, massagem com gelo, resfriamento termoeletrico, gelo seco e spray químico, *whole body cryotherapy* (crioterapia no corpo inteiro, ou seja, a utilização de uma câmara de nitrogênio de -80°C a -110 °C por 1-3 min) (24).

A aplicação da crioterapia produz de três a quatro estágios de diferentes sensações: inicia com incômodo, seguido por formigamento, queimação ou sensação dolorida e finalmente adormecimento(51). A temperatura da pele cai rapidamente nos primeiros 1-3 minutos e alcança a temperatura mínima em aproximadamente 8-9 minutos de resfriamento. O uso de resfriamento intermitente pode permitir ao músculo alcançar baixas temperaturas limitando o dano muscular pós aplicação, pois os músculos mantêm-se resfriado enquanto a pele retorna rapidamente a temperatura normal(24).

Entre todos estes fatores, alguns benéficos e outros deletérios para o processo de adaptação e prevenção de lesões em atletas, cabe verificar se as demandas fisiológicas no tecido citadas acima, causadas pela crioterapia por conversão (troca do

calor por contato direto) aplica-se quando é utilizada por meio de convecção (troca de calor por meio de fluídos) como a crioterapia por imersão, a qual destina-se a temática deste estudo.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Delineamento e local da pesquisa

Trata-se de um ensaio clínico randomizado e cego, em que o primeiro pesquisador (P1) foi responsável pelas avaliações e reavaliações; o segundo pesquisador (P2), pelo processo de randomização e instrução dos voluntários no protocolo de intervenção e o terceiro pesquisador (P3), pelas análises estatísticas.

A pesquisa foi desenvolvida no Complexo Sócio-Esportivo Vicente Farache, situado na cidade de Natal, Rio Grande do Norte, sede do ABC futebol Clube. Cinco salas foram devidamente preparadas para as avaliações, uma para as coletas de sangue, outra para a colocação dos eletrodos da eletromiografia (EMG), outra para as avaliações do desempenho neuromuscular, outra para os questionários (anamnese, índice de qualidade de sono) e a finalmente a última para a antropometria e os inquéritos alimentares. Para a realização das intervenções o local foi próximo ao campo de treino, ao livre, à sombra.

2.2 Caracterização da amostra e processo de alocação

Aceitaram participar do estudo 27 atletas do sexo masculino, jogadores de futebol da categoria sub-20 de um time da segunda divisão. Inicialmente o grupo de CWI foi composto por 14 indivíduos (idade $18 \pm 0,8$ anos; massa corpórea $68 \pm 4,6$ quilos; altura $1,73 \pm 0,06$ metros e índice de massa corporal $22,16 \pm 0,9$ Kg/m²) e o grupo controle foi composto por 13 indivíduos (idade $17,9 \pm 0,7$ anos; massa corpórea

73,2 ± 9,5 quilos; altura 1,79 ± 0,07 metros e índice de massa corporal 22,34 ± 1,3 Kg/m²).

Foram adotados como critérios de inclusão: (1) ser atletas de futebol do sexo masculino que treinassem na mesma equipe; (2) ser supervisionados pelo mesmo técnico e preparador físico; (3) residir e se alimentar nas dependências do clube.

Foram adotados como critérios de exclusão: (1) apresentar qualquer lesão osteomioarticular durante o experimento, (2) faltar a algum dos treinos durante os sete dias de experimento; (3) relatar qualquer alteração neurológica, vascular (fenômeno de Raynaud) ou sistêmica (febres ou viroses) durante o procedimento; (4) realizar atividade física no período de descanso; (5) usar cafeína ou suplementação na dieta, (6) administrar fármaco com ação anti-inflamatória ou analgésica durante o experimento; (7) ser goleiro; (8) estar realizando qualquer tipo de tratamento fisioterapêutico.

Após a aplicação destes critérios, finalizaram o estudo 23 atletas (12 no grupo controle e 11 no grupo experimental). Foram excluídos os dois goleiros e dois jogadores de linha, um devido a necessidade de tratamento ortodôntico e outro pela ausência em um treino por problemas familiares.

Os voluntários foram aleatoriamente distribuídos por meio de sorteio. Foi utilizado um envelope vedado e opaco, onde foi colocado o nome de todos os sujeitos e solicitado que o pesquisador 2 fizesse as escolhas, dividindo-os entre dois grupos, controle e intervenção com CWI. Após a escolha, os grupos foram mantidos até o final do experimento. Em nenhum momento os indivíduos receberam informações sobre qual técnica poderia ser mais eficaz para o processo de recuperação muscular. A randomização ocorreu no primeiro dia, após o treinamento.

2.3 Aspectos éticos

Todos os indivíduos concordaram em participar do estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O estudo está de acordo com as normas e

diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, com parecer de número 851.084 pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes. Foi realizado um esclarecimento sobre a pesquisa e garantido o sigilo de identidade, quando todos foram informados sobre os objetivos do estudo e os possíveis riscos, reservando-lhes o direito de desistência. Todos os indivíduos concordaram em participar do estudo assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice II).

2.4 Procedimentos e medidas de avaliação

Previamente ao início do experimento, foi realizada uma reunião com o departamento médico para estabelecer quais seriam as datas de início e término do estudo e principalmente como seriam padronizadas as cargas de treinamento impostas aos atletas nos dias das avaliações (iniciais no dia 1, e finais, no dia 9), tornando-as mais homogeneas possíveis respeitando o microciclo de treinamento que estava sendo trabalhado. O experimento teve início após dois dias de descanso e as avaliações iniciais ocorreram antes de qualquer esforço físico.

Iniciando o experimento, foi realizada a antropometria e a anamnese para determinar quais dos atletas respeitavam os critérios de inclusão (Apêndice I). As avaliações do consumo alimentar e do índice de qualidade do sono também foram avaliadas por meio de inquéritos e questionário. Segue a descrição dos momentos que foram realizadas as avaliações que estão dispostos no fluxograma da figura 7.

- Questionários e inquéritos: em diferentes momentos durante o experimento.
- Antropometria: Previamente a primeira coleta de sangue.
- Avaliações Bioquímicas: Foi coletado sangue em seis momentos distintos: três coletas na avaliação inicial ou dia 1 e 2 (pré-treino, pós treino e pós 24 horas) e os outras três na avaliação final ou dia 9 e 10 (pré-treino, pós treino e 24 horas).

- Avaliações do desempenho neuromuscular: Foram realizadas as avaliações em quatro momentos distintos: avaliação inicial ou dia 1 (pré-treino, pós treino) e avaliação final ou dia 9 (pré-treino, pós treino).

- Avaliação da Percepção Subjetiva de Esforço: trinta minutos após o término de cada uma das sete sessões de treinamento.

- Avaliação da Percepção de Recuperação: Durante os sete dias de treinamento que abrangeram o estudo.

O período de duração de todo o experimento foi de 10 dias. Durante esse período, foram realizadas 7 sessões de treinamento e consequentemente, 7 sessões de protocolos de recuperação. O período do dia que os treinos e as avaliações foram realizados foi no turno vespertino, não havendo variações nos horários, a fim de evitar alterações no ciclo circadiano. A ordem das avaliações bioquímicas, neuromusculares e psicofisiológica mantiveram-se as mesmas durante toda a pesquisa.

Os inquéritos alimentares, os questionários de qualidade do sono e a antropometria foram realizadas com a finalidade de caracterizar a amostra, e as metodologias serão descritas a seguir:

- Antropometria:

Foram aferidas a massa corporal e a estatura a fim de calcular o índice de Massa Corporal, representado pela equação de Quetelec ($IMC = \text{massa corporal} / \text{estatura}^2$) (53). Utilizou-se balança portátil com capacidade para 150 kg e precisão de 100g e um estadiômetro da marca Sanny, com precisão de 0,1 cm.

A fim de verificar a distribuição de gordura subcutânea total foi realizado o somatório das seguintes dobras cutâneas: tricipital, bicipital, subscapular, peitoral, axilar média, suprailíaca, supraespinhal, abdominal, coxa medial e parturilha (54). As medidas foram aferidas utilizando o compasso Harpeden (*John Bull British Indicators Ltd*) com escala de unidades de 0,2 mm e interpolação de medida de 0,1 mm.

Todas as medidas foram realizadas em duplicata (para obtenção da média) pelo mesmo pesquisador, com erro técnico de medida dentro da porcentagem aceitável. Os protocolos utilizados seguiram as descrições das diretrizes da International Society for the Advancement of Kineanthropometry (*ISAK*) (55).

- Avaliação do Consumo Alimentar:

Foram realizados por meio de 2 recordatórios alimentares de 24h. Esses, foram aplicados por nutricionistas com *expertise* profissional, com auxílio de um registro fotográfico de medidas caseiras para facilitar a identificação de porções de alimentos e/ou bebidas consumidas. Um dos inquéritos dietéticos foi aplicado em um dia da semana e o outro no fim de semana, para que fosse retratado o consumo habitual dos atletas. Para a análise da composição química da dieta primeiramente os dados foram convertidos em gramas e a análise da energia e macronutrientes foi realizada por meio da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (56). Quando algum alimento não constava nesse banco de dados, foram utilizados valores contidos em rótulos de alimentos.

- Avaliação da qualidade de sono:

Utilizou-se o Índice de Qualidade do Sono de Pittsburg (57), validado no Brasil, que consiste em 19 itens abrangendo aspectos como latência, duração, eficiência habitual, qualidade e distúrbios do sono e uso de hipnóticos durante o último mês. O questionário pode gerar pontuações de 0- 21 e os indivíduos foram classificados como tendo má qualidade do sono quando obtiveram escores iguais ou maior que 5 (Anexo1).

2.4.1 Avaliação das amostras biológicas e determinação dos parâmetros laboratoriais

Para avaliação dos níveis de CK e LDH foram coletadas amostras de sangue periférico (8ml) de todos os sujeitos do estudo, utilizando sistema de coleta a vácuo (vacutainer) em seis tempos distintos. No primeiro dia as coletas foram realizadas antes e após o treino (protocolo de dano muscular). Vinte e quatro horas depois, uma nova coleta foi realizada (antes do treino). Sete e oito dias após a primeira etapa, todo procedimento de coleta foi repetido nas mesmas condições anteriormente citadas, mais precisamente no nono e décimo dia de experimento. A coleta pós treino demorou

aproximadamente 15 minutos para ser iniciada, tempo necessário para o atleta sair do campo e dirigir-se até o local onde estavam sendo realizadas as coletas.

As amostras foram coletadas em dois tubos, um contendo fluoreto de sódio e outro contendo EDTA, utilizando um conjunto de reagentes da empresa Labtest (Lagoa Santa, MG, BR), através dos métodos enzimático (LDH) e colorimétrico (CK). As dosagens dos parâmetros bioquímicos foram realizadas no Autoanalisador para Química Clínica – Lab Max Plenno, labtest (Lagoa Santa, MG, BR), no Laboratório de Bioanálise e Biotecnologia Molecular da Faculdade de Farmácia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Como controle interno dos ensaios bioquímicos foi utilizado duas preparações liofilizadas, em matriz humana proteica, contendo vários analitos, Qualitrol H1 (Bioplus, Lagoa Santa, MG, BR) e Controle Interno – Control Lab (Control Lab, Rio de Janeiro, RJ, BR). Durante o treino os atletas poderiam beber água e ir ao banheiro, se necessário.

2.4.2 Salto vertical com contramovimento (SVCM)

Para a avaliação da potência dos membros inferiores, os saltos foram realizados sobre o tapete de contato Jump System Pro® (1000x600x8mm), conectado ao software Jump System 1.0 (CEFISE, SP/Brasil), por meio de uma placa de interfaceamento, sistema eletrônico que apresenta reprodutibilidade elevada entre medidas, com coeficiente de correlação intraclassa (ICC) de 0,980 e confiabilidade com correlação de 0,99653.

Foram tomados todos os cuidados quanto à execução do teste pois alterações no padrão de movimento podem alterar para mais ou menos a altura do salto. Com isso, os voluntários foram posicionados sobre o aparelho, com os pés paralelos, a partir da posição ereta, mantendo os joelhos em extensão à 180°, com as mãos fixas sobre o quadril, na região da crista ilíaca. A partir deste posicionamento, foram orientados a saltar o mais alto possível, produzindo uma flexão de joelhos para ganharem impulsão (sem retirar os calcanhares do tapete) e em seguida o executante fez a extensão rápida do quadril e do joelho, impulsionando o corpo verticalmente. Os joelhos

permaneceram em extensão durante o salto, conforme demonstrado na figura 2. Foi solicitada uma repetição para a familiarização e aquecimento, seguindo-se de três tentativas, onde o maior salto foi registrado, adotando-se o intervalo de repouso de 10 segundos entre cada repetição (58).



Figura 2 - Atleta realizando o salto com contramovimento.

2.4.3 Força Isométrica Voluntária Máxima

Para aquisição da força muscular isométrica máxima, foram realizadas 3 contrações voluntárias máximas, e utilizou-se a maior medida como parâmetro. Com relação ao tempo de contração, utilizou-se cinco segundos, tempo suficiente para o desenvolvimento de pico de força, e o período de descanso entre uma medida e outra foi de 1 minuto. Para a primeira coleta, os atletas foram familiarizados com o teste realizando um movimento de flexão e extensão no dispositivo. O aquecimento deu-se por meio dos saltos (SVCM), conforme descrito anteriormente.

Para a avaliação do desempenho muscular dos extensores e flexores de joelho, dominante e não dominante, o sujeito foi posicionado em cadeira ajustável específica para o teste, com quadril flexionado a 90°, tronco e membro inferior contralateral estabilizado com cinto. O braço de alavanca foi posicionado a aproximadamente 3 cm acima do maléolo medial do tornozelo. Durante o teste, os sujeitos foram orientados a

segurar firmemente os apoios laterais do assento no intuito de manter a estabilização do corpo. Além disso, comando verbal foi utilizado para estimular a realização máxima da força isométrica. Para os extensores de joelho adotou-se o ângulo de 60° e para os flexores o ângulo de 30° (59-61). O posicionamento foi aferido utilizando um goniômetro padrão, conforme demonstrado na figura 3. Para a captação do pico da força foi utilizado uma célula de carga, da marca Miotec®, e a aquisição dos dados foi realizada por meio do software Miograph 2.0.

2.4.4 Eletromiografia de Superfície

Concomitantemente com a avaliação da força isométrica voluntária máxima, foi captado o pico da atividade eletromiográfica dos músculos Reto Femoral, Vasto Lateral e Bíceps Femoral. Foi utilizado um eletromiógrafo Miotool da Miotec® de oito canais com frequência de amostragem de 1000hz e ganho total de 2000 vezes. A aquisição dos dados eletromiográficos foi feita por meio do software Miograph 2.0, sincronizando manualmente conforme solicitou-se o movimento, primeiramente dos extensores, seguido pelos flexores de joelho. Foi utilizado filtro *notch* de 60 Hz, passa alta de 20 Hz e passa baixa de 500 Hz. Para a EMG, os dados foram coletados no membro dominante.

Os eletrodos bipolares de superfície foram posicionados conforme protocolo da SENIAM®, paralelamente à direção das fibras musculares de cada músculo, com distância de 20mm entre os polos. O eletrodo de referência foi colocado sobre o maléolo lateral e a pele foi preparada com tricotomia, lixa superficial e assepsia com álcool. Seguindo as normas propostas pelo protocolo, para a melhor captação da atividade eletromiográfica do músculo Reto Femoral, um par de eletrodos foi posicionado a 50% da linha entre a espinha ilíaca ântero-superior (EIAS) e a base da patela. Para a análise do músculo Vasto Lateral a localização do eletrodo foi 2/3 distais da linha entre a (EIAS) e a lateral da patela e para o músculo Bíceps Femoral os eletrodos foram posicionados a 50% da linha entre a tuberosidade isquiática e o côndilo lateral da tíbia (disponível em www.seniam.org). A figura 3 representa a

preparação para a avaliação do pico de força isométrica e da atividade eletromiográfica.



Figura 3 - Atleta sendo devidamente preparado para o teste de força isométrica voluntária máxima associada a análise da atividade eletromiográfica.

2.4.5 Percepção Subjetiva de Esforço da Sessão

Para a avaliação desta variável foi utilizado a seguinte metodologia: trinta minutos após o término da sessão de treino o atleta foi questionado com a seguinte pergunta: “Como foi a sua sessão de treino? ”. A resposta ao questionamento foi fornecida a partir da escala apresentada na Figura 4. O avaliador instruiu o atleta a escolher um descritor e depois um número, de 0 a 10, que também pode ser fornecido em decimais (por exemplo: 7,5). O valor máximo (10) foi comparado ao maior esforço físico realizado pela pessoa e o valor mínimo é a condição de repouso absoluto (0) (16, 62). Esse procedimento foi repetido após cada sessão de treinamento, totalizando sete sessões.

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

Figura 4 - Escala CR10 de Borg (1982) modificada por Foster et al.

2.4.6 Avaliação da qualidade total da recuperação percebida pelo atleta (TQRper)

Com a finalidade de mensurar o processo de recuperação psicofisiológica após uma intervenção de recuperação, a Escala de Qualidade Total de Recuperação Percebida, descrita em inglês como *Total Quality Recovery Perceived (TQRper scale)* enfatiza a percepção do atleta sobre a recuperação. É solicitado que o indivíduo, antes de se deitar para dormir, avalie como está sua situação geral, como, por exemplo, dores, pesos nas pernas e transforme seu relato em notas que estão descritas na Figura 5 (17).

Classificação	Descritor
6	
7	Muito, Muito fraca recuperação
8	
9	Muito fraca a recuperação
10	
11	Fraca recuperação
12	
13	Razoável recuperação
14	
15	Boa recuperação
16	
17	Muito boa recuperação
18	
19	Muito, muito boa a recuperação
20	

Figura 5 - Escala de qualidade total de recuperação percebida pelo atleta

2.5 Procedimento das intervenções

Imediatamente após o término dos treinos todos atletas foram submetidos aos protocolos conforme a randomização do primeiro dia de experimento. A CWI foi realizada por meio de uma banheira com água e gelo, com temperatura de $10^{\circ}\pm 1$ por 10 minutos (22, 28, 31, 63) controlada por um termômetro padrão e adicionado gelo ou água na temperatura ambiente quando necessário. Todos os indivíduos permaneceram sentados com água gelada até a altura da crista ilíaca. Optou-se por essa posição baseando-se no fato de que a diferença na pressão hidrostática entre estar sentado ou em pé não gera influência sobre o processo de recuperação (64). Os indivíduos pertencentes ao grupo controle, imediatamente após o término do jogo permaneceram sentados por 10 minutos no chão, na mesma posição que o grupo experimental. Todos os treinos foram realizados no mesmo período do dia, à tarde, e em consequência a isso, os protocolos também não sofreram variação, pois foram aplicados imediatamente após o término da atividade física. Escolheu-se um lugar à

sombra, próximo ao campo. A temperatura média do ambiente no horário das intervenções foi de $26^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$.

2.6 Descrição geral das sessões de treinamento

A equipe que participou deste experimento preparava-se para representar o Estado no principal campeonato Nacional da categoria.

Utilizava-se como estratégia e treinamento a alternância de microciclos. No período do experimento adotou-se o microciclo ordinário, o qual é caracterizado pelo crescimento regular das cargas, com um volume considerável e um nível limitado de intensidade na maioria das sessões, cerca de 60 a 80% em relação às máximas. Esse microciclo representa a boa forma estrutural do processo de treinamento dos futebolistas de diferentes níveis de rendimento (65). As sessões de treinamento também foram adaptadas para que a carga de treinamento nos dias que foram realizadas as avaliações iniciais e finais fossem padronizadas. Nestes dias a sessão de treinamento foi a mesma, conforme apresentado na figura 6.

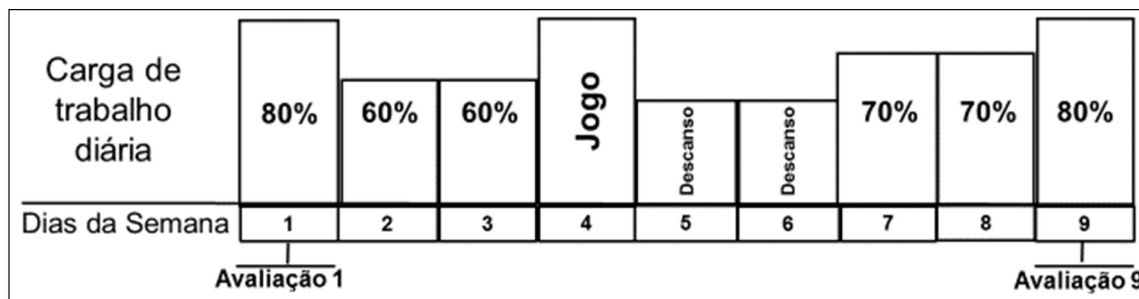


Figura 6 – Esquema representando o microciclo utilizado durante o experimento.

2.7 Análise de dados e estratégia estatística

Os procedimentos estatísticos foram realizados por meio do software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS – 20.0). A fim de verificar a normalidade dos dados, foram realizados o teste de Shapiro-Wilk e o teste de Levene para a análise da

homogeneidade das variâncias. Após isso, verificou-se que todas as variáveis apresentaram distribuição normal e homocedasticidade.

Para estabelecer se existia interação entre os tratamentos (grupos) ao longo do tempo foi utilizado a *ANOVA* Mista. Para a análise, os dados foram normalizados, estabelecendo-se os valores basais (pré-treino) foram zero e os demais foram as mudanças relativas relacionados a esse valor basal, dependendo da variável estudada. Foi aplicado o *post-hoc* de *Tukey* para avaliar as diferenças intergrupos e intragrupos, quando necessário, estabelecendo-se um nível de significância de $p < 0,05$.

Realizou-se, para as análises que apresentaram diferença estatisticamente significativas, o cálculo do tamanho do efeito por meio da fórmula de *D* de Cohen.

Para a comparação intergrupos da avaliação do consumo alimentar, do índice de qualidade total do sono e dos dados antropométricos, utilizou-se o Teste *T* de Student para amostras independentes, com significância estatística de p valor $< 0,05$.

Para estabelecer se haviam diferenças estatísticas intergrupos, tanto na linha de base, quanto após o primeiro treino ou prévio a primeira intervenção, utilizou-se a Anova de uma via, estabelecendo-se um nível de significância de p valor $< 0,05$.

Para analisar a variável dependente (CK) que foi utilizada para gerar o protocolo de dano muscular no primeiro dia de experimento, utilizou-se também a Anova de uma via estabelecendo-se um nível de significância de p valor $< 0,05$.

Os resultados foram apresentados utilizando-se a média como medida de centro de distribuição e o desvio padrão como medida de dispersão, utilizando o intervalo de confiança de 95%.

2.8 Fluxograma do estudo

Para melhor entendimento da pesquisa segue o fluxograma com todas as etapas desenvolvidas, conforme está representado na figura 7.

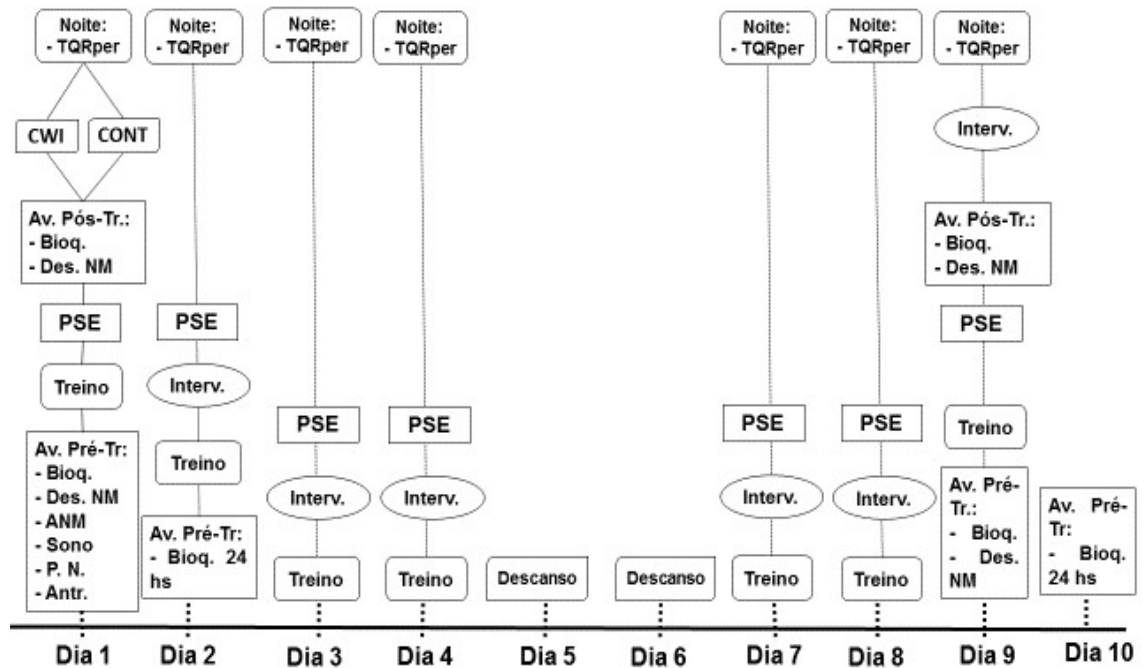


Figura 7 - Av. Pré-Tr (avaliação antes do treino); Bioq. (avaliação bioquímica de CK e LDH); Des. NM (avaliação da atividade eletromiográfica, força isométrica e potência dos membros inferiores); ANM (Anamnese); Sono (avaliação da qualidade de sono); P.N (avaliação do perfil nutricional); Antr (Antropometria); PSE (avaliação da Percepção Subjetiva de Esforço); Av. Pós tr. (avaliação imediatamente depois do treino); CWI (grupo que realizou crioterapia por imersão); Cont. (grupo controle); Av. Pré tr. Bioq. 24 hs (avaliação dos marcadores bioquímicos 24 hs após treino); TQRper (escala de recuperação)

3. RESULTADOS

Para as variáveis antropométricas, do consumo alimentar e qualidade do sono pode-se observar valores similares em ambos os grupos ($p>0,05$), sugerindo a homogeneidade da amostra. A tabela 1 apresenta a caracterização da amostra com os valores da média ($\pm$ desvio padrão) e valor de p.

Tabela 1 - Caracterização da Amostra no início do experimento

	Controle	Experimental	Sig
Análises	Média $\pm$ DP	Média $\pm$ DP	
Idade (anos)	17,9 $\pm$ 0,7	18 $\pm$ 0,8	0,2
Massa corporal (kg)	73,2 $\pm$ 9,5	68 $\pm$ 4,6	0,06
Altura (m)	1,79 $\pm$ 0,07	1,73 $\pm$ 0,06	0,1
Imc (kg/m²)	22,34 $\pm$ 1,3	22,16 $\pm$ 0,9	0,2
Energia (kcal)	3164,4 $\pm$ 1095,2	2693,2 $\pm$ 587,9	0,1
Carboidratos (kcal)	1705,4 $\pm$ 608,9	1513,3 $\pm$ 276,5	0,8
Proteínas (kcal)	494,8 $\pm$ 115,3	443 $\pm$ 89,9	0,6
Lipídios (kcal)	949,5 $\pm$ 489,1	729,1 $\pm$ 321,7	0,9
Sono	75% (BQ)	69% (BQ)	0,7
Σ dobras cutâneas (mm)	95,51 $\pm$ 21,84	93,9 $\pm$ 18,48	0,6
Percentual de gordura (%)	13,06 $\pm$ 1,64	12,58 $\pm$ 1,42	0,5

Na análise dos valores das variáveis dependentes de ambos os grupos previamente a primeira intervenção, tanto para o momento pré-treino, quanto para o momento pós-treino, foi verificado que os grupos eram homogêneos, de acordo com a representação na tabela 2.

Tabela 2 - Valores brutos das variáveis dependentes de ambos os grupos previamente às intervenções.

Variáveis	Período	Controle	Experimental	sig
CK (U/L)	Pré-treino	235,7 ± 86,03	260,1 ± 106,54	0,3
	Pós-treino	458,58 ± 209,07	473,9 ± 145,34	0,8
LDH (U/L)	Pré-treino	15,66 ± 4,1	19,45 ± 7,4	0,1
	Pós-treino	16,33 ± 8,7	17,09 ± 6,3	0,8
Altura (cm)	Pré-treino	35 ± 6,4	36,5 ± 4,4	0,6
	Pós-treino	38,7 ± 6,9	39,9 ± 3,3	0,5
Potência (w/kg)	Pré-treino	46,41 ± 5,96	47,41 ± 3,69	0,6
	Pós-treino	49,57 ± 6,23	50,46 ± 2,83	0,6
Força/extensão dominante (N)	Pré-treino	52,79 ± 12,14	61,65 ± 11,81	0,08
	Pós-treino	58,7 ± 12,47	67,41 ± 12,75	0,09
Força/extensão não dominante (N)	Pré-treino	55,38 ± 13,11	66,17 ± 15	0,05
	Pós-treino	59,69 ± 12,6	67,14 ± 12	0,8
Força/flexão dominante (N)	Pré-treino	27,92 ± 6,68	31,34 ± 8	0,2
	Pós-treino	27,84 ± 7,87	30,49 ± 8,4	0,4
Força/flexão não dominante (N)	Pré-treino	25,28 ± 5,49	26,2 ± 10,85	0,7
	Pós-treino	24,93 ± 6,95	27 ± 5	0,4
Emg/reto anterior (µV)	Pré-treino	1129 ± 612,6	1146 ± 290,3	0,9
	Pós-treino	1115,9 ± 623,4	1123,8 ± 403,4	0,9
Emg/vasto lateral (µV)	Pré-treino	1170,92 ± 425,9	950,20 ± 269,7	0,1
	Pós-treino	944,92 ± 369,9	952,55 ± 405	0,9
Emg/bíceps femoral (µV)	Pré-treino	1284 ± 650,2	1597,7 ± 1111,8	0,3
	Pós-treino	1286,1 ± 607	1144,88 ± 566,8	0,5

A fim de verificar a efetividade do protocolo de dano muscular (primeiro treino), foi comparado os valores de CK antes a após o treino. Os resultados apontam diferenças estatisticamente significativas para ambos os grupos, sugerindo a geração do dano muscular. Os valores estão representados na tabela 3 com os valores da média (± desvio padrão) e valor de p para a análise intragrupos.

Tabela 3 - Caracterização do dano muscular no início do experimento.

	Pré treino	Pós treino	sig
	Média ± DP	Média ± DP	
Controle	235,7 ± 86,03	458,58 ± 209,07	0,001
Experimental	260,1 ± 106,54	373,90 ± 145,34	0,005

3.1 Variáveis Bioquímicas

Os resultados referentes aos níveis de concentração de CK estão representados na Figura 8, onde observa-se que há interação com diferença estatisticamente significativa, entre as intervenções (grupos) e o tempo, no nível da variável ($F_{(4,76)} = 3,11$, $p=0,002$).

Em relação ao tempo, ou seja, o comportamento intragrupos, também observou-se diferença significativa ($F_{(4,76)}=25,27$, $p=0,005$), mostrando que a CK variou entre o início e demais momentos durante o experimento.

Em relação ao comportamento intergrupos verificou-se uma diferença estatisticamente significativa ao uso acumulativo ($p=0,003$), pois a CWI diminuiu os níveis de CK nos dias 9 (sétima sessão), tanto pré treino ($F_{(1,19)} = 7,09$, $p=0,01$, D de Cohen = 1,15) quanto após o treinamento ($F_{(1,19)} = 10,20$, $p=0,005$, D de Cohen 1,38). Da mesma forma, este resultado ainda se mantém após 24 horas ($F_{(1,19)} = 6,95$, $p=0,016$, D de Cohen = 1,14).

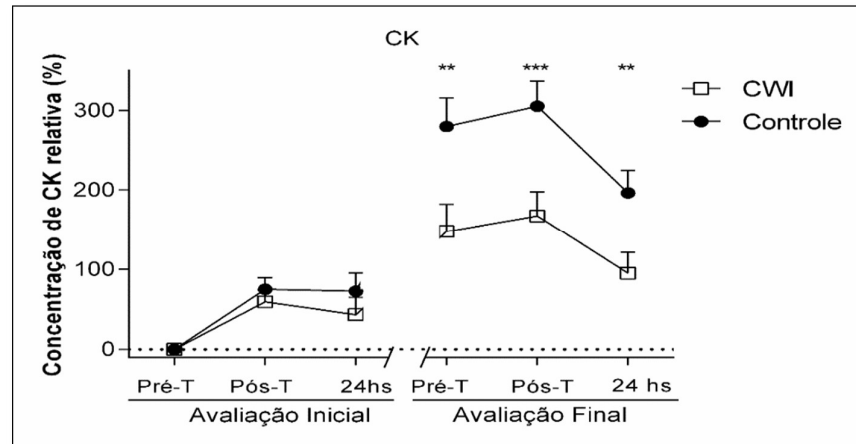


Figura 8 - Concentração plasmática de CK em diferentes momentos. As análises foram divididas em dois momentos principais: avaliações iniciais (dias 1 e 2) e finais (dias 9 e 10) e subdivididos em 6 tempos diferentes, Pré-Tr (pré treino), Pós-Tr (pós treino) e 24 hs (24 horas após o treino). A primeira referência ao Pré Tr refere-se aos valores de linha de base normalizados. * Diferença estatística quando comparados os grupos entre si.

Para os resultados encontrados em relação aos níveis de concentração de LDH, verificou-se uma diferença estatisticamente significativa intragrupos ($F_{(4,84)} = 2,752$, $p = 0,033$). A variação deu-se no grupo controle, quando comparado o pré treino com 24 horas da avaliação final ($p = 0,031$). Contudo, na comparação intergrupos encontrou-se um efeito no último dia de coleta (24 horas após a última intervenção), onde os atletas pertencentes ao grupo CWI tiveram os níveis de LDH reduzidos em comparação ao grupo controle ($F_{(1,21)} = 5,163$, $p = 0,034$, D de Cohen = 0,95), conforme demonstrada da Figura 9.

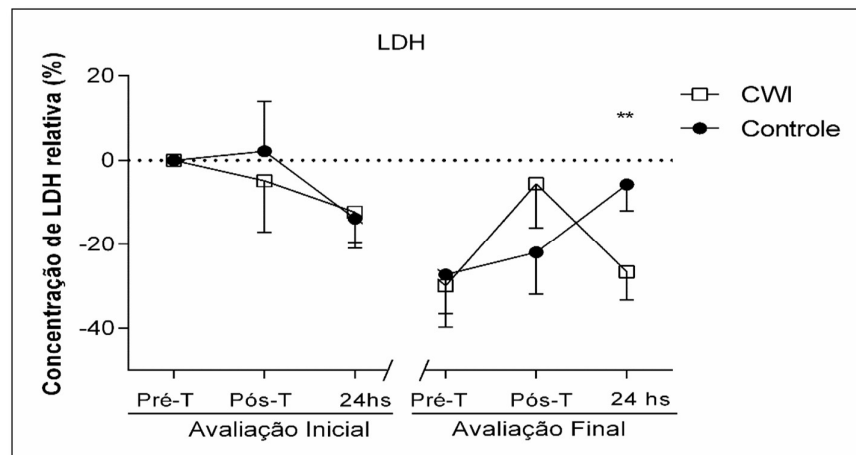


Figura 9 - Concentração plasmática de LDH em diferentes momentos. As análises foram divididas em dois momentos principais: avaliações iniciais (dias 1 e 2) e finais (dias 9 e 10) e subdivididos em 6 tempos diferentes, Pré-Tr (pré treino), Pós-Tr (pós treino) e 24 hs (24 horas após o treino). A primeira referência ao Pré Tr refere-se aos valores de linha de base normalizados. * Diferença estatística quando comparados os grupos entre si.

3.2 Potência dos Membros inferiores

3.2.1 Altura do Salto (cm)

No que se refere à altura dos saltos dos atletas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em relação a interação entre os grupos e o tempo de experimento ($p=0,242$) ou na análise intergrupos ($p=0,528$), porém encontramos diferenças intragrupos ($p=0,0001$), conforme representado na Figura 10. O grupo controle apresentou variação dos valores da linha de base com o pós treino da avaliação inicial ($p=0,036$), com o pré treino ($p=0,009$), e com o pós treino da avaliação final ($p=0,029$). Enquanto o grupo que realizou a CWI teve variação dos valores tanto da linha de base com os valores do pós treino da avaliação final ($p=0,023$), quanto pré treino em relação ao pós treino da avaliação final ($p=0,004$).

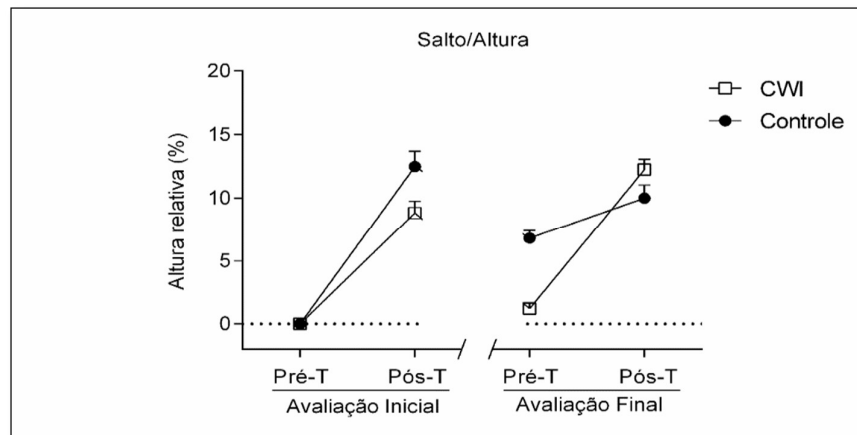


Figura 10 - Potência dos membros inferiores representado pela altura do salto em centímetros. Normalizado pela linha de base.

3.2.2 Potência (w/kg)

Em relação as análises dos resultados da potência do salto (Figura 11), não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para a interação entre os grupos e o tempo de experimento ($p=0,189$), nem para a análise intragrupos ($p=0,117$) ou para a análise intergrupos ($p=0,460$).

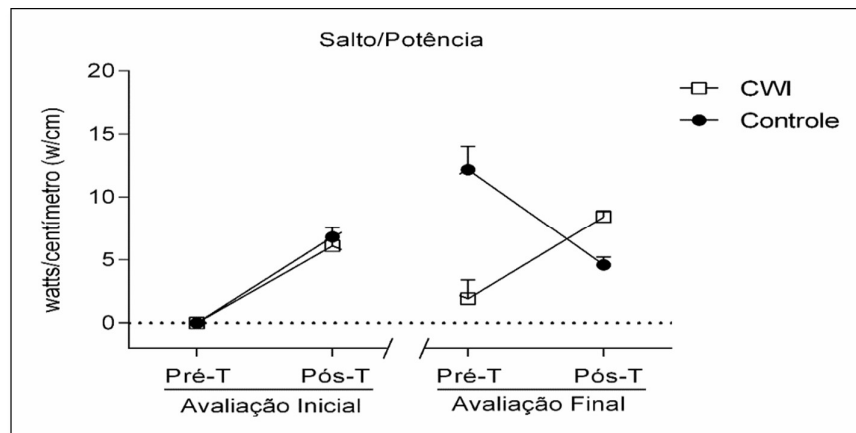


Figura 11 - Potência relativa dos membros inferiores, normalizado pela linha de base.

3.3 Força Muscular Isométrica Voluntária Máxima

3.3.1 Extensão do membro inferior dominante

Ao que se refere a esta variável, pode-se observar (Figura 12) que houve diferença estatisticamente significativa intragrupos ($F_{(3,63)} = 5,404$, $p=0,002$).

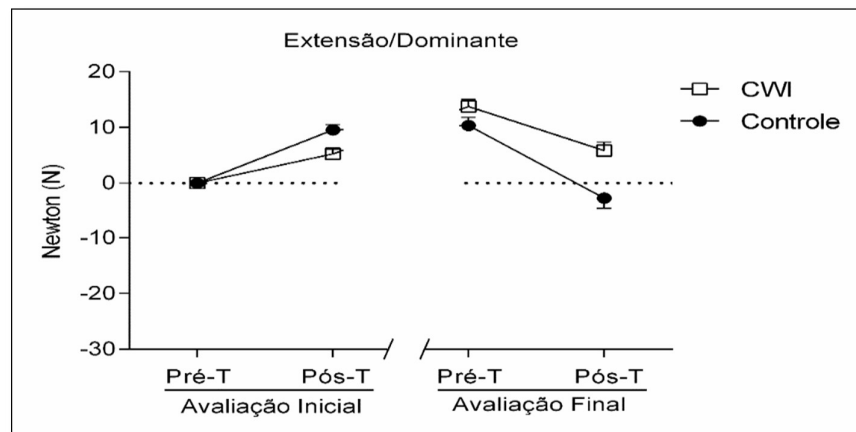


Figura 12 - Força isométrica relativa dos extensores do membro inferior dominante, normalizado pela linha de base.

3.3.2 Extensão do membro inferior não dominante

Em relação a esta variável, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para interação entre os grupos ao longo do tempo ($p=0,118$), para a análise intragrupos ($p=0,269$), ou para a análise intergrupos ($p=0,184$), conforme Figura 13.

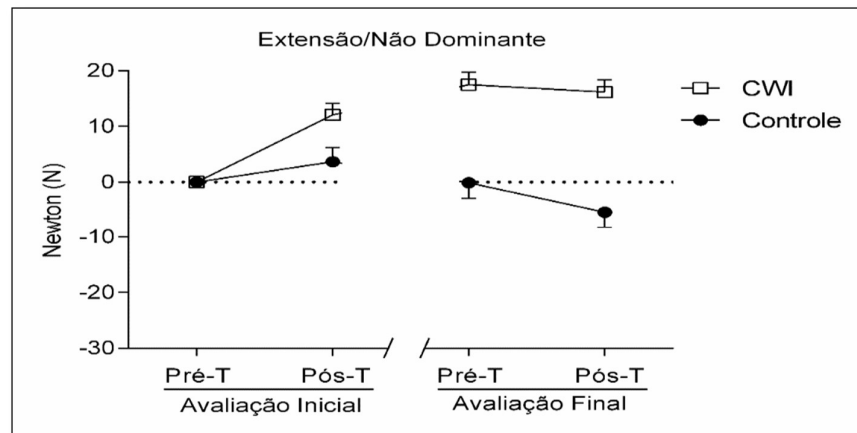


Figura 13 - Força isométrica relativa dos extensores do membro inferior não-dominante, normalizado pela linha de base.

3.3.3 Flexão do membro inferior dominante

Os resultados dessa variável mostram que também não existe interação entre os grupos em relação ao tempo para a força flexora ($p=0,087$). Também não se obtiveram valores estatisticamente significativos para a análise intragrupos ($p=0,057$) e intergrupos ($p=0,251$), conforme demonstrado na Figura 14

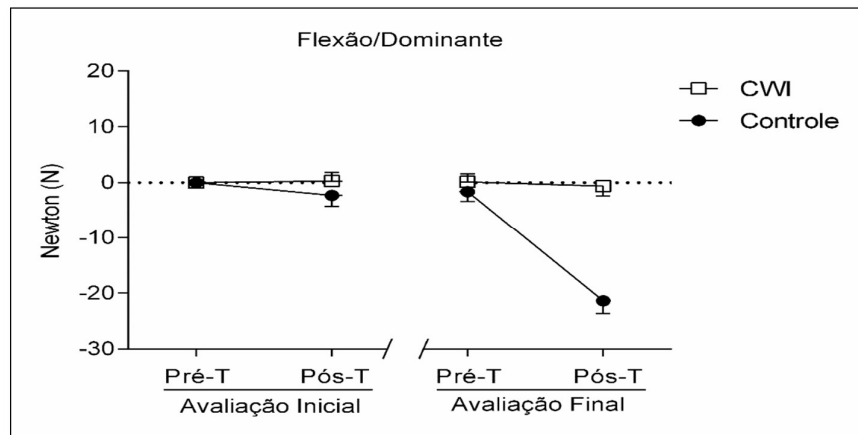


Figura 14 - Força isométrica relativa dos flexores do membro inferior dominante, normalizado pela linha de base.

3.3.4 Flexão do membro inferior não dominante

O comportamento deste grupo muscular (Figura 15) apresentou-se similar ao seu antagonista, ou seja, sem interação ($p=0,754$), sem diferença intergrupos ($p=0,754$) ou intragrupos ($p=0,261$) na análise dos diferentes momentos.

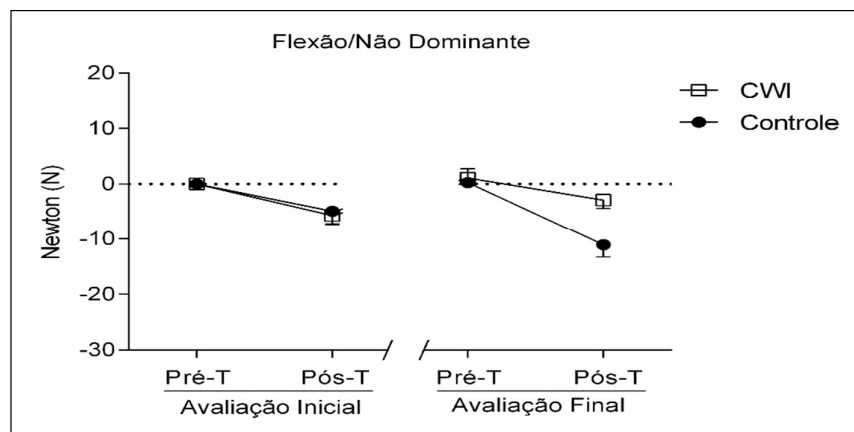


Figura 15 - Força isométrica relativa dos flexores do membro inferior não-dominante, normalizado pela linha de base.

3.5 Pico da Atividade Eletromiográfica

3.5.1 Musculo Reto Femoral

Para a análise do músculo Reto Femoral (anterior), também não observou-se diferenças estatisticamente significativas para a interação entre os grupos e o tempo na resposta do pico da atividade eletromiográfica ($F_{(3,63)} = 236, p=0,871$), tampouco para a análise intragrupos ($F_{(3,63)}=1,262, p=295;$), ou para a análise intergrupos ($F_{(1,21)}=0,451, p=0,509$), conforme a Figura 16.

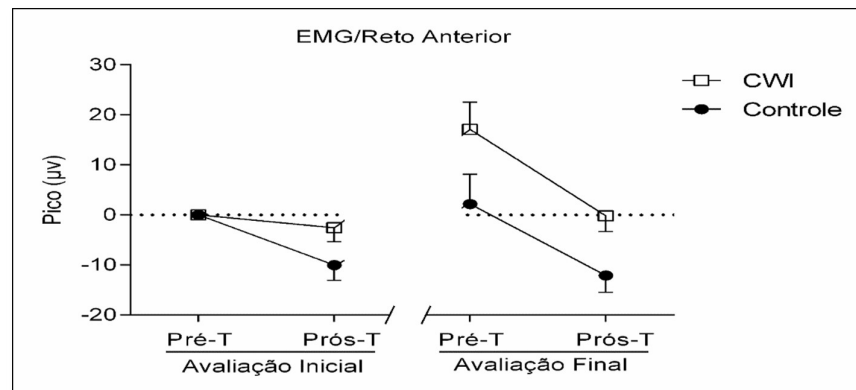


Figura 16 - Pico relativo do músculo reto anterior, normalizado pela linha de base.

3.5.2 Músculo Vasto Lateral

Não houveram diferenças estatisticamente significativas para a atividade eletromiográfica deste músculo quando analisada a interação entre os grupos e o tempo ($F_{(3,72)} = 0,656, p=0,582$), nem para a análise intragrupos ($F_{(3,72)} = 0,105, p=0,105$) ou para a análise intergrupos ($F_{(1,24)} = 1,000, p=0,327$), demonstrado na Figura 17.

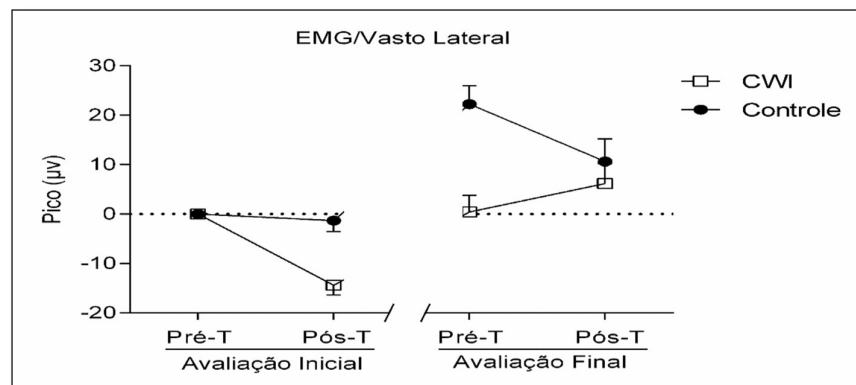


Figura 17 - Pico relativo do músculo vasto lateral, normalizado pela linha de base.

3.5.3 Músculo Bíceps Femoral

O comportamento do músculo bíceps femoral comportou-se de maneira distinta, pois apresentou diferenças estatisticamente significativas para a análise intragrupos ($F_{(3,63)} = 5,175$, $p=0,003$) na avaliação pós-treino do dia 1 para pós treino do dia 9 ($p=0,046$) e na avaliação pré - treino do dia 1 para a avaliação pré-treino do dia 9 para o grupo que realizou a crioterapia por imersão, porém sem diferenças estatísticas para interação ($F_{(3,63)} = 0,378$, $p=0,769$) ou para grupos ($F_{(1,21)} = 1,359$, $p=0,257$). Os dados estão representados na Figura 18.

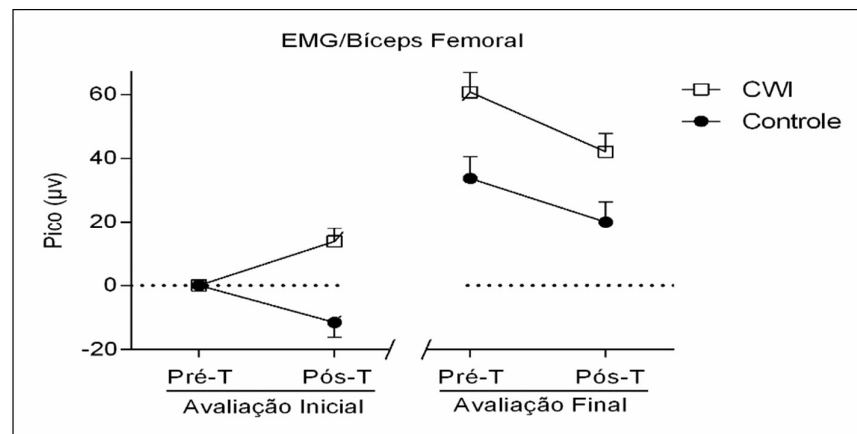


Figura 18 - Pico relativo do músculo bíceps femoral, normalizado pela linha de base.

3.6 Percepção Subjetiva do Esforço da Sessão

Para esta variável não foram encontradas diferença estatisticamente significativa para a interação entre os grupos e o tempo ($F_{(6,54)} = 0,166$, $p=0,985$), tempo ($F_{(6,54)} = 2,135$, $p=0,064$) ou grupos ($F_{(1,9)} = 0,734$, $p=0,414$) demonstrado na Figura 19.

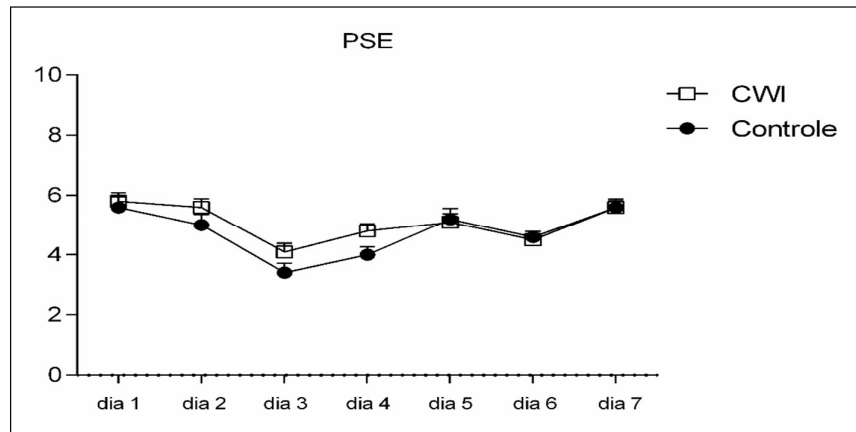


Figura 19 - Percepção Subjetiva de Esforço, trinta minutos após a sessão de treinamento.

3.7 Percepção de Recuperação

Para esta variável, os resultados apresentam uma diferença estatisticamente significativa intragrupos para o grupo que realizou CWI, entre o início e o fim do experimento ($F_{(6,66)} = 3,72$, $p=0,003$). Quando realizada a comparação intergrupos observa-se diferença ($F_{(1,19)} = 5,292$, $p=0,003$), mais precisamente no quinto ($F_{(1,19)} = 6,49$, $p=0,020$, D de Cohen = 1,69) e no sexto dia de experimento ($F_{(1,19)} = 7,29$, $p=0,014$, D de Cohen = 1,21), demonstrada na Figura 20.

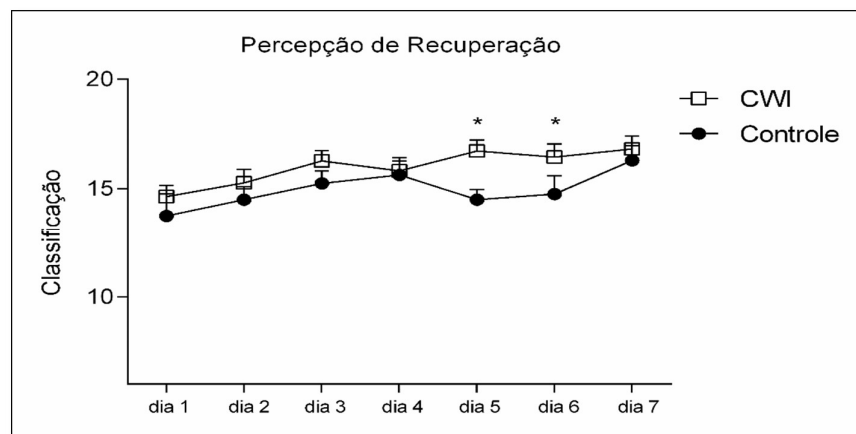


Figura 20 - Representação da qualidade total da recuperação percebida pelo atleta (TQRper).

4 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo principal verificar o efeito do uso acumulativo de crioterapia por imersão após sessões diárias de treinamento em atletas de futebol nas variáveis bioquímicas, neuromusculares e psicofisiológicas. Os resultados demonstraram que a utilização consecutiva da técnica promove atenuação do dano muscular, não inibe o processo de adaptação e, conseqüentemente, não reduz o desempenho físico. Além disso, não altera a percepção subjetiva de esforço e ainda promove maior percepção de recuperação.

Estudos têm evidenciado que o uso agudo da CWI não apresenta resultados relevantes para promoção da recuperação muscular em atletas (27, 30), porém ainda não há consenso em relação ao protocolo de intervenção, havendo uma grande variação entre a temperatura ou o tempo utilizados nos experimentos. O presente estudo utilizou o protocolo de CWI a $10^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos, conforme recomendado por outros estudos (22, 28, 31, 63). Entretanto, a revisão sistemática de Machado *et al.*, verificou o efeito de diferentes protocolos de CWI na dor muscular tardia ao exercício (DMTE), apresentando melhores resultados quando utilizada entre 11 e 15°C e tempo de imersão entre 11 a 15 minutos (66). Porém, outro estudo (67) comparou o efeito de quatro diferentes protocolos de CWI na DMTE, amplitude de movimento (ADM), dor ao alongar, e concentração de CK. Os autores concluíram que o grupo que utilizou 6°C por 10 minutos apresentou atenuação da DMTE e dor ao alongar, discordando do estudo de Machado *et al.* O uso do protocolo $11 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 6 minutos acelera a remoção do lactato após exercício de alta intensidade (68). Entretanto, na revisão sistemática e meta-análise, Hohenauer *et al.*, os autores concluíram que a CWI apresenta resultados favoráveis para a redução da DMTE, corroborando como os demais autores, porém discordando em relação ao protocolo, estabelecendo 10°C por 13 minutos como sendo o mais indicado. Desta forma, com os estudos supracitados, pode-se perceber o motivo da variação de resultados encontrados na literatura até o presente momento.

Outro fator, que diferencia o estudo aqui realizado dos demais, relaciona-se ao uso acumulativo e consecutivo da técnica, além da validade ecológica utilizada nos

métodos. Provavelmente deve-se a estes fatos o motivo pelo qual os resultados encontrados são favoráveis em relação a aplicação da CWI, o que não ocorre com os estudos que avaliaram o efeito após uma sessão de CWI. Justifica-se esta informação com alguns estudos, como o de Bayley *et al.*, os quais avaliaram o efeito de maneira aguda (10°C por 20 minutos), ou seja, uma sessão seguida de testes imediatamente após a aplicação, 1, 24 e 48 horas, encontrando também resultados favoráveis apenas para a DMTE (22), enquanto Stacey *et al.* (10°C a 20 minutos) referiram que o grupo que utilizou gelo mobilizou maior quantidade de leucócitos e neutrófilos, além de causar linfopenia (25). Utilizando também apenas uma sessão de CWI, Gueto *et al.*, compararam três técnicas de recuperação (CWI, a recuperação passiva e ativa) para as variáveis de velocidade, de potência e de dor, porém, não encontraram diferenças significativas em nenhuma destas técnicas na recuperação muscular (69). Outro estudo comparou a CWI com água termoneutra (35°C), encontrando diminuição de alguns marcadores bioquímicos, entre eles a CK, e a DMTE, além de maior recuperação da força nas primeiras 24 horas após uma partida de futebol para o grupo que realizou CWI, porém, questiona-se a temperatura da água no grupo controle, que pode ter influenciado os resultados pelo calor fornecido aos tecidos (31). Entre os estudos que utilizaram a técnica por meio de uma sessão, parecem ter evidências apenas para DMTE (32).

Utilizações de protocolos mais extensos são escassos na literatura, entretanto, Goodal *et al.* aplicaram três sessões de CWI (15°C por 12 minutos) após um treino de exercícios pliométricos, porém, não indicaram o uso da técnica (14). Outro estudo corrobora com nossos achados, porém utiliza uma metodologia distinta, onde os autores observaram queda da CK no grupo experimental quando comparado ao controle. Neste estudo, utilizaram sete aplicações, uma a cada 12 horas, após protocolo de exercício excêntrico para flexores de cotovelo (70). Considerando as dificuldades em estabelecer um protocolo ideal, não apenas em relação a temperatura e tempo de imersão, mas também em quais situações a técnica pode realmente ser efetiva, podemos afirmar que o protocolo utilizado no presente estudo atenua o dano muscular, acelerando assim, a recuperação muscular.

4.1 Marcadores Bioquímicos

Os resultados do presente estudo demonstram que ambos os grupos, CWI e controle, tiveram os valores de CK alterados durante o experimento. Achados similares são citados na literatura, que indica essa enzima como a principal marcadora do dano muscular, sendo utilizada também como padrão de monitoramento indireto em diferentes modalidades (43, 71, 72). Desta maneira, sugerimos que as sessões de treinamento impostas aos atletas foram capazes de alterar a sua cinética. Observou-se também, que, apesar desta alteração, o grupo que realizou a CWI teve os resultados atenuados no nono e décimo dia quando comparado com o grupo controle, comprovando efeitos benéficos na recuperação dos atletas após o uso acumulativo, o que não foi demonstrado nos resultados agudos, corroborando com a literatura que nega o efeito da técnica após uma sessão apenas (26, 32).

Em relação aos resultados referentes ao comportamento da LDH, observou-se que esta não apresentou um comportamento esperado durante as sessões de treinamento, tanto de maneira aguda quanto crônica, tornando-a pouco sensível como um marcador de dano. Estes resultados corroboram como os achados de Nunes *et al.* que consideram a CK como a melhor medida para controlar a carga de treino a curto prazo, enquanto a LDH deve ser utilizada para aprimorar esses achados. Contudo, como verificaram-se diferenças estatísticas apenas nas 24 horas posteriores a última aplicação, quando comparados os grupos, reforça a indicação do uso CWI de maneira acumulativa.

Com base nos achados, de que o uso da CWI de maneira acumulativa e consecutiva atenua o dano muscular causado pelo treinamento de futebol, o que não ocorre de maneira aguda, supõe-se que os efeitos benéficos desta técnica só podem ser observados pela soma de efeitos residuais. Isso pode ser melhor compreendido por meio dos mecanismos fisiológicos que envolvem tanto o dano muscular causado pelo futebol, quanto a ação da crioterapia.

O futebol é um exercício intermitente, de alta intensidade, com predomínio de contrações excêntricas e que, por esse motivo, o aparecimento do dano é frequente

entre os praticantes devido as alterações metabólicas e mecânicas (4, 5, 12, 37, 41). Entre elas, ocorre a desestruturação da célula muscular, alterando a sua permeabilidade, diminuindo assim a pressão oncótica e aumentando a pressão hidrostática. Com isso, o líquido rico em enzimas, entre elas, a CK e a LHD migram do espaço intracelular para o espaço extracelular, permitindo, neste momento, a realização do monitoramento do dano muscular (9, 10, 13, 14). Enquanto isso, a crioterapia apresenta entre seus efeitos fisiológicos a constrição dos capilares, a redução da permeabilidade celular e do fluxo sanguíneo local, atenuando assim o edema, as respostas inflamatórias e o dano secundário à fibra muscular, além de diminuir a velocidade da condução nervosa e atuar diretamente no processo fisiológico da dor (24, 73). Diante destes efeitos, pode-se sugerir que a crioterapia não impede a desestruturação da célula gerada pelo exercício de alta intensidade, porém minimiza a extensão do dano, impedindo que o processo se propague. Com bases nos resultados aqui apresentados, observa-se que o uso de uma sessão não é capaz de tamanho efeito, havendo a necessidade de aplicações acumulativas para controlar o processo.

Indiretamente, a utilização acumulativa da CWI irá favorecer o princípio da Síndrome da Adaptação Geral (SAG) e consequentemente melhorar o desempenho do atleta (1, 35, 47) por meio da eficiência no processo de recuperação (44, 46). Com isso, deve-se estabelecer novos protocolos para o adequado uso, e não simplesmente negar a eficiência da técnica.

4.2 Desempenho Neuromuscular

Os achados do presente estudo não apresentaram diferenças estatísticas em relação a interação entre os diferentes grupos com o tempo de experimento na força muscular isométrica voluntária máxima ou na potência dos membros inferiores. Também não houve variação dos valores encontrados entre o início de experimento e após as sete sessões de treinamento seguidas do uso de crioterapia por imersão ou grupo controle. Para as análises referentes ao pico da atividade eletromiográfica dos

músculos da coxa, também não houve diferença significativa para a interação ou diferenças intergrupos. Observou-se apenas, uma diferença no comportamento do músculo bíceps femoral do grupo que realizou a CWI, apresentando aumento do pico de ativação durante o experimento, tanto antes do treino quanto depois do treino. Os resultados encontrados não indicam o uso da técnica para o aumento da força, da potência muscular ou do pico da atividade eletromiográfica, porém, percebeu-se que, o uso da crioterapia de maneira acumulativa e consecutiva não inibiu o processo de adaptação necessário para a melhora do desempenho. Além disso, diminuiu a concentração de CK e promoveu sensação de recuperação nos atletas.

Entende-se que, dependendo do nível do esforço, as células sofrem uma desestruturação compatível com a intensidade do exercício. Com isso, altera-se a cinética da excitação-contração, promovendo alterações na liberação do Cálcio e desestruturação na linha Z do sarcômero, diminuindo assim a possibilidade de gerar força pelo sistema musculoesquelético. Também pode haver prejuízo no desempenho decorrente do aparecimento da DMTE e de espasmos musculares (24). Além disso, é aceito na literatura que o treinamento de força depende da combinação de algumas variáveis de acordo com o tipo de periodização (74). Estes estímulos podem promover o ganho de força, resistência ou potência muscular dependendo dos objetivos, por meio da manipulação de algumas variáveis, como o número de exercícios, as séries, a intensidade do esforço, a velocidade de execução, o tipo de contração muscular, o intervalo de recuperação e a ordem dos exercícios selecionados (35).

Ressalta-se que o presente estudo não objetivou avaliar a melhora no desempenho durante um microciclo específico, e sim o quanto o efeito residual de aplicações consecutivas de CWI poderia influenciar no processo de recuperação. Desta maneira, considera-se que o uso da técnica não afetou a dinâmica do treinamento, pois ambos os grupos responderam da mesma maneira.

Uma das hipóteses do presente estudo era de que o uso da crioterapia diminuiria o desempenho, baseados em resultados de outros autores (14, 33), como o estudo de Yamane *et al.*, que sugerem que o uso do resfriamento após exercícios de força prejudica o processo de adaptação e, como isso, diminuem o desempenho

devido a alteração na proliferação celular, recrutamento de células satélites, como base da hipertrofia de células musculares e na oferta capilar. Porém, foi realizado com uma população diferente do presente estudo (sedentários), os exercícios prescritos para o treinamento eram mantidos abaixo do limiar causador do dano muscular e o método de resfriamento também não foi o mesmo, pois mergulhavam na água gelada apenas o joelho, a coxa e o cotovelo (75).

O mesmo ocorreu com o estudo de Roberts *et al.* que testaram o uso da CWI após 12 semanas de treinamento (2 vezes por semana). Os autores sugeriram que o uso regular do resfriamento deveria ser reconsiderado pois os resultados mostraram que houve atenuação dos ganhos a longo prazo para a massa muscular e força, atraso e/ou diminuição da atividade das células satélites e da cinética das vias mTOR durante a recuperação de exercícios de força. Entretanto, não foi avaliado a existência do dano após os exercícios (CK, enzimas inflamatórias ou DMTE) (33) o que tornaria similar ao presente estudo e diferenciaria dos resultados de Yamane *et al.* que não verificaram o efeito benéfico do arrefecimento após um dano. Ainda, os autores usaram suplemento pró recuperação após todos os treinamentos, mascarando os efeitos isolados da CWI. Observando esses resultados apontados, os resultados do presente estudo não corroboram com estes citados, pois o gelo, utilizado após as sessões de treinamento não alterou o processo de adaptação, provavelmente pela metodologia e população escolhida, indicando o uso da UWI nestas condições.

Entretanto, outras pesquisas corroboram com os resultados aqui encontrados, quando concluem que o uso da crioterapia por imersão não inibe o processo de adaptação. Moreira *et al.* não encontraram alteração no desempenho anaeróbico quando submeteu atletas de futsal a uma temperatura de 15°C por 12 minutos (76). O mesmo ocorreu quando Jakeman *et al.* avaliaram 18 mulheres atletas, não obtendo respostas significativas na comparação intergrupos (10°C por 10 minutos) após um protocolo de exercícios pliométricos (28).

Leeder *et al.*, na sua revisão sistemática sobre o tema, investigaram o uso de CWI na potência e na força muscular, na DMTE e nos níveis de CK, concluindo que a técnica é favorável para o alívio da DMTE nas 24, 48, 72 e 96 horas pós exercício, e

para a redução da CK nas 24 e 48 horas após exercício de alta intensidade. Não encontrou efeitos na recuperação da força muscular, mas foi efetivo na recuperação da potência muscular (29). Porém para esta revisão, o tempo de aplicação de CWI variou, entre 15 e 105 minutos, desta maneira a aplicabilidade prática da técnica foi baixa, pela variação nos protocolos utilizados no estudo.

Estas evidencias apontam que o uso de uma sessão de CWI não apresenta resultados clínicos importantes, porém estudos com o uso acumulativo, que podem favorecer as modalidades que utilizam calendários congestionados ou competições de curta duração ainda são escassos. Howatson *et al.* utilizaram a técnica por 3 dias consecutivos, porém, a indução do dano foi realizada apenas no primeiro dia após exercícios pliométricos (77). Seus resultados relacionados a força isométrica máxima corroboram com o estudo aqui presente, pois, também não inibiram a adaptação muscular. Outro estudo utilizou o gelo (5°C por 20 minutos) após exercícios excêntricos para os músculos do cotovelo por meio de cinco aplicações, com intervalo de 60 minutos cada, utilizando o membro contralateral como controle. Os autores concluíram que a crioterapia após o dano excêntrico não promove os mesmos benefícios atribuídos após um trauma, pois não alterou nenhuma das variáveis, entre elas a pico de força isométrica (78). Yanagisawa *et al.* submeteram seus voluntários ao dano muscular excêntrico de tríceps sural, e logo após dividiu-os em três grupos: controle, CWI e outro que realizou uma sessão extra de CWI após 24 horas. Os autores avaliaram os efeitos por meio de exame de ressonância magnética, na fase aguda e subaguda, concluindo que houve redução do edema induzido pelo exercício até 168 horas após a intervenção, ou seja, diminuindo a extensão do dano muscular, com isso não haveria redução no desempenho (79). Yeung *et al.*, pesquisaram recentemente o efeito da CWI entre dois protocolos de fadiga, simulando esportes que utilizam o arrefecimento no intervalo dos jogos. Os mesmos concluíram que houve diminuição da frequência cardíaca, da temperatura da pele, atenuação a DMTE nas 24 horas posteriores e redução da oxigenação tecidual em 4% no segundo protocolo de fadiga. Avaliaram também o desempenho muscular em testes isocinéticos e, os resultados não apontaram diferenças estatísticas, corroborando com os achados da presente pesquisa (80). Apesar dos estudos utilizarem protocolos mais extensos, com maior

frequência de dias, a utilização da técnica diverge do presente estudo, dificultando assim a comparação.

Outro aspecto relevante deste estudo é em relação a atividade eletromiográfica, a qual não objetivou analisar o efeito da CWI na velocidade da condução nervosa imediatamente após o uso agudo ou acumulativo da técnica, mas sim verificar se os efeitos residuais do uso consecutivo trariam respostas deletérias para o atleta, pois sabe-se, que a velocidade da condução nervosa é influenciada pela crioterapia, justificando assim o motivo que não foram realizadas avaliações após o resfriamento dos tecidos.

Neste sentido, Abramson *et al.*, mostraram que existe uma correlação linear entre a velocidade de condução nervosa e o grau de resfriamento do tecido (81), e foi corroborado por Herrera *et al.*, quando estudaram o efeito de três diferentes modalidades: massagem com gelo, bolsa de gelo ou CWI (10°C por 15 minutos) nos parâmetros sensoriais e motores da condução nervosa de sujeitos saudáveis. Os autores demonstraram redução na amplitude, aumento no período de latência e duração do potencial de ação do nervo (82). Outro estudo comparou duas modalidades de diferentes propriedades hemodinâmicas para a remoção do calor: a bolsa de gel (condução) e a CWI (condução e convecção). Apesar de encontrar em seus resultados o aumento no pico de torque isométrico para o uso da bolsa de gel, concluíram que ambas as técnicas reduzem a ativação muscular no tríceps sural (73).

Os efeitos do arrefecimento na condução nervosa ocorrem devido as mudanças na estrutura na membrana do axônio e condutância voltagem-sensitiva dos canais de potássio, sódio e cálcio. Essas mudanças reduzem a velocidade da propagação do sinal elétrico (82).

Analisando os achados deste estudo e, comparando com a literatura, (uso agudo imediatamente pós aplicação da crioterapia), podemos negar a hipótese de que o uso acumulativo diminui a resposta eletromiográfica a longo prazo, aumentando o risco de lesões por meio da alteração na unidade motora. Suspeitava-se que ocorresse a soma dos efeitos residuais, da mesma maneira que foi justificado a atenuação da

concentração de CK. Caso essa soma realmente ocorresse, os resultados da avaliação para esta variável indicariam uma diminuição do pico da atividade eletromiográfica. Entretanto, a resposta encontrada no teste do músculo bíceps nos faz concluir o contrário, onde verificou-se um maior pico de ativação na resposta intragrupos para o grupo que fez uso de CWI.

4.3 Aspectos Psicofisiológicos

4.3.1 Percepção Subjetiva de Esforço

O treinamento esportivo desempenhado pelos indivíduos desta pesquisa é uma atividade sistemática que visa proporcionar alterações morfológicas, funcionais e metabólicas responsáveis pelas adaptações desejadas e o aumento do desempenho. Isso, levará ao fenômeno da supercompensação, que é decorrente do equilíbrio adequado entre a carga de treinamento e o período de recuperação. A hipótese inicial da pesquisa para a PSE era de que, indivíduos que utilizariam a CWI teriam a recuperação acelerada e como isso teriam valores inferiores ao grupo controle. Porém, não observaram-se diferenças estatisticamente significativas para a interação entre o tempo e grupos para esta análise. Desta maneira, assume-se que para fazer esta relação, deveria ter sido controlado de maneira mais precisa a resposta do atleta à carga externa de treinamento (treino prescrito) por meio de Global Positioning System (GPS) (15, 16). Assim, conheceríamos alguns parâmetros, como a velocidade durante a aceleração, desaceleração e velocidade constante durante os movimentos lineares, multidirecional e atividades específicas do futebol, como a distância percorrida durante cada treino ou jogo. Com isso, avaliando a individualidade do atleta, saberíamos se o grupo que realizou a CWI apresentou melhores resultados sobre o treinamento imposto, independente da PSE ter sido a mesma do grupo controle. Diante dessa limitação sugerimos, para trabalho futuros, controlar, além da carga interna, as respostas do atleta perante as cargas externas impostas durante o treino.

Vale salientar que, mesmo sem diferenças estatisticamente significativas, com exceção para os valores da EMG do vasto lateral, para todas as outras variáveis relacionadas ao desempenho neuromuscular, o grupo CWI apresentou valores maiores que o grupo controle após o treino no nono dia.

4.3.2 Percepção de Recuperação

Em relação a esta variável, pode-se observar que o grupo que realizou a crioterapia por imersão apresentou em seus resultados, maior percepção de recuperação quando comparados com o grupo controle na quinta e sexta aplicação, referentes ao sétimo e oitavo dia de experimento, corroborando com os resultados bioquímicos, que mostram que o efeito da crioterapia é evidenciado quando utilizado acumuladamente. Observando o gráfico que expressa os resultados, mesmo sem diferenças significativas, pode-se notar que todos os dias de experimento os atletas que realizaram a CWI sentiram-se mais recuperados. Esse é um achado comumente encontrado na prática clínica. O fato de não ter encontrado diferença significativa no nono dia (ou sétima aplicação) pode ser explicado pelo estresse psicológico gerado aos atletas de ambos os grupos neste dia, pois a rotina de treinamento foi alterada devido à realização das avaliações finais do experimento (bioquímicos, neuromusculares) além de testes de potência anaeróbia executados pelo treinador durante este treino com o objetivo de padronizar a pesquisa.

Na maioria dos esportes, a intensificação da carga de treinamento durante a o período pré-competitivo é usado como estratégia para adaptar o atleta para o período competitivo. Porém, essas estratégias requerem um controle nas cargas de treinamento, pois as aplicações de cargas excessivas podem induzir a adaptações negativas ao treinamento, levando o atleta ao overtraining, e conseqüentemente a isso, o aparecimento de lesões, queda no rendimento ou afastamento do treinamento (17). Clubes pequenos não tem acesso a exames bioquímicos ou tecnologias que permitem esse monitoramento e necessitam de ferramentas simples para controlar o

nível de estresse imposto ao organismo referente a carga externa que estão sendo submetidos. Diante destes fatos, o monitoramento de alterações psicofisiológicas tem sido utilizado como base para o equilíbrio entre o estresse (exercício) e a recuperação. Freitas *et al.*, concluíram na sua pesquisa com atletas de vôlei, que o teste de salto com contramovimento não é uma medida sensível para a avaliação da fadiga, enquanto que as avaliações utilizadas na presente pesquisa (CK e TQR) são sensíveis (83). Outro estudo, com jogadores de futebol, indica que avaliações da fadiga percebida, são sensíveis para as flutuações decorrentes do treinamento (84), ocorrendo o mesmo com nadadores (85).

Diante dos achados deste estudo, sugere-se que, a aplicação de medidas psicofisiológica após o treinamento auxiliam os profissionais da saúde a quantificar qual o nível de estresse imposto ao organismo dos atletas e, ainda, podem utilizá-la como medida para avaliar os efeitos do uso de diferentes métodos de recuperação.

Entre as limitações do presente estudo, considera-se importante para trabalhos posteriores, que a avaliação bioquímica dos marcadores de dano muscular seja realizada diariamente. Assim, teremos conhecimento do número de sessões de CWI necessárias para que exista a atenuação na concentração de CK e ainda possa ser correlacionado com esses métodos menos invasivos de monitoramento.

5 CONCLUSÃO

Diante dos resultados do presente estudo, conclui-se que o uso acumulativo da crioterapia por imersão atenua o dano muscular induzido pela atividade física, alterando a cinética do LDH e da CK. Além disso, não inibe o processo de adaptação ao treinamento necessário para a melhora do desempenho e favorece a resposta psicofisiológica do atleta, gerando uma maior percepção de recuperação.

Sugere-se que esta modalidade terapêutica seja implementada na rotina de treinamento de atletas de diferentes modalidades que tenham as mesmas

características do futebol principalmente em competições intensas e de curta duração ou que trabalhem com calendários congestionados durante a temporada. Desta maneira, auxiliará ao departamento médico na elaboração de estratégias para melhora no rendimento esportivo de seus atletas

6 COMENTÁRIOS FINAIS

A prática baseada em evidências é uma metodologia que auxilia os profissionais da saúde a garantir uma boa prática profissional, interligando a *expertise* com a preferência dos pacientes e atletas às diferentes modalidades terapêuticas que são impostas, e, ainda, comprovar os resultados com evidências científicas. Este trabalho teve como objetivo esclarecer aspectos sobre uma modalidade terapêutica que é amplamente utilizado na medicina esportiva, a crioterapia por imersão.

Entretanto, ainda existem muitas dificuldades em atrelar a prática baseada em evidência à atletas sem deficiências. Consequentemente a isso, estudos que envolvem essa temática em pessoas com deficiências e paratletas são ainda mais desafiantes. Estes indivíduos ainda não estão amparados por estudos científicos que permitam que façam o uso da crioterapia por imersão como artefato para a melhora da sua recuperação e consequentemente do rendimento esportivo sem causar efeitos deletérios, respeitando todas diferenças fisiológicas decorrentes da patologia pré-existente. Desta maneira, faz-se necessário, o desenvolvimento de pesquisas que investiguem a ação da CWI em pessoas com deficiências praticantes de esporte.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Fry AC, Steinacker JM, Meeusen R. Endocrinology of Overtraining, in The Endocrine System in Sports and Exercise. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd; 2005.

2. Proske U, Allen TJ. Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exerc Sport Sci Rev.* 2005;33(2):98-104.
3. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer: part I - post-match fatigue and time course of recovery. *Sports Med.* 2012;42(12):997-1015.
4. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer: an update. *Sports Med.* 2005;35(6):501-36.
5. Reilly T, Ekblom B. The use of recovery methods post-exercise. *J Sports Sci.* 2005;23(6):619-27.
6. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med.* 2011;39(6):1226-32.
7. Byrne C, Twist C, Eston R. Neuromuscular function after exercise-induced muscle damage: theoretical and applied implications. *Sports Med.* 2004;34(1):49-69.
8. Tee JC, Bosch AN, Lambert MI. Metabolic consequences of exercise-induced muscle damage. *Sports Med.* 2007;37(10):827-36.
9. Koch AJ, Pereira R, Machado M. The creatine kinase response to resistance exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2014;14(1):68-77.
10. Mougios V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *Br J Sports Med.* 2007;41(10):674-8.
11. Palacios G, Pedrero-Chamizo R, Palacios N, Maroto-Sánchez B, Aznar S, González-Gross M, et al. Biomarkers of physical activity and exercise. *Nutr Hosp.* 2015;31 Suppl 3:237-44.
12. Coelho DB, Morandi RF, Melo MAAd, Silami-Garcia E. Cinética da creatina quinase em jogadores de futebol profissional em uma temporada competitiva. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano.* 2011;13:189-94.
13. Balnave CD, Thompson MW. Effect of training on eccentric exercise-induced muscle damage. *J Appl Physiol (1985).* 1993;75(4):1545-51.
14. Goodall S, Howatson G. The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. *J Sports Sci Med.* 2008;7(2):235-41.
15. Borresen J, Lambert MI. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. *Sports Med.* 2009;39(9):779-95.

16. Nakamura FY, Moreira A, Aoki MS. Training Load Monitoring: is the season rating of perceived exertion a reliable method? *Revista da Educação Física*. 2010;21:1-11.
17. Kenttä G, Hassmén P. Overtraining and recovery. A conceptual model. *Sports Med*. 1998;26(1):1-16.
18. McHugh MP, Cosgrave CH. To stretch or not to stretch: the role of stretching in injury prevention and performance. *Scand J Med Sci Sports*. 2010;20:169–81.
19. Torres R, Ribeiro F, Alberto Duarte J, Cabri JM. Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: systematic review and meta-analysis. *Phys Ther Sport*. 2012;13(2):101-14.
20. Leal Junior EC, Lopes-Martins RA, Frigo L, De Marchi T, Rossi RP, de Godoi V, et al. Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(8):524-32.
21. Vieira WH, Ferraresi C, Perez SE, Baldissera V, Parizotto NA. Effects of low-level laser therapy (808 nm) on isokinetic muscle performance of young women submitted to endurance training: a randomized controlled clinical trial. *Lasers Med Sci*. 2012;27(2):497-504.
22. Bailey DM, Erith SJ, Griffin PJ, Dowson A, Brewer DS, Gant N, et al. Influence of cold-water immersion on indices of muscle damage following prolonged intermittent shuttle running. *J Sports Sci*. 2007;25(11):1163-70.
23. Bleakley C, McDonough S, Gardner E, Baxter GD, Hopkins JT, Davison GW. Cold-water immersion (cryotherapy) for preventing and treating muscle soreness after exercise. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;2:CD008262.
24. White GE, Wells GD. Cold-water immersion and other forms of cryotherapy: physiological changes potentially affecting recovery from high-intensity exercise. *Extrem Physiol Med*. 2013;2(1):26.
25. Stacey DL, Gibala MJ, Martin Ginis KA, Timmons BW. Effects of recovery method after exercise on performance, immune changes, and psychological outcomes. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2010;40(10):656-65.

26. Takeda M, Sato T, Hasegawa T, Shintaku H, Kato H, Yamaguchi Y, et al. The effects of cold water immersion after rugby training on muscle power and biochemical markers. *J Sports Sci Med*. 2014;13(3):616-23.
27. Sellwood KL, Brukner P, Williams D, Nicol A, Hinman R. Ice-water immersion and delayed-onset muscle soreness: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2007;41(6):392-7.
28. Jakeman JR, Macrae R, Eston R. A single 10-min bout of cold-water immersion therapy after strenuous plyometric exercise has no beneficial effect on recovery from the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Ergonomics*. 2009;52(4):456-60.
29. Leeder J, Gissane C, van Someren K, Gregson W, Howatson G. Cold water immersion and recovery from strenuous exercise: a meta-analysis. *Br J Sports Med*. 2012;46(4):233-40.
30. Broatch JR, Petersen A, Bishop DJ. Postexercise cold water immersion benefits are not greater than the placebo effect. *Med Sci Sports Exerc*. 2014;46(11):2139-47.
31. Ascensão A, Leite M, Rebelo AN, Magalhães S, Magalhães J. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *J Sports Sci*. 2011;29(3):217-25.
32. Hohenauer E, Taeymans J, Baeyens JP, Clarys P, Clijsen R. The Effect of Post-Exercise Cryotherapy on Recovery Characteristics: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One*. 2015;10(9):e0139028.
33. Roberts LA, Nosaka K, Coombes JS, Peake JM. Cold water immersion enhances recovery of submaximal muscle function after resistance exercise. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2014;307(8):R998-R1008.
34. Massigli M, Nunes MEdS, Freudenheim AM, Corrêa UC. Estrutura de prática e validade ecológicano processo adaptativo de aprendizagem motora. *Rev bras Educ Fís Esporte*. 2011:39-48.
35. Prado LS, Ferrauti A, Prestes J, Tibana RA, Wiewelhove T, Simola RÁdP. Fisiologia do Exercício no Esporte de Alto Rendimento. Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e Traumato-Ortopédica2015.
36. Van Someren KA, White G. The physiology of anaerobic endurance training2006.

37. Rössler R, Junge A, Chomiak J, Dvorak J, Faude O. Soccer Injuries in Players Aged 7 to 12 Years: A Descriptive Epidemiological Study Over 2 Seasons. *Am J Sports Med.* 2015.
38. Silvers-Granelli H, Mandelbaum B, Adeniji O, Insler S, Bizzini M, Pohlig R, et al. Efficacy of the FIFA 11+ Injury Prevention Program in the Collegiate Male Soccer Player. *Am J Sports Med.* 2015;43(11):2628-37.
39. Orchard JW. Men at higher risk of groin injuries in elite team sports: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2015;49(12):798-802.
40. Junge A, Dvorak J. Soccer injuries: a review on incidence and prevention. *Sports Med.* 2004;34(13):929-38.
41. Clarkson PM, Byrnes WC, McCormick KM, Turcotte LP, White JS. Muscle soreness and serum creatine kinase activity following isometric, eccentric, and concentric exercise. *Int J Sports Med.* 1986;7(3):152-5.
42. Faulkner JA, Brooks SV, Opitck JA. Injury to skeletal muscle fibers during contractions: conditions of occurrence and prevention. *Phys Ther.* 1993;73(12):911-21.
43. Tricoli V. Mechanisms involved in delayed onset muscle soreness etiology. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento.* 2001;9:39 - 44.
44. Arruda AF, Carling C, Zanetti V, Aoki MS, Coutts AJ, Moreira A. Effects of a very congested match schedule on body-load impacts, accelerations, and running measures in youth soccer players. *Int J Sports Physiol Perform.* 2015;10(2):248-52.
45. Armstrong RB, Warren GL, Warren JA. Mechanisms of exercise-induced muscle fibre injury. *Sports Med.* 1991;12(3):184-207.
46. Rowsell GJ, Coutts AJ, Reaburn P, Hill-Haas S. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. *J Sports Sci.* 2009;27(6):565-73.
47. Dantas EHM. A prática da preparação física. 6ª ed. ed. São Paulo: Roca; 2014.
48. Nédélec M, McCall A, Carling C, Legall F, Berthoin S, Dupont G. Recovery in soccer : part ii-recovery strategies. *Sports Med.* 2013;43(1):9-22.
49. Macedo CdSG, Guirro RRdJ. Crioterapia: Teoria e Prática Baseada em Evidências. *Sistema de Educação Continuada a Distância: Artmed;* 2013. p. 65-95.

50. Cruzat VF, Rogero MM, Borges MC, Tirapegui J. Aspectos atuais sobre estresse oxidativo, exercícios físicos e suplementação*. Revista Brasileira de Medicina e Esporte. 2007;13.
51. Prentice WE. Modalidades Terapêuticas em Medicina Esportiva. 4ª ed. ed. Manole, editor2002.
52. Brasileiro JS, F. FA, Queiroz LL. Influência do resfriamento e do aquecimento local na flexibilidade dos músculos ísquiotibiais. Revista Brasileira de Fisioterapia. 2007;11:57-61.
53. Elsayed EF, Tighiouart H, Weiner DE, Griffith J, Salem D, Levey AS, et al. Waist-to-hip ratio and body mass index as risk factors for cardiovascular events in CKD. Am J Kidney Dis. 2008;52(1):49-57.
54. Bouchard C, Robert M. M. Atividade Física de Atleta jovem - do Crescimento à Maturação. São Paulo2002.
55. Marfell-Jones M, Olds T, Stewart A, Carter L. International Standards for anthropometric assessment2006.
56. UNICAMP N-. Tabela brasileira de composição de alimentos. 2011. p. 161.
57. Buysse DJ, Reynolds CF, Monk TH, Berman SR, Kupfer DJ. The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. Psychiatry Res. 1989;28(2):193-213.
58. Borin SH, Borin JP. Princípio do Desempenho (*Performance*) Muscular: Força e Resistência. Programa de Atualização Profisio - Fisioterapia Esportiva: Artmed; 2011
59. Dvir Z. Isokinetics: muscle testing - interpretation and clinical applications. 2ª edição ed. Edimburgh: Churchill Livingstone; 2004.
60. Coury HJ, Brasileiro JS, Salvini TF, Poletto PR, Carnaz L, Hansson GA. Change in knee kinematics during gait after eccentric isokinetic training for quadriceps in subjects submitted to anterior cruciate ligament reconstruction. Gait Posture. 2006;24(3):370-4.
61. Dvir Z. Isokinetics: muscle testing - interpretation and clinical application. 2 edição ed. Edimburgh: Churchill Livingstone; 2004.

62. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001;15(1):109-15.
63. Getto C, Golden G. Comparison of Active Recovery in Water and Cold-Water Immersion after Exhaustive Exercise. *Athletic Training and Sports Health Care.* 2013.
64. Leeder JD, van Someren KA, Bell PG, Spence JR, Jewell AP, Gaze D, et al. Effects of seated and standing cold water immersion on recovery from repeated sprinting. *J Sports Sci.* 2015;33(15):1544-52.
65. Gomes AC, Souza Jd. *Futebol: Treinamento Desportivo de Alto Rendimento.* 1ª edição ed. 2008.
66. Machado AF, Ferreira PH, Micheletti JK, de Almeida AC, Lemes Í, Vanderlei FM, et al. Can Water Temperature and Immersion Time Influence the Effect of Cold Water Immersion on Muscle Soreness? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2015.
67. Glasgow PD, Ferris R, Bleakley CM. Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: is dose important? A randomised controlled trial. *Phys Ther Sport.* 2014;15(4):228-33.
68. Bastos FN, Vanderlei LC, Nakamura FY, Bertollo M, Godoy MF, Hoshi RA, et al. Effects of cold water immersion and active recovery on post-exercise heart rate variability. *Int J Sports Med.* 2012;33(11):873-9.
69. Getto CN, Golden G. Comparison of Active Recovery in Water and Cold-Water Immersion After Exhaustive Exercise. 2013.
70. Eston R, Peters D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *J Sports Sci.* 1999;17(3):231-8.
71. Romagnoli M, Sanchis-Gomar F, Alis R, Risso-Ballester J, Bosio A, Graziani RL, et al. Changes in muscle damage, inflammation, and fatigue-related parameters in young elite soccer players after a match. *J Sports Med Phys Fitness.* 2015.
72. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J Nutr Metab.* 2012;2012:960363.

73. Vieira A, Oliveira AB, Costa JR, Herrera E, Salvini TF. Cold modalities with different thermodynamic properties have similar effects on muscular performance and activation. *Int J Sports Med.* 2013;34(10):873-80.
74. Magalhães FA, Pereira BM, Júnior EPA. *Periodização do Esforço Físico, Fadiga e Dor Muscular de Início Tardio.* Profisio: Artmed; 2015.
75. Yamane M, Teruya H, Nakano M, Ogai R, Ohnishi N, Kosaka M. Post-exercise leg and forearm flexor muscle cooling in humans attenuates endurance and resistance training effects on muscle performance and on circulatory adaptation. *Eur J Appl Physiol.* 2006;96(5):572-80.
76. Moreira A, Costa EC, Coutts AJ, Nakamura FY, Silva DAd, Aoki MS. Cold Water Immersion did not accelerate recovery after a futsal match. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.* 2015;21.
77. Howatson G, Goodall S, van Someren KA. The influence of cold water immersions on adaptation following a single bout of damaging exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2009;105(4):615-21.
78. Paddon-Jones DJ, Quigley BM. Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. *Int J Sports Med.* 1997;18(8):588-93.
79. Yanagisawa O, Niitsu M, Yoshioka H, Goto K, Kudo H, Itai Y. The use of magnetic resonance imaging to evaluate the effects of cooling on skeletal muscle after strenuous exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2003;89(1):53-62.
80. Yeung SS, Ting KH, Hon M, Fung NY, Choi MM, Cheng JC, et al. Effects of Cold Water Immersion on Muscle Oxygenation During Repeated Bouts of Fatiguing Exercise: A Randomized Controlled Study. *Medicine (Baltimore).* 2016;95(1):e2455.
81. Abramson DI, Chu LS, Tuck S, Lee SW, Richardson G, Levin M. Effect of tissue temperatures and blood flow on motor nerve conduction velocity. *JAMA.* 1966;198(10):1082-8.
82. Herrera E, Sandoval MC, Camargo DM, Salvini TF. Motor and sensory nerve conduction are affected differently by ice pack, ice massage, and cold water immersion. *Phys Ther.* 2010;90(4):581-91.
83. Freitas VH, Nakamura FY, Miloski B, Samulski D, Bara-Filho MG. Sensitivity of physiological and psychological markers to training load intensification in volleyball players. *J Sports Sci Med.* 2014;13(3):571-9.

84. Thorpe RT, Strudwick AJ, Buchheit M, Atkinson G, Drust B, Gregson W. Monitoring Fatigue During the In-Season Competitive Phase in Elite Soccer Players. *Int J Sports Physiol Perform*. 2015;10(8):958-64.
85. Hooper SL, Mackinnon LT, Howard A, Gordon RD, Bachmann AW. Markers for monitoring overtraining and recovery. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27(1):106-12.

LISTA DE ANEXOS

Anexo I:

9-ÍNDICE DE QUALIDADE DO SONO DE PITTSBURGH

As questões seguintes referem-se aos seus hábitos de sono apenas durante o último mês. Suas respostas devem demonstrar, de forma mais precisa possível, o que aconteceu na maioria dos dias e noites apenas do último mês. Por favor, responda a todas as questões.

9.1-Durante o último mês, a que horas o(a) Sr.(a) foi habitualmente dormir? : hh: mm

9.2-Durante o último mês, quanto tempo o(a) Sr.(a) geralmente demorou para pegar no sono? : hh: mm

9.3-Durante o último mês, a que horas o(a) Sr.(a) geralmente saiu da cama pela manhã? : hh: mm

9.4-Durante o último mês, quantas horas de sono por noite o(a) Sr.(a) geralmente teve? (Pode ser diferente do número de horas que o(a) Sr.(a) ficou na cama.) : hh: mm

9.5-Durante o último mês, quantas vezes o(a) Sr.(a) teve problemas para dormir devido à:

	Nenhuma vez	Menos de 1x/sem.	1-2x/sem.	3 ou mais x/sem.
A-Demorar mais de 30 minutos para pegar no sono	☐	☐	☐	☐
B-Acordar no meio da noite ou muito cedo pela manhã	☐	☐	☐	☐
C-Levantar-se para ir ao banheiro	☐	☐	☐	☐
D-Ter desconforto para respirar	☐	☐	☐	☐
E-Tossir ou roncocar muito alto	☐	☐	☐	☐
F-Sentir muito frio	☐	☐	☐	☐
G-Sentir muito calor	☐	☐	☐	☐
H-Ter sonhos ruins ou pesadelos	☐	☐	☐	☐
I-Sentir dores	☐	☐	☐	☐
J-Outra razão. Por favor, descreva: _____				

Quantas vezes durante o último mês, o(a) Sr.(a) teve problemas para dormir por esta razão?

☐ Nenhuma vez ☐ Menos de 1x/sem. ☐ 1-2x/sem. ☐ 3 ou mais x/sem.

9.6-Durante o último mês, como o(a) Sr.(a) classifica a qualidade do seu sono?

☐ Muito boa ☐ Boa ☐ Ruim ☐ Muito ruim

9.7-Durante o último mês o(a) Sr.(a) tomou algum remédio para dormir, recetado pelo médico, indicado por outra pessoa como farmacêutico, amigo, familiar ou por sua conta?

☐ Nenhuma vez ☐ Menos de 1x/sem. ☐ 1-2x/sem. ☐ 3 ou mais x/sem.

9.8-Durante o último mês, quantas vezes o(a) Sr.(a) teve problemas para ficar acordado enquanto dirigia, fazia suas refeições, ou participava de qualquer outra atividade social?

☐ Nenhuma vez ☐ Menos de 1x/sem. ☐ 1-2x/sem. ☐ 3 ou mais x/sem.

9.9-Durante o último mês, o(a) Sr.(a) sentiu algum problema relacionado a indisposição ou falta de entusiasmo para realizar suas atividades diárias?

☐ Nenhum problema ☐ Apenas um pequeno problema ☐ Um problema moderado ☐ Um grande problema.

9.10-Durante o último mês o(a) Sr.(a) divide com alguém o mesmo quarto ou cama a mesma cama?

☐ Mora só ☐ Divide o mesmo quarto, mas não a mesma cama ☐ Divide a mesma cama

9.11-Se você divide com alguém o mesmo quarto ou cama, pergunte a ele(a) com qual frequência durante o último mês você tem tido:

	Nenhuma vez	Menos de 1x/sem.	1-2x/sem.	3 ou mais x/sem.
a) Ronco alto	☐	☐	☐	☐
b) Longas pausas na respiração enquanto estava dormindo	☐	☐	☐	☐
c) Movimento de chutar ou sacudir as pernas enquanto estava dormindo	☐	☐	☐	☐
d) Episódios de desorientação ou confusão durante a noite	☐	☐	☐	☐
e) Outras inquietações. Por favor, descreva: _____				

LISTA DE APÊNDICE

Apêndice I:

Anamnese

Nome:	
Idade:	Data de Nascimento:
Telefone:	email:
Posição:	
Quanto tempo pratica?	
Quais as atividades físicas complementares? Quantas Vezes?	
N () B () P ()	

- Sente alguma dor? Onde? Desde quando?
- Apresenta alguma reação ao uso do gelo?
- Está realizando algum tratamento? Médico, Fisioterapêutico, Psicológico?
- Usa algum medicamento?
- No passado, teve alguma doença sistêmica ou lesão musculoesquelética? Qual?
- Está fazendo uso de suplemento? Qual? Quantas vezes? Quando?

Apêndice II

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Pesquisa: Crioterapia por imersão no processo de recuperação muscular: Interferência bioquímica e funcional

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de Pesquisa: "Crioterapia por imersão no processo de recuperação muscular: Interferência bioquímica e funcional"

Dados de identificação do voluntário da pesquisa	
Nome do voluntário:	Sexo: M ☐ F ☐
Documento de identidade Nº:	Data de nascimento: / /
Endereço:	No: apto:
Bairro:	Cidade:
Telefone:	CEP:
	e-mail:

Prezado(a) Voluntário (a),

Meu nome é André Ducati Luchessi sou professor do Departamento de Análises Clínicas e Toxicológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (DACT/UFRN) e estou convidando você para participar do projeto de pesquisa que estou desenvolvendo com a equipe de farmacêuticos e biomédicos do DACT/UFRN. A pesquisa está sendo realizada em colaboração com outros pesquisadores e educadores físicos do Departamento de Educação Física da UFRN.

Este projeto tem como objetivo avaliar a resposta bioquímica e funcional do uso crônico da crioterapia por imersão no processo de recuperação muscular de jovens atletas de futebol. Através deste estudo queremos esclarecer se o crioimersão acelera o processo de recuperação muscular, prevenindo lesões por treino excessivo e melhorando o desempenho em treinamentos subsequentes. Por isso, você será submetido à coleta sanguínea para a avaliação da alteração nos níveis sanguíneos de proteínas relacionadas ao dano muscular (CK e LDH), e à realização de testes físicos funcionais específicos para avaliar o dano e a recuperação muscular. Além de você, outros 25 atletas vão participar desta pesquisa.

Caso você decida participar, você será submetido por 15 dias consecutivos, imediatamente após o treino, à técnica de crioimersão ou recuperação passiva, onde permanecerá com as pernas submergidas na água a uma temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$ ou apenas deitado por 10 minutos, dependendo do resultado do seu sorteio. Você será submetido à graduar três escalas de condicionamento físico de acordo com a sua opinião, à realizar um teste específico de salto e à coleta de sangue no 1º, 3º e 15º dias. A sua amostra de sangue será armazenada no Laboratório de Hematologia do DACT/UFRN, sob minha responsabilidade, e será utilizada somente para os fins previstos neste projeto.

Durante a realização da terapia de recuperação, teste de salto e coleta de sangue, a previsão de riscos será mínima, ou seja, o risco que você corre é semelhante àquele sentido em um exame físico ou bioquímico de rotina, sendo realizados por profissionais educadores físicos e bioquímicos experientes.

Pode acontecer um pequeno desconforto durante as coletas de sangue que será minimizado já que o procedimento será realizado por profissionais experientes e com a

(Uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será fornecida para você pelo pesquisador).

37 utilização de material descartável, seguindo procedimentos assépticos, além de instruções ao
 38 voluntário sobre medidas para minimizar o desconforto.

39 Os benefícios da pesquisa incluem o acompanhamento por educadores físicos
 40 especializados durante toda a pesquisa, aplicação de metodologias para recuperação muscular
 41 garantindo sua performance física, além de permitir a conclusão da melhor terapia para uma
 42 eficiente recuperação muscular crônica de atletas submetidos a intenso esforço físico. O risco
 43 a sua saúde será mínimo e haverá apenas a coleta venosa na região antecubital de
 44 aproximadamente 10mL de sangue periférico (sangue circulante nas suas veias), com a
 45 possibilidade de surgirem pequenos efeitos indesejados (hematoma e/ou pequenas
 46 manchas escuras, que podem ser castanhas, encarnadas ou azul-negro, localizada sob a
 47 pele), que podem ser minimizado evitando pegar peso e grandes movimentações com o
 48 braco em que houve a coleta, bem como realizando compressas de gelo no local.

49 Os resultados obtidos durante a pesquisa serão confidenciais e somente serão revelados
 50 a terceiros se você autorizar previamente. Sua identidade será mantida em segredo, quando os
 51 resultados desta pesquisa forem publicados em artigos de revistas científicas ou forem
 52 apresentados em temas de aulas e debates. Caso se interesse, você terá acesso aos resultados
 53 dos testes bioquímicos no final da pesquisa que vai durar um ano.

54 Sua participação neste estudo é voluntária, sem ônus ou pagamento pela participação.
 55 Você pode desistir de participar da pesquisa a qualquer momento, sem penalidade ou perda dos
 56 benefícios a que você tem direito. Caso você desista de participar da pesquisa, poderá solicitar
 57 a retirada de seus dados deste projeto.

58 Se você tiver algum gasto pela sua participação nessa pesquisa, ele será assumido pelo
 59 pesquisador e reembolsado para você. Se você sofrer algum dano comprovadamente
 60 decorrente desta pesquisa, você será indenizado.

61 Caso você tenha alguma dúvida em relação à pesquisa, ou se ocorrer lesão relacionada
 62 à investigação você poderá entrar em contato com o pesquisador André Ducati Luchessi
 63 (telefone: 84 99473477) a qualquer hora do dia.

64

65

66

67

68 Consentimento Livre e Esclarecido

69

70

71 Eu, _____, RG nº _____
 72 _____ declaro que compreendi os objetivos desta pesquisa, como ela será

73 realizada, os riscos e benefícios envolvidos e concordo em participar voluntariamente da
 74 pesquisa: "Crioterapia por imersão no processo de recuperação muscular: Interferência
 75 **bioquímica e funcional**".

76

77

78 Natal, _____ de _____ de 201__.

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
 Pesquisa: Crioterapia por imersão no processo de recuperação muscular: Interferência bioquímica e funcional.

79

80

81

82 Assinatura do voluntário da pesquisa

83

84

85

86

87

88

89



Impressão
 datiloscópica do
 participante

90 Declaração do pesquisador responsável

91

92 Como pesquisador responsável pelo estudo Crioterapia por imersão no processo de
 93 recuperação muscular: Interferência bioquímica e funcional, declaro que assumo a inteira
 94 responsabilidade de cumprir fielmente os procedimentos metodologicamente e direitos que
 95 foram esclarecidos e assegurados ao participante desse estudo, assim como manter sigilo e
 96 confidencialidade sobre a identidade do mesmo.

97 Declaro ainda estar ciente que na inobservância do compromisso ora assumido estarei
 98 infringindo as normas e diretrizes propostas pela Resolução 466/12 do Conselho Nacional de
 99 Saúde – CNS, que regulamenta as pesquisas envolvendo o ser humano.

100

101 Natal ____/____/____.

102

103

104

105

Assinatura do pesquisador responsável

106

107

108

109

110 *****
 111 Comitê de ética em pesquisa do Hospital Onofre Lopes
 112 Av. Nilo Peçanha, 620 – Petrópolis • CEP 59.012-300 • Natal/RN
 113 Telefone: (84) 3342 5003
 114 E-mail: cep_huol@yahoo.com.br

