

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Júlia da Silveira Gross**

**EFEITOS DA CRIOTERAPIA DE IMERSÃO PÓS-EXERCÍCIO SOBRE OS  
NÍVEIS DE FORÇA E POTÊNCIA DE ATLETAS**

Porto Alegre

2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**Júlia da Silveira Gross**

**EFEITOS DA CRIOTERAPIA DE IMERSÃO PÓS-EXERCÍCIO SOBRE OS  
NÍVEIS DE FORÇA E POTÊNCIA DE ATLETAS**

Monografia apresentado à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré requisito para a conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física.

Orientador: Dr. Álvaro Reischak de Oliveira

Porto Alegre

2011

**Júlia da Silveira Gross**

**EFEITOS DA CRIOTERAPIA DE IMERSÃO PÓS-EXERCÍCIO SOBRE OS NÍVEIS  
DE FORÇA E POTÊNCIA DE ATLETAS**

Conceito Final:

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. \_\_\_\_\_-UFRGS

Orientador - Dr. Álvaro Reischak de Oliveira - UFRGS

Dedico este trabalho ao meu pai, Ledir Becher Gross e à minha mãe, Sandra Silveira, por todo o amor, confiança e dedicação a mim. Foram um dos grandes responsáveis por essa minha conquista.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço muito ao meu namorado, Felipe Fischer, pela paciência, compreensão, apoio e amor durante essa jornada.

Ao meu orientador, Álvaro Reischak de Oliveira, pela atenção, pelos ensinamentos, orientação em todo o meu trabalho e pela importância na minha formação tanto profissional quanto pessoal.

Ao pessoal do GEFEX, mas principalmente, aos professores André Lopes, Bruno Teixeira, Régis Radaelli e Rodrigo Macedo por toda ajuda, coleguismo e dedicação nesse trabalho.

A todo o pessoal da secretária do Lapex: Dani, Alex, Carla, Luciano, Vanessa, Luiz, pela aprendizagem como bolsista do laboratório e por estarem sempre prontos a me ajudar.

Aos atletas voluntários para o desenvolvimento desse projeto e a todos aqueles que me ajudaram ao longo dessa graduação.

Às minhas amigas e amigos que torcem por mim e entenderam minha ausência para a construção deste trabalho.

Agradeço as minhas irmãs Letícia e Luana por sempre me apoiarem e estarem do meu lado.

Por fim, gostaria de agradecer imensamente aos meus maiores ídolos meu pai, Ledir Becher Gross e minha mãe, Sandra Silveira, sem eles nada disso seria possível.

## RESUMO

A crioterapia é definida como um método de remoção de calor corporal, o que supostamente atua como um acelerador de regeneração muscular e metabólico. No entanto, os dados são conflitantes na efetividade deste método. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é verificar os efeitos da crioterapia de imersão sobre os valores de força e potência em atletas após protocolo indutor de fadiga. A amostra do estudo foi composta de 14 atletas jogadores de rugby (Idade:  $22,29 \pm 2,3$  anos; Massa Corporal:  $85,88 \pm 17,32$  kg; Estatura:  $179,78 \pm 9,09$  cm; %G:  $27,75 \pm 4,44$ ;  $VO_{2\text{máx}}$ :  $44,06 \pm 6,68$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>). Cada atleta comparecia por dois dias ao laboratório. Em cada dia o sujeito foi avaliado por meio de um teste de impulsão vertical, contração voluntária máxima em dinamômetro isocinético, antes e após um protocolo de fadiga composto de uma corrida a 120% da intensidade do  $VO_{2\text{max}}$ , pelo tempo que o atleta suportasse. Após o protocolo, o atleta ia para um tanque com água a 10°C ou ficava parado na mesma posição ao ar livre. No dia com gelo o atleta permaneceu dentro de um tanque por 10 minutos, sob uma temperatura de  $10 \pm 1^{\circ}$  C. No dia sem gelo o atleta permaneceu por 10 minutos em pé. Após os atletas refizeram os testes. A análise dos dados (médias e desvios-padrão) foi realizada em três momentos: pré-teste (PRÉ), pós-fadiga (PF) e pós-intervenção com ou sem gelo (PI). No grupo crioterapia em teste de salto verificou-se diferença significativa entre os momentos: PRÉ e PF; PRÉ e PI. A impulsão vertical diminuiu significativamente nesse grupo. No grupo controle verificou-se diferença entre os momentos: PRÉ e PF. No pico de torque isométrico no grupo crioterapia ocorreu diferença entre os momentos: PRÉ e PF. No grupo controle houve uma diminuição após a fadiga e após a imersão. No pico de torque isocinético concêntrico não houve diferença entre os momentos e nem entre os grupos. **O método de aplicação da crioterapia de imersão adotado diminui a potência de saltos e pode ser um método de recuperação no pico de torque concêntrico.**

PALAVRAS-CHAVE: crioterapia – força muscular – potência muscular - exercício

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.2 Objetivos Gerais.....	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>15</b>
2.1 Força e Potencia muscular.....	15
2.2 Fadiga muscular.....	16
2.3 Crioterapia.....	17
<b>3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>23</b>
3.1 Problema de pesquisa.....	23
3.2 Definição operacional das variáveis.....	23
3.2.1 Variáveis independentes.....	23
3.2.2 Variáveis dependentes.....	23
3.3 Delineamento da pesquisa.....	23
3.4 População e amostra.....	23
3.5 Critérios de inclusão.....	24
3.6 Cálculo amostral.....	24
3.7 Protocolo de avaliação.....	25
3.8 Avaliação antropométrica.....	26
3.9 Registro alimentar.....	27
3.10 Teste de potência de membros inferiores .....	27
3.11 Teste de força máxima de membros inferiores.....	29
3.12 Protocolo Indutor de Fadiga .....	30

3.13	Teste de Consumo Máximo de Oxigênio.....	31
3.14	Instrumentos de coletas de dados.....	32
3.15	Procedimentos éticos.....	33
3.16	Procedimentos estatísticos.....	34
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>35</b>
4.1	Caracterização da amostra.....	35
4.2	Valores de impulsão vertical.....	35
4.3	Valores de pico de torque isocinético concêntrico.....	37
4.4	Valores de pico de torque isométrico.....	38
<b>5.</b>	<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>47</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>



## LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

<b>Ca<sup>2+</sup></b>	íon cálcio
<b>Crio</b>	crioterapia
<b>CMJ</b>	<i>Countermovement Jump</i> (salto com contramovimento)
<b>ESEF</b>	Escola de Educação Física
<b>j/s</b>	joule por segundo
<b>K<sup>+</sup></b>	íon potássio
<b>LAPEX</b>	Laboratório de Pesquisa do Exercício
<b>ms</b>	Milissegundo
<b>min</b>	Unidade de medida de tempo minuto
<b>Mg<sup>2+</sup></b>	íon magnésio
<b>Na<sup>+</sup></b>	íon sódio
<b>N.m</b>	Newton metro
<b>PT</b>	Pico de torque (N.m)
<b>°C</b>	graus Celsius
<b>s</b>	Unidade de medida de tempo segundo
<b>UFRGS</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>VO<sub>2</sub>máx</b>	Potência aeróbia máxima
<b>W</b>	Watt

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Página</b>
<b>Figura 1</b> - Esquema ilustrativo da resposta à aplicação da crioterapia.....	20
<b>Figura 2</b> - Guia para a temperatura da água.....	22
<b>Figura 3</b> - Esquema com as etapas do estudo.....	26
<b>Figura 4</b> - Salto com contramovimento.....	30
<b>Figura 5</b> - Gráfico com valores de potência (crio).....	36
<b>Figura 6</b> - Gráfico com valores de potência (controle).....	37
<b>Figura 6</b> - Gráfico com valores de PT isométrico (crio).....	39
<b>Figura 6</b> - Gráfico com valores de PT isométrico (controle).....	39

## LISTA DE TABELAS

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1</b> - Dados gerais de caracterização da amostra.....	35
<b>Tabela 2</b> - Valores da impulsão vertical.....	36
<b>Tabela 3</b> - Valores do PT concêntrico.....	37
<b>Tabela 4</b> - Valores do PT isométrico.....	38

## 1. INTRODUÇÃO

A recuperação após a sessão de exercício físico está relacionada aos processos do metabolismo energético, velocidade de recuperação muscular e de recuperação neuromotora. Este conjunto de fatores tem papel fundamental tanto no desempenho quanto na recuperação do treinamento físico (BOMPA, 2002).

Para que haja trabalho mecânico, usado para desenvolver as adaptações desejadas pelo treinamento, devemos mobilizar diversas rotas metabólicas para suprimos as necessidades energéticas para manutenção do trabalho muscular e do organismo como um todo. A quebra do estado de repouso para o de movimento faz com que nosso organismo necessite de um aumento da demanda de fornecimento de energia. Esse processo faz com que as vias metabólicas tenham sua atividade fisiológica aumentada, assim sendo, diversos produtos são consumidos e subprodutos formados (ROSS, 2006).

A busca pelo sucesso e vitórias que cercam o mundo esportivo faz com que se pesquisem técnicas de treinamento, de suplementação e de recuperação que aumentem ou melhorem o desempenho físico destes atletas. O sucesso atlético não depende apenas de treinamento ou de crescentes aumentos de desempenho. Atualmente, o nível de conhecimento nessa área é quase que igualitária em todos os países do mundo. Assim sendo, para que haja aumentos significativos no desempenho atlético, devem-se focar as atenções para áreas que possam contribuir para os resultados atléticos. A rápida recuperação pode ser um fator limitante para atletas envolvidos em programas de treinamento, ou que têm um programa de competição que exige um ou mais esforços de alta intensidade dentro um curto período de tempo. Por esse motivo é importante programar técnicas de recuperação afim de maximalizar o desempenho.

Diversos métodos de recuperação têm sido utilizados no meio esportivo para otimizar o desempenho, acelerar os processos de regeneração muscular e metabólica de atletas, entre eles, estão: massagem (MARTIN et al., 1998), recuperação ativa (SPIERER et al., 2004), crioterapia de imersão (SELLWOOD et al., 2007; BAILEY et al., 2007), terapia de contraste térmico (GILL et al., 2006) e hidroterapia (DOWZER et al., 1998).

A crioterapia tem ganho popularidade, pois além de ser barata, é de fácil utilização entre os treinos e jogos. A mesma consiste na aplicação do frio em determinado local, em que a diminuição da temperatura tecidual reduz a atividade metabólica celular, a demanda de oxigênio e atenua a liberação de vasodilatadores, diminuindo a sobrecarga microcirculatória pela diminuição do volume sanguíneo circulante. Como consequência disso, a pressão hidrostática na célula endotelial e a formação de edema diminui, além de gerar efeitos anti-inflamatórios que também podem ser observados (KNIGHT, 2000; WILCOCK et al., 2006). Grande parte dos esportes causa uma grande depleção da energia muscular e necessitam que os atletas usem força, saltos e corridas diversas vezes. Neste contexto seria interessante discutir o quanto a crioterapia influencia essas capacidades físicas.

Alguns trabalhos têm procurado avaliar a capacidade de recuperação muscular da crioterapia por meio da avaliação de marcadores indiretos de dano e fadiga muscular, como a contração voluntária máxima e a potência muscular de atletas (ESTON et al., 1999; BAILEY et al., 2007; GOODAL et al., 2008; SELLWOOD et al., 2008). No entanto, os dados são conflitantes e limitados do ponto de vista de efetividade deste método de recuperação. A literatura é escassa devido às diferentes temperaturas da água, tipos, momentos, durações, local da área de aplicação e ao déficit na compreensão das respostas fisiológicas. Além disso, não existem dados conclusivos a respeito da crioterapia no prolongamento do desempenho. Sendo assim fica evidente a importância de verificação desses métodos nos processos de recuperação da fadiga.

Dessa forma, pretende-se com esse estudo verificar: qual é a influência da crioterapia após um protocolo indutor de fadiga em níveis de força e potência em atletas?

O trabalho está estruturado da seguinte forma: apresentação dos objetivos gerais e específicos, revisão de literatura (identificando e deixando de forma clara o método), procedimentos metodológicos, resultados, discussão, conclusão e terminando com as referências utilizadas.

## **1.1 OBJETIVO GERAL:**

Verificar os efeitos da crioterapia de imersão em valores de força e potência em atletas de rugby após protocolo indutor de fadiga.

## **1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

**1.2.1** Avaliar o efeito da crioterapia após a aplicação de protocolo indutor de fadiga na potência de membros inferiores em tapete de contato

**1.2.2** Avaliar o efeito da crioterapia após a aplicação de protocolo indutor de fadiga na força isométrica máxima de extensores de joelho em dinamômetro isocinético.

**1.2.3** Avaliar o efeito da crioterapia após a aplicação de protocolo indutor de fadiga na força isocinética concêntrica máxima de extensores de joelho em dinamômetro.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 FORÇA E POTÊNCIA MUSCULAR

A força de contração muscular pode variar por conta de dois mecanismos: maior número de unidades motoras recrutadas e maior frequência de sua descarga sendo que os ganhos de força podem ocorrer por conta da hipertrofia muscular e das adaptações neurais, mostrando que a força além de ser uma propriedade do músculo também é uma propriedade do sistema motor. A necessidade de geração de mais força acarreta no recrutamento de mais unidades motoras (McARDLE et al., 2003).

A força é expressa como o produto da massa pela aceleração ( $F[N] = m[\text{kg}] \cdot a[\text{m/s}^2]$ ). Já o termo força muscular pode ser definido como “a capacidade de exercer tensão muscular contra uma resistência, envolvendo fatores mecânicos e fisiológicos que determinam a força em algum movimento particular” (BARBANTI, 1979). No treinamento esportivo existem três tipos de força a serem desenvolvidos: a força máxima, a força explosiva e a resistência de força. Segundo Fleck e Kraemer (1999), as principais ações nos esportes coletivos são constituídas, principalmente, pela força explosiva, conhecida também como potência muscular (força + velocidade), sendo o resultado da relação entre a força produzida (manifestada ou aplicada) e o tempo necessário disponível. Um indivíduo com maior força máxima está mais capacitado para desenvolver maior potência.

A potência representa o trabalho mecânico desenvolvido sob uma série de condições ( $1W = \text{trabalho realizado como } 1J/s = \text{torque de } 1N.m, \text{ acionando a velocidade de um radiano/s}$ ), podendo ser caracterizada da seguinte forma:  $[P (W) = F (N) \times V(m.s^{-1})]$ , temos que a potência muscular é altamente dependente da força e ambas são importantes para performances esportivas (KRAEMER et al., 1996).

Dentre os métodos para avaliar essas capacidades o salto vertical tem sido um padrão ouro para se determinar a habilidade funcional do atleta. Ele tem sido especificamente utilizado para avaliar a potência de membros inferiores de atletas (SILVA et al., 2005; BAILEY, 2007) e o dinamômetro isocinético tem sido

amplamente utilizado para verificar a capacidade máxima de produção de força (DVIR, 2002).

## 2.2 FADIGA MUSCULAR

A fadiga muscular pode ser definida como sendo a incapacidade do músculo para manter uma determinada potência ou uma deficiência em sustentar um nível particular de desempenho durante um exercício físico prejudicando o desempenho motor, incluindo a diminuição da velocidade de encurtamento, além de um relaxamento prolongado das unidades motoras entre os períodos de recrutamento. A fadiga é evidenciada durante e após exercícios máximos e submáximos e tem sido investigada em fisiologia do exercício como melhoria de recuperação muscular e desempenho nos esportes de alto rendimento (GARCIA et al.,2004).

A fadiga muscular é desencadeada por uma série de fatores, como a tipologia de fibras musculares recrutadas, duração da contração, nível de sobrecarga, tipo de tarefa, nível de treinamento do sujeito e das condições ambientais de realização do exercício. As alterações do pH, da temperatura e do fluxo sanguíneo, o acúmulo de produtos do metabolismo celular, particularmente dos resultantes da hidrólise do ATP, a perda da homeostasia do íon  $\text{Ca}^{2+}$ , o papel da cinética de alguns íons nos meios intra e extra-celulares ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ), a lesão muscular,principalmente, a induzida pelo exercício têm sido algumas das causas sugeridas para a fadiga muscular (ENOKA, 1992). A etiologia da fadiga muscular tem atraído o interesse dos investigadores que segundo Mcardle et al. (2001), tradicionalmente focam na localização de seus mecanismos, podendo ser nas regiões corticais e sub-corticais (fadiga de origem central) e no tecido muscular esquelético (fadiga de origem periférica).

A fadiga central ocorre quando há uma diminuição na atividade da quantidade de unidades motoras envolvidas ou quando há uma diminuição da reativação de disparos das unidades motoras. Ela ocorre em nível supramedular, pelo mecanismo de inibição aferente, a partir dos fusos neuromusculares, terminações nervosas, falha na sinapse e diminuição da excitabilidade do motoneurônio que intervêm na atividade física. Normalmente está associada a esforços prolongados de baixa



intensidade, assim como a esforços de alta intensidade (MCARDLE et al., 2001; GANDEVIA et al., 1994).

A fadiga periférica ocorre devido à diminuição de disparos de potenciais de ação nas fibras musculares e ocorre quando há uma deficiência ou restrição de alguns processos nas unidades motoras, ou seja, nos nervos periféricos, nas ligações neuromusculares, neurônios motores ou fibras musculares. Podem ocorrer por fatores neurais, mecânicos e energéticos. No processo de fadiga, as unidades motoras disparam em velocidades crescentes para compensar a diminuição da força, decorrente da fadiga de outras unidades motoras e manter o nível de tensão muscular (MCARDLE et al., 2001). O acúmulo de prótons e alterações no pH do músculo durante esforços de alta intensidade e curta duração podem ser responsáveis pela produção da fadiga periférica. Em exercícios de alta intensidade, a origem da fadiga muscular aguda periférica pode estar associada a trocas metabólicas, enquanto nos exercícios de intensidade submáxima está relacionada a outros processos fisiológicos, como uma deterioração da ativação muscular (TERRADOS et al., 1997).

### **2.3 CRIOTERAPIA**

Já havia registros médicos, científicos do hábito e instruções de banhos frios em 129 a 201 d.C. A neve tem sido usada desde a antiguidade com o objetivo terapêutico de interromper o fluxo sanguíneo e diminuir a sensação de dor em casos de amputação ou para revitalizar os soldados do exército romano após lutas intensas. Hipócrates usava gelo ou neve antes de iniciar uma cirurgia e Dominique Jean Larrey (médico de Napoleão Bonaparte) realizava, em soldados, amputações menos dolorosas em temperaturas abaixo de zero grau (KUPRIAN, 1989). Atualmente, a crioterapia é freqüentemente utilizada na medicina esportiva como um método para recuperar o atleta o mais rápido e seguramente possível para competir.

Existe um consenso geral de que a aplicação de bolsas de gelo frio, massagem com gelo ou imersão na água gelada diminui a temperatura subcutânea e do músculo. Estudos citam a crioterapia para diminuição de inflamações, reparação tecidual (HARRELSON et al., 2000), analgesia (PRENTICE, 2002) e

recuperação pós exercício com diversos tipos de protocolos (SELLWOOD et al., 2007; CROWE et al., 2007).

A crioterapia é definida como um método de diminuição de temperatura corporal. Entre os métodos utilizados estão: toalhas ou sacos plásticos com gelo picado, compressas de gel frio, compressas geladas, por meio de recipientes, compressas frias químicas, imersão em gelo e massagem com gelo (KNIGHT, 2000). A aplicação da crioterapia tem sido utilizada freqüentemente no tratamento de lesões musculoesqueléticas agudas, com o objetivo de diminuir a temperatura local ou corporal no tecido lesionado (OLSON et al., 1972; OSBAHR et al., 2002). De um modo mais prático, a crioterapia de imersão consiste em colocar blocos de gelo em tonéis ou tanques com água no qual o atleta permanece com os membros em imersão durante certo tempo (BARONI et al., 2010). A crioterapia tem sido utilizada no âmbito esportivo por ser um método barato, de fácil aplicação, com elevada capacidade de resfriamento dos tecidos e maior controle da temperatura. Além dos benefícios das propriedades físicas da água, a crioterapia tem sido utilizada, pois pela pressão hidrostática, ocorre o deslocamento de fluidos das extremidades para a cavidade central do corpo. Este deslocamento de fluidos pode aumentar a habilidade do corpo de transportar substratos e melhorar as trocas metabólicas em nível muscular (WILCOCK et al., 2006).

Alguns estudos sugerem que a aplicação do frio tem como objetivo a diminuição do inchaço, a redução do edema local na região lesada (reduzindo a resposta inflamatória) e do espasmo muscular, provocando analgesia (MCDONALD et al., 1985) o que favorece o processo de reabilitação, fazendo com que o tecido lesionado volte as suas condições normais (HARRELSOON et al., 2000; KITCHEN, 2003). É importante a aplicação na fase aguda da lesão para promover a restauração estrutural e recuperação, ajudando o indivíduo a iniciar o exercício rapidamente (BORGMEYER et al., 2004). Além disso, a redução do edema pós-exercício pode melhorar as funções contráteis do músculo, diminuindo as chances de danos na lesão secundária (WILCOCK et al., 2006; SCHASER et al., 2007).

A aplicação do frio estimula os receptores cutâneos causando a ativação simpática das fibras musculares e quando atingem a temperatura de aproximadamente 13,8°C há redução do quadro hemorrágico, ou seja, redução ideal

do fluxo sanguíneo local e 14,4°C para que ocorra a analgesia (STARKEY, 2001) pela desaceleração do metabolismo e pela produção de metabólitos limitando assim o grau da lesão, fazendo com que ocorra uma diminuição na difusão dos fluidos para espaços intersticiais (ENWEMEKA et al., 2002). Enwemeka et al. (2002), constataram que a compressa fria de até 20 minutos diminuiu a temperatura superficial dos tecidos, a quantidade de edema agudo nas lesões e a sensação de dor, pois reduz a velocidade de condução nervosa dos tecidos superficiais pelo abrandamento da taxa de disparo dos fusos musculares e respostas reflexas. Assim o espasmo muscular e o nível de percepção de dor são reduzidos, graças à redução da liberação de acetilcolina e do número de impulsos dolorosos enviados ao cérebro pelos nervos periféricos, tornando-os mais lentos, promovendo o aumento do limiar de dor (DEAL et al., 2000; HARRELSON et al., 2000; KNIGHT, 2000)

A diferença da temperatura nos tecidos profundos depende da quantidade da camada adiposa no local aplicado, quanto mais tecido adiposo, maior o tempo de condução para os músculos (OTTE et al., 2002; TOMCHUK et al., 2010). Jutte et al. (2001) verificaram que a temperatura intramuscular diminui mais lentamente do que as dos tecidos superficiais.

A sensação da temperatura é transmitida pelas terminações nervosas encapsuladas da pele para a medula espinhal principalmente pelas fibras nervosas não mielinizadas dos receptores do frio. A sensação da temperatura é a seguir transmitida pelo trato espinotalâmico lateral até os centros superiores. O hipotálamo anterior inicia a sudorese e a vasodilatação cutânea quando a temperatura está elevada. A diminuição da temperatura corporal leva a um estímulo no hipotálamo, que inicia a vasoconstrição periférica, produzindo calafrios e o aumento das atividades viscerais. Devido à aplicação de baixas temperaturas, ocorre a diminuição do metabolismo por uma reação do organismo em diminuir a demanda energética e de oxigênio do local para auxiliar na manutenção da temperatura, induzindo um aumento na viscosidade dos tecidos, provocando vasoconstrição e diminuindo o fluxo sanguíneo (KNIGHT, 2000; WILCOCK et al., 2006; GREGSON et al., 2011). Com a imersão de grandes áreas corporais, esta diminuição não é observada só em nível local, mas também da temperatura corporal sistêmica (CLEMENTS et al., 2002).

Gregson et al. (2011) verificaram a influência da imersão dos membros inferiores em água a 8°C e 22°C. A temperatura retal, velocidade do sangue da coxa e o fluxo sanguíneo da artéria femoral superficial foram medidos durante a imersão e 30 minutos após a imersão. Houve uma maior vasoconstrição do fluxo sanguíneo da coxa em temperatura de 8°C, em que temperaturas mais frias podem estar associadas com fluxo reduzido de sangue do músculo, o que poderia fornecer uma explicação para os benefícios da imersão em água fria para aliviar a lesão muscular induzida pelo exercício no esporte. Reduzindo a taxa metabólica, o gelo reduz a necessidade de oxigênio das células, assim, quando o fluxo sanguíneo for limitado pela vasoconstrição, o risco de morte celular devido às demandas de oxigênio (necrose celular secundária) será diminuído

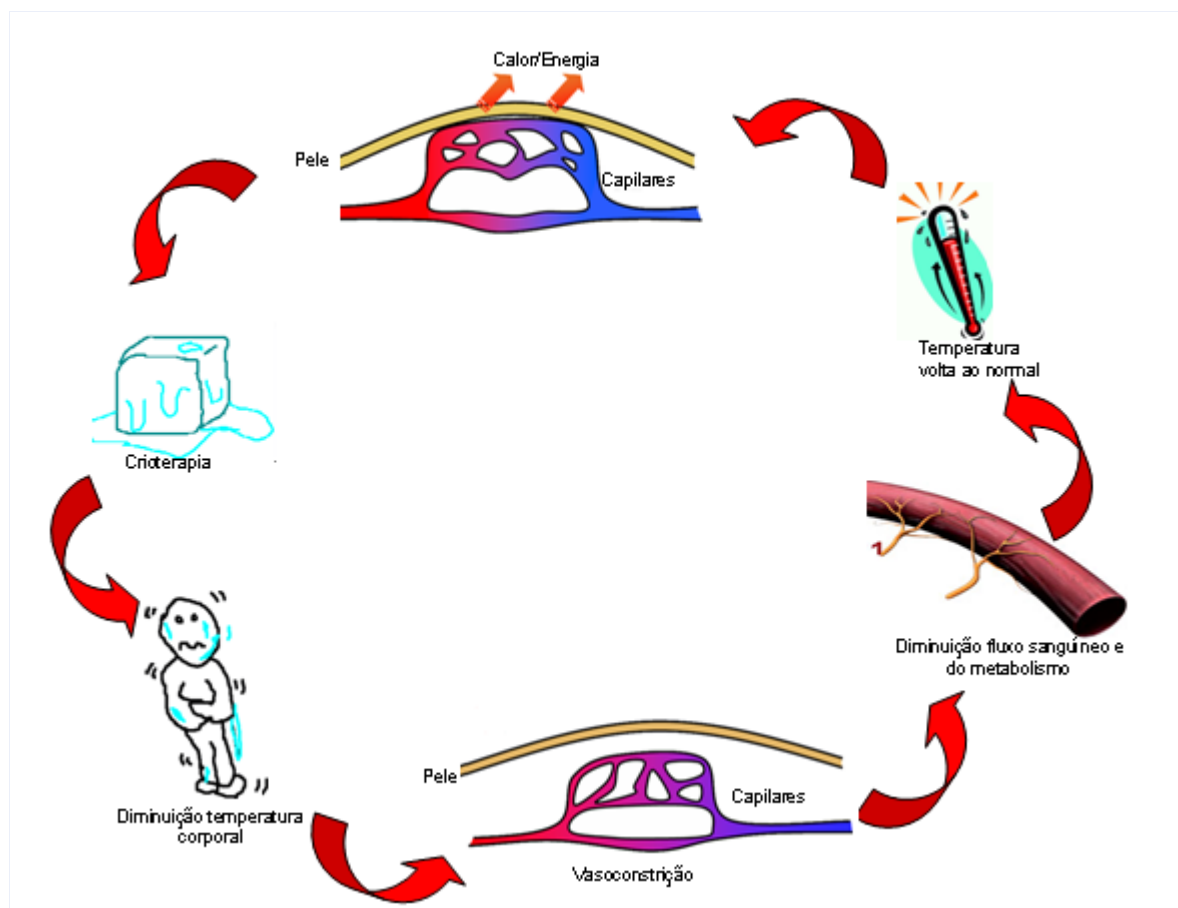


Figura 1. Esquema ilustrativo da resposta à aplicação da crioterapia.

Alguns estudos não encontraram diferenças significativas entre massagem com gelo e sacos com cubos de gelo na diminuição da temperatura intramuscular (ZEMKE et al.,1998), no entanto alguns autores encontraram diferença entre saco de gel e gelo triturado, sendo que a aplicação com gelo triturado diminui mais a temperatura (CHESTERTON et al., 2002).

Herrera et al. (2010), sugere uma relação linear direta entre a temperatura da pele e condução nervosa e uma relação inversa com latência, duração, amplitude do potencial de ação composto. No entanto, esta relação varia de acordo com o tipo de fibras nervosas, a temperatura da pele, a profundidade das fibras nervosas, a quantidade de tecido subcutâneo, faixa etária e o tipo de modalidade utilizada para alterar a temperatura da pele. Na literatura, há uma falta de estudos comparando os efeitos das diferentes formas de aplicação de frio sobre os parâmetros de condução nervosa.

A relação do resfriamento muscular com o desenvolvimento de força e da potência ainda é controversa, pois se após a aplicação da crioterapia a força ou a potência forem reduzidas o rendimento pode ser comprometido e o risco de lesão aumentado. Por outro lado se a aplicação da crioterapia melhorar essas variáveis é possível utilizar o método como um facilitador do desempenho em modalidades esportivas que utilizem dessas capacidades.

Herrera et al. (2010) sugerem que a velocidade de condução dos nervos motores diminui, quando a temperatura do tecido é reduzida. A relação entre temperatura e velocidade de condução nervosa é linear, pelo menos nos nervos mais superficiais, podendo afetar a produção de potência do músculo.

O estudo de Coulange et al. (2005) verificou a influência da imersão em água a 10°C e não encontrou alteração na força isométrica submáxima dos músculos vasto-lateral e sóleo. Thornley et al. (2003) encontraram resultados semelhantes com o efeito do frio no pico de torque da extensão isométrica do joelho. Rubley et al. (2003) investigaram a influência da imersão em água fria (15 minutos a 15°C) da mão na força isométrica submáxima para o movimento de pinça entre o polegar e indicador. Os resultados não demonstraram diferença significativa.

Borgmeyer et al. (2004) relatam que a aplicação da crioterapia antes da realização de exercícios de força não influencia negativamente o desempenho

muscular e que, portanto, pode ser utilizada antes da execução de atividades musculares vigorosas.

Por outro lado outros estudos de Sellwood et al. (2007), Howatson et al. (2005) e Douris et al. (2003) observaram que a crioterapia aplicada antes de um exercício de força pode diminuir o desempenho muscular e aumentar o risco de lesão. A literatura sugere a diminuição da força isométrica máxima após crioterapia, causada por uma maior duração do potencial de ação e menor velocidade de transmissão do impulso, originando a redução na velocidade de contração.

A literatura apresenta uma série de comparações entre os métodos, comparando as reduções de temperatura cutânea e intramuscular, mas há lacunas pelos diversos métodos de aplicação da crioterapia que são utilizados e um fator importante é o tempo e local de aplicação do método, a temperatura e os ciclos de imersões (HARRELSOON et al., 2000; KNIGHT, 2000; JUTTE et al., 2001), que variam muito entre os estudos. Encontramos aplicações de 20 minutos com temperatura de  $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$  (PADDON-JONES et al., 1997), de 15 minutos com temperatura de  $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $5^{\circ}\text{C}$  (YANAGISAWA et al., 2003), 10 minutos com temperatura de  $10 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$  (BAILEY et al., 2007), 5 minutos com temperatura de  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$  (DOURIS et al., 2003) e 1 minuto com temperatura de  $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$  (SELLWOOD et al., 2007).

#### Guia para a temperatura da água

Muito fria	10-13 °C
Fria	12-30 °C
Tépida	30-33 °C
Neutra	34-36 °C

**Figura 02. Esquema ilustrativo.** (Adaptado: “Fisioterapia nos esportes”, Kuprian, 1989)

### **3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

#### **3.1 PROBLEMA DA PESQUISA**

Qual a influência da crioterapia após protocolo indutor de fadiga em níveis de força e potência de atletas?

#### **3.2 VARIÁVEIS**

##### **3.2.1 INDEPENDENTES**

- Crioterapia

##### **3.2.2 DEPENDENTES**

- Potência de membros inferiores
- Força isométrica máxima de extensores de joelho
- Força isocinética máxima de extensores de joelho

#### **3.3 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

O presente estudo, segundo Gaya et al. (2008) é caracterizado por uma pesquisa do tipo *ex post facto*, ensaio clínico cruzado, transversal.

#### **3.4 POPULAÇÃO E AMOSTRA**

Foram selecionados 18 atletas de rugby, do sexo masculino entre 20 a 40 anos, saudáveis com pelo menos 2 anos de experiência no esporte e que estavam treinando regularmente. Destes, 14 concluíram o protocolo de estudo, com uma perda amostral de 4 atletas por razões de lesão, não decorrentes do protocolo de estudo.

A opção por atletas de rugby foi feita por conveniência. Além disso, o Rugby é um esporte coletivo, em que os jogadores desempenham diferentes funções durante uma partida. que inclui freqüentes períodos de atividade de alta intensidade (corrida, trote, lançamento da bola, *tackle*) separados por períodos de baixa intensidade (caminhando). Assim existem necessidades apropriadas de capacidades físicas, tais como velocidade, potência, agilidade, resistência, força e flexibilidade (SCOOT et al., 2003).

### **3.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO**

Participaram da pesquisa atletas praticantes do esporte por mais de dois anos, que estavam treinando regularmente em suas respectivas equipes, não apresentaram nenhuma lesão musculoesquelética 6 meses anteriores ao estudo e estavam com o TCLE assinado.

### **3.6 CÁLCULO AMOSTRAL**

Para o presente estudo, calculou-se o tamanho amostral com bases no estudo de Rowsell et al. (2009) para a variável potência e no estudo de Duarte et al. (2005) para a variável de força isométrica máxima (pico de torque) devido às semelhanças na metodologia e nas variáveis analisadas com o presente estudo

O programa estatístico utilizado foi o *BIOESTAT* versão 5.0, no qual foi adotado um alfa de 0,05, um poder de 90%. Com base nos desvios-padrão das diferenças ( $\pm 2,0$ ) e nas médias das diferenças pré e pós ( $\pm 2,0$ ) para teste bilateral a resposta para aplicação da medida foi “n” de 12 sujeitos para variável de potência. Para a variável de força isométrica máxima utilizou-se como referência o estudo de Duarte et al. (2005), com base nos desvios-padrão das diferenças ( $\pm 18,25$ ) e nas médias das diferenças pré e pós ( $\pm 16,4$ ) para teste bilateral para variável força isométrica máxima obtendo um “n” de 15 sujeitos.

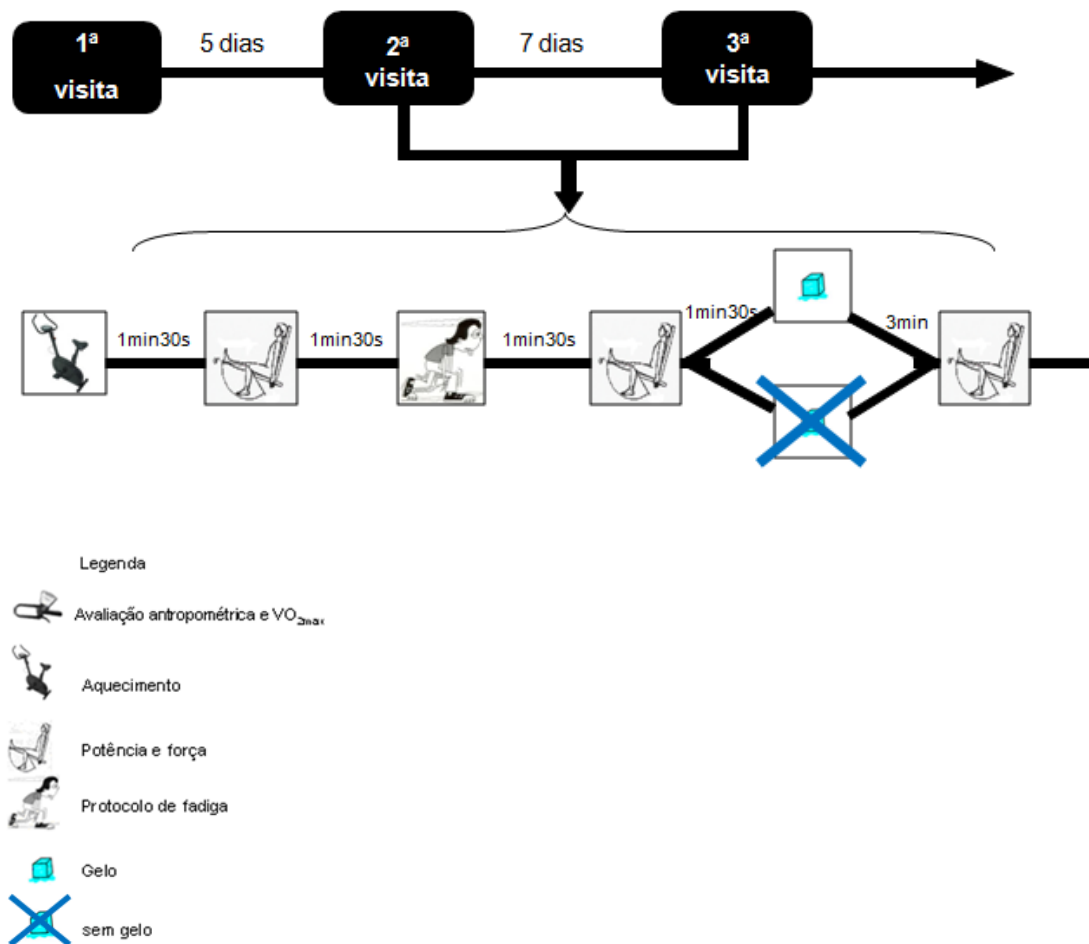
De acordo com os cálculos realizados, o tamanho da amostra foi definido com um tamanho de no mínimo 15 sujeitos para abranger as duas variáveis.



### 3.7 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO

Os sujeitos foram recrutados por meio de convite nas principais equipes de rugby de Porto Alegre e região metropolitana. Esses sujeitos assistiram uma apresentação, onde receberam as informações sobre o estudo bem como o termo de consentimento livre e esclarecido. Após a assinatura do termo, eles foram encaminhados para o Laboratório de Pesquisa do Exercício em que já realizaram os primeiros testes de caracterização da amostra (avaliação antropométrica), explicado o registro alimentar e foi realizado o teste de consumo máximo de oxigênio.

Para reduzir possíveis efeitos residuais da avaliação, foi agendada a segunda visita com intervalo mínimo de 5 dias, em que foi realizado o sorteio de blocos ao acaso para definir os atletas que fariam gelo no primeiro momento ou que permaneceriam em pé parados na mesma posição que no tanque. Após o sorteio foi realizado aquecimento em cicloergômetro de 5 minutos com uma intensidade a 100 Watts e 80 RPM, após 1 minuto e 30 segundos o teste de impulsão vertical, em seguida foi realizado o teste de força máxima em dinamômetro isocinético, após 1 minuto e 30 segundos foi feito o protocolo de fadiga e o atleta novamente repetiu os dois testes anteriores. Após 1 minuto 30 segundos o atleta foi para o tanque ou ficou parado. No dia com gelo o atleta permaneceu em ortostase, dentro de um tanque com água e gelo, de modo que seus membros inferiores permaneceram imersos (estando o nível de imersão imediatamente abaixo das gônadas), por 10 minutos, sob uma temperatura de  $10 \pm 1^{\circ}\text{C}$  (pela adição de gelo moído), controlado por um termômetro flutuante. A temperatura que foi utilizada é semelhante a outros estudos (YANAGISAWA et al., 2003; BAILEY et al., 2007). No dia sem gelo o atleta permaneceu por 10 minutos em pé na mesma posição do tanque (Figura 3). Após 3 minutos o indivíduo repetiu os mesmos testes anteriores de potência e força. Todos os voluntários fizeram as mesmas intervenções, separadas por um intervalo mínimo de 7 dias.



**Figura 03.** Desenho experimental simplificado.

Todas as avaliações foram realizadas pela manhã, sendo que as visitas eram agendadas próximas ao horário da visita anterior. O tempo de deslocamento entre os equipamentos foi cronometrado pelo mesmo avaliador para que todos os atletas levassem o mesmo tempo para começar os testes. A temperatura ambiente da sala no local onde eram feitos o aquecimento, protocolo indutor de fadiga e as intervenções com ou sem gelo também foi controlada ( $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ) todos os dias.

### 3.8 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

A composição corporal foi realizada utilizando plicômetro (Cescorf), sendo as marcações dos locais e a técnica de tomada das dobras seguindo os padrões da

Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK, 2001). A avaliação de antropometria foi feita todas as vezes pelo mesmo avaliador, no período da manhã e os cálculos da composição corporal seguindo o protocolo de Ross e Kerr (1982).

### **3.9 REGISTRO ALIMENTAR**

Na primeira visita (preliminar), foram entregues e devidamente explicados aos indivíduos dois documentos para preenchimento dos Registros Alimentares de 24 horas (Anexo 2). O procedimento de preenchimento do registro alimentar foi realizado da seguinte forma: cada participante registrou todas as bebidas e alimentos consumidos nas 24 horas antecedentes a segunda e a terceira visita. As refeições deveriam ser descritas com os alimentos consumidos, os horários, as quantidades em medidas caseiras e, quando necessário, a marca do produto deveria ser preenchida. Para o devido preenchimento, foi entregue um álbum fotográfico de medidas caseiras, cujo conteúdo é um compilado de fotos de utensílios e porções de alimentos, baseado no Registro Fotográfico para Inquéritos Alimentares (ZABOTTO, 1996). Após o preenchimento dos registros pelos participantes, esse foi entregue ao nutricionista, no dia 2, para que todas as anotações fossem conferidas e não houvesse nenhuma dúvida quanto ao descrito. Nas 24 horas antecedentes ao segundo dia de protocolo (dia 3), os sujeitos foram instruídos a repetir a mesma alimentação descrita no registro do dia 2, anotar novamente o que fora ingerido e entregar os dois registros alimentares. Todos os participantes foram instruídos a não consumir bebidas alcoólicas e/ou que continham cafeína nas 24 horas anteriores ao primeiro e segundo dia de protocolos (segunda e terceira visita). Para análise dos dados foi utilizado o software *Dietwin*® (Brubins), versão Profissional (2008).

### **3.13 TESTE DE CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO – $VO_{2Máx}$**

Os atletas foram equipados com um freqüencímetro Polar RS800 para monitoramento da freqüência cardíaca. Posteriormente, todos os atletas realizaram

um teste de esforço máximo que objetivou a determinação do  $VO_{2máx}$  para o protocolo indutor de fadiga e caracterização da amostra. A avaliação de esforço máximo foi realizada em uma esteira rolante da marca Inbramed Millenium Super ATL (Porto Alegre, RS) com carga inicial de  $6 \text{ km.h}^{-1}$  e incremento de  $1 \text{ km.h}^{-1}$  a cada minuto. A determinação do  $VO_{2máx}$  foi realizada com auxílio de ergoespirômetro da marca Medical Graphics Corporation, modelo CPX/D (USA). O equipamento foi calibrado a cada momento antes do início dos testes. Os atletas que nunca tinham realizado um teste ergoespirométrico em esteira rolante foram submetidos a um teste de adaptação aos equipamentos, antes de iniciar o protocolo. Os avaliados foram adequadamente motivados através de incentivos verbais e os avaliadores observaram constantemente a existência de qualquer tipo de intolerância ao esforço por parte dos sujeitos caso tivesse que interromper o teste. Os critérios de maximalidade do teste foram a expressão voluntária da exaustão,  $RER \geq 1,15$ ;  $FC_{máx}$  do teste  $\geq 95\%$  da FC predita pela idade ( $220 - \text{idade}$ ) e/ou presença de platô no  $VO_2$  com o incremento da carga.

No dia do teste os atletas estavam alimentados, porém com intervalo de 3 horas da última refeição para que se pudesse realizar o teste sem desconfortos ou náuseas.



### 3.11 TESTE DE POTÊNCIA DE MEMBROS INFERIORES - SALTOS COM CONTRAMOVIMENTO (CMJ)

Os equipamentos utilizados para o teste de impulsão vertical foi: um *Jump Test* (tapete de contato *Jump Test*®, *Hidrofit*, MG - Brasil), um *notebook* (com software instalado para análise dos dados), um cicloergômetro (para realizar um breve aquecimento articular). Para a realização dos saltos foi utilizado um tapete de contato *Jump Test*. O tapete de contato constitui-se em uma plataforma de contato que registra os tempos de vôo, sendo que, a partir deste parâmetro, é calculada a altura do salto.

Abaixo segue a equação que o *software* utiliza para calcular a altura do salto (BOSCO et al., 1987):

$$h = 1/8 \cdot g \cdot t^2$$

Onde:

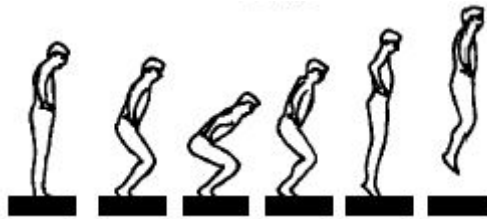
h = elevação máxima do Centro de Gravidade

t = tempo de vôo

g = gravidade (9,8 m/s<sup>2</sup>)

Foi utilizada a técnica de salto vertical com contramovimento (CMJ) - salto com movimento preparatório, no qual o indivíduo realiza um salto com um movimento de preparação (contramovimento). O indivíduo parte de uma posição em pé, com as mãos fixas na cintura e os pés paralelos e separados, aproximadamente à largura dos ombros; movimenta-se para baixo, realizando uma flexão das articulações do quadril, joelhos e tornozelos, devendo ser feito o mais rápido possível. Foi informado aos sujeitos para não elevarem os joelhos e pernas à frente e nem jogarem as pernas para trás durante o salto.

Após os sujeitos estarem familiarizados com a técnica do salto foram realizados entre três e cinco saltos (CMJ) e foi considerado o salto de maior resultado registrado (altura de salto) para posterior análise estatística.



**Figura 04.** Salto vertical com contramovimento

### **3.12 TESTE DE FORÇA MÁXIMA DE MEMBROS INFERIORES**

Após o teste de salto o sujeito foi posicionado no dinamômetro isocinético. Essa fase teve como objetivo mensurar a contração voluntária máxima para servir de referência para comparar os efeitos da aplicação da crioterapia. Os voluntários foram posicionados na cadeira do dinamômetro isocinético da marca Cybex®, modelo Norm 7000, para realizarem a avaliação das contrações voluntárias máximas, o qual foi calibrado conforme especificações do fabricante. Para o teste os sujeitos permaneceram na posição sentada com uma flexão de quadril de 85°, e estabilizados por um cinto que foi colocado em volta do peito e por um velcro que foi passado em torno da coxa do membro direito; estes dois procedimentos foram realizados com o intuito de aumentar a estabilização e diminuir os movimentos compensatórios de outras articulações. Além disso, o epicôndilo lateral do fêmur foi alinhado com o eixo de rotação do dinamômetro. O braço mecânico do equipamento foi ajustado para cada sujeito de modo a obter a ótima distância entre o joelho e o braço de alavanca do equipamento. Os sujeitos realizaram o teste apenas com a perna direita. O protocolo do teste consistiu de extensão concêntrica de joelho, sendo que os sujeitos realizaram cinco repetições submáximas em uma velocidade angular de 60°/s com o objetivo de familiarização com teste. Após, os indivíduos realizaram cinco repetições máximas a 60°/s, sendo que entre a familiarização e teste máximo houve um período de recuperação de 30 segundos. Após os sujeitos realizaram duas contrações isométricas máximas de extensão de joelho no ângulo de 60°. Foi dado aos sujeitos incentivo verbal e visual durante o teste. O maior valor de pico de torque (PT) (N.m) das cinco repetições concêntricas e da contração isométrica foi utilizado para realização das correlações.



### 3.13 PROTOCOLO INDUTOR DE FADIGA

Após o protocolo de CVMs foi feito um intervalo de 1 minuto 30 segundos para posicionamento na esteira rolante da marca Inbramed Millenium Super ATL, Porto Alegre, RS. Os participantes realizaram um esforço em esteira rolante com intensidades correspondentes a 120% do  $VO_{2Máx}$ , inclinação de 1%, até o atleta não agüentar correr mais. Com relação a esse tipo de avaliação, o *American College of Sports Medicine* (ACSM) em 2009, afirmou que independente do protocolo escolhido, a velocidade e a inclinação da esteira devem ser adequadas de acordo com a capacidade física dos avaliados. Os avaliados foram adequadamente motivados através de incentivos verbais e os avaliadores observaram constantemente a existência de qualquer tipo de intolerância ao esforço por parte dos sujeitos. O teste seria interrompido no caso de ocorrer algum dos fatores a seguir, de acordo com o ACSM (2005): sintomas de angina; sinais de baixa perfusão sanguínea como dor de cabeça, confusão mental, náuseas, frio e palidez; baixo aumento da frequência cardíaca com o aumento da intensidade do exercício; manifestações físicas ou verbais de fadiga extrema e falha nos equipamentos. Após o término do teste, o avaliado foi encaminhado para repetir os testes de potência e força.

### **3.14 INSTRUMENTOS DE COLETAS DE DADOS**

Foram utilizados os seguintes equipamentos do Laboratório de Fisiologia e Bioquímica do LAPEX da UFRGS disponibilizados para os alunos do curso de Educação Física:

#### **Adipômetro**

Da marca Cescorf, com resolução de 1 mm e pressão constante de 10 g/mm<sup>2</sup>.

#### **Balança e estadiômetro**

Da marca Urano, modelo OS 180 A, com resolução de 100g. A estatura foi verificada por um estadiômetro inserido na balança com resolução de 5 mm.

#### **Dinamômetro isocinético**

Da marca Cybex Norm, Ronkonkoma, USA. Para mensuração das CVMs.

#### **Ergoespirômetro**

Da marca Medical Graphics Corporation, modelo CPX-D (USA). Para análise de gases.

#### **Esteira ergométrica**

Da marca Inbramed Millenium Super ATL (Porto Alegre, RS), para o teste de esforço máximo e indução à fadiga.

#### **Freqüencímetro**



Da marca Polar, modelo S610 para monitoramento da frequência cardíaca durante as sessões de teste.

### **Jump Teste**

Para o teste de impulsão vertical foi utilizado tapete de contato *Jump Test, Hidrofit*, Minas Gerais – BR

### **Tanque**

Container com água e gelo no qual os atletas imergiam.

### **Termômetro, Barômetro e Higrômetro**

Um conjunto composto de termômetro, barômetro e higrômetro foram utilizados para medir a temperatura ambiente, a pressão atmosférica e a umidade do ar nos dias das coletas de dados.

### **Termômetro Sub Aquático**

Da marca Mor, foi utilizado para verificação da temperatura dentro do tanque.

### **Ultra-freezer**

Da marca Nuaire, que acondicionou o gelo que foi colocado no tanque.

## **3.15 PROCEDIMENTOS ÉTICOS**

Os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo1), atendendo às Normas para a Realização de Pesquisa em Seres

Humanos, Resolução nº 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, de 10 de outubro de 1996.

### **3.16 PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS**

Os dados serão apresentados como média e desvio padrão. Para verificação da normalidade dos dados foi utilizado o teste de Shapiro Willk. A variância entre os grupos foi verificada usando um teste de Levene e a esfericidade com teste de Mauchly, quando os dados não apresentaram esfericidade assumida foi utilizado o fator de correção Epsilon de Greenhouse-Geisser. Para comparação entre os dois grupos nos seus três momentos e a interação entre grupo e momento foi utilizada uma ANOVA em modelo misto com *post hoc de bonferroni*. Para a comparação entre os momentos de cada grupo, foi utilizada uma ANOVA para medidas repetidas seguida de um *post hoc de bonferroni*. Para comparação entre os dois grupos em cada momento foi utilizado um teste *t de Student* quando os dados apresentavam uma distribuição paramétrica e um teste *u de Mann Whitney* quando os dados eram não paramétricos. O valor de significância adotado foi de 5%, foi utilizado o software IBM SPSS versão 19 para Windows.

## 4. RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Os resultados obtidos nas avaliações foram expressos em média e desvio padrão. A tabela 1 apresenta os dados gerais de caracterização da amostra, foram inicialmente mensurados idade, massa corporal, estatura, percentual de gordura e  $VO_{2max}$ .

**Tabela 1** - Dados gerais de caracterização da amostra.

	Média ± desvio padrão
<b>Idade (anos)</b>	22,29 ± 2,33
<b>Massa corporal (Kg)</b>	85,88 ± 17,32
<b>Estatura (cm)</b>	179,78 ± 9,09
<b>Massa adiposa (%)</b>	27,75 ± 4,44
<b><math>VO_{2max}</math> (ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>)</b>	44,06 ± 6,68

### 4.2 VALORES DE IMPULSÃO VERTICAL

A ANOVA de modelo misto não apresenta interação grupo momento ( $p=0,31$ ) e efeito do grupo ( $p=0,39$ ) no teste realizado pelos atletas, mas apresenta efeito do momento ( $p=0,31$ ). A tabela 2 mostra os resultados referentes ao teste de impulsão vertical (cm) dos dois grupos, nos três momentos: PRÉ (pré-teste), PF (pós fadiga) e PI (pós intervenção com ou sem gelo. No grupo crioterapia comparando os valores obtidos entre os momentos PRÉ e PF ( $p= 0,001$ ), e no momento PRÉ e PI ocorre uma diminuição estatisticamente significativa ( $p=0,01$ ). No grupo controle houve diferença somente no momento PRÉ e PF ( $p=0,01$ ).

Quando verificado o efeito da intervenção por meio dos deltas de variação foi encontrada diferença significativa no grupo crioterapia o efeito do momento PRÉ e PF ocorreu uma diminuição de - 9,84%. O mesmo acontece entre o momento PF e PI em que ocorre uma diminuição significativa estatisticamente de -3,47%. No grupo controle entre o momento PF e PI há um aumento significativo estatisticamente de 3,18%.

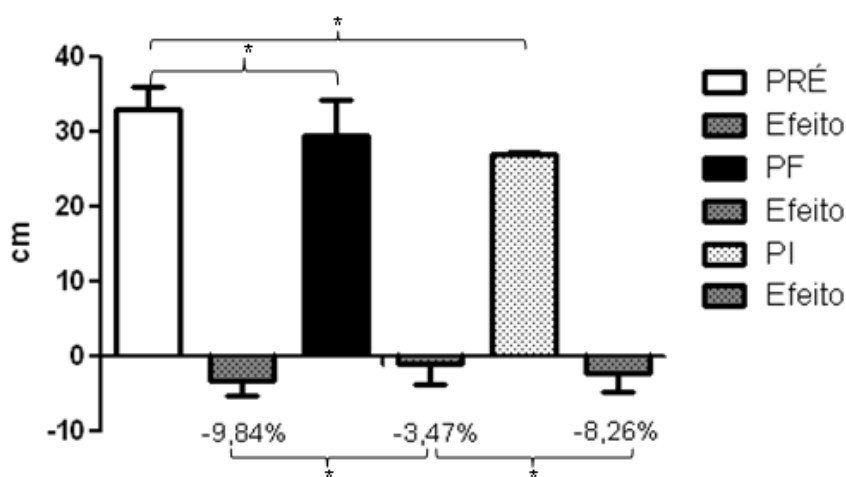
**Tabela 2** – Valores de impulsão vertical (cm) em média ± desvio-padrão.

	PRÉ	PF	PI
<b>Crioterapia</b>	33 ± 2,83 *	29,38 ± 4,85 *	26,98 ± 0,21*
<b>Controle</b>	32,5 ± 6,36 #	31,75 ± 3,3 #	34,8 ± 0,28

\* representa diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) no grupo crioterapia

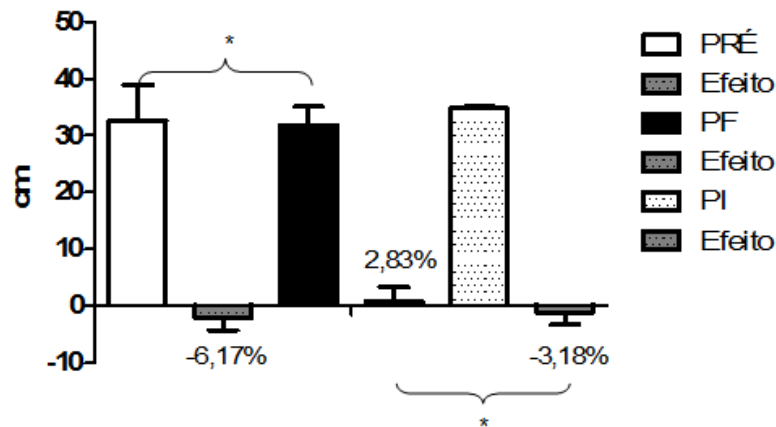
# representa diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) no grupo controle

**Figura 5** – Valores de impulsão vertical do grupo crioterapia nos momentos PRÉ, PF e PI.



\* Diferença significativa entre os momentos do grupo crioterapia ( $p < 0,05$ ) utilizando valores absolutos (cm) e os valores de delta de variação (%).

**Figura 6** – Valores de impulsão vertical do grupo controle nos momentos PRÉ, PF e PI.



\* Diferença significativa entre os momentos do grupo crioterapia ( $p < 0,05$ ) utilizando valores absolutos (cm) e os valores de delta de variação (%).

#### 4.3 VALORES DE PICO DE TORQUE ISOCINÉTICO CONCÊNTRICO

A ANOVA de modelo misto não apresenta efeito do momento ( $p = 0,26$ ), não apresenta interação grupo momento ( $p = 0,74$ ) bem como efeito do grupo ( $p = 0,86$ ) no teste realizado pelos atletas. A tabela 3 apresenta os resultados referentes aos valores de pico de torque (PT) isocinético de extensores de joelho (N.m) dos dois grupos, nos três momentos: PRÉ (pré-teste), PF (pós fadiga) e PI (pós intervenção com ou sem gelo).

**Tabela 3** – Valores de PT isocinético de extensores de joelho (N.m) em média  $\pm$  desvio-padrão

	PRÉ	PF	PI
<b>Crioterapia</b>	242,7 $\pm$ 58,69	237,5 $\pm$ 52,11	237,9 $\pm$ 59,29
<b>Controle</b>	238,1 $\pm$ 52,83	236,5 $\pm$ 53,52	232,7 $\pm$ 52,51

*Não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ).*

#### 4.4 VALORES DE PICO DE TORQUE ISOMÉTRICO

A ANOVA de modelo misto não apresenta interação grupo momento ( $p=0,065$ ), bem como efeito do grupo ( $p=0,90$ ) no teste realizado pelos atletas, mas apresenta efeito do momento ( $p=0,001$ ).

No grupo crioterapia comparando os valores obtidos entre os momentos PRÉ e PF houve uma diminuição estatisticamente significativa ( $p=0,003$ ). No grupo controle pode-se observar uma diminuição significativa no momento PRÉ e PF ( $p=0,001$ ), e entre, PF e PI ( $p=0,027$ ). A tabela 4 apresenta os resultados referentes ao teste de força máxima isométrica (N.m) dos dois grupos, nos três momentos.

Quando verificado o efeito da intervenção por meio dos deltas de variação foi encontrada diferença significativa somente no grupo crioterapia o efeito do momento PRÉ e PF ocorreu uma diminuição de - 7,4%. O mesmo acontece entre o momento PF e PI em que ocorre um aumento de 4%.

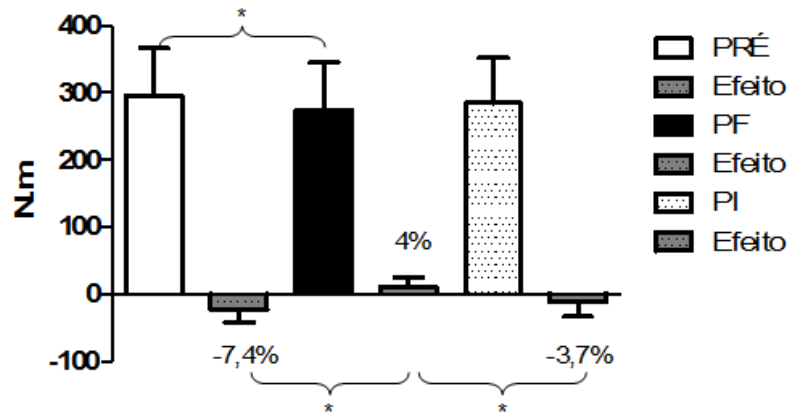
**Tabela 4** – Valores do PT isométrico (N.m) em média  $\pm$  desvio-padrão

	<b>PRÉ</b>	<b>PF</b>	<b>PI</b>
<b>Crioterapia</b>	295,5 $\pm$ 70,88 *	273,6 $\pm$ 71,45 *	284,6 $\pm$ 67,46
<b>Controle</b>	296,9 $\pm$ 72,82#	279,4 $\pm$ 64,24#	268,4 $\pm$ 71,65#

\* representa diferença estatisticamente significativa ( $p<0,05$ ) no grupo crioterapia

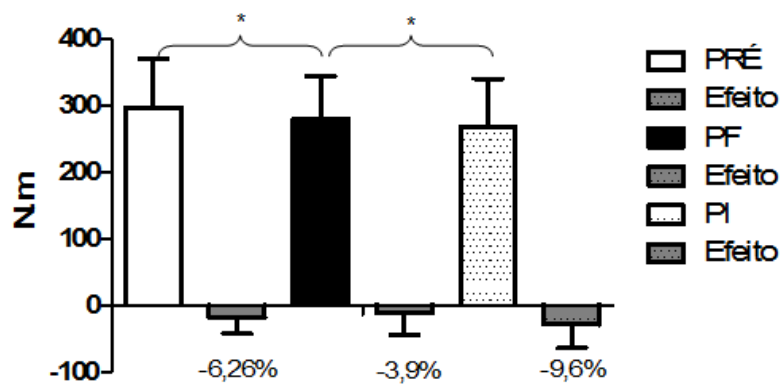
# representa diferença estatisticamente significativa ( $p<0,05$ ) no grupo controle

**Figura 7 -** Valores de pico de torque isométrico do grupo crioterapia nos momentos PRÉ, PF e PI.



\* Diferença significativa entre os momentos do grupo crioterapia ( $p < 0,05$ ) utilizando valores absolutos (cm) e os valores de delta de variação (%).

**Figura 8 -** Valores de pico de torque isométrico do grupo controle nos momentos PRÉ, PF e PI.



\* Diferença significativa entre os momentos do grupo crioterapia ( $p < 0,05$ ) utilizando valores absolutos (cm) e os valores de delta de variação (%).

## 5. DISCUSSÃO

Os efeitos da aplicação da crioterapia no reflexo miotático e no fuso muscular têm uma grande importância na fisiologia muscular. Quando ocorre diminuição na temperatura do tecido intramuscular, a descarga neuronal e a sensibilidade dos fusos musculares são dificultadas. Na fase excêntrica do salto, o estiramento muscular ativa o reflexo miotático, aumentando a excitabilidade neuronal. Com a diminuição da temperatura tal excitabilidade pode ser inibida devido à diminuição no potencial de ação motor (HERRERA et al., 2010; CROSS et al., 1996). Isso sugere que a crioterapia pode afetar na transmissão do impulso nervoso, justificando nosso resultado em que o grupo crioterapia reduziu a potência de salto em 8,26% do momento PRÉ para o momento PI. Salientamos ainda que o grupo controle reduziu somente 3,18%.

Kinzey et al. (2000), concluíram que após a aplicação da crioterapia deve-se esperar, no mínimo, 15 minutos para a realização de exercício físico sem perdas funcionais. Atletas que participam de competições de altas intensidades e curtas durações não devem utilizar a imersão em água gelada na tentativa de recuperação, quando os intervalos são menores de 15 minutos para que haja o retorno das valências necessárias para o esporte. Entretanto, Patterson et al. (2008) verificaram que testes funcionais para desempenho de atletas, como testes de potência, velocidade e agilidade, são afetados logo após e até 32 minutos após a utilização da crioterapia (20 minutos a 10°C). Farr et al. (2002) encontraram resultados parecidos utilizando também o salto vertical para avaliação funcional de potência de membros inferiores após protocolo de caminhada com inclinação negativa, utilizando para recuperação pós-exercício a massagem com gelo em apenas um dos membros inferior sendo que o outro foi controle. A massagem foi aplicada por 30 minutos logo após o fim do exercício. O salto vertical unipodal foi aplicado nos dois membros inferiores e foi avaliado pré, 1, 24, 72 e 120 horas após o exercício. Uma diminuição, em relação aos valores pré-exercício, da altura do salto no membro inferior massageado foi verificada em 1 e 24 horas após o exercício, não apresentando



diferenças com o membro inferior controle. No entanto, 72 e 120 horas após o exercício a altura dos saltos realizados não apresentava diferenças em relação aos níveis basais.

Os nossos resultados corroboram com os encontrados por Cross et al. (1996), os quais realizaram um estudo que verificou os efeitos da imersão em água gelada (13°C) no desempenho do salto vertical. Vinte voluntários jogadores de futebol amador foram divididos em 2 grupos, o grupo experimental e grupo controle que permaneceu em repouso sem imersão. Os dois grupos foram submetidos ao teste antes e após a aplicação do tratamento e encontraram uma diminuição significativa no grupo que recebeu crioterapia. Ascensão et al. (2011), verificaram os efeitos de uma única sessão de imersão em água fria (10 minutos a 10°C) e imersão em água neutra (10 minutos a 35°C) em 20 jogadores de futebol após uma partida. O salto com contramovimento foi avaliado antes da partida, 30 min, 24 e 48 h após a partida. Os resultados mostraram uma diminuição nos valores de salto com contramovimento, que foi observada somente em 24 h após a partida no grupo de imersão em água fria. Crowe et al. (2007) obtiveram resultados semelhantes aos encontrados no nosso estudo quando verificaram os efeitos da crioterapia após ciclismo anaeróbio. Dezesete sujeitos ativos realizaram duas séries de 30 segundos de esforço máximo no cicloergômetro separados por uma hora de recuperação. Logo após o esforço foi realizado 10 minutos de volta a calma no cicloergômetro seguidos por 15 minutos de crioterapia de imersão em água a uma temperatura de 13-14°C (grupo tratamento) ou por 15 minutos de recuperação passiva (grupo controle). Os autores concluíram que a crioterapia de imersão causou uma diminuição significativa no desempenho no segundo teste no ciclismo quando aplicada uma hora de recuperação entre os testes.

A literatura tem mostrado que as perdas funcionais após exercício, geralmente, são evidenciadas imediatamente após o mesmo. Por mais que a metodologia mude entre os estudos, há quase um consenso de que aplicação de gelo na musculatura envolvida no exercício afeta o disparo do neurônio motor e quanto maior o resfriamento tecidual menor é a velocidade de condução nervosa. Portanto, o resfriamento da musculatura reduz a condução nervosa, que prolonga o período refratário após um estímulo, aumentando a duração do potencial de ação do

nervo e diminuindo a taxa de impulso e transmissão (HERRERA et al., 2010). Os resultados da literatura têm mostrado que a crioterapia de imersão afeta negativamente a produção de potência de membros inferiores, o que foi encontrado no nosso estudo. Isso mostra a necessidade de cautela na aplicação da crioterapia quando os intervalos entre exercícios ou competição forem muito curtos, o que pode atrapalhar o desempenho do atleta.

Com relação aos valores de pico de torque isocinético concêntrico os resultados entre os grupos e entre os momentos não foram diferentes. Apesar do dinamômetro isocinético possuir alto valor de reprodutibilidade (SOLE et al., 2007), as contrações isocinéticas concêntricas não parecem ser o melhor método para verificação da força máxima de membros inferiores graças à necessidade de um amplo domínio da técnica de execução. Tal, não parece ocorrer com as contrações isométricas, que apresentam uma maior reprodutibilidade. Contrações concêntricas possuem um coeficiente de reprodutibilidade de 0,93 a 0,80 e contrações isométricas de 0,95 a 0,90 (MOLCZYK et al., 1991).

Resultados interessantes foram encontrados nos valores de pico de torque isométrico, em que os dois grupos diminuíram significativamente do momento PRÉ para momento PF, mostrando que o protocolo de fadiga utilizado no estudo foi suficiente para provocar a redução no desempenho. Quando comparamos os valores de pico de torque isométrico nos momentos PF e PI do grupo controle, identificamos uma redução estatisticamente significativa entre esses momentos, ou seja, o grupo controle reduziu a força de um modo linear e o grupo que fez crioterapia não se alterou, sendo que houve uma tendência não significativa deste último em recuperar seus níveis de força quando analisada o efeito do momento ocorre uma redução de apenas 3,7%.

Borgmeyer et al. (2004) avaliaram efeito do gelo sobre o pico de torque isocinético de flexores do cotovelo em 11 estudantes do sexo masculino, sendo que os mesmo sujeitos receberam os dois tratamentos: com ou sem gelo e também não encontram diferenças entre os grupos. Resultados semelhantes foram encontrados por Pointon et al. (2011), que examinaram os efeitos do gelo, 10 atletas de resistência treinados realizaram 6 séries de 25 repetições de contrações concêntricas e excêntricas de extensor de joelho, seguidos por 20 minutos de

recuperação em que eram colocados bolsas de gelo cobrindo toda a perna que foi utilizada no teste (0,5°C) ou ficar deitado. A contração voluntária máxima isométrica foi avaliada pós-exercício, pós-intervenção, 2, 24 e 48 horas pós-intervenção. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos bem como entre os momentos.

Goodall et al. (2008) também não encontraram diferenças na aplicação da crioterapia na força de contração voluntária máxima de extensores de joelho após um protocolo de exercício pliométrico intenso. A amostra era de 18 sujeitos ativos fisicamente e completaram uma série de 100 saltos e foram randomizados em dois grupos: tratamento - 12 minutos de imersão em temperatura de 15°C; controle – recuperação passiva. A força de contração voluntária máxima foi avaliada pré-exercício e nas 96 horas pós-exercício a cada 24 horas. Os resultados não apresentaram diferenças entre o grupo tratamento e o grupo controle sugerindo que a crioterapia de imersão não influenciou a recuperação depois do período de exercícios.

Resultados semelhantes com este estudo foram achados por Paddon-Jones et al. (1997), em que tinham como objetivo verificar se cinco séries de 20 minutos de imersão em água fria, aplicada após exercício de resistência excêntrico intenso dos flexores do cotovelo recuperava a força muscular. Os indivíduos foram distribuídos em 2 grupos: membro superior dominante e membro superior não dominante; o membro superior que não foi imerso serviu de controle. Não houve diferenças significativas quanto ao pico de torque isométrico entre os grupos.

Corroborando, Sellwood et al. (2007) tiveram como objetivo determinar se a crioterapia de imersão após exercícios excêntricos de quadríceps influenciava na força isométrica máxima. Os 40 voluntários não treinados realizaram um protocolo de exercício excêntrico com o membro não dominante e foram randomizados em dois grupos: imersão em água com gelo (temperatura a 5 °C) e imersão em água em temperatura ambiente (24°C). As imersões eram realizadas com 1 minuto de imersão seguido por 1 minuto fora da imersão, este ciclo era repetido 3 vezes. Neste estudo o protocolo de imersão escolhido também não encontrou diferenças significativas entre os grupos na força isométrica máxima.

Outro estudo semelhante que teve por objetivo verificar o efeito crioterapia na força muscular após exercício excêntrico máximo de flexores de cotovelo realizado no dinamômetro isocinético em 15 mulheres. Após o protocolo de exercícios o grupo foi dividido em grupo controle ou grupo crioterapia. O grupo crioterapia imergiu o membro superior exercitado em água com temperatura a 15°C por 15 minutos, imediatamente após o exercício e a cada 12 horas até completar 7 sessões enquanto o grupo controle permaneceu em repouso. Foi realizadas análises de força isométrica, entre outras variáveis. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos (Eston et al., 1999).

Bailey et al. (2007), tiveram como objetivo avaliar os efeitos da crioterapia em índices de dano muscular após período prolongado de exercício intermitente. Os autores verificaram que a crioterapia produziu um menor decréscimo na força muscular 24-48 h após exercício e não influenciou o salto vertical. Isso pode ter sido uma das limitações do nosso trabalho, pois só foi verificado o efeito logo após a intervenção, sendo que seria necessário mais estudos para verificar o efeito da crioterapia a longo prazo.

No estudo de Vaile et al. (2008) em 38 homens treinados divididos em: grupo imersão em água fria (15°C, por 14 minutos), imersão em água quente (38°C por 14 minutos) e terapia de contraste (quente e fria, alternando 1 minuto em cada até completar os 14 minutos). A força isométrica e a força muscular concêntrica foram analisadas imediatamente após, 24, 48 e 72 horas pós exercício. Não encontraram diferenças significativas em nenhum momento.

Apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre os momentos PF e PI no grupo crioterapia, no grupo controle esta diminuiu, ou seja, a recuperação passiva parece não ser o melhor método para recuperação pós exercício. Pode ser possível que uma única aplicação de crioterapia não foi suficiente para induzir alterações benéficas no pico de torque isométrico, o que justificaria os nossos resultados.

Schaser et al. (2007) tiveram como objetivos principais avaliar os efeitos da crioterapia local prolongada percutânea nas mudanças da microcirculação do músculo esquelético e nas respostas inflamatórias em ratos submetidos a lesões musculares. Estes autores encontraram uma diminuição do número de leucócitos aderidos em células endoteliais, após a aplicação da crioterapia. Uma maior

quantidade de leucócitos aderidos no endotélio está relacionada à formação de trombos, o que agrava a já prejudicada perfusão muscular e uma inadequada perfusão de oxigênio leva a uma hipóxia que resulta em um ainda maior dano celular.

Ainda não está claro o mecanismo responsável pelo aumento ou diminuição da força muscular em baixas temperaturas, sendo que é difícil comparar os estudos devido a grande variedade de protocolos. É possível especular que se após a aplicação do frio ocorre uma vasoconstrição e redução da taxa metabólica e da necessidade de oxigênio das células, o risco de morte celular devido às demandas de oxigênio (necrose celular secundária) será reduzido, diminuindo danos nas propriedades contráteis do músculo. Apesar de falta de controle da temperatura muscular, sugere-se que a alta temperatura muscular ocasionada pelo protocolo de fadiga induz a inflamação, prejudicando a contração muscular. Já a crioterapia mantém ou diminui essa temperatura (MERRICK et al., 1999), protegendo contra o processo inflamatório. Já no grupo controle a temperatura muscular pode ter se elevado, favorecendo o processo inflamatório desencadeado a partir da lesão muscular (MERRICK et al., 1999; LaPointe et al., 2002). No entanto a impossibilidade da determinação de marcadores inflamatórios em nosso estudo limita as nossas conclusões.

A eficácia da aplicação da crioterapia no prolongamento do desempenho depende do método de aplicação, tempo, tratamento de área e do nível de atividade física do indivíduo. Os mecanismos responsáveis pelas alterações de força no músculo após a aplicação da crioterapia são ainda muito pouco claros.

## **6. CONCLUSÃO**

O método de aplicação da crioterapia de imersão adotado diminuiu a altura de saltos, não influenciou no pico de torque concêntrico e no pico de torque isométrico o grupo controle diminuiu significativamente, sugerindo que a crioterapia pode ser um método de recuperação adequado. Mais pesquisas são necessárias para testar as vantagens e desvantagens da aplicação desse método e seus efeitos após o exercício.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 8ed., 2009.

ASCENSÃO, A., MARCO LEITE, ANTÓNIO N. REBELO, SÉRGIO MAGALHÃES, JOSÉ MAGALHÃES. Effects of cold water immersion on the recovery of physical performance and muscle damage following a one-off soccer match. *Journal of Sports Sciences*, 29:3, 217-225, 2011.

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.*, 25(11):1163-70, 2007.

BANFI, G.; MELEGATI, M.; VALENTINE, P. Effects of cold-water immersion of legs after training session on serum creatine kinase concentrations in rugby players. *British Journal of Sports Medicine*. v.41, p. 339, 2007.

BARBANTI, V. S. Teoria e prática do treinamento desportivo. São Paulo, Edusp, 1979.

BARONI, B. M. et al. Efeito da crioterapia de imersão sobre a remoção do lactato sanguíneo após exercício. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. v.12, n.3, p. 179-185, 2010.

BOMPA, T. O. Treinamento Total para Jovens Campeões. Tradução de Cássia Maria Nasser. Revisão Científica de Aylton J. Figueira Jr. Barueri: Manole, 2002.

BORGMEYER, J. A.; SCOTT, B.A.; MAYHEW, J.L. The Effects of Ice Massage on Maximum Isokinetic-Torque Production. *Sport Rehabil.*v.13, p.1-8, 2004.

BOSCO, C., LUHTANEN, P. KOMI, P.V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *European Journal Applied Physiology*, v.50, p.273-282, 1987.

CHESTERTON, L.S.; FOSTER, N.E.; ROSS, L. Skin temperature response to cryotherapy. *ArchPhys Med Rehabil*, Vol.83, pp.543-9, 2002.

COULANGE, M. Consequences of prolonged total body immersion in cold water on muscle performance and EMG activity. *European Journal of Applied Physiology*, v. 452, n. 1, p. 91-101, 2005.

CLEMENTS JM, CASA DJ, KNIGHT JC, MCCLUNG JM BLAKE AS, MEENEN PM, et al. Ice-water immersion and cold-water immersion provide similar cooling rates in runners with exercise-induced hyperthermia. *J Athl Train* 37(2):146-150, 2002.

CROSS, K.M.; WILSON, R. W.; PERRIN, D. H. Functional Performance Following an Ice Immersion to the Lower Extremity. *Journal of Athletic Training*. v. 31, n. 2, 1996.

CROWE MJ, O'CONNOR D, RUDD D. Cold water recovery reduces anaerobic performance. *Int J Sports Med*. 28(12):994-8, 2007.

DEAL DN, TIPTON J, ROSENCRANCE E, CURL WW, SMITH TL. Ice reduces edema. A study of microvascular permeability in rats. *J Bone Joint Surg Am* 84-A:1573-8, 2002.

DENEGAR. C., PERRIN, D. Effect of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, Cold, and a Combination Treatment on Pain, Decreased Range of Motion, and Strength Loss Associated with Delayed Onset Muscle Soreness. *J. Athletic training*.; 27(3): 200 -206, 1992.

DVIR Z. Isocinética: Avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas. São Paulo: Manole;. p.101-28, 2002.



DOURIS P, MCKENNA R, MADIGAN K, CESARSKI B, COSTIERA R, LU M. Recovery of maximal isometric grip strength following cold immersion. *J Strength Cond Res.* 17(3):509-13; 2003.

DOWZER CN, REILLY T, CABLE NT. Effects of deep and 14. shallow water running on spinal shrinkage. *Br J Sports Med*;32(1) 44-48,1998.

DUARTE, R.; MACEDO, R. Efeito do gelo no momento máximo de força durante o movimento concêntrico de extensão do joelho. *EssFisiOnline*, v.1, n.3, p.21-37, jun, 2005.

ENOKA R, STUART Neurobiology of muscle fatigue. *J Appl Physiol*, 72 D, (5): 1631-1648, 1992;

ENWEMEKA CS, ALLEN C, AVILA P, BINA J, KONRADE J, MUNNS S: Soft Tissue Thermodynamics Before, During, and After Cold Pack Therapy. *Medicine & Science in Sports and Exercise* 34:45-50, 2002.

ESTON, R.; PETERS, D. Effects of cold water immersion on the symptoms of exercise-induced muscle damage. *Journal of Sports Sciences.* v. 17, p. 231-38, 1999.

FARR, T.; NOTTLE, C.; NOSAKA, K.; SACO, P. The effects of therapeutic massage on delayed onset muscle soreness and muscle function following downhill walking. *Journal of Science and Medicine in Sport.* v. 5, n 4, p. 297-306, 2002.

FLECK, S. J. E KRAEMER, W. J. Fundamentos do treinamento de força muscular. 2ª edição. Porto Alegre: Editora Artmed, 1999.

GANDEVIA, S.C.; ALLEN, G.M.; MCKENZIE. Central fatigue: Critical issues, quantification and practical applications. In:GANDEVIA, S.C.; ENOKA, R.M.;

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.*90(4):581–591, 2010.

GARCIA MAC, MAGALHÃES J, IMBIRIBA LA. Comportamento temporal da velocidade de condução de potenciais de ação de unidades motoras sob condições de fadiga muscular. *Rev Bras Med Esporte* Vol. 10, Nº 4 – Jul/Ago, 2004.

GAYA, A. (org) Ciências do movimento humano: introdução à metodologia da pesquisa. Porto Alegre: Artmed, 2008.

GILL ND, BEAVEN CM, COOK C. Effectiveness of post match recovery strategies in rugby players. *Br J Sports Med*;40(3):260-263, 2006.

GOODAL, S.; HOWATSON, C.; The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. *Journal of Sports Science and Medicine.* v. 7. p. 235-241, 2008.

GREGSON W, BLACK MA, JONES H, MILSON J, MORTON J, DAWSON B, ATKINSON G, GREEN DJ. Influence of cold water immersion on limb and cutaneous blood flow at rest. *Am J Sports Med.* 2011 Jun;39(6):1316-23. Epub 2011

HARRELSON GL, WEBER MD, LEAVER-DUNN D. Uso das modalidades na reabilitação. In: Andrews JR, Harrelson GL, Wilk KE. *Reabilitação física das lesões desportivas.* Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, p. 61-103, 2000.

HOWATSON, G.; GAZE, D.; VAN SOMEREN, K.A. The efficacy of ice massage in the treatment of exercise-induced muscle damage. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports.* v. 15, p. 416–422, 2005.

KIMURA, I. F.; et al. The Effect of Cryotherapy on Eccentric Plantar Flexion Peak Torque and Endurance. *Journal of Athletic Training*; v.32, n.2, p.124–126, 1997.

KINZEY, S. J.; et al. The effects of cryotherapy on ground-reaction forces produced during a functional test. *Journal Sport Rehabilitation*, n. 9, p. 3-14, 2000.

KITCHEN S. Eletroterapia: Prática baseada em evidências, 11ª edição, Manole, 2003.

KRAEMER WJ, FLECK SJ, DESCHENES M, EVANS WJ. Strength and powertraining: physiological mechanisms of adaptation. *Exerc Sport Sci Rev* 24:363-97,1996.

KNIGHT, K. L. Crioterapia no Tratamento das Lesões Esportivas. São Paulo: Manole, 2000.

KUPRIAN, W. Fisioterapia nos Esportes. São Paulo: Manole, 1989.

LAPOINTE BM, FRENETTE J, CÔTÉ CH. Lengthening contraction-induced inflammation is linked to secondary damage but devoid of neutrophil invasion *J Appl Physiol* May 1, 92:(5) 1995-2004; 2002.

MARTIN NA, ZOELLER RF, ROBERTSON RJ, LEPHART SM. The comparative effects of sports massage, active recovery, and rest in promoting blood lactate clearance after supramaximal leg exercise. *J Athl Training*;33(1) 30-35, 1998.

MCARDLE, KATCH, KATCH. "Exercise physiology".Lea & Febiger, p.345-370, 1994.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I. & KATCH, V. L. Nutrição para o desporto e Atividade Física. Ed. Guanabara Koogan. 1a edição. 2001.

MCCOMAS, A.J..Fatigue: Neural and muscular mechanisms.Advances in Experimental Medicine and Biology 384:281-294, 1994.

MCDONALD WD, GUTHRIE JD. Cryotherapy in the postoperative setting. J Foot Surg. 24(6):438-41, 1985.

MERRICK, M. A., RANKIN, J. M., ANDRES, F. A., & HINMAN, C. L. A preliminary examination of cryotherapy and secondary injury in skeletal muscle. Medicine and Science in Sports and Exercise, 31, 1516 – 1521, 1999.

METZGER D, ZWINGMANN C, PROTZ W, JACKEL WH: Whole-body cryotherapy in rehabilitation of patients with rheumatoid diseases – pilot study. Rehabilitation (Stuttg) 39: 93-100, 2000.

MOLCZYK L, THIGPEN LK, EICKHOFF J, GOLDFAR D, GALLAGHER JC. Reliability of Testing the Knee Extensors and Flexors in Healthy Adult Women Using a Cybex II Isokinetic Dynamometer. J Orthop Sports Phys Ther. 1;14(1):37-4, 1991.

MORTON A.R. Applying physiological principles to rugby training. Sports Coach 2(2):4-9, 1978.

MOTA, D. D. C. F.; CRUZ, D., A. L. M.; PIMENTA, C. A. M. Fadiga: uma análise do conceito. Acta paul. Enferm., São Paulo, v. 8, n. 3, p. 285-293, 2005.

OLSON JE, STRAVINO VD. A review of cryotherapy. Phys Ther;52:840-53, 1972.

OSBAHR, D.C.; CAWLEY, P.W.; SPEER, K.P. The effect of continuous cryotherapy on glenohumeral joint and subacromial space temperatures in the post-operative shoulder, J Arthroscopy, Vol.18, N°7, pp. 748-54,2002.

PADDON-JONES DJ, QUIGLEY BM. Effect of cryotherapy on muscle soreness and strength following eccentric exercise. Int J Sports Med. 18(8):588-93,1997.

PATTERSON, S.M.; UDERMANN, B.E.; DOBERSTEIN, S.T.; REINEKE, D.M. The effects of cold whirlpool on power, speed, agility, and range of motion. *Journal of Sports Science and Medicine*. v.7, p. 387-394, 2008.

PERRELLA, MARIANNA MARQUES; NORIYUKI, PATRÍCIA SAYURI AND ROSSI, LUCIANA. Avaliação da perda hídrica durante treino intenso de rugby. *Revista Brasileira de Medicina no Esporte*, vol.11, n.4, p. 292-232, 2005.

POINTON M, DUFFIELD R, CANNON J, MARINO FE. Cold application for neuromuscular recovery following intense lower-body exercise. *Eur J Appl Physiol*. Dec;111(12):2977-86, 2011.

PRENTICE, W. E. *Modalidades Terapêuticas em Medicina Esportiva*. São Paulo: Manole, 2002.

ROUSELL, G.J.; COUTTS, A.J.; REABURN, P.; HILL-HAAS, S. Effects of cold-water immersion on physical performance between successive matches in high-performance junior male soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 27(6): 565–573, 2009.

RUBLEY MD, DENEGAR CR, BUCKLEY WE, NEWELL KM. Cryotherapy, sensation, and isometric-force variability. *J. Athletic.Training*. 38(2):113-19, 2003.

SCHASER, K D; DISCH, A C; STOVER, J F; LAUFFER, A; BAIL, H J; MITTLMEIER, T. Prolonged superficial local cryotherapy attenuates microcirculatory impairment, regional inflammation, and muscle necrosis after closed soft tissue injury in rats. *American Journal of Sports Medicine*, 35(1):93-102, 2007.

SCOTT AC, ROE N, COATS AJS, PIEPOLI MF. Aerobic exercise physiology in a professional rugby union team. *Int J Cardiol*;87:173-7, 2003.

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.* 41(6):392-7,2007.

SILVA, KR, MAGALHÃES J, GARCIA, MAC. Desempenho do salto vertical sob diferentes condições de execução. *Arquivos em Movimento*, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.17-24, janeiro/junho 2005

STARKEY, C. Recursos terapêuticos em fisioterapia. 2. ed. São Paulo: Manole, 2001.

SPIERER D.K, GOLDSMITH R, BARAN DA, HRYNIEWICZ K, KATZ SD. Effects of active vs. passive recovery on work performed during serial supramaximal exercise tests. *Int J Sports Med*;25(2):109-114, 2004.

SOLE, G.; HANRÉN, J.; MILOSAVLJEVIC, S.; NICHOLSON, H.; SULLIVAN, S. J. Test-retest reliability of isokinetic knee extension and flexion. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, Amsterdam, v.88, no. 5 p. 626-631, 2007.

TERRADOS, N. FERNÁNDEZ, B. Fatiga muscular. In: *Fatiga muscular en el rendimiento deportivo*. Síntesis, 1997.

THORNLEY, L. J.; MAXWELL, N. S.; CHEUNG. S. S. Local tissue temperature effects on peak torque and muscular endurance during isometric knee extension. *European Journal of Applied Physiology*, v. 90, p. 588-594, 2003.

TOMCHUK D, RUBLEY MD, HOLCOMB WR, GUADAGNOLI M, TARNO JM. The magnitude of tissue cooling during cryotherapy with varied types of compression. *J Athl Train.* May-Jun; 45(3):230-7, 2010.

TOMLIN, D.L.; WENGER, H.A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. *Sports Medicine*, v.31, n.1, p.1-11, 2001

VAILE J, HALSON S, GILL N, DAWSON B. Effect of hydrotherapy on the signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Eur J Appl Physiol* 102:447–455, 2008.

VAN LUNEM, B. L.; et al. The Clinical Effects of Cold Application on the Production of Electrically Induced Involuntary Muscle Contractions. *Journal Sport Rehabilitation*, n. 12, p. 240-248. 2003.

WEINECK, Jurgen. *Atividade Física e Esporte Para Que?* São Paulo: Manole, 2003

WILCOCK IM, CRONIM JB, HING WA. Physiological response to water immersion: a method for sport recovery? Review. *Sports Med.* 36(9):747-65, 2006.

ZABOTTO, CB. *Registros Fotográficos para Inquéritos Dietéticos: Utensílios e Porções.* Ed. UNICAMP, São Paulo, 1996.

ZEMKE, J.E.; ANDERSEN, J.C.; GUION, W.K.; MCMILLAN, J.; JOYNER, A.B. Intramuscular temperature responses in the human leg to two forms of cryotherapy: ice massage and ice bag, *J Orthop Sports Phy Ther*, Vol.27, N°4, pp. 301-07,1998.

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.*;89(1):53-62, 2003.

## **ANEXO 1 - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para participar desse estudo.**

Você está sendo convidado a participar de um estudo de **Trabalho de Conclusão de curso intitulado como: “Efeitos da crioterapia de imersão pós-exercício sobre os níveis de força e potência de atletas.”**, *que tem como objetivo verificar se a imersão em água fria pode trazer benefícios à recuperação após o exercício.*

Caso você participe da pesquisa, serão realizadas algumas avaliações em que você deverá comparecer ao Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, localizado Rua Felizardo, 750 - Jd. Botânico fone (51) 3308-5817, sendo elas:

Na primeira visita serão explicadas as etapas do estudo, entregue este termo e se você estiver de acordo deverá assiná-lo. Neste mesmo dia, serão mensurados o seu peso e estatura, além de 7 dobras da pele para a verificação do seu percentual de gordura. Essa avaliação tem a duração de aproximadamente 10 minutos. Será realizado o teste de esforço máximo, que serve para avaliar a sua capacidade máxima de exercício será realizado na esteira com velocidade inicial de 6 km/h e aumento de 1 km/h a cada minuto até a sua exaustão. Você será equipado com uma cinta flexível e confortável no tórax para a quantificação dos seus batimentos do coração e uma máscara respiratória conectada a um sistema computadorizado que mede os seus gases inspirados e expirados. Após o teste você caminhará na esteira por 3 minutos a uma velocidade de 5 km/h. Essa avaliação terá a duração de aproximadamente 30 minutos. Neste teste você se sentirá fadigado (cansado), como em qualquer exercício há riscos mínimos de este teste lhe causar tonturas, náuseas e lesões musculares e articulares durante sua realização. Caso você sinta algum desses sintomas durante as etapas de coleta, você deverá informar imediatamente algum membro da equipe pesquisadora, que tomará todas as providências para sanar o ocorrido. Em todos os dias de coleta estará presente o médico do Laboratório de Pesquisa do Exercício da UFRGS para prestar assistência se necessário.



Com intervalo mínimo de 4 dias do teste anterior, após sorteio prévio, você fará crioterapia (tanque com gelo) ou ficará no tanque vazio. Logo após você fará um aquecimento em bicicleta de 5 minutos e realizará técnicas de saltos, logo em seguida para a outra etapa de coleta de dados no dinamômetro isocinético (verificar sua força máxima) e protocolo indutor de fadiga (em que você irá correr duas vezes de um minuto e 45 segundos em esteira rolante com intensidades correspondentes a 120% do  $VO_{2Máx}$ , ou seja 20% acima do seu máximo). Este teste é feito para você fadigar e ver se o gelo interfere ou não na recuperação dessa fadiga. Logo após você irá para o tanque com temperatura de 10°C, e que suas pernas ficaram submersas até a altura da cintura ou para tanque vazio durante 10 minutos. Essa parte da pesquisa tem por objetivo verificar o que acontece no seu corpo quando você realiza exercício intenso e depois faz a imersão na água gelada como tentativa de melhorar sua recuperação. Em seguida você irá repetir o teste do salto e da produção de força máxima de membros inferiores.

Após 6 dias você repetirá os testes de salto e força máxima de membro inferior com a diferença que se você entrou no tanque com gelo anteriormente, nesse dia você ficará no tanque vazio ou vice-versa.

A participação no estudo é totalmente voluntária, e você terá o direito de acessar seus resultados ao longo do estudo. Os resultados deste estudo serão utilizados para pesquisa científica, os dados finais quando divulgados preservarão o seu anonimato, não será usado seu nome, e sim, um código. Você é livre para realizar perguntas antes, durante e após o estudo, estando livre para desistir do mesmo em qualquer momento, sem prejuízo algum em atendimentos futuros na instituição. Pela participação do estudo você não receberá qualquer valor em dinheiro.

Os pesquisadores responsáveis se comprometem a acompanhar os participantes e prestar eventuais informações a qualquer momento do estudo e também, caso houver uma nova informação que altere o que foi previsto ou violação de algum dos seus direitos durante a obtenção deste consentimento ou durante o estudo, **avisar imediatamente ao Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS, Av.**

**Paulo da Gama, 110, 7º andar, fone (51) 3308 3629. Qualquer dúvida entre em contato com a aluna de graduação: Julia da Silveira Gross, pelo telefones: 91037365/ 3340 6500 ou pelo email [juliasgross@hotmail.com](mailto:juliasgross@hotmail.com); ou com o professor responsável: Álvaro Reischak de Oliveira, pelos telefone 3308 5862/ 9547 0301.**

Este termo de consentimento livre e esclarecido deverá ser preenchido em duas vias, sendo uma mantida com o sujeito da pesquisa (você), ou por seu representante legal, e outra mantida arquivada pelo Pesquisador Responsável.

**Eu, \_\_\_\_\_, portador de RG nº \_\_\_\_\_, li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo.**

\_\_\_\_\_  
Participante da Pesquisa

\_\_\_\_\_  
Pesquisador Responsável

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.

## ANEXO 2 - REGISTRO ALIMENTAR

O objetivo deste registro é conhecer os seus hábitos alimentares. Para que eles estejam o mais próximo possível da sua realidade, é importante que você anote TUDO o que comer e beber neste dia, durante as refeições e entre elas. Anote as quantidades (raso, cheio), as medidas caseiras (copo de requeijão, xícara, colher de sopa/chá, concha média, prato raso/fundo). Detalhe o tipo de alimento consumido, se o pão é integral ou branco, se o suco é artificial ou natural, se adoçou com açúcar ou adoçante, se o leite é desnatado ou integral, se comeu alguma fruta ou salada, especificar qual (por exemplo maçã, banana, rúcula, tomate, etc). Sempre que possível, procure anotar as marcas dos fabricantes (por exemplo, requeijão *nestlé*, pão de sanduíche *nutrella*, etc.), indicar quando o alimento for *light* ou *diet*. Seja o mais preciso e honesto possível, é melhor superestimar a quantidade de alimento consumido do que subestimar, ou não fazer nenhuma estimativa.

Preencher o registro alimentar em dois dias da semana e um dia do final de semana.

Exemplo de preenchimento:

Hora	Lugar	Medida Caseira	Alimento	Marca
7:00	Casa	1 copo de requeijão	Leite Integral	Santa Clara
		1 colher de sopa cheia	Achocolatado	Nescau
		2 fatias	Pão de Sanduíche	Seven Boys
		1 colher de sopa rasa	Margarina	Becel
		1 fatia média	Queijo lanche	
10:00	Fora	1 unidade	Barra Cereal Banana	Nutry
13:00	Fora	1 bife grande	Carne de gado magra	
		8 colheres de sopa	Arroz	
		1 concha média	Feijão	
		2 colheres sopa cheias	Vagem Cozida	
		3 folhas médias	Alface	
		1 colher sopa rasa	Azeite de Oliva	
2 pegadores	Batata Frita			
16:00	Fora	1 unidade média	Maçã	
		1 pote 200 ml	iogurte de Morango	Elegê
18:00	Casa	6 unidades	Bolacha Cream Craker	Nestlé
		1 lata	Coca Cola Light	
20:30	Casa	1 prato raso cheio	Macarrão Cozido	
		6 colheres de sopa	Molho de Tomate	Pomarola
		1 bife médio	Peito de Frango	
		½ unidade	Cenoura crua ralada	
		2 rodela grandes	Tomate	

1 copo requeijão	Suco de Uva	Tang
2 unidades	Bombom Sonho de Valsa	Lacta

**NOME:**

**DATA:** / /

Horário/Local	Alimento	Medida Caseira
____h		
____h		
____h		


### ANEXO 3 – ANÁLISE DOS REGISTROS ALIMENTARES DE 24HRS ANTERIORES AOS TESTES

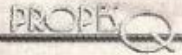
Características dos Registros Alimentares preenchidos nas 24 horas prévias aos protocolos controle

Característica	Registro alimentar protocolo controle	Registro alimentar protocolo crioterapia	P
Valor energético total (kcal)	2893,0±801,98	2915,5±745,52	0,949
Valor energético total (kcal/kg)	35,28±11,50	35,56±11,88	0,958
Carboidratos (%)	50,38±9,02	51,55±10,64	0,795
Carboidratos (g)	371,77±128,68	369,25±101,95	0,962
Carboidratos (g/kg)	7,22±2	7,28±1,85	0,947
Proteínas (%)	21,30±6,24	22,41±9,31	0,756
Proteínas (g)	149,44±50,55	169,36±93,81	0,562
Proteínas (g/kg)	1,85±0,83	2,10±1,23	0,605
Lipídeos (%)	28,31±7,21	26,02±9,35	0,548
Lipídeos (g)	89,60±31,73	84,38±33,82	0,726
Lipídeos (g/kg)	1,83±0,76	1,75±0,84	0,83

e crioterapia (n=10). Valores são mostrados em média±dp, não apresentando diferenças significativas (p>0,05).

## ANEXO 4 – CARTA DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFRGS

 **UFRGS** **PRÓ-REITORIA DE PESQUISA**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL **Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs**



**CARTA DE APROVAÇÃO**

**Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs analisou o projeto:**

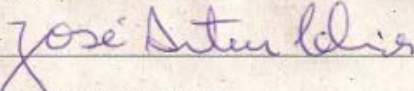
**Número:** 21708  
**Título:** Efeitos da crioterapia de imersão pós-exercício sobre os níveis de força e potência de atletas.

**Pesquisadores:**  
**Equipe UFRGS:**

ALVARO REISCHAK DE OLIVEIRA - coordenador desde 01/09/2011  
ANDRÉ LUIZ LOPES - pesquisador desde 01/09/2011  
Régis Radaelli - pesquisador desde 01/09/2011  
JÚLIA DA SILVEIRA GROSS - pesquisador desde 01/09/2011  
Bruno Costa Teixeira - pesquisador desde 01/09/2011

**Comitê De Ética Em Pesquisa Da Ufrgs aprovou o mesmo, em reunião realizada em 22/09/2011 - sala de reuniões do 2º andar do prédio da Reitoria, por estar adequado ética e metodologicamente e de acordo com a Resolução 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde.**

Porto Alegre, Quinta-Feira, 22 de Setembro de 2011

  
JOSE ARTUR BOGO CHIES  
Coordenador da comissão de ética