



**UNIVERSIDADE DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
PROGRAMA ASSOCIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO FÍSICA UPE/UFPB  
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**



**WANESSA KELLY VIEIRA DE VASCONCELOS**

**EFEITO AGUDO DOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE PRÉ-  
CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE A VELOCIDADE DE ATLETAS DE  
NATAÇÃO EM UMA PROVA DE 100 METROS: ESTUDO *CROSSOVER***

**JOÃO PESSOA  
2020**

**WANESSA KELLY VIEIRA DE VASCONCELOS**

**EFEITO AGUDO DOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE PRÉ-  
CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE A VELOCIDADE DE ATLETAS DE  
NATAÇÃO EM UMA PROVA DE 100 METROS: ESTUDO *CROSSOVER***

Dissertação de mestrado  
apresentada ao Programa  
Associado de Pós-Graduação em  
Educação Física UPE/UEPB, como  
requisito parcial à obtenção do título  
de Mestre.

**Área de concentração:** Saúde, Desempenho e Movimento Humano

**Linha de pesquisa:** Cineantropometria e Desempenho Humano

**Orientador:** Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos

**Coorientador:** Prof. Dr. Gabriel Rodrigues Neto

**JOÃO PESSOA**

**2020**

V321e Vasconcelos, Wanessa Kelly Vieira de.

Efeito agudo dos diferentes protocolos de  
pré-condicionamento isquêmico sobre a velocidade de atletas de natação  
em uma prova de 100 metros : estudo crossover / Wanessa Kelly Vieira  
de Vasconcelos. - João Pessoa, 2020.  
74 f. : il.

Orientação: Heleodório Honorato dos Santos.  
Coorientação: Gabriel Rodrigues Neto.  
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Natação. 2. Oclusão terapêutica. 3. Esportes aquáticos. 4.  
Desempenho atlético. I. Santos, Heleodório Honorato dos. II. Rodrigues  
Neto, Gabriel.

UFPB/B

CDU 797.2(043)

A Dissertação **Efeito agudo dos diferentes protocolos de pré-condicionamento isquêmico sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros: estudo crossover,**

Elaborada por Wanessa Kelly Vieira de Vasconcelos

Foi julgada pelos membros da Comissão Examinadora e aprovada para obtenção do título de MESTRE EM EDUCAÇÃO FÍSICA na Área de Concentração: Saúde, Desempenho e Movimento Humano.

Data: 11 de dezembro de 2020

**BANCA EXAMINADORA:**



Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos (PAPGEF – UPE/UFPB) –  
(Presidente da Sessão)



Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura (PAPGEF – UPE/UFPB) –  
(Membro Interno)



Prof. Dr. José Jamacy de Almeida Ferreira (PPG-Fis/UFPB) –  
(Membro Externo)

A Deus, meu criador e meu guia e a minha mãe, exemplo de força,  
altruísmo e amor.

**Dedico.**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, luz que ilumina meus passos. Sou eternamente grata pelo dom da vida e por todos os privilégios a mim concedidos.

À minha mãe Maria Auxiliadora Vieira, que nunca mediu esforços para o meu sucesso pessoal e profissional, palavras nunca serão suficientes para lhe agradecer por tanto amor e dedicação. És tudo para mim. Ao meu pai, Wanilson Vasconcelos, por todo carinho e apoio.

À minha irmã Gracy Vieira, dona de um coração cheio de amor, obrigada por estar sempre ao meu lado, guiando e cuidando de todos os meus passos. És, para sempre, parte de mim.

À minha querida tia e professora Maria Aparecida Vieira (In memoriam), lhe agradeço por todo amor e dedicação. Seus ensinamentos sempre estarão presentes em minha vida.

Aos meus familiares, em especial ao meu sobrinho Henrique Vieira que, apesar da pouca idade, me presenteou com muitos sorrisos durante esta caminhada e ao meu cunhado Raphael Medeiros por todo apoio e incentivo.

Ao meu orientador Dr. Heleodório Honorato e coorientador Dr. Gabriel Rodrigues por todos os ensinamentos e incentivos ao longo desta jornada, foi uma oportunidade única poder aprender com vocês.

Aos professores Dr. Fábio Nakamura e Dr. Jamacy Ferreira, pelas contribuições e disponibilidade na participação da construção desta obra.

Aos meus amigos de vida, que sempre estiveram ao meu lado torcendo pelo meu sucesso, em especial a Rodrigo Bittencourt por todo amor e incentivo, e a Shirley Oliveira, Tayná Andrade, Amanda Queiroga e Helena Longo por dedicarem seu tempo me ajudando nas coletas.

Aos meus amigos da pós-graduação por toda parceria durante esses anos, Janyeliton Alencar, Júlio Cesar, Aline Rabay, Vanessa Montenegro, José Felipe, Pedro Lucena, João Paulo, Gustavo Willames e, em especial, a Hidayane Gonçalves, Ângela Barros e Leonardo Silva por todo apoio na participação das minhas coletas.

Aos professores do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB (PAPGEF UPE/UFPB) por todo conhecimento

disseminado e, ao secretário Ricardo Melo, por toda paciência, dedicação e carinho, são pessoas como você que fazem nossa caminhada ficar mais fácil.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo incentivo financeiro concedido as pesquisas científicas.

E por fim, mas não menos importante, aos técnicos e voluntários que participaram da minha pesquisa. Sem vocês, nada disso seria possível.

“Três paixões simples, mas irresistivelmente fortes, governam minha vida: o desejo imenso de amar, a procura do conhecimento e a insuportável compaixão pelo sofrimento da humanidade.” (Bertrand Russell)

## RESUMO

**Introdução:** estudos mostram que o pré-condicionamento isquêmico (PCI) é capaz de promover efeito ergogênico no desempenho físico, no entanto, não há um consenso sobre os protocolos utilizados e há lacunas do conhecimento sobre qual deles apresentaria melhores resultados em provas de velocidade na natação. **Objetivo:** Analisar o efeito agudo de diferentes protocolos de PCI sobre as variáveis fisiológicas e a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros. **Materiais e Método:** trata-se de um ensaio clínico cruzado e aleatorizado, no qual 12 atletas do sexo masculino ( $16,2 \pm 1,5$  anos), praticantes de natação há pelo menos 3 anos, foram submetidos a 4 protocolos de forma aleatorizada: 1) pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores; 2) pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; 3) pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; 4) controle. A sessão de PCI foi realizada de forma bilateral nos membros superiores e inferiores e em decúbito dorsal. Utilizou-se 80% da pressão necessária para restrição total do fluxo sanguíneo, exceto no protocolo controle, onde o manguito foi posicionado nos membros superiores e inferiores, e o ciclo de restrição consistiu em inflar o manguito a 10% da pressão necessária para restrição total do fluxo sanguíneo por 2 minutos, seguido por 1 minuto a 80% e mais 2 minutos a 10%, totalizando 5 minutos, alternado com 5 minutos de reperfusão (0 mmHg). Para todos os protocolos foram realizados 4 ciclos de restrição, de 5 minutos cada, alternados com 5 minutos de reperfusão (0 mmHg), resultando em uma intervenção total de 40 minutos. Foram analisadas as variáveis de frequência cardíaca, duplo produto, lactato sanguíneo e o tempo dos atletas em uma prova de 100 metros no nado *crawl*. Os dados foram analisados no pacote estatístico computadorizado *Statistical Package for the Social Science* (SPSS - 21.0) e apresentados em média e desvio padrão adotando-se um nível de significância de  $P \leq 0,05$ . **Resultados:** não houve diferença significativa entre os diferentes protocolos de aplicação do pré-condicionamento isquêmico sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros ( $P > 0,05$ ). No entanto, analisando os valores absolutos de cada nadador, percebeu-se que os protocolos de pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores foram mais eficazes na redução do tempo de prova de 66% e 83% da amostra, respectivamente, quando comparados ao protocolo controle. Ainda, foram encontrados aumentos significantes entre os momentos pré e pós nas variáveis fisiológicas analisadas, frequência cardíaca, duplo produtos e lactato ( $P < 0,05$ ), exceto para o duplo produto no protocolo PCI-CONT ( $P > 0,05$ ). **Conclusão:** Não houve melhoria no desempenho físico no ponto de vista estatístico, no entanto, no ponto de vista individual, os protocolos de pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores apresentaram redução no tempo de prova de 100 metros em relação ao controle. Resultado promissor, podendo apoiar o efeito ergogênico do PCI em atletas de natação.

**Palavras-chave:** Desempenho Atlético, Oclusão terapêutica, Esportes aquáticos.

## ABSTRACT

**Introduction:** studies presented that ischemic preconditioning (IPC) is able to promote ergogenic effect on physical performance, however, there is no consensus on the protocols used and knowledge gaps on which one would present better results in speed tests in swimming. **Objective:** to analyze the acute effect of different PCI protocols on the physiological variables and the speed of swimming in a 100-meter race. **Materials and Method:** this is a randomized crossover clinical trial, in which 12 male athletes ( $16.2 \pm 1.5$  years), swimming practitioners for at least 3 years, were submitted to 4 protocols in a randomized way: 1) ischemic preconditioning in the upper limbs; 2) ischemic preconditioning in the lower limbs; 3) ischemic preconditioning in the upper and lower limbs; 4) control. The IPC session was performed bilaterally in the upper and lower limbs and in the supine position. It was used 80% of the pressure required to limit total blood flow, except for control protocol, where the cuff was positioned on the upper and lower limbs, and the restriction cycle consisted of inflating the cuff to 10% of the pressure needed to restrict total blood flow for 2 minutes, followed by 1 minute at 80% and a further 2 minutes at 10%, totaling 5 minutes, alternating with 5 minutes of reperfusion (0 mmHg). For all protocols, 4 restriction cycles of 5 minutes each, alternating with 5 minutes of reperfusion (0 mmHg), were performed in a total intervention of 40 minutes. The variables of heart rate, double product, blood lactate and the athletes' time in a 100-meter race in the crawl swim were analyzed. The data were formed in the computerized statistical package *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS - 21.0) and increased the mean and standard deviation, adopting a significance level of  $P \leq 0.05$ . **Results:** there was no significant difference between the different protocols for the application of ischemic preconditioning on the athletes' speed of swimming in a 100-meter event ( $P > 0.05$ ). However, analyzing the absolute values of each swimmer, it is shown that the protocols of ischemic preconditioning in the upper and lower limbs were more effective in reducing the test time in 66% and 83% of the sample, respectively, when compared to the control protocol. Still, significant increases were found between the pre and post moments in the analyzed physiological variables, heart rate, double product (DP) and lactate ( $P < 0.05$ ), except for the DP in the PCI-CONT protocol ( $P > 0.05$ ). **Conclusion:** There was no improvement in physical performance from a statistical point of view, however, individually, the protocols of ischemic preconditioning in the upper and lower limbs showed a reduction in the 100-meter run time in relation to the control group. Promising result, which may support the ergogenic effect of PCI in swimming athletes.

**Key words:** Athletic Performance, Therapeutic Occlusion, Water Sports.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Fluxograma da amostra.....	27
<b>Figura 2</b> – Desenho do estudo.....	30
<b>Figura 3</b> – Esquema dos protocolos experimentais.....	33
<b>Figura 4</b> – Comparação do tempo de prova de 100m na natação após diferentes protocolos experimentais de PCI.....	36
<b>Figura 5</b> – Diferença absoluta do tempo de prova de 100m na natação dos protocolos experimentais vs protocolo controle.....	37

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Caracterização dos sujeitos quanto as variáveis antropométricas, de treino e cardiovasculares.....	28
<b>Tabela 2</b> – Respostas fisiológicas (FC, DP e LAC) após diferentes protocolos experimentais de PCI.....	39

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>PCI</b>	Pré-condicionamento isquêmico
<b>ATP</b>	Adenosina Trifosfato
<b>RFS</b>	Restrição de Fluxo Sanguíneo
<b>ITB</b>	Índice Tornozelo Braquial
<b>FINA</b>	Federação Internacional de Natação
<b>TCLE</b>	Termo de Consentimento Livre Esclarecido
<b>CNS</b>	Conselho Nacional de Saúde
<b>REBEC</b>	Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos
<b>DPRFS</b>	Determinação do Ponto de Restrição de Fluxo Sanguíneo
<b>FC</b>	Frequência Cardíaca
<b>PA</b>	Pressão Arterial
<b>LAC</b>	Lactato
<b>PCI-MMSS</b>	Pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores
<b>PCI-MMII</b>	Pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores
<b>PCI-MMSS/II</b>	Pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores
<b>PCI-CONT</b>	Pré-condicionamento isquêmico controle
<b>IMC</b>	Índice Tornozelo Braquial
<b>DP</b>	Duplo Produto
<b>PAS</b>	Pressão Arterial Sistólica
<b>SPSS</b>	Statistical Package for the Social Sciences
<b>ICC</b>	Intraclass Correlation
<b>ANOVA</b>	Análise de Variância
<b>ES</b>	<i>Effect size</i>
<b>MMII</b>	Músculos dos membros inferiores
<b>MMSS</b>	Músculos dos membros superiores
<b>MMSS/II</b>	Músculos dos membros superiores e inferiores

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>1.1 Hipóteses</b> .....	18
<b>1.2 Objetivos</b> .....	18
1.2.1 <i>Geral</i> .....	18
1.2.2 <i>Específicos</i> .....	19
<b>2 Fundamentação teórica</b> .....	20
<b>2.1 Natação</b> .....	20
<b>2.2 Pré-condicionamento isquêmico (PCI), resultados e metodologia aplicada</b> .....	21
<b>2.3 Efeitos do pré-condicionamento isquêmico</b> .....	23
2.4 <i>Velocidade na natação</i> .....	23
2.5 <i>Lactato sanguíneo</i> .....	24
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b> .....	26
<b>3.1 Caracterização da pesquisa</b> .....	26
<b>3.2 Sujeitos</b> .....	26
<b>3.3 Desenho do estudo</b> .....	29
<b>3.4 Antropometria e composição corporal</b> .....	30
<b>3.5 Índice Tornozelo Braquial</b> .....	30
<b>3.6 Determinação da pressão de restrição de fluxo sanguíneo (DPRFS)</b> .....	31
<b>3.7 Pressão arterial, frequência cardíaca, duplo produto (DP) e lactato sanguíneo</b> .....	32
<b>3.8 Pré-condicionamento isquêmico</b> .....	32
<b>3.9 Prova de esforço máximo</b> .....	33
<b>3.10 Plano de análise de dados</b> .....	34
<b>4 RESULTADOS</b> .....	36
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	40
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	44

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>45</b>
<b>APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) .....</b>	<b>52</b>
<b>APÊNDICE B – Termo de Assentimento (no caso do menor entre 12 e 18 anos) .....</b>	<b>55</b>
<b>APÊNDICE C – Questionário de Anamnese .....</b>	<b>58</b>
<b>APÊNDICE D – Artigo científico .....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXO A – Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do CCS/UFPB Campus I João Pessoa .....</b>	<b>75</b>
<b>ANEXO B – Registro Brasileiro em Ensaios Clínicos .....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A natação é um dos esportes mais populares e competitivos em todo o mundo. Sua prática envolve grupos musculares distintos e exige do nadador um esforço coordenado do seu aparelho locomotor, para se obter uma máxima eficiência do movimento no meio aquático (MCLEOD, 2010). A natação engloba quatro nados diferentes (borboleta, costas, peito e *crawl*) e seus eventos competitivos variam de 50 a 1.500 metros de distância, com duração de 20 segundos a mais de 15 minutos. Dessa forma, poucos são os desportos em que as demandas da competição diferem tão radicalmente da prática (SALO; RIEWALD, 2011).

No esporte, a palavra “velocidade” pode ser utilizada em muitos contextos. Em termos mecânicos, refere-se ao tempo necessário para se completar uma determinada distância, seja ela linear ou angular, que é resultado da velocidade de reação e de movimento (CRONIN; BLAZECIH, 2011). Na natação, por sua vez, a velocidade é primordial para um bom desempenho dos atletas, visto que é a única variável levada em consideração nos eventos competitivos. Sendo assim, qualquer mudança, mesmo que pequena, torna-se decisiva no resultado final. Nessa perspectiva, técnicos e cientistas desportivos têm passado grande parte da temporada de competição, em busca de métodos de treinamento e recuperação que garantam aos atletas um ótimo resultado em suas provas. Todavia, há uma janela adicional no dia da competição em que o desempenho pode ser aprimorado por meio de estratégias, como o pré-condicionamento isquêmico (KILDUFF *et al.*, 2013).

Há algum tempo, foi visto que breves e repetidos períodos de isquemia poderiam atrasar a morte celular do miocárdio, permitindo assim uma maior recuperação do mesmo (MURRY; JENNINGS; REIMER, 1986). Tendo em vista tal relevância, o método de pré-condicionamento isquêmico (PCI) passou, ao longo dos anos, de uma intervenção inteiramente clínica, para uma estratégia de aperfeiçoamento do desempenho físico em diversos esportes como a corrida (BAILEY *et al.*, 2012), o ciclismo (GRIFFIN *et al.*, 2017; PATTERSON *et al.*, 2015) e a natação (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011; MAROCOLO *et al.*, 2015a; FERREIRA *et al.*, 2016; LISBÔA *et al.*, 2017; WILLIAMS *et al.*, 2018).

Dentre os possíveis mecanismos responsáveis por esse efeito ergogênico, estão descritos na literatura: 1) o aumento dos canais de potássio sensíveis ao ATP e níveis de adenosina, que estimulam a vasodilatação e o aumento do fluxo sanguíneo, facilitando a oferta de oxigênio no músculo (RIKSEN; SMITS; RONGEN, 2004); 2) A melhora na eficiência de excitação-acoplamento da contração muscular, sugerindo que o PCI é capaz de elevar a capacidade mitocondrial, resultando posteriormente em um melhor equilíbrio entre o acúmulo e a remoção de metabólitos (KILDUFF *et al.*, 2013); 3) Maior tolerância do músculo esquelético a uma hipóxia tecidual, melhorando os níveis máximos e submáximos da performance (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011); 4) Além de atenuar o acúmulo do lactato sanguíneo, contribuindo para um melhor desempenho durante o exercício (BAILEY *et al.*, 2012).

Neste sentido, verificaram-se na literatura algumas pesquisas que têm demonstrado um efeito benéfico do PCI sobre o desempenho físico da velocidade (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011; BAILEY *et al.*, 2012; KJELD *et al.*, 2014; MAROCOLO *et al.*, 2015a; FERREIRA *et al.*, 2016; LISBÔA *et al.*, 2017). No estudo de Bailey *et al.* (2012), os sujeitos concluíram os 5 km de corrida propostos, 34 segundos mais rápido em relação ao protocolo controle. Já no estudo de Kjeld *et al.* (2014), foi possível verificar uma melhora na distância percorrida durante o nado subaquático em 8%. Especificamente, com atletas de natação, observou-se uma redução na velocidade em nadadores de experiência competitiva em nível nacional e internacional (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011; LISBÔA *et al.*, 2017), universitários (FERREIRA *et al.*, 2016) e nadadores amadores em nível recreativo (MAROCOLO *et al.*, 2015a) nas provas de 50 e 100 metros.

Apesar dos resultados satisfatórios relacionados à melhora do desempenho após a aplicação do PCI, os estudos ainda não são uniformes quanto aos procedimentos metodológicos aplicados nessa técnica. Um dos pontos que ainda não foi elucidado diz respeito ao local de aplicação do PCI. Na literatura, são observados estudos que utilizam a técnica de PCI nos membros superiores (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011; KJELD *et al.*, 2014; MAROCOLO *et al.*, 2015a), nos membros inferiores (DE GROOT *et al.*, 2010; BAILEY *et al.*, 2012; MAROCOLO *et al.*, 2016a; FERREIRA *et al.*, 2016; WILLIAMS *et al.*, 2018) e até mesmo a combinação simultânea dos membros

superiores e inferiores (LISBÔA *et al.*, 2017), não havendo, até o presente momento, estudos que buscassem comparar em qual membro a aplicação do PCI seria mais eficaz na velocidade dos atletas, nem mesmo as variações do acúmulo de lactato e outras medidas fisiológicas diante dessas diferentes aplicações. Ainda, observa-se que existem poucos estudos que especificaram os efeitos do PCI sobre a velocidade de nadadores (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011; MAROCOLO *et al.*, 2015a; FERREIRA *et al.*, 2016; LISBÔA *et al.*, 2017; WILLIAMS *et al.*, 2018), não havendo, também, um consenso sobre sua verdadeira eficácia.

Nessa perspectiva e diante das lacunas apresentadas pela literatura, a questão cerne do presente estudo é: será que os diferentes protocolos de pré-condicionamento isquêmico provocam diferentes respostas agudas na velocidade e nas variáveis fisiológicas de atletas de natação em uma prova de 100 metros?

## 1.1 Hipóteses

Considerando como critério de rejeição e aceitação o nível de significância de  $P \leq 0,05$ , as hipóteses são descritas na forma nula ( $H_0$ ) e experimental ( $H_E$ ):

$H_0$ : Não existe diferença significativa entre diferentes protocolos de PCI sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros;

$H_E$ : Existe diferença significativa entre diferentes protocolos de PCI sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Geral

Analisar o efeito agudo de diferentes protocolos de PCI sobre as variáveis fisiológicas e a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros.

### 1.2.2 Específicos

- Comparar o efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico entre os membros superiores e inferiores sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros;
- Avaliar a concentração de lactato sanguíneo, frequência cardíaca e duplo produto sobre os diferentes protocolos aplicados.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Natação

A natação é uma atividade desportiva cíclica, que impõe adaptações espaço-temporais e energéticas, de uma forma bem particular. O sucesso nessa atividade é avaliado pelo tempo que um nadador necessita para cumprir uma determinada distância (CANELAS, 2009). Um nado rápido, portanto, é baseado na eficiência de nadar sem desperdiçar esforço ou energia e na eficácia de se produzir bons resultados (SALO; RIEWALD, 2011).

Conhecido por ser um esporte completo para o desenvolvimento musculoesquelético, a natação recruta vários grupos musculares. Os membros superiores constituem a conexão entre os músculos primários geradores de força, e as mãos e os antebraços são pontos de fixação responsáveis por impulsionar o nadador na água. Os membros inferiores, por sua vez, desempenham um papel importante na cadeia cinética para equilibrar a mecânica do nado, contribuindo para uma posição alongada e estável (McLEOD, 2010).

Na natação competitiva, o nado crawl é considerado o estilo mais rápido (CARNAVAL, 2002) e, durante o seu desenvolvimento, a resistência da água é a principal força a ser vencida. Ao contrário de esportes terrestres, durante a natação a propulsão é realizada contra a água, dessa forma, para gerar força propulsiva o nadador acelera determinada massa de água, transferindo uma certa quantidade de energia cinética, a fim de deslocar-se para frente (CAPUTO *et al.*, 2006).

No esporte mundial, as últimas décadas têm sido marcadas por um grande número de feitos. Dentre as modalidades olímpicas que se destacam, a natação está incluída neste processo por meio do estabelecimento de vários recordes mundiais e olímpicos. Tal fato tem sido um importante ponto de discussão por parte dos treinadores e pesquisadores (COLANTONIO, 2007).

Dessa forma, sabendo que a velocidade é de extrema importância para obtenção de bons resultados nas competições (CRONIN; BLAZECIH, 2011) e que, por se tratar de um esporte individual, essa modalidade é altamente competitiva, torna-se necessário buscar novas intervenções que possam

melhorar o desempenho físico dos atletas, incorporando-as nas estratégias de preparação pré-competitiva (KILDUFF *et al.*, 2013) proporcionando assim, uma vantagem sobre os adversários (ICOGNITO; BURR; MILLAR, 2015).

## **2.2 Pré-condicionamento isquêmico (PCI), resultados e metodologia aplicada**

A restrição de fluxo sanguíneo (RFS) é uma técnica que consiste na aplicação de faixas elásticas ou manguitos infláveis na região proximal dos membros superiores ou inferiores, a fim de promover uma restrição total ou parcial no fluxo sanguíneo (POPE; WILLARDSON; SCHOENFELD, 2013). Essa técnica tem sido frequentemente associada ao aumento no desempenho esportivo e, dessa forma, foram demonstrados na literatura resultados positivos quanto aos ganhos de resistência muscular localizada (TAKARADA *et al.*, 2002; KACIN; STRAZAR, 2011; GIL *et al.*, 2015), de força (LAURENTINO *et al.*, 2012) e de hipertrofia (ISHII *et al.*, 2005; TAKARADA *et al.*, 2000). Adicionalmente, uma das formas de utilização da RFS chama-se pré-condicionamento isquêmico (PCI).

O PCI é uma técnica similar à restrição de fluxo sanguíneo, que consiste na aplicação de manguitos infláveis e tem como objetivo o desenvolvimento de breves períodos de restrição e reperfusão. Trata-se de uma técnica não invasiva, capaz de induzir hipóxia periférica transitória para posteriormente, aumentar a tolerância do tecido contra lesões por meio da isquemia-reperfusão (PARADIS-DESCHÊNES *et al.*, 2017). Inicialmente descrita como uma manobra clínica por Murry, Jennings e Reimer (1986), o PCI vem sendo observado na literatura como um método ergogênico, capaz de melhorar o desempenho físico no esporte (ICOGNITO; BURR; MILLAR, 2015).

Além de ser vantajoso por sua natureza não invasiva, e por ser de fácil aplicabilidade (DE GROOT *et al.*, 2010), o PCI é uma técnica eficiente na preparação para a atividade física máxima (KJELD *et al.*, 2014) induzindo efeitos que podem resultar na ativação mitocondrial do músculo esquelético (KIDO *et al.*, 2015), acelerando a dinâmica de oxigenação muscular durante o exercício (TANAKA *et al.*, 2016). No entanto, apesar dos achados, as

alterações fisiológicas que explicam a melhora no desempenho após a utilização dessa técnica ainda não foram totalmente elucidadas.

Encontra-se na literatura, efeitos do PCI sobre o desempenho em diversos esportes e populações. No ciclismo, foram observados resultados positivos quanto ao aumento da ativação do músculo esquelético e uma melhora na potência crítica em indivíduos ativos, após aplicação de 4 ciclos de PCI nos membros inferiores (GRIFFIN *et al.*, 2017). Todavia, para o mesmo esporte, o PCI não se mostrou eficaz após 3 ciclos de isquemia-reperusão nos membros inferiores, no desempenho submáximo de ciclistas amadores (CLEVIDENCE; MOWERY; KUSHNICK, 2012).

Na corrida, por sua vez, o estudo de Kaur *et al.* (2017), mostrou que o PCI não foi capaz de promover melhorias no desempenho de uma prova de curta distância, nem tampouco alterações no lactato sanguíneo. Por outro lado, no estudo de Bailey *et al.* (2012) foi identificado que além de atenuar o acúmulo do lactato sanguíneo, a aplicação do PCI em indivíduos moderadamente treinados foi capaz, ainda, de melhorar o desempenho de corredores numa prova de 5km.

Além das divergências entre os estudos acerca dos efeitos do PCI no esporte, observam-se, também, variações nos aspectos metodológicos de sua aplicação. Seus protocolos envolvem de dois (BEAVEN *et al.*, 2012) a oito ciclos (COCKING *et al.*, 2017) de oclusão e reperusão, sendo os mais encontrados na literatura de três (GIBSON *et al.*, 2013; KIDO *et al.*, 2015) a quatro ciclos (PATTERSON *et al.*, 2015; LALONDE; CURNIER, 2015). As durações de cada oclusão e reperusão variam entre 2 e 5 minutos (LIBONATI *et al.*, 2001) e no que concerne ao tempo ideal entre a insuflação final do manguito e o início do exercício, também não existe um consenso, variando de 5 a 15 minutos em grande parte dos estudos que relacionaram essa técnica com o desempenho físico no exercício (MAROCOLO *et al.*, 2015b).

Ademais, o posicionamento do manguito sob os membros é diversificado até mesmo entre estudos de uma mesma modalidade. No ciclismo, por exemplo, pode-se encontrar pesquisas que aplicam o manguito inflável a 220 mmHg de forma bilateral nos membros superiores (COCKING *et al.*, 2018), como também a 50 mmHg acima da pressão arterial sistólica nos membros inferiores (CRISAFULLI *et al.*, 2011).

Especificamente na natação, Jean-St-Michel *et al.* (2011) e Marocolo *et al.* (2015a) fizeram a aplicação da técnica nos membros superiores dos nadadores, enquanto Ferreira *et al.* (2016) e Williams *et al.* (2018) posicionaram os manguitos nos membros inferiores, diferentemente do que aconteceu no estudo de Lisbôa *et al.* (2017), que realizou o PCI com os manguitos posicionados tanto nos membros superiores, como inferiores.

Dessa forma, observa-se que a aplicação da pressão nos manguitos não é feita de acordo com a individualidade de cada participante, como é recomendado pelo estudo de Patterson *et al.* (2019). Os valores encontrados na literatura chegam a variar de 180 mmHg (LISBÔA *et al.*, 2017) até 220 mmHg (COCKING *et al.*, 2018) para membros superiores a 200 mmHg (FOSTER *et al.*, 2014) até 250 mmHg (PAIXÃO *et al.*, 2018) para membros inferiores), diferentemente do que aponta o estudo de Sharma *et al.* (2014), que demonstra que a isquemia nos membros pode ser alcançada e induzida a pressões mais baixas, contribuindo além da segurança, para a aceitação e tolerância dos indivíduos analisados. Isto posto, em qual posição a aplicação do manguito seria mais efetiva? Será que existem, de fato, divergências nos resultados diante das diferentes formas de aplicação?

## **2.3 Efeitos do pré-condicionamento isquêmico**

### *2.3.1 Velocidade na natação*

Ao revisar a literatura pertinente, foi possível observar que a técnica de PCI demonstrou ser eficaz em esportes de *sprint*, após apresentar resultados positivos na eficiência do pico e potência durante estágios iniciais do ciclo da corrida (PATTERSON *et al.*, 2015), tornando-se importante nos esportes que demandam atividades do tipo explosiva e de curta duração (KILDUFF *et al.* 2013).

Especificamente na natação, foram encontrados cinco estudos que buscaram avaliar os efeitos do PCI sobre a velocidade de nadadores. Quatro deles apresentaram resultados positivos quanto a diminuição do tempo de prova dos atletas (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011; MAROCOLO *et al.*, 2015a; FERREIRA *et al.*, 2016, LISBÔA *et al.*, 2017) ao passo que apenas um, não

apresentou melhora no desempenho após o PCI (WILLIAMS *et al.*, 2018). Apesar dos resultados favoráveis, no estudo de Lisbôa *et al.* (2017) não foi possível observar redução no tempo na prova de 50 metros, 1 hora após a aplicação PCI. Este resultado só se mostrou significativo duas horas após a utilização da técnica, levando a um efeito duradouro que persistiu por até 8 horas. Desfecho importante para demonstrar que pode existir uma janela de proteção ideal após aplicação do PCI e início do exercício propriamente dito (CARU *et al.*, 2019). No entanto, no estudo de WILLIAMS *et al.* (2018) mesmo com a utilização do PCI, 2 e 24h antes do exercício, não houve influência sobre o desempenho de nadadores competidores em nível nacional e internacional.

Outro fator a ser considerado é que, no estudo de Marocolo *et al.* (2015a) apesar de ter havido uma redução no tempo dos atletas após completarem uma prova de 100m, observou-se que as respostas individuais às diferentes manobras (controle e simulada) se apresentaram de forma heterogênea, podendo caracterizar um possível efeito placebo, onde qualquer intervenção poderia levar os atletas a esperarem melhorias no seu desempenho.

Em contraste, Jean-St-Michel *et al.* (2011) apoiaram claramente o resultado ergogênico do PCI ao observarem uma melhora significativa no tempo dos atletas numa prova de natação de 100m, obtendo uma redução média de 0,70 segundos. Da mesma forma, Ferreira *et al.* (2016) também observaram que 6 dos 7 nadadores participantes do estudo melhoraram o seu tempo após a aplicação do PCI, em uma prova de *sprints* repetidos.

### 2.3.2 Lactato sanguíneo

Outro efeito ocasionado pela aplicação do PCI que pode comprovar a melhora no desempenho dos atletas é a atenuação ou manutenção dos níveis de lactato sanguíneo após a aplicação da técnica, quando comparado a uma condição controle. Como visto nos estudos de Jean-St-Michel *et al.* (2011) e Bailey *et al.* (2012), que verificaram que não houve acúmulo do lactato sanguíneo entre as duas condições experimentais propostas, demonstrando que a melhora da velocidade dos atletas não foi acompanhada por um aumento no lactato, o mesmo manteve-se em um nível metabolicamente aceitável

(JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011). No entanto, apesar dos achados, observa-se que ainda não há um consenso acerca dos efeitos do PCI sobre o lactato sanguíneo, em atletas de natação. Lisbôa *et al.* (2017) verificaram que houve uma elevação nos níveis de lactato. Já no estudo de Ferreira *et al.* (2016), os autores puderam concluir que o PCI não foi capaz de alterar o lactato sanguíneo, não sendo, portanto, responsável pela melhora no desempenho dos atletas avaliados.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

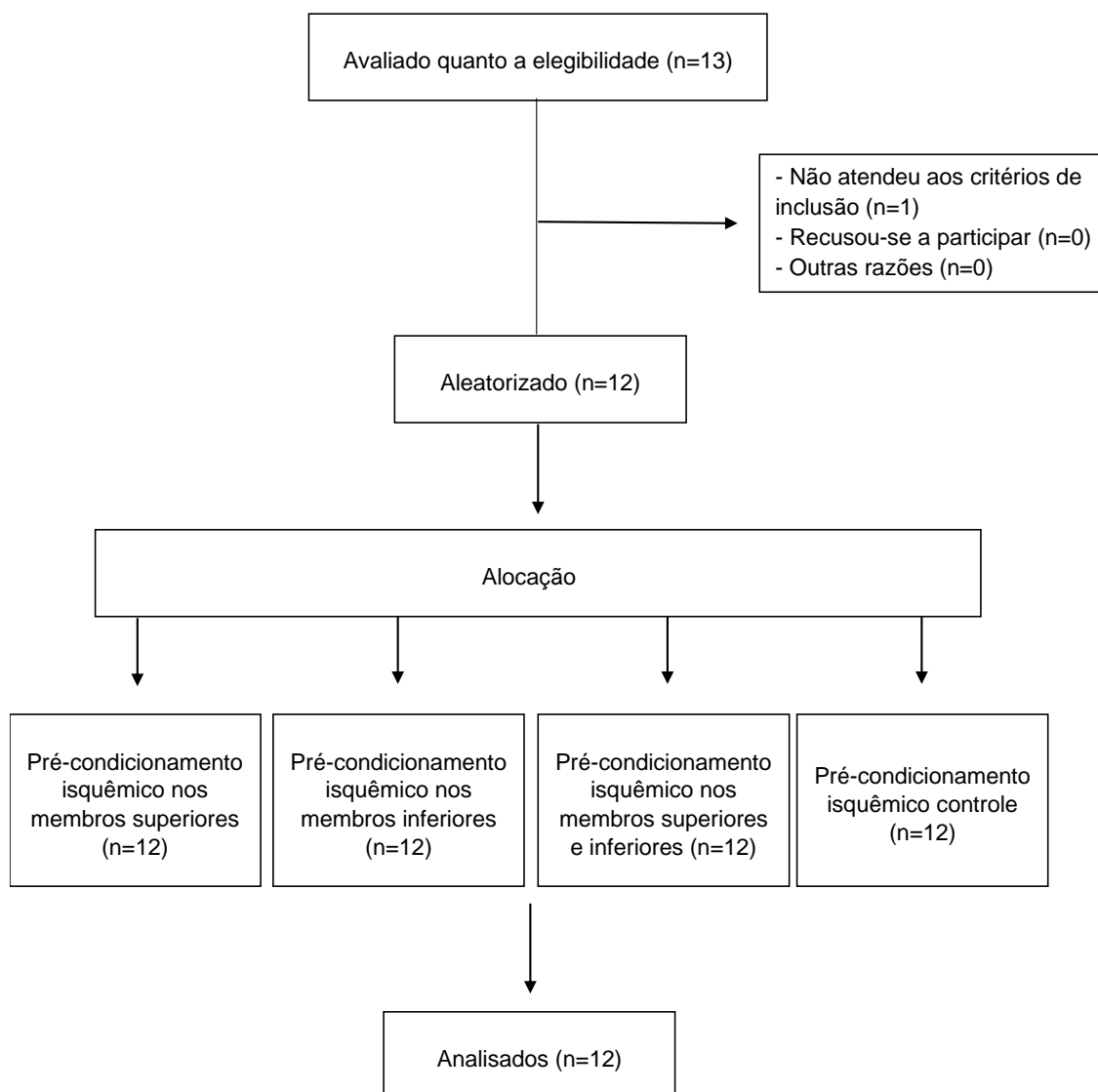
#### 3.1 Caracterização da pesquisa

Trata-se de uma pesquisa de natureza experimental, com delineamento cruzado (*crossover*) onde os sujeitos são designados, aleatoriamente, para os protocolos do estudo com o intuito de controlar as ações de possíveis fatores intervenientes e investigar graus de mudanças decorrentes de tratamentos específicos nas variáveis dependentes (SOUSA; DRIESSNACK; MENDES, 2007).

#### 3.2 Sujeitos

Participaram deste estudo, 12 atletas, praticantes de natação há pelo menos 3 anos (com frequência semanal de 5 vezes e duração de 2 horas por sessão de treino). A dimensão amostral foi realizada utilizando o *software* G\*Power 3.1, seguindo os procedimentos propostos por Beck (2013). Com base em uma análise a priori, foi adotada uma potência de 0,80 e  $\alpha = 0,05$ , coeficiente de correlação de 0,5, uma correção de não esfericidade de 1 e um tamanho de efeito de 0,30 dessa forma, verificou-se que um “n” amostral de 17 atletas seria suficiente para fornecer 81,4% do poder estatístico. No entanto, devido a pandemia do Coronavírus (COVID-19), o estudo precisou ser interrompido. Dessa forma, com um tamanho de efeito de 0,36 o “n” amostral de 12 atletas é suficiente para fornecer poder estatístico de 80%.

Foram incluídos no estudo, os sujeitos do sexo masculino, que praticavam natação há pelo menos 3 anos, pertenciam a faixa etária de 14 a 19 anos, sem histórico de doenças cardiovasculares e pulmonares, que não faziam uso de substâncias estimulantes, fora da zona de risco no exame clínico do índice tornozelo braquial - ITB (0,90 a 1,30) e sem lesões osteomioarticulares. Foram adotados como critérios de exclusão: apresentar durante o experimento algum agravante cardiovascular, pulmonar ou osteomioarticular, não completar todas as sessões propostas pelo estudo, além de desistir do mesmo.



**Figura 1 – Fluxograma da amostra**

Treze indivíduos foram avaliados quanto a elegibilidade, e apenas um não atendeu aos critérios de inclusão por ter idade superior a faixa etária proposta pelo estudo. Sendo assim, 12 atletas foram analisados.

O índice técnico dos sujeitos foi realizado de acordo com a Federação Internacional de Natação (FINA), levando em consideração os melhores tempos dos atletas em competições oficiais em piscinas curtas (25 metros), obtendo-se uma média de 444 pontos, de um total de 1000 que representa os recordes olímpicos.

Após os atletas serem informados, verbalmente e por escrito, quanto aos protocolos que seriam submetidos e sobre os riscos e benefícios do estudo, os mesmos assinaram o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE)

elaborado de acordo com Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), com base na declaração de Helsinque (Apêndice A). No caso dos menores de idade, os pais assinaram o TCLE e os atletas, o termo de assentimento (Apêndice B). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do CCS/UFPB campus I João Pessoa, com parecer de número: 3.938.108 e CAAE: 18820019.9.0000.5188 (Anexo A), além de ter sido vinculado ao Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (REBEC), com registro: RBR-3yv3bn (Anexo B).

**Tabela 1** – Caracterização dos sujeitos quanto as variáveis antropométricas, de treino e cardiovasculares (n=12)

<b>Variáveis</b>	<b>Média ± DP</b>
Idade (anos)	16,2 ± 1,5
Estatura (m)	1,73 ± 6,9
Massa corporal (kg)	62,3 ± 9,4
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	20,6 ± 2,0
Gordura corporal (%)	11,6 ± 2,8
Massa muscular (kg)	30,9 ± 4,9
Tempo de prática (anos)	6,0 ± 2,9
Frequência de treino semanal (dias)	5,8 ± 0,4
Duração das sessões de treino (horas)	2,0 ± 0,0
Tempo de prova (segundos)	64,11 ± 5,01
Índice Técnico	444,0 ± 83,6
Pressão arterial sistólica	119,7 ± 11,7
Pressão arterial diastólica	73,7 ± 7,32
Frequência cardíaca	82,7 ± 9,2
ITB (lado direito)	1,0 ± 0,1
ITB (lado esquerdo)	1,0 ± 0,1
DPRFS 100% (MMSS direito)	156,5 ± 21,3
DPRFS 100% (MMSS esquerdo)	143,3 ± 25,0
DPRFS 100% (MMII direito)	132,0 ± 15,0
DPRFS 100% (MMII esquerdo)	132,1 ± 13,2
DPRFS 80% (MMSS direito)	125,2 ± 17,0
DPRFS 80% (MMSS esquerdo)	114,6 ± 20,0
DPRFS 80% (MMII direito)	105,6 ± 12,0

---

DPRFS 80% (MMII esquerdo)

105,7 ± 10,5

---

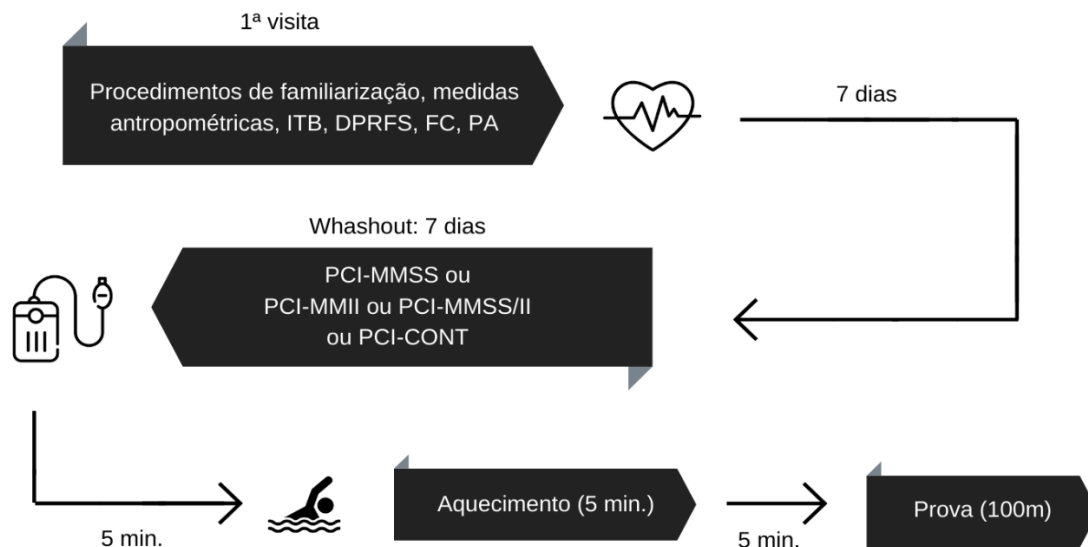
Legenda: IMC – índice de massa corporal; ITB – índice tornozelo braquial; DPRFS – determinação da pressão de restrição de fluxo sanguíneo; MMSS – membros superiores; MMII – membros inferiores.

### 3.3 Desenho do estudo

Na primeira semana do estudo os participantes responderam ao questionário de anamnese (Apêndice C), e participaram de um sorteio para a seleção da ordem dos protocolos propostos. Logo em seguida, foram realizadas as medidas antropométricas, o exame clínico ITB, a determinação da pressão de restrição de fluxo sanguíneo (DPRFS), além da mensuração, em repouso, da frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e lactato sanguíneo (LAC).

Nas semanas seguintes, os participantes foram ao local habitual de treino, em quatro ocasiões, separadas por no mínimo sete dias (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011), para executar, de forma aleatória, um dos quatro protocolos a seguir: 1) pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores (PCI-MMSS); 2) pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores (PCI-MMII); 3) pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores (PCI-MMSS/II); 4) pré-condicionamento isquêmico controle (PCI-CONT). Após o término da última insuflação do manguito, os atletas aguardaram 5 minutos e iniciaram um aquecimento padronizado com duração de 5 minutos, preparado pelo próprio técnico dos atletas (200m *Crawl* solto; 200m *Fertlek* e; 200m solto). Todos os protocolos foram realizados no mesmo horário (entre 15h e 17h), na piscina habitual de treino e competição dos atletas (25 metros) e na mesma raia (número 0), encostada ao lado direito da borda da piscina.

As mensurações da frequência cardíaca, pressão arterial e lactato sanguíneo foram realizadas nos momentos de repouso e após a prova de 100m.



**Figura 2 – Desenho do estudo**

Legenda: ITB – índice tornozelo braquial; DPRFS – determinação da pressão de restrição de fluxo sanguíneo; FC – frequência cardíaca; PA – pressão arterial; PCI-MMSS – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores; PCI-MMII – pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; PCI-MMSS/II – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; PCI-CONT – pré-condicionamento isquêmico controle.

### 3.4 Antropometria e composição corporal

Para mensurar a estatura dos sujeitos foi utilizado um estadiômetro portátil (Sanny® - Brasil) com precisão de 0,01 mm, enquanto a massa corporal, massa muscular esquelética, massa de gordura, percentual e gordura e o índice de massa corporal (IMC) foram avaliados pela bioimpedância portátil (InBody 120 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil), cumprindo os procedimentos recomendados pelo fabricante e descritos na literatura, tais como: a) estar em jejum; b) não consumir bebidas alcoólicas 48 horas do exame, c) não realizar exercícios físicos vigorosos 12 horas antes da avaliação, d) não efetuar o exame em estado febril ou de desidratação, e) não utilizar objetos metálicos durante o exame, f) não ingerir café, e; g) realizar a avaliação com trajes de banho ou roupa interior (PITANGA *et al.*, 2012).

### 3.5 Índice Tornozelo Braquial

O exame clínico ITB foi realizado com a finalidade de verificar a predisposição dos indivíduos a doença arterial obstrutiva periférica (DAOP),

sendo o valor normal do índice de 0,90 a 1,30 (GABRIEL *et al.*, 2007; GIOLLO JÚNIOR; MARTIN, 2010). Para realização deste exame, os sujeitos receberam instruções, tais como: não ingerir bebida cafeinada, não fumar, estar com a bexiga vazia e não realizar exercícios físicos vigorosos 24 horas anteriores ao exame.

Após 10 minutos de repouso, com os indivíduos deitados em decúbito dorsal sobre uma maca, foi mensurada a pressão arterial sistólica (PAS) dos braços direito e esquerdo (artéria braquial) e dos tornozelos direito e esquerdo (artéria tibial posterior ou pediosa) pelo método auscultatório de *Korotkoff*, de maneira rotacional (RESNICK *et al.*, 2004), utilizando um esfigmomanômetro aneróide (Premium - GLICOMED®, São Paulo, SP, Brasil) e um aparelho Doppler Vascular Portátil no modelo DF-7001 (MedPej, Ribeirão Preto, SP, Brasil), que foi posicionado sobre as artérias (braquial e tibial posterior ou pediosa) com seu transdutor colocado, verticalmente, sobre a pele, utilizando gel de acoplamento, no trajeto da artéria para acompanhamento do pulso arterial.

### **3.6 Determinação da pressão de restrição de fluxo sanguíneo (DPRFS)**

Para a mensuração da pressão de restrição de fluxo os sujeitos permaneceram em decúbito dorsal enquanto foi fixado na região proximal dos braços e das coxas um esfigmomanômetro padrão de 6 cm x 47 cm para os membros superiores, e de 18 x 80 mm para os membros inferiores, com leitura de até 700 mmHg.

O torniquete foi inflado até o ponto que o pulso auscultatório da artéria braquial (membros superiores) ou artéria tibial posterior ou pediosa (membro inferiores) fosse interrompido, sendo estabelecido como 100% de RFS. Os pulsos auscultatórios das artérias foram verificados por meio do aparelho Doppler Vascular Portátil, modelo DF-7001 (Medpej, Ribeirão Preto, São Paulo), de forma idêntica ao exame de ITB. A pressão do manguito que foi utilizada durante o PCI foi determinada a 80% da pressão necessária para a restrição total do fluxo de sanguíneo, garantindo assim a segurança dos indivíduos avaliados (LAURENTINO *et al.*, 2012).

### **3.7 Pressão arterial, frequência cardíaca, duplo produto (DP) e concentração de lactato sanguíneo**

Os participantes foram equipados com um monitor de pressão arterial e pulso, automático (modelo HEM-6122, OMRON - Japão) em repouso e imediatamente após a prova de esforço máximo. Todas as medições foram realizadas de acordo com as diretrizes da *American Heart Association* (PICKERING *et al.*, 2005). O monitor foi colocado no pulso direito dos participantes e eles permaneceram sentados, em silêncio durante toda a aferição e o duplo produto foi obtido por meio da multiplicação da FC (bpm) x PAS (mmHg).

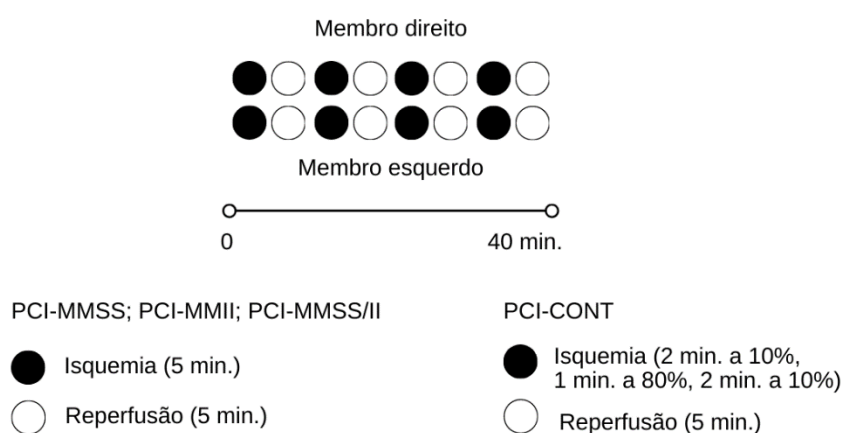
As concentrações de lactato sanguíneo foram avaliadas, em repouso e após 1 minuto da prova de 100 metros, por meio de uma amostra de sangue retirada do dedo indicador da mão direita dos participantes. Para mensuração do lactato, foram utilizados: um lactímetro portátil (Accutrend Plus®, Alemanha), fitas para coleta do sangue (Accusport®), lancetas, álcool 70% (hospitalar), algodão hidrófilo e luvas para procedimentos não cirúrgicos. Após o sangue obtido ser fixado na fita de coleta, esta foi inserida no analisador portátil e os valores do lactato foram apresentados no display do equipamento por volta de 60 segundos. O coeficiente de variação do aparelho utilizado apresentou valores satisfatórios entre 1,8 e 3,3% para concentrações baixas, médias e altas de lactato, sendo observada uma boa acurácia por meio de análise de concordância com o EBIO plus® (método laboratorial) (BALDARI *et al.*, 2009).

### **3.8 Pré-condicionamento isquêmico**

A sessão de PCI foi realizada de forma bilateral, com os atletas em decúbito dorsal, e a aplicação dos manguitos deu-se da seguinte forma: 1) nos membros superiores para o protocolo PCI-MMSS; 2) nos membros inferiores para o protocolo PCI-MMII e; 3) nos membros superiores e inferiores, simultaneamente, para os protocolos PCI-MMSS/II e controle. Para todos os protocolos, exceto o controle, utilizou-se 80% da pressão necessária para restrição total do fluxo sanguíneo para segurança dos atletas e individualidade

da prescrição. Foram realizados então, 4 ciclos de restrição de 5 minutos cada, alternados com 5 minutos de reperfusão (0 mmHg), resultando em uma intervenção total de 40 minutos (DE GROOT *et al.*, 2010; JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011; BAILEY *et al.*, 2012; MAROCOLO *et al.*, 2016a).

No protocolo controle, o ciclo de restrição consistiu em inflar o manguito a 10% da pressão necessária para restrição total do fluxo sanguíneo por 2 minutos, seguido por 1 minuto a 80% e mais 2 minutos a 10%, totalizando 5 minutos, alternados com 5 minutos de reperfusão (0 mmHg), resultando, também, em 40 minutos de intervenção. O minuto que utilizou a pressão a 80% da restrição total serviu para induzir os atletas a uma percepção de incômodo similar ao PCI sem que houvesse qualquer modificação fisiológica (FERREIRA *et al.*, 2016).



**Figura 3 – Esquema dos protocolos experimentais**

Legenda: PCI-MMII – pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; PCI-MMSS/II – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; PCI-CONT – pré-condicionamento isquêmico controle.

### 3.9 Prova de esforço máximo

A prova foi realizada na piscina curta (25 metros) da Vila Olímpica Parahyba, local habitual de treino dos atletas e consistiu em completar o percurso de 100 metros, no nado *Crawl*, no menor tempo possível. Após a última insuflação do manguito, os atletas concluíram 5 minutos de aquecimento, proposto pelo próprio técnico da equipe, que consistiu na realização de: 200m *Crawl* solto; 200m *Fertlek* e; 200m solto. Finalizado o aquecimento, os atletas descansaram por mais 5 minutos e então, deram início

a prova de 100m, protocolo semelhante ao utilizado pelo estudo de Marocolo *et al.* (2015a). Para minimizar as possíveis diferenças técnicas entre os atletas, como o tempo de reação entre o sinal sonoro e o início da prova, impulsão e potência de salto, os mesmos iniciaram o teste dentro da piscina. Depois de posicionados, os atletas aguardaram o sinal “as suas marcas, preparar, vai” para darem início à prova. Três cronometristas, independentes, registraram o tempo dos atletas, de forma cega quanto a intervenção realizada por cada participante.

### 3.10 Plano de análise dos dados

Os dados foram analisados no pacote estatístico computadorizado *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS - 21.0). Inicialmente, foi realizada uma análise exploratória para verificar a normalidade dos dados (teste de *Shapiro-Wilk*) e homocedasticidade das variâncias (teste de *Levene*). A esfericidade dos dados foi verificada pelo teste de *Mauchly* e, em casos do pressuposto violado, foi adotada a correção de graus de liberdade de *Greenhouse-Geisser*.

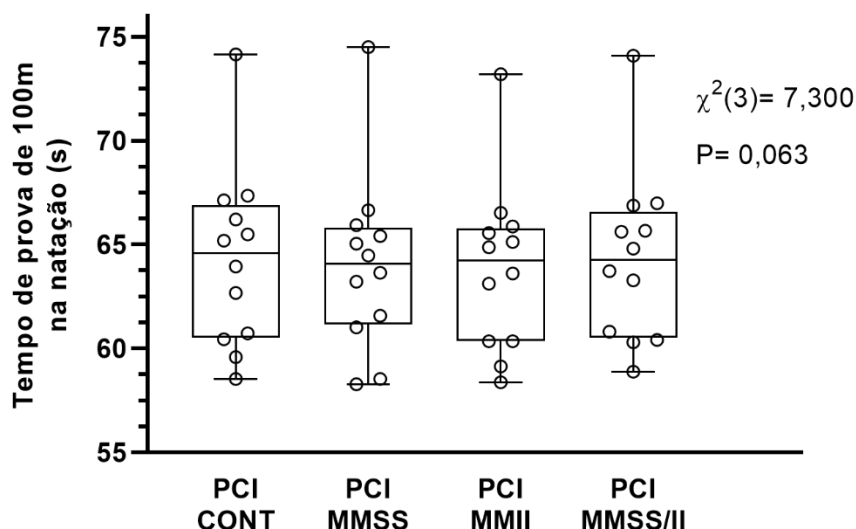
Para verificar a similaridade entre os participantes nas condições pré-experimento e a concordância intra-avaliadores utilizou-se o teste de *Intraclass Correlation* (ICC) – modelo misto de dois fatores do tipo concordância absoluta, para valor do ICC foi considerado o valor da média, a interpretação da magnitude dos estimadores de confiabilidade foi estabelecida conforme LEE *et al.* (2012): 0 (ausente), 0-0,19 (pobre), 0,20-0,39 (fraca), 0,30-0,59 (moderada), 0,60-0,79 (substancial), e  $\geq 0,80$  (quase completa).

Atendendo aos pressupostos de normalidade, foi utilizado o teste ANOVA de medidas repetidas (2 momentos x 4 protocolos) para comparar as variáveis de FC, DP e LAC, seguido pelo *post-hoc* de *Sidak* para identificar as diferenças pontuais. Foi utilizado o teste de *Friedman* ( $\chi^2$ ) – com comparações múltiplas em pares (1 momento x 4 protocolos) para amostras dependentes, para comparar o tempo de prova de natação de 100m entre os protocolos. Foi calculada a variação absoluta para observar a diferença mínima entre protocolos experimentais e o protocolo PCI-CONT no tempo de prova de 100m na natação (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011; LISBÔA *et al.*, 2017).

O *Eta-Square Partial* ( $\eta^2_p$ ) foi utilizado para *effect size* (ES) global do teste ANOVA de medidas repetidas (FIELD, 2009). Para comparar a magnitude de mudança entre os protocolos experimentais em relação ao protocolo controle (ES protocolos experimentais vs. protocolo controle) no tempo de prova, foi utilizado o *Cohen's d* (MORRIS, 2007; MORRIS; DESHON, 2002). O ES de *Cohen's d* foi estimado utilizando a calculadora *Psychometrica "Effect size estimates in repeated measures designs"* (LENHARD; LENHARD, 2016) e interpretando como Cohen (1988): insignificante ( $\leq 0,19$ ), pequeno (0,20 – 0,49), médio (0,50 – 0,79), grande (0,80 – 1,29) e muito grande ( $\geq 1,30$ ). Os dados foram apresentados em média e desvio padrão (média  $\pm$  DP) e nível de significância adotado foi de  $\alpha \leq 0,05$ , para todas as comparações.

## 4 RESULTADOS

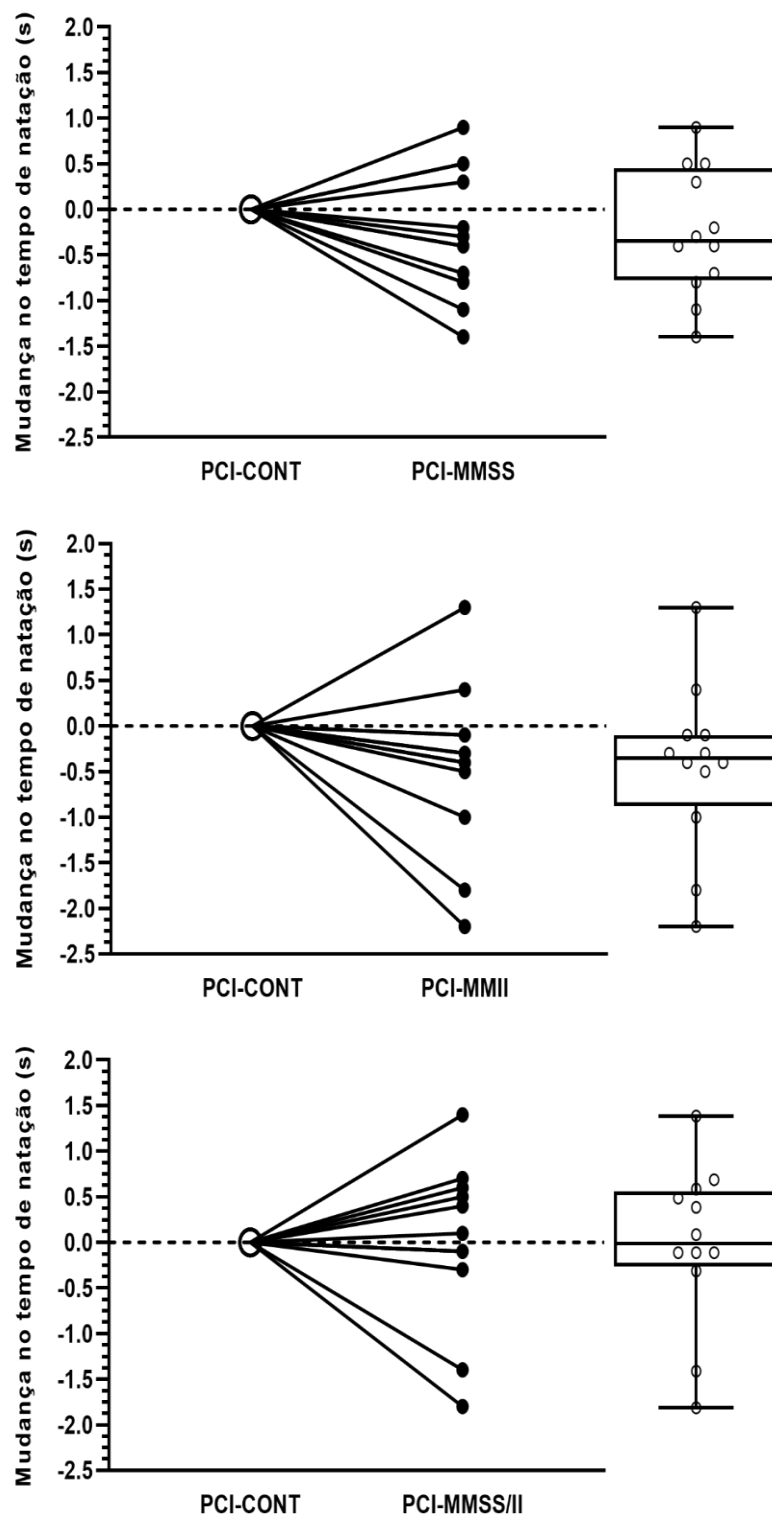
Na comparação do tempo da prova de 100 metros (Figura 4) não houve diferença entre os protocolos (PCI-MMSS:  $64,0 \pm 4,3$ ; PCI-MMII:  $63,8 \pm 4,0$ ; PCI-MMSS/II:  $64,3 \pm 4,1$ ; PCI-CONT:  $64,3 \pm 4,3$ ;  $P > 0,05$ ). Além disso, ao comparar o ES, verificou-se que o protocolo PCI-MMSS apresentou um efeito pequeno na redução do tempo de prova em relação ao protocolo PCI-CONT ( $d = 0,38$ ; IC95% =  $-1,2$  a  $0,4$ ), já o protocolo PCI-MMII apresentou um efeito insignificante, na redução do tempo, de prova dos atletas em relação ao protocolo PCI-CONT ( $d = 0,05$ ; IC95% =  $-0,9$  a  $0,8$ ), e o protocolo PCI-MMSS/II teve um efeito insignificante, no aumento do tempo, de prova em relação a condição PCI-CONT ( $d = 0,01$ ; IC95% =  $-0,8$  a  $0,8$ ).



**Figura 4** – Comparação do tempo de prova de 100 metros na natação após diferentes protocolos experimentais de PCI (n = 12)

Legenda: PCI-MMSS – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores; PCI-MMII – pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; PCI-MMSS/II – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; PCI-CONT – pré-condicionamento isquêmico controle.

No entanto, ao observar a diferença absoluta dos protocolos experimentais em relação ao protocolo PCI-CONT (Figura 5), no tempo individual dos atletas, verificou-se que nas condições PCI-MMSS e PCI-MMII um número maior de nadadores teve redução do seu tempo de prova (66% e 83% respectivamente), em contraste com o protocolo PCI-MMSS/II.



**Figura 5** – Diferença absoluta do tempo de prova de 100m na natação dos protocolos experimentais vs. protocolo controle (n = 12)

Legenda: PCI-MMSS – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores; PCI-MMII – pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; PCI-MMSS/II – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; PCI-CONT – pré-condicionamento isquêmico controle.

O teste de ICC mostrou que os 3 cronometristas apresentaram uma magnitude de alta confiabilidade em todos os protocolos experimentais (PCI-MMSS: CCI=0,99 [quase completa];  $P<0,001$ ; PCI-MMII: CCI=0,99 [quase completa];  $P<0,001$ ; PCI-MMSS/II: CCI=0,99 [quase completa];  $P<0,001$ ; PCI-CONT: CCI=0,99 [quase completa];  $P<0,001$ ). Os atletas apresentaram uma magnitude de concordância quase completa para FC (CCI=0,84 [quase completa];  $P<0,001$ ), e substancial para DP (CCI=0,76 [quase completa];  $P<0,001$ ) e LAC CCI=0,61 [substancial];  $P=0,002$ ) no momento pré entre os protocolos.

Na Tabela 2, foi observado um aumento na comparação entre os momentos (Pré vs. Pós) na variável FC ( $P<0,05$ ). Pela análise de *post-hoc*, verificou-se um aumento da FC imediatamente após todos os protocolos (PCI-MMSS: IC95%=33,9 a 57,6;  $P<0,001$ ; PCI-MMII: IC95%=24,7 a 55,8;  $P<0,001$ ; PCI-MMSS/II: IC95%= 8,5 a 14,5;  $P<0,001$ ; PCI-CONT: IC95%= 26,1 a 51,9;  $P<0,01$ ). Porém, não houve diferença entre os protocolos ( $P>0,05$ ) nem interação “Protocolo vs. Momento” na variável FC ( $P>0,05$ ).

Em relação a variável DP (Tabela 2), foi encontrado um aumento entre os momentos ( $P<0,05$ ). Por meio da análise de *post-hoc*, observou-se um aumento do DP imediatamente após os protocolos PCI-MMSS (IC95%=6.660,2 a 9.317,8:  $P<0,001$ ), PCI-MMII (IC95%=4.769,9 a 9.579,1:  $P<0,001$ ), PCI-MMSS/II (IC95%=3.570,7 a 9.585,2:  $P=0,001$ ), no entanto, não houve diferença entre os momentos Pré e Pós no PCI-CONT (IC95%=-7.291,5 a 47.453,6:  $P=0,135$ ) como também não foi observada diferença entre os protocolos ( $P>0,05$ ) e nem interação “Protocolo vs. Momento” na variável DP ( $P>0,05$ ).

Na comparação dos níveis de LAC (Tabela 2) houve diferença significativa entre os momentos em todos os protocolos, indicando aumento dos níveis de lactato (PCI-MMSS: IC95%=6,9 a 11,5; PCI-MMII: IC95%=5,3 a 10,9; PCI-MMSS/II: IC95%=5,3 a 10,7; PCI-CONT: IC95%=7,4 a 10,7;  $P<0,05$ ). Não houve diferença significativa entre os grupos ( $P>0,05$ ) e interação “Protocolo vs. Momento” nos níveis de LAC ( $P>0,05$ ).

**Tabela 2** – Respostas fisiológicas (FC, DP e LAC) após diferentes protocolos experimentais de PCI (n = 12)

Variáveis	Momento	Protocolos Experimentais				ANOVA	F (gl)	P	$\eta^2p$
		PCI-MMSS	PCI-MMII	PCI-MMSS/II	PCI-CONT				
FC	Pré	80,4 ± 10,5	84,6 ± 13,4	85,7 ± 13,4	82,8 ± 13,6	Protocolo	0,3 (3)	0,851	0,02
	Pós	126,1 ± 16,5**	124,7 ± 19,0**	117,3 ± 24,4*	121,83 ± 23,6**	Momento	53,5 (1)	<0,001	0,83
						P × M	1,70 (3)	0,185	0,13
DP	Pré	9437,6 ± 1460,9	9996,8 ± 1697,3	10184,2 ± 1900,8	9199,4 ± 1235,0	Protocolo	0,8 (3)	0,501	0,07
	Pós	17426,6 ± 2440,9**	17171,3 ± 3130,5**	16762,1 ± 4415,3**	29280,5 ± 43273,6	Momento	10,8 (1)	0,007	0,50
						P × M	1,1 (3)	0,088	0,08
LAC	Pré	2,7 ± 0,9	2,4 ± 0,7	2,7 ± 0,8	2,7 ± 1,1	Protocolo	1,1 (3)	0,357	0,09
	Pós	11,9 ± 3,4**	10,5 ± 4,6**	10,7 ± 4,6**	11,8 ± 3,2**	Momento	93,2 (1)	<0,001	0,89
						P × M	0,7 (3)	0,671	0,06

Legenda: FC – frequência cardíaca; DP – duplo produto; PCI-MMSS – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores; PCI-MMII – pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; PCI-MMSS/II – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; PCI-CONT – pré-condicionamento isquêmico controle.

Dados apresentados em média ± desvio padrão.

\*Diferença significativa em relação ao momento pré (P < 0,01).

\*\*Diferença significativa em relação ao momento pré (P < 0,001).

## 5 DISCUSSÃO

No presente estudo, não foi possível observar diferença significativa entre os diferentes protocolos de aplicação do pré-condicionamento isquêmico sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros. No entanto, analisando os valores absolutos de cada nadador, percebeu-se que os protocolos de PCI-MMSS e PCI-MMII foram mais eficazes na redução do tempo de prova em 66% e 83% da amostra, respectivamente, quando comparados ao protocolo controle. Resultado promissor em virtude da competitividade e da importância dos resultados individuais dos atletas nesta modalidade. Ainda, foram encontrados aumentos significantes, na comparação entre os momentos pré e pós nas variáveis fisiológicas analisadas, FC, DP e LAC, exceto para o DP no protocolo PCI-CONT.

Apesar de nenhum estudo ter buscado comparar a influência das diferentes formas de aplicação do PCI sobre a velocidade de atletas de natação, Cocking *et al.* (2017) se interessaram pelas divergências metodológicas encontradas na literatura e, realizando um estudo cruzado, contrabalanceado e aleatorizado, aplicaram 4 diferentes protocolos de PCI em 12 ciclistas treinados, sendo eles: 1) 4 ciclos de isquemia-reperfusão durante 5 minutos cada, aplicados de forma bilateral nos músculos dos membros inferiores (MMII); 2) 8 ciclos de 5 min. cada, aplicados de forma bilateral nos MMII; 3) 4 ciclos de 5 min. cada, aplicados de forma unilateral nos MMII e; 4) 4 ciclos de 5 min. cada, aplicados de forma bilateral nos músculos dos membros superiores (MMSS). Os resultados desse estudo relataram que o PCI tradicional (4 ciclos de 5 min. cada) aplicado de forma bilateral, o mesmo utilizado pelo presente estudo, forneceu maior influência sobre o desempenho na velocidade de ciclistas quando comparado ao aumento dos ciclos ou aplicação do manguito de forma unilateral. Ademais, o tempo de prova após aplicação do PCI, mostrou-se independente do posicionamento dos manguitos (MMSS ou MMII), apresentando o mesmo resultado em ambas as condições. Desfecho semelhante ao encontrado pelo presente estudo, já que não houve diferença estatística entre os protocolos PCI-MMSS e PCI-MMII na velocidade dos atletas. Dessa forma, por não ter apresentado diferença significativa entre as aplicações, a técnica de PCI mostra-se segura, pois tanto sua aplicação nos

MMSS, como nos MMII não influenciará de forma negativa no desempenho dos atletas.

Especificamente na natação, ainda não há um consenso sobre a efetividade das diferentes aplicações dos manguitos na técnica de PCI sobre o desempenho físico (CARU *et al.*, 2019). Enquanto dois estudos utilizaram os manguitos nos MMSS (JEAN-ST-MICHEL *et al.*, 2011; MAROCOLO *et al.*, 2015a) confirmando os efeitos benéficos do PCI sobre a velocidade dos nadadores, outros dois estudos realizaram a aplicação do PCI nos MMII (FERREIRA *et al.*, 2016; WILLIAMS *et al.*, 2018) e não apresentaram homogeneidade entre os seus resultados. Apesar de Ferreira *et al.* (2016) terem confirmado que o PCI foi capaz de aprimorar o desempenho de *sprints* repetidos na natação, Williams *et al.* (2018) não observaram nenhuma alteração nem na velocidade, nem nas medidas fisiológicas registradas, resultado semelhante ao do presente estudo. Dessa forma, percebe-se que os efeitos do PCI sobre o desempenho físico devem estar associados a outras variáveis relacionadas às suas diversas formas de aplicação como o tempo de cada insuflação, a quantidade dos ciclos de isquemia-reperusão, ou até mesmo o período ideal entre o final da intervenção e o início do teste propriamente dito. Detalhes esses, que dificultam a comparação dos resultados entre as pesquisas que aplicaram essa técnica (CARU *et al.*, 2019).

Neste sentido, embora o estudo Lisboa *et al.* (2017) tenha encontrado efeito benéfico na redução do tempo dos nadadores utilizando o PCI nos membros superiores e inferiores simultaneamente, esse efeito só foi significativo 2 horas após a sua última intervenção. Resultado que diverge do momento, também analisado pelo estudo de Lisboa *et al.* (2017), de 1 hora após a finalização do PCI onde não foi encontrada melhora no desempenho dos atletas. Dessa forma, sabendo que o presente estudo avaliou o efeito do PCI 15 minutos após a última reperusão e, considerando que não foi observada diferença significativa na redução do tempo de prova, os resultados de ambos os estudos se mostram semelhantes. Isso pode demonstrar que, o fato de Lisboa *et al.* (2017) terem encontrado efeito ergogênico no PCI apenas 2 horas após a última intervenção, pode ter se dado pela janela de otimização da técnica e não simplesmente pela efetividade do posicionamento dos manguitos na intervenção. Talvez, para resultados estatisticamente

significantes, o tempo entre a intervenção e o teste propriamente dito, necessite ser maior. Dessa forma, atletas e treinadores devem levar em consideração o tempo entre a aplicação do PCI e o teste de natação como um importante fator no planejamento da utilização desta técnica (LISBOA *et al.*, 2017).

Um dos fatores que podem elucidar a ausência de resultado estatisticamente significativo quanto ao efeito ergogênico do PCI no presente estudo é que, em geral, os efeitos desta intervenção parecem ser mais eficazes em indivíduos apenas saudáveis ou recreacionais do que em atletas treinados (HITTINGER *et al.*, 2015; CARU *et al.* 2019). Um exemplo disso é a comparação do nível atlético dos indivíduos desta pesquisa, com os achados da literatura que indicaram efeito positivo na velocidade após o PCI. No estudo de Marocolo *et al.* (2015a), atletas amadores em nível recreacional foram incluídos na pesquisa, enquanto o presente estudo conduziu os testes, apenas, em atletas treinados. Ainda, os atletas do presente estudo tiveram a média do tempo de prova de um mesmo teste de natação de 100m inferior ao do estudo de Marocolo *et al.* (2015a), demonstrando a diferença da preparação física dos atletas avaliados. Apesar da capacidade de resposta de indivíduos não treinados ser grande, atletas competidores apresentam uma janela de adaptação pequena (Marocolo *et al.*, 2015b). Isto posto, é possível levantar a hipótese de que indivíduos bem treinados respondem de forma diferente ao PCI em relação a indivíduos menos treinados, sugerindo alguma adaptação metabólica específica devido ao treinamento (TOCCO *et al.* 2015).

Outro fator importante a ser observado é que, na análise da velocidade, em atletas treinados, qualquer redução no tempo mesmo que mínima, é importante para fornecer um bom resultado em uma competição. Desta forma, embora não tenham sido observadas alterações significantes entre as diferentes aplicações do PCI sobre a velocidade dos nadadores, no presente estudo, ao verificar a diferença absoluta dos protocolos experimentais em relação ao protocolo PCI-CONT verificou-se que 66% e 83% dos atletas apresentaram redução no tempo de prova de 100 metros após aplicação do PCI-MMSS e PCI-MMII, respectivamente. Resultado semelhante ao encontrado por Marocolo *et al.* (2015a) que observaram uma redução no tempo de prova

em 80% da sua amostra analisada. Em contraste com o PCI-MMSS/II que indicou redução no tempo em apenas 50% dos participantes analisados.

Os achados do presente estudo implicam, em números absolutos, numa redução de até 1,4 segundos para o PCI-MMSS e de até 2,2 segundos para o PCI-MMII. Isto posto, Jean-St-Michel *et al.* (2011) inferiram que a redução média de 0,7 segundo no tempo de prova de natação em seu estudo, para além da significância estatística, foi de grande significância fisiológica e competitiva para os atletas. Destarte, levando em conta que a natação é um esporte altamente competitivo e individual, as respostas apresentadas por cada indivíduo devem ser consideradas (Marocolo *et al.* 2015a). Sendo assim, ao analisar os resultados absolutos individuais dos atletas, os protocolos PCI-MMSS e PCI-MMII mostraram-se promissores na redução do tempo, quando comparados ao protocolo controle.

No que concerne as variáveis fisiológicas (FC, DP e LAC), independente do posicionamento do manguito, elas mantiveram-se inalteradas. Resultado que corrobora os estudos de Groot *et al.* (2010), Kido *et al.* (2015) e Tocco *et al.* (2015), que também não encontraram diferença estatística entre as aplicações de PCI sobre a FC e LAC. Especificamente em relação ao lactato sanguíneo, os resultados do presente estudo são semelhantes aos de Ferreira *et al.* (2016) que, ao observarem que essa variável se manteve inalterada, inferiram que o metabolismo glicolítico pode não ter sido afetado pelo PCI. Sendo assim, a melhora do desempenho dos nadadores apresentada no estudo ocorreu devido a outros mecanismos, como por exemplo, as alterações neuromusculares por meio da ativação muscular (CRUZ *et al.*, 2015). Da mesma forma, Marocolo *et al.* (2016b) relataram que as manobras de PCI não exerceram nenhum efeito fisiológico relativo ao lactato.

Ainda, no que se refere aos momentos pré e pós, as variáveis do presente estudo tiveram um aumento nos seus níveis após a prova de 100m quando comparados ao repouso. Esse resultado pode ter sido observado devido a influência das demandas fisiológicas do próprio exercício e não em relação aos diferentes protocolos de PCI aplicados.

Um dos diferenciais do presente estudo, em relação aos outros que analisaram os efeitos do PCI, diz respeito a pressão aplicada nos manguitos. Como forma de respeitar a individualidade biológica dos nadadores e controlar

a segurança do método, utilizou-se uma pressão de 80% da oclusão total do fluxo sanguíneo. Estratégia inédita, visto que os outros estudos utilizam pressões padrões para os membros, geralmente 220 mmHg para membros inferiores e 180 mmHg para membros superiores (Lisboa et al., 2017), independente dos sujeitos. Dessa forma, foi possível verificar que a pressão utilizada no presente estudo foi suficiente para melhorar o desempenho individual dos atletas, contribuindo além da segurança, para a aceitação e tolerância dos indivíduos analisados (SHARMA *et al.* 2014).

Pode-se apontar como limitações no presente estudo, a faixa etária dos indivíduos que abrangeu desde crianças de 14 anos a jovens adultos de 19 anos. O fato de ter sido analisado o efeito do PCI apenas 15 minutos após a última reperfusão dos manguitos também foi uma limitação, sendo assim, os achados não podem se estender a uma janela de tempo mais longa. Ainda na mesma linha, apenas atletas homens treinados foram analisados, não podendo os resultados serem extrapolados para outras populações. Sugere-se que próximos estudos busquem dar continuidade aos esclarecimentos quanto às diferentes aplicações desta técnica em diversos tipos de população.

## **6 CONCLUSÃO**

Os resultados do presente estudo mostraram que, apesar do PCI não ter apresentado melhoria no desempenho físico do ponto de vista estatístico, do ponto de vista individual, os protocolos de PCI-MMSS e PCI-MMII reduziram o tempo de prova de 100 metros, de atletas no nado *Crawl* em relação ao controle, resultado este, considerado promissor, podendo apoiar o efeito ergogênico do PCI em atletas de natação.

## REFERÊNCIAS

- BAILEY, T. G.; JONES, H.; GREGSON, W.; ATKINSON, G; CABLE, N. T.; THIJSSSEN, D. H. Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 11, p. 2084-2089, 2012.
- BALDARI, C.; BONAVOLONTÀ, V.; EMERENZIANI, G. P.; GALLOTTA, M. C.; SILVA, A. J.; GUIDETTI, L. Accuracy, reliability, linearity of Accutrend and Lactate Pro versus EBIO plus analyzer. **European Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 1, p. 105-111, 2009.
- BEAVEN, C. M.; COOK, C. J.; KILDUFF, L.; DRAWER, S.; GILL, N. Intermittent lower-limb occlusion enhances recovery after strenuous exercise. **Applied Physiology, Nutrition and metabolism**, v. 37, n. 6, p. 1132-1139, 2012.
- BECK, T. W. The importance of a priori sample size estimation in strength and conditioning research. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 8, p. 2323-2337, 2013.
- CANELAS, R. N. **Sete semanas de treino específico são suficientes para melhorar a performance no sprint em jovens nadadores**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências do Desporto) - Departamento de Ciências do Desporto, Faculdade de Ciências Sociais e Humanas, Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2009.
- CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M. F. M.; DENADAI, B. S.; GRECO, C. C. Fatores intrínsecos do custo energético da locomoção durante a natação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 399-404, 2006.
- CARNAVAL, P. **Cinesiologia aplicada aos esportes**. 2 ed. Rio de Janeiro: Sprint, 2002.
- CARU, M.; LEVESQUE, A.; LALONDE, F.; CURNIER, D. An overview of ischemic preconditioning in exercise performance: a systematic review. **Journal of Sport and Health Science**, v. 8, n. 4, p. 355-69, 2019.
- CLEVIDENCE, M. W.; MOWERY, R. E.; KUSHNICK, M. R. The effects of ischemic preconditioning on aerobic and anaerobic variables associated with submaximal cycling performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 10, p. 3649-3654, 2012.
- COCKING, S.; WILSON, M. G.; NICHOLS, D.; CABLE, N. T.; GREEN, D. J.; THIJSSSEN, D. H. J. *et al.* Is there an optimal ischemic-preconditioning dose to improve cycling performance? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 13, n. 3, p. 274-282, 2017.
- COCKING, S.; CABLE, N. T.; WILSON, M. G.; GREEN, D. J.; THIJSSSEN, D. H. J.; JONES, H. Conduit artery diameter during exercise is enhanced after local, but not remote, ischemic preconditioning. **Frontiers of Physiology**, v. 24, n. 9: 435, 2018.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2. ed. United States of America: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

COLANTONIO, E. Detecção, seleção e promoção de talento esportivo: considerações sobre a natação. **Revista brasileira de Ciência e Movimento**, v. 15, n. 1, p. 127-135, 2007.

CRISAFULLI, A.; TANGIANU, F.; TOCCO, F.; CONCU, A.; MAMELI, O.; MULLIRI, G. *et al.* Ischemic preconditioning of the muscle improves maximal exercise performance but not maximal oxygen uptake in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 2, p. 530-536, 2011.

CRONIN, J.; BLAZECIH, A. J. Velocidade. In: ACKLAND, T. R.; ELLIOTT, B. C., BLOOMFIELD, J. **Anatomia e biomecânica aplicadas no esporte**. São Paulo: Manole, 2011. p. 185.

CRUZ, R.S.; DE AGUIAR, R. A.; TURNES, T.; PEREIRA, K. L.; CAPUTO, F. Effects of ischemic preconditioning on maximal constant-load cycling performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 9, p. 961-967, 2015.

DE GROOT, P. C.; THIJSSSEN, D. H.; SANCHEZ, M.; ELLENKAMP, R.; HOPMAN, M. T. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 108, n. 1, p. 141-146, 2010.

FERREIRA, T. N.; SABINO-CARVALHO, J. L. C.; LOPES, T. R.; RIBEIRO, I. C.; SUCCI, J. E.; SILVA, A. C. *et al.* Ischemic preconditioning and repeated sprint swimming: a placebo and nocebo study. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 48, n. 10, p. 1967-1975, 2016.

FIELD, A. **Descobrimos a estatística usando o SPSS**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOSTER, G. P.; GIRI, P. C.; ROGERS, D. M.; LARSON, S. R.; ANHOLM, J. D. Ischemic preconditioning improves oxygen saturation and attenuates hypoxic pulmonary vasoconstriction at high altitude. **High Altitude Medicine & Biology**, v. 15, n. 2, p. 155-161 15(2):155–161, 2014.

GABRIEL, S. A.; SERAFIM, P. H.; FREITAS, C. E.; TRISTÃO, C. K.; TANIGUCHI, R. S.; BETELI, C. B. *et al.* Doença arterial obstrutiva periférica e índice tornozelo-braço em pacientes submetidos à angiografia coronariana. **Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular**, v. 22, n. 1, p. 49-59, 2007.

GIOLLO JÚNIOR, L. T.; MARTIN, J. F. V. Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. **Revista Brasileira de Hipertensão**, v. 17, n. 2, p. 117-118, 2010.

GIBSON, N.; WHITE, J.; NEISH, M.; MURRAY, A. Effect of ischemic preconditioning on land-based sprinting in team-sport athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, n. 6, p. 671-676, 2013.

GIL, A. L.; NETO, G. R.; SOUSA, M. S.; DIAS, I.; VIANNA, J.; NUNES, R. A. et al. Effect of strength training with blood flow restriction on muscle power and submaximal strength in eumenorrheic women. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 37, n. 2, p. 221-228, 2015.

GRIFFIN, P.J.; FERGUSON, R. A.; GISSANE, C.; BAILEY, S. J.; PATTERSON, S. D. Ischemic preconditioning enhances critical power during a 3 minute all-out cycling test. **Journal of Sports Science**, v. 36, n. 9, p. 1038-1043, 2017.

HITTINGER, E. A.; MAHER, J. L.; NASH, M. S.; PERRY, A. C.; SIGNORILE, J. F. Ischemic preconditioning does not improve peak exercise capacity at sea level or simulated high altitude in trained male cyclists. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 1, p. 65-71, 2015.

ICOGNITO, A. V.; BURR, J. F.; MILLAR, P. J. The effects of ischemic preconditioning on human exercise performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 4, p. 531-544, 2015.

ISHII, N.; MADARAME, H.; ODAGIRI, K.; NAGANUMA, M.; SHINODA, K. Circuit training without external load induces hypertrophy in lower-limb muscles when combined with moderate venous occlusion. **International Journal of KAATSU Training**, v. 1, n. 1, p. 24-28, 2005.

JEAN-ST-MICHEL, E.; MANLHIOT, C.; LI, J.; TROPAK, M.; MICHELSEN, M. M.; SCHMIDT, M. R.; MCCRINDLE, B. W. et al. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1280-1286, 2011.

KACIN, A.; STRAZAR, K. Frequent low-load ischemic resistance exercise to failure enhances muscle oxygen delivery and endurance capacity. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 21, n. 6, p. 231-241. 2011.

KAUR, G.; BINGER, M.; EVANS, C.; TRACHTE, T.; GUILDER, G. P. V. No influence of ischemic preconditioning on running economy. **European Journal of applied Physiology**, v. 117, n. 2, p. 225-235, 2017.

KIDO, K.; SUGA, T.; TANAKA, D.; HONJO, T.; HOMMA, T.; FUJITA, S. et al. Ischemic preconditioning accelerates muscle deoxygenation dynamics and enhances exercise endurance during the work-to-work test. **Physiological Reports**, v. 3, n. 5, e. 12395, 2015.

KILDUFF, L. P.; FINN, C. V.; BAKER, J. S.; COOK, C. J.; WEST, D. J. Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 8, n. 6, p. 677-681, 2013.

KJELD, T.; RASMUSSEN, M. R.; JATTU, T.; NIELSEN, H. B.; SECHER, N. H. Ischemic preconditioning of one forearm enhances static and dynamic apnea. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 46, n. 1, p. 151-155, 2014.

LALONDE, F.; CURNIER, D. Y. Can anaerobic performance be improved by remote ischemic preconditioning? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 1, p. 80-85, 2015.

LAURENTINO, G. C.; UGRINOWITSCH, C.; ROSCHEL, H.; AOKI, M. S.; SOARES, A. G.; NEVES, M. J. R. *et al.* Strength training with blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 3, p. 406-412, 2012.

LEE, K. M.; LEE, J.; CHUNG, C. Y.; AHN, S.; SUNGM K. H.; KIM, T. W. *et al.* Pitfalls and important issues in testing reliability using intraclass correlation coefficients in orthopaedic research. **Clinics in Orthopedic Surgery**, v. 4, n. 2, p. 149–155, 2012.

LENHARD, W.; LENHARD, A. Calculation of effect sizes; Psychometrica: Dettelbach, Germany, 2016; doi:10.13140/RG.2.2.17823.92329.

LIBONATI, J. R.; HOWELL, A. K.; INCANNO, N. M.; PETTEE, K. K.; GLASSBERG, H. L. Brief muscle hypoperfusion/hyperemia: an ergogenic aid? **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 15, n. 3, p. 362-366, 2001.

LISBÔA, F. D.; TURNES, T.; CRUZ, R. S.; RAIMUNDO, J. A.; PEREIRA, G. S.; CAPUTO, F. The time dependence of the effect of ischemic preconditioning on successive sprint swimming performance. **Journal of Science and Medicine in Sports**, v. 20, n. 5, p. 507-511, 2017.

MAROCOLO, M.; DA MOTA, G. R.; PELEGRINI, V.; APPELL CORIOLANO, H. J. Are the beneficial effects of ischemic preconditioning on performance partly a placebo effect? **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 10, p. 822-825, 2015a.

MAROCOLO, M.; DA MOTA, G. R.; SIMIM, M. A.; APPELL CORIOLANO, H. J. Myths and facts about the effects of ischemic preconditioning on performance. **International Journal of Sports Medicine**. v. 95, n. 2, p. 87-96, 2015b.

MAROCOLO, M.; WILLARDSON, J. M.; MAROCOLO, I. C.; DA MOTA, G. R.; SIMÃO, R.; MAIOR, A. S. Ischemic preconditioning and placebo intervention improves resistance exercise performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 1462-1469, 2016a.

MAROCOLO, M.; WILLARDSON, J. M.; MAROCOLO, I. C.; DA MOTA, G. R.; SIMÃO, R. *et al.* Ischemic preconditioning and placebo intervention improves resistance exercise performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 5, p. 65-71, 2016b.

McLEOD, I. A. **Anatomia da natação**. Barueri: Manole, 2010.

MORRIS, S. B. Estimating effect sizes from pretest-posttest-control group designs. **Organizational Research Methods**, v. 11, n. 2, p. 364–386, 2007.

MORRIS, S. B.; DESHON, R. P. Combining effect size estimates in meta-analysis with repeated measures and independent-groups designs.

**Psychological Methods**, v. 7, n. 1, p. 105-125, (2002).

MURRY, C. E.; JENNINGS, R. B.; REIMER, K. A. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. **Circulation**, v. 74, n. 5, p. 1124-1136, 1986.

PAIXÃO, R. D.; MOTA, G. R.; SIQUEIRA, E. M.; MAROCOLO, M. Efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre o desempenho intermitente de basquetebolistas de elite. **Arquivos de Ciência do Esporte**, v. 6, n. 3, p. 106-109, 2018.

PARADIS-DESCHÊNES, P.; JOANISSE, D. R.; BILLAUT, F. Sex-Specific impact of ischemic preconditioning on tissue oxygenation and maximal concentric force. **Frontiers Physiology**, v. 5, n. 7: 674, 2017.

PATTERSON, S. D.; BEZODIS, N. E.; GLAISTER, M.; PATTISON, J. R. The effect of ischemic preconditioning on repeated sprint cycling performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1652-1658, 2015.

PATTERSON, S. D.; HUGHES, L.; WARMINGTON, S.; BURR, J.; SCOTT, B. R.; OWENS, J. *et al.* Blood flow restriction exercise: considerations of methodology, application, and safety. **Frontiers Physiology**, v. 15, n. 10:533, 2019.

PICKERING, T. G.; HALL, J. E.; APPEL, L. J.; FALKNER, B. E.; GRAVES, J.; HILL, M. N. *et al.* Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals part 1: blood pressure measurement in humans: a statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. **Circulation**, v. 111, n. 5, p. 697-716, 2005.

PITANGA, C. P. S.; PITANGA, F. J. G.; BECK, C. C.; GABRIEL, R. E. C. D.; MOREIRA, M. H. R. Nível de atividade física para prevenção do excesso de gordura visceral em mulheres pós menopáusicas: quanto é necessário? **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. v. 56, n. 6, p. 358-363, 2012.

POPE, Z. K.; WILLARDSON, J. M.; SCHOENFELD, B. J. Exercise and blood flow restriction. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 27, n. 10, p. 2914-2926, 2013.

REIMER, K. A.; MURRY, C. E.; YAMASAWA, I.; HILL, M. L.; JENNINGS, R. B. Four brief periods of myocardial ischemia cause no cumulative ATP loss or necrosis. *Am J Physiol*. 1986;251(6 Pt 2):H1306–15.

RIKSEN, N. P.; SMITS, P.; RONGEN, G. A. Ischaemic preconditioning: from molecular characterisation to clinical application - part 1. **The Journal of Medicine**, v. 62, n. 10, p. 353–363, 2004.

RESNICK, H. E.; LINDSAY, R. S.; McDERMOTT, M. M.; DEVEREUX, R. B. JONES, K. L.; FABSITZ, R. R. *et al.* Relationship of high and low ankle brachial index to all-cause and cardiovascular disease mortality: the strong heart study. **Circulation**, v. 109, n. 6, p. 733-739, 2004.

SALO, D.; RIEWALD, S. A. **Condicionamento físico para natação**. São Paulo: Manole, 2011

SOUSA, V. D.; DRIESSNACK, M.; MENDES, I. A. C. An overview of research designs relevant to nursing: Part 1: quantitative research designs. **Revista Latino - Americana de Enfermagem**, v. 15, n. 3, p. 502-507, 2007.

SHARMA, V.; CUNNIFFE, B.; VERMA, A. P.; CARDINALE, M.; YELLON, D. Characterization of acute ischemia-related physiological responses associated with remote ischemic preconditioning: a randomized controlled, crossover human study. **Physiological Reports**, v. 2, n. 11, p. 1-11, 2014.

TAKARADA, Y.; TAKAZAWA, H.; SATO, Y.; TAKEBAYASHI, S.; TANAKA, Y.; ISHII, N. Effects of resistance exercise combined with moderate vascular occlusion on muscular function in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 6, p. 2097–2106, 2002.

TAKARADA, Y.; NAKAMURA, Y.; ARUGA, S.; ONDA, T.; MIYAZAKI, S.; ISHII, N. Rapid increase in plasma growth hormone after low-intensity resistance exercise with vascular occlusion. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1, p. 61–65, 2000.

TANAKA, D.; SUGA, T.; TANAKA, T.; KIDO, K.; HONJO, T.; FUJITA, S. *et al.* Ischemic preconditioning enhances muscle endurance during sustained isometric exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 37, n. 8, p. 614–618, 2016.

TOCCO, F.; MARONGIU, E.; GHIANI, G.; SANNA I.; PALAZZOLO, G. *et al.* Muscle ischemic preconditioning does not improve performance during self-paced exercise. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 1, p. 9-15, 2015.

WILLIAMS, N.; RUSSELL, M. COOK, C. J.; KILDUFF, L. P. The effect of ischemic preconditioning on maximal swimming performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**: January 30, 2018 - Volume Publish Ahead of Print - Issue - doi: 10.1519/JSC.0000000000002485.

## APÊNDICES

## **APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

Prezado (a) Senhor (a)

Esta pesquisa é sobre o Efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre a velocidade em atletas de natação: estudo *crossover* e está sendo desenvolvida pela pesquisadora Wanessa Kelly Vieira de Vasconcelos aluna do curso de Mestrado do Programa Associado de Pós-Graduação em Educação Física UPE/UFPB, sob a orientação do Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos.

O objetivo do estudo é analisar o efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico na velocidade de atletas de natação.

A finalidade deste trabalho é contribuir para o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas que visam melhorar o desempenho físico de atletas de natação.

Solicitamos a sua colaboração para a realização das coletas que acontecerão na Vila Olímpica Parahyba, iniciando com um questionário de anamnese, que irá conter questões sobre o histórico geral de sua saúde, seguido do exame clínico de Índice Tornozelo Braquial que tem como finalidade verificar a predisposição dos indivíduos a doença arterial obstrutiva periférica (DAOP), uma avaliação antropométrica e por fim, a determinação do ponto de restrição de fluxo sanguíneo. Após essa etapa inicial serão realizadas as sessões experimentais de pré-condicionamento isquêmico com manguitos infláveis, seguidas de uma prova de 100 metros no nado crawl. Por fim, durante dois momentos da coleta, serão solicitadas duas pequenas amostras de sangue (retiradas do lóbulo da orelha) para medição do lactato sanguíneo. Para realização dessa coleta, procedimentos de higienização serão adotados (agulha descartável, luvas, assepsia das mãos). Todas as etapas serão acompanhadas por profissionais com ampla experiência para minimizar qualquer possibilidade de lesão e desconforto. Solicitamos ainda, sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica. Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo. Informamos que os riscos dessa pesquisa são mínimos, sendo possível apenas sentir um leve desconforto devido a utilização de manguitos para restrição do fluxo sanguíneo.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o(a) senhor(a) não é obrigado(a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador(a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano.

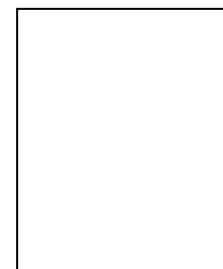
Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

---

Assinatura do participante  
da pesquisa ou responsável  
legal

OBERVAÇÃO:



Espaço para impressão  
dactiloscópica

---

Assinatura da testemunha

Contato do Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para a pesquisadora Wanessa Kelly Vieira de Vasconcelos.

Endereço: Rua Radialista Severino Gomes de Brito, 121, Água Fria. João Pessoa/PB. Telefone: (83) 998313567.

Ou, Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar –

CEP 58051-900 – João Pessoa/PB. Telefone: (83) 3216-7791 – E-mail:  
[comitedeetica@ccs.ufpb.br](mailto:comitedeetica@ccs.ufpb.br)

Atenciosamente,

-----  
Assinatura do Pesquisador Responsável

-----  
Assinatura do Pesquisador Participante

Obs.: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TCLE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

**APÊNDICE B – Termo de Assentimento** (no caso do menor entre 12 e 18 anos)

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa: Efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico sobre a velocidade em atletas de natação: estudo *crossover*. Nesta pesquisa pretendemos analisar o efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico na velocidade de atletas de natação. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é contribuir para o desenvolvimento e aprimoramento de técnicas que visam melhorar o desempenho físico de atletas de natação.

Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: as coletas acontecerão na Vila Olímpica Parahyba, iniciando com um questionário de anamnese, que irá conter questões sobre o histórico geral de sua saúde, seguido do exame clínico de Índice Tornozelo Braquial que tem como finalidade verificar a predisposição dos indivíduos a doença arterial obstrutiva periférica (DAOP), uma avaliação antropométrica e por fim, a determinação do ponto de restrição de fluxo sanguíneo. Após essa etapa inicial serão realizadas as sessões experimentais de pré-condicionamento isquêmico com manguitos infláveis, seguidas de uma prova de 100 metros no nado crawl. Por fim, durante dois momentos da coleta (antes e após a prova de 100m) serão solicitadas duas pequenas amostras de sangue (retiradas do lóbulo da orelha) para medição do lactato sanguíneo. Para realização dessa coleta, procedimentos de higienização serão adotados (agulha descartável, luvas, assepsia das mãos). Todas as etapas serão acompanhadas por profissionais com ampla experiência para minimizar qualquer possibilidade de lesão e desconforto. Para participar desta pesquisa, o seu responsável deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O seu responsável poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Informamos que os riscos dessa

pesquisa são mínimos, sendo possível apenas sentir um leve desconforto devido a utilização de manguitos para restrição do fluxo sanguíneo.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizados. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do seu responsável. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias: uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Eu, -----, portador (a) do documento de Identidade ----- **(se já tiver documento)**, fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi uma cópia deste termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

João Pessoa, ---- de ----- de 20---.

-----  
Assinatura do (a) menor

-----  
Assinatura do (a) pesquisador (a)

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

Contato do Pesquisador (a) Responsável:

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor ligar para a pesquisadora Wanessa Kelly Vieira de Vasconcelos.

Endereço: Rua Radialista Severino Gomes de Brito, 121, Água Fria. João Pessoa/PB. Telefone: (83) 998313567.

Ou, Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba Campus I - Cidade Universitária - 1º Andar – CEP 58051-900 – João Pessoa/PB. Telefone: (83) 3216-7791 – E-mail: [comitedeetica@ccs.ufpb.br](mailto:comitedeetica@ccs.ufpb.br)

Obs.: O sujeito da pesquisa ou seu representante e o pesquisador responsável deverão rubricar todas as folhas do TCLE apondo suas assinaturas na última página do referido Termo.

**APÊNDICE C – Questionário de Anamnese**

Nome: -----.

Data de nascimento: -----, Idade: -----.

E-mail: -----, Telefone: -----.

Tempo de prática na natação: -----.

Quantas vezes por semana? -----, Quanto tempo por sessão? -----.

Você pratica outra atividade física?

Não  Sim. Qual? -----, Há quanto tempo? -----.

Quantas vezes por semana? -----, Quanto tempo por sessão? -----.

Possui alguma doença crônica?

Não  Sim. Qual? -----, Há quanto tempo? -----.

Fuma?  Não  Sim. Há quanto tempo? -----.

Bebe?  Não  Sim. Há quanto tempo? -----.

Faz uso de alguma substância estimulante?

Não  Sim. Qual? -----, Há quanto tempo? -----.

Já realizou alguma cirurgia ortopédica?

Não  Sim. Qual? -----, Há quanto tempo? -----.

Possui alguma lesão?

Não  Sim. Qual? -----, Há quanto tempo? -----.

Possui restrições de movimentos articulares?

Não  Sim. Qual? -----, Há quanto tempo? -----.

Possui histórico familiar de doenças cardiovasculares, AVC ou morte súbita precoce?

Não  Sim. Qual? -----, Quem? -----

## APÊNDICE D – Artigo científico

**Revista:** Journal of Science and Medicine in Sport

**Qualis Capes:** A1 / Fator de Impacto: 3,607

### EFEITO AGUDO DOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE PRÉ-CONDICIONAMENTO ISQUÊMICO SOBRE A VELOCIDADE DE ATLETAS DE NATAÇÃO EM UMA PROVA DE 100 METROS: ESTUDO CROSSOVER

Wanessa Kelly Vieira de Vasconcelos<sup>1</sup>, Gabriel Rodrigues Neto<sup>2</sup>, Hidayane Gonçalves da Silva<sup>3</sup>, Heleodório Honorato dos Santos<sup>4</sup>

#### Resumo

Este estudo buscou analisar o efeito agudo de diferentes protocolos de pré-condicionamento isquêmico sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros no nado *crawl*. Trata-se de um ensaio clínico cruzado e aleatorizado, no qual 12 atletas do sexo masculino ( $16,2 \pm 1,5$  anos), praticantes de natação há pelo menos 3 anos, foram submetidos a 4 protocolos de forma aleatorizada: 1) pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores; 2) pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; 3) pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; 4) controle. Não houve diferença significativa entre os diferentes protocolos de aplicação do pré-condicionamento isquêmico sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros ( $P > 0,05$ ). No entanto, analisando os valores absolutos de cada nadador, percebeu-se que os protocolos de PCI-MMSS e PCI-MMII foram mais eficazes na redução do tempo de prova em 66% e 83% da amostra, respectivamente, quando comparados ao protocolo controle. Ainda, foram encontrados aumentos significantes entre os momentos pré e pós nas variáveis fisiológicas analisadas, FC, DP e LAC ( $P < 0,05$ ), exceto para o DP no protocolo PCI-CONT ( $P > 0,05$ ). Concluímos que não houve melhoria no desempenho físico no ponto de vista estatístico, no entanto, no ponto de vista individual, os protocolos de PCI-MMSS e PCI-MMII apresentaram redução no tempo de prova de 100 metros dos atletas em relação ao controle. Resultado promissor, apoiando o efeito ergogênico do PCI em atletas de natação.

**Palavras-chave:** Desempenho Atlético, Oclusão terapêutica, Esportes aquáticos.

#### 1 Introdução

Há algum tempo, foi visto que breves e repetidos períodos de isquemia poderiam atrasar a morte celular do miocárdio, permitindo assim uma maior recuperação do mesmo<sup>1</sup>. Tendo em vista tal relevância, o método de pré-condicionamento isquêmico (PCI) passou, ao longo dos anos, de uma intervenção inteiramente clínica, para uma estratégia de aperfeiçoamento do desempenho físico em diversos esportes como a corrida<sup>2</sup>, o ciclismo<sup>3</sup> e a natação<sup>4</sup>.

Dentre os possíveis mecanismos responsáveis por esse efeito ergogênico, estão descritos na literatura: 1) o aumento dos canais de potássio sensíveis ao ATP e níveis de adenosina, que estimulam a vasodilatação e o aumento do fluxo sanguíneo, facilitando a oferta de oxigênio no músculo<sup>5</sup>; 2) A melhora na eficiência de excitação-acoplamento da contração muscular, sugerindo que o PCI é capaz de elevar a capacidade mitocondrial, resultando em um maior equilíbrio entre o acúmulo e a remoção de metabolitos<sup>6</sup>; 3) Maior tolerância do músculo esquelético a uma hipóxia tecidual, melhorando os níveis máximos e submáximos da performance<sup>4</sup>; 4) Além de atenuar o acúmulo do lactato sanguíneo, reduzindo a fadiga e contribuindo diretamente para um melhor desempenho durante o exercício<sup>2</sup>.

Apesar dos resultados satisfatórios relacionados à melhora do desempenho após a aplicação do PCI, os estudos ainda não são uniformes quanto aos procedimentos metodológicos aplicados nessa técnica. Um dos pontos que ainda não foi elucidado diz respeito ao local de aplicação do PCI. Na literatura, são observados estudos que utilizam a técnica de PCI nos membros superiores<sup>4, 7, 8</sup>, nos membros inferiores<sup>9, 2, 10, 11, 12</sup> e até mesmo a combinação simultânea dos membros superiores e inferiores<sup>13</sup>, não havendo, até o presente momento, nenhum estudo que buscasse analisar em qual membro a aplicação do PCI seria mais eficaz na velocidade dos atletas, nem mesmo as variações do acúmulo de lactato e outras medidas fisiológicas diante dessas diferentes aplicações. Ainda, observa-se que existem poucos estudos que especificaram os efeitos do PCI sobre a velocidade de nadadores<sup>4, 8, 11, 13, 12</sup>, não havendo, também, um consenso sobre sua verdadeira eficácia.

Nessa perspectiva e diante das lacunas apresentadas pela literatura, o objetivo do presente estudo foi analisar o efeito agudo de diferentes protocolos

de pré-condicionamento isquêmico (PCI) sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros.

### 3 Procedimentos metodológicos

Participaram deste estudo, 12 atletas homens, praticantes de natação há pelo menos 3 anos (idade  $16,2 \pm 1,5$  anos; massa corporal =  $62,3 \pm 9,4$  kg; estatura  $173 \pm 6,9$  cm, índice de massa corporal (IMC) =  $20,6 \pm 2,0$  kg/m<sup>2</sup>, frequência semanal de  $5,8 \pm 0,4$  vezes e índice técnico de  $444,0 \pm 83,6$ ). A dimensão amostral foi realizada utilizando o *software* G\*Power 3.1, e com um tamanho de efeito de 0,36 o “n” amostral de 12 atletas foi suficiente para fornecer poder estatístico de 80%.

Foram incluídos no estudo, os sujeitos do sexo masculino, que praticavam natação há pelo menos 3 anos, pertenciam a faixa etária de 14 a 19 anos, sem histórico de doenças cardiovasculares e pulmonares, que não faziam uso de substâncias estimulantes, fora da zona de risco no exame clínico do índice tornozelo braquial (ITB) e sem lesões osteomioarticulares. Os atletas assinaram o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE) e, no caso dos menores de idade, os pais assinaram o TCLE e os atletas, o termo de assentimento. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do CCS/UFPB campus I João Pessoa com parecer de número: 3.938.108 e CAAE: 18820019.9.0000.5188, além de ter sido vinculado ao Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (ReBEC), com registro: RBR-3yv3bn.

Na primeira semana do estudo os participantes responderam ao questionário de anamnese e foram designados, aleatoriamente, para a seleção da ordem dos protocolos propostos por meio de um sorteio com papéis. Em seguida, foram realizadas as medidas antropométricas, o exame clínico do Índice Tornozelo Braquial (ITB), a determinação da pressão de restrição de fluxo sanguíneo (DPRFS), além da mensuração, em repouso, da frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA) e lactato sanguíneo (LAC).

Nas semanas seguintes, os participantes foram ao local habitual de treino, em quatro ocasiões, separadas por, no mínimo sete dias<sup>4</sup>, para executar, de forma aleatória, um dos quatro protocolos a seguir: 1) pré-

condicionamento isquêmico nos membros superiores (PCI-MMSS); 2) pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores (PCI-MMII); 3) pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores (PCI-MMSS/II); 4) pré-condicionamento isquêmico controle (PCI). Após o término da última insuflação do manguito, os atletas aguardaram 5 minutos e deram início a um aquecimento padronizado com duração de 5 minutos, preparado pelo próprio técnico dos atletas (200m *Crawl* solto; 200m *Fertlek* e; 200m solto). Todos os protocolos foram realizados no mesmo horário (entre 15h e 17h), na piscina habitual de treino e competição dos atletas (25 metros) e na mesma raia (número 0), encostada ao lado direito da borda da piscina. Para minimizar as possíveis diferenças técnicas entre os atletas, como o tempo de reação entre o sinal sonoro e o início da prova, impulsão e potência de salto, os mesmos iniciaram o teste dentro da piscina. Três cronometristas, independentes, registraram o tempo dos atletas, de forma cega quanto a intervenção realizada por cada participante.

A sessão de PCI foi realizada de forma bilateral, com os atletas em decúbito dorsal, e a aplicação dos manguitos deu-se da seguinte forma: 1) nos membros superiores para o PCI-MMSS; 2) nos membros inferiores para o PCI-MMII e; 3) nos membros superiores e inferiores simultaneamente para o PCI-MMSS/II e controle. Para todos os protocolos, exceto o controle, utilizou-se 80% da pressão necessária para restrição total do fluxo sanguíneo para segurança dos atletas e individualidade da prescrição. Foram realizados então, 4 ciclos de restrição de 5 minutos cada, alternados com 5 minutos de reperfusão (0 mmHg), resultando em uma intervenção total de 40 minutos<sup>9, 4, 2</sup>.

No protocolo controle, o manguito foi posicionado nos membros superiores e inferiores e o ciclo de restrição consistiu em inflar o manguito a 10% da pressão necessária para restrição total do fluxo sanguíneo por 2 minutos, seguido por 1 minuto a 80% e mais 2 minutos a 10%, totalizando 5 minutos, alternados com 5 minutos de reperfusão (0 mmHg), resultando, também, em 40 minutos de intervenção. O minuto que utilizou a pressão de 80% da restrição total serviu para induzir os atletas a uma percepção de incômodo similar ao PCI sem que houvesse qualquer modificação fisiológica<sup>11</sup>.

As mensurações da frequência cardíaca, pressão arterial foram realizadas nos momentos de repouso e após a prova de 100m por meio de um

monitor de pressão arterial automático (modelo HEM-6122, OMRON - Japão). E as de lactato sanguíneo, em repouso e após 1 minuto da prova de 100 metros, utilizando um lactímetro portátil (Accutrend Plus®, Alemanha), por meio de uma amostra de sangue retirada do dedo indicador da mão direita dos participantes.

Para mensurar a estatura dos sujeitos foi utilizado um estadiômetro portátil (Sanny® - Brasil) com precisão de 0,01 mm, enquanto a massa corporal, massa muscular esquelética, massa de gordura, percentual e gordura e o índice de massa corporal (IMC) foram avaliados pela bioimpedância portátil (InBody 120 – Rio de Janeiro, RJ, Brasil). Para realizar o exame clínico ITB foi utilizando um esfigmomanômetro aneróide (Premium - GLICOMED®, São Paulo, SP, Brasil) e um aparelho Doppler Vascular Portátil no modelo DF-7001 (MedPej, Ribeirão Preto, SP, Brasil), com a finalidade de verificar a predisposição dos indivíduos a doença arterial obstrutiva periférica (DAOP), sendo o valor normal do índice de 0,90 a 1,30<sup>14-15</sup>. Para a mensuração da pressão de restrição de fluxo o torniquete foi inflado até o ponto que o pulso auscultatório da artéria braquial (membros superiores) ou artéria tibial posterior ou pediosa (membro inferiores) fosse interrompido, sendo estabelecido como 100% de RFS. A pressão do manguito utilizada durante o PCI foi determinada a 80% da pressão necessária para a restrição total do fluxo de sanguíneo, garantindo assim a segurança dos indivíduos avaliados<sup>16</sup>.

Os dados foram analisados no pacote estatístico computadorizado *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS - 21.0). Para verificar a similaridade entre os participantes nas condições pré-experimento e a concordância intra-avaliadores utilizou-se o teste de *Intraclass Correlation* (ICC) – modelo misto de dois fatores do tipo concordância absoluta.

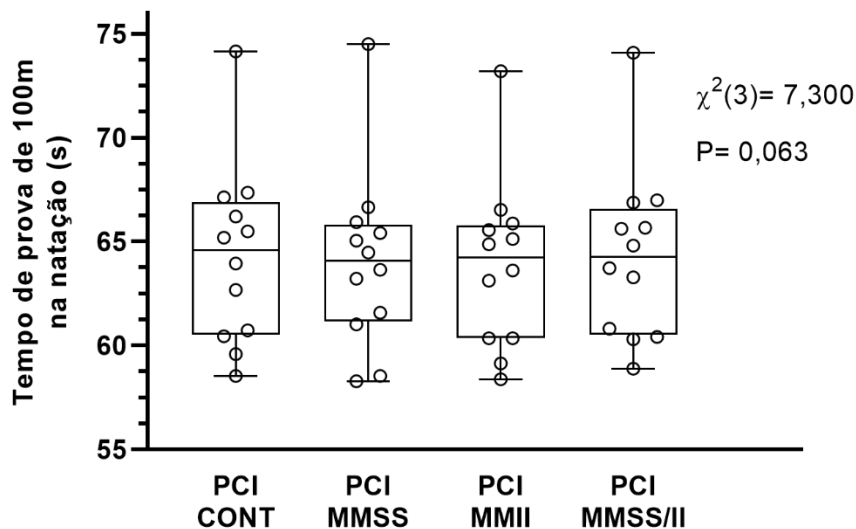
Atendendo aos pressupostos de normalidade, foi utilizado o teste ANOVA de medidas repetidas (2 momentos x 4 protocolos) para comparar as variáveis de FC, DP e LAC, seguido pelo *post-hoc* de *Sidak* para identificar as diferenças pontuais. Foi utilizado o teste de *Friedman* ( $\chi^2$ ) – com comparações múltiplas em pares (1 momento x 4 grupos) para amostras dependentes, para comparar o tempo de prova de natação de 100m entre os protocolos e foi calculada a variação absoluta para observar a diferença mínima entre

protocolos experimentais e o protocolo PCI-CONT no tempo de prova de 100m na natação<sup>4, 13</sup>.

O *Eta-Square Partial* ( $\eta^2_p$ ) foi utilizado para *effect size* (ES) global do teste ANOVA de medidas repetidas<sup>19</sup>. Para comparar a magnitude de mudança entre os protocolos experimentais em relação ao protocolo controle no tempo de prova, foi utilizado o *Cohen's d*<sup>17, 18</sup>. O ES de *Cohen's d* foi estimado utilizando a calculadora *Psychometrica "Effect size estimates in repeated measures designs"*<sup>20</sup> e interpretando como<sup>21</sup>: insignificante ( $\leq 0,19$ ), pequeno (0,20 – 0,49), médio (0,50 – 0,79), grande (0,80 – 1,29) e muito grande ( $\geq 1,30$ ). Os dados foram apresentados em média e desvio padrão (média  $\pm$  DP) e nível de significância adotado foi de  $\alpha \leq 0,05$ , para todas as comparações.

#### 4 Resultados

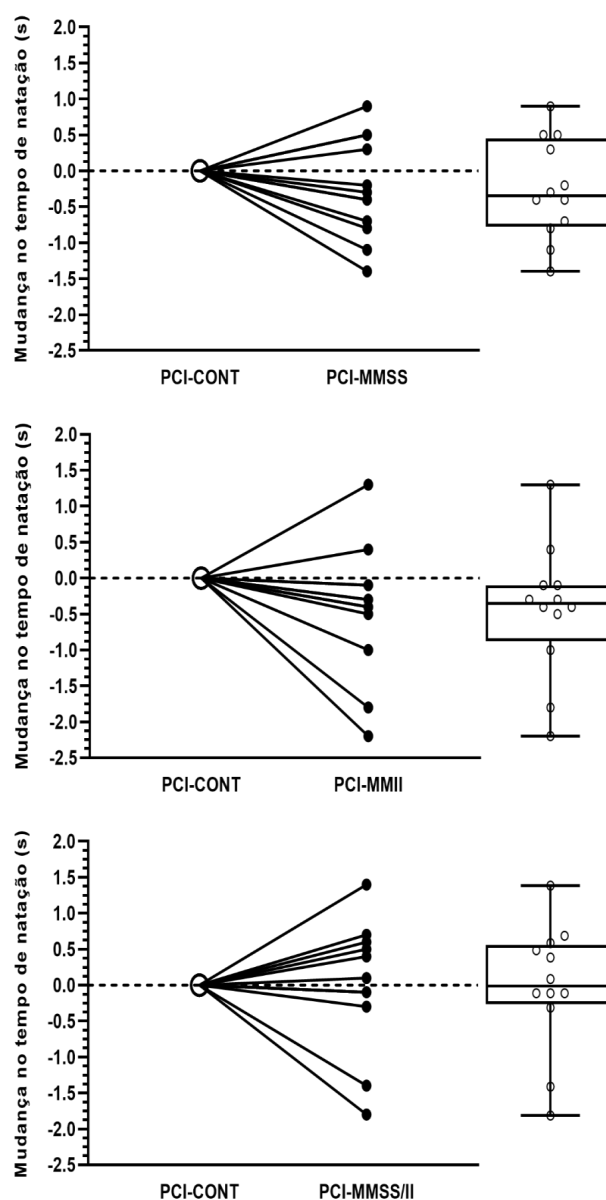
Na comparação do tempo da prova de 100 metros (Figura 1) não houve diferença entre os protocolos (PCI-MMSS:  $64,0 \pm 4,3$ ; PCI-MMII:  $63,8 \pm 4,0$ ; PCI-MMSS/II:  $64,3 \pm 4,1$ ; PCI-CONT:  $64,3 \pm 4,3$ ;  $P > 0,05$ ). Além disso, ao comparar o ES, verificou-se que o protocolo PCI-MMSS apresentou um efeito pequeno na redução do tempo de prova em relação ao protocolo PCI-CONT ( $d = 0,38$ ; IC95% =  $-1,2$  a  $0,4$ ), já o protocolo PCI-MMII apresentou um efeito insignificante, na redução do tempo, de prova dos atletas em relação ao protocolo PCI-CONT ( $d = 0,05$ ; IC95% =  $-0,9$  a  $0,8$ ), e o protocolo PCI-MMSS/II teve um efeito insignificante, no aumento do tempo, de prova em relação a condição PCI-CONT ( $d = 0,01$ ; IC95% =  $-0,8$  a  $0,8$ ).



**Figura 1** – Comparação do tempo de prova de 100 metros na natação após diferentes protocolos experimentais de PCI (n = 12)

Legenda: PCI-MMSS – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores; PCI-MMII – pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; PCI-MMSS/II – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; PCI-CONT – pré-condicionamento isquêmico controle.

No entanto, ao observar a diferença absoluta dos protocolos experimentais em relação ao protocolo PCI-CONT (Figura 2), no tempo individual dos atletas, verificou-se que nas condições PCI-MMSS e PCI-MMII um número maior de nadadores teve redução do seu tempo de prova, em contraste com o protocolo PCI-MMSS/II.



**Figura 2** – Diferença absoluta do tempo de prova de 100m na natação dos protocolos experimentais vs. protocolo controle (n = 12)

Legenda: PCI-MMSS – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores; PCI-MMII – pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; PCI-MMSS/II – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; PCI-CONT – pré-condicionamento isquêmico controle.

O teste de ICC mostrou que os 3 cronometristas apresentaram uma magnitude de alta confiabilidade em todos os protocolos experimentais (PCI-MMSS: CCI=0,99 [quase completa];  $P<0,001$ ; PCI-MMII: CCI=0,99 [quase completa];  $P<0,001$ ; PCI-MMSS/II: CCI=0,99 [quase completa];  $P<0,001$ ; PCI-CONT: CCI=0,99 [quase completa];  $P<0,001$ ). Os atletas apresentaram uma

magnitude de concordância quase completa para FC (CCI=0,84 [quase completa];  $P<0,001$ ), e substancial para DP (CCI=0,76 [quase completa];  $P<0,001$ ) e LAC CCI=0,61 [substancial];  $P=0,002$ ) no momento pré entre os protocolos.

Na Tabela 1, foi observado um aumento na comparação entre os momentos (Pré vs. Pós) na variável FC ( $P<0,05$ ). Pela análise de *post-hoc*, verificou-se um aumento da FC imediatamente após todos os protocolos (PCI-MMSS: IC95%=33,9 a 57,6;  $P<0,001$ ; PCI-MMII: IC95%=24,7 a 55,8;  $P<0,001$ ; PCI-MMSS/II: IC95%= 8,5 a 14,5;  $P<0,001$ ; PCI-CONT: IC95%= 26,1 a 51,9;  $P<0,01$ ). Porém, não houve diferença entre os protocolos ( $P>0,05$ ) nem interação “Protocolo vs. Momento” na variável FC ( $P>0,05$ ).

Em relação a variável DP (Tabela 1), foi encontrado um aumento entre os momentos ( $P<0,05$ ). Por meio da análise de *post-hoc*, observou-se um aumento do DP imediatamente após os protocolos PCI-MMSS (IC95%=6.660,2 a 9.317,8;  $P<0,001$ ), PCI-MMII (IC95%=4.769,9 a 9.579,1;  $P<0,001$ ), PCI-MMSS/II (IC95%=3.570,7 a 9.585,2;  $P=0,001$ ), no entanto, não houve diferença entre os momentos Pré e Pós no PCI-CONT (IC95%=-7.291,5 a 47.453,6;  $P=0,135$ ) como também não foi observada diferença entre os protocolos ( $P>0,05$ ) e nem interação “Protocolo vs. Momento” na variável DP ( $P>0,05$ ).

Na comparação dos níveis de LAC (Tabela 1) houve diferença significativa entre os momentos em todos os protocolos, indicando aumento dos níveis de lactato (PCI-MMSS: IC95%=6,9 a 11,5; PCI-MMII: IC95%=5,3 a 10,9; PCI-MMSS/II: IC95%=5,3 a 10,7; PCI-CONT: IC95%=7,4 a 10,7;  $P<0,05$ ). Não houve diferença significativa entre os grupos ( $P>0,05$ ) e interação “Protocolo vs. Momento” nos níveis de LAC ( $P>0,05$ ).

**Tabela 1** – Respostas fisiológicas (FC, DP e LAC) após diferentes protocolos experimentais de PCI (n = 12)

Variáveis	Momento	Protocolos Experimentais				ANOVA	F (gl)	P	$\eta^2_p$
		PCI-MMSS	PCI-MMII	PCI-MMSS/II	PCI-CONT				
FC	Pré	80,4 ± 10,5	84,6 ± 13,4	85,7 ± 13,4	82,8 ± 13,6	Protocolo	0,3 (3)	0,851	0,02
	Pós	126,1 ± 16,5**	124,7 ± 19,0**	117,3 ± 24,4*	121,83 ± 23,6**	Momento	53,5 (1)	<0,001	0,83
						P × M	1,70 (3)	0,185	0,13
DP	Pré	9437,6 ± 1460,9	9996,8 ± 1697,3	10184,2 ± 1900,8	9199,4 ± 1235,0	Protocolo	0,8 (3)	0,501	0,07
	Pós	17426,6 ± 2440,9**	17171,3 ± 3130,5**	16762,1 ± 4415,3**	29280,5 ± 43273,6	Momento	10,8 (1)	0,007	0,50
						P × M	1,1 (3)	0,088	0,08
LAC	Pré	2,7 ± 0,9	2,4 ± 0,7	2,7 ± 0,8	2,7 ± 1,1	Protocolo	1,1 (3)	0,357	0,09
	Pós	11,9 ± 3,4**	10,5 ± 4,6**	10,7 ± 4,6**	11,8 ± 3,2**	Momento	93,2 (1)	<0,001	0,89
						P × M	0,7 (3)	0,671	0,06

Legenda: FC – frequência cardíaca; DP – duplo produto; PCI-MMSS – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores; PCI-MMII – pré-condicionamento isquêmico nos membros inferiores; PCI-MMSS/II – pré-condicionamento isquêmico nos membros superiores e inferiores; PCI-CONT – pré-condicionamento isquêmico controle.

Dados apresentados em média ± desvio padrão.

\*Diferença significativa em relação ao momento pré (P < 0,01).

\*\*Diferença significativa em relação ao momento pré (P < 0,001).

## Discussão

No presente estudo, não foi possível observar diferença significativa entre os diferentes protocolos de aplicação do pré-condicionamento isquêmico sobre a velocidade de atletas de natação em uma prova de 100 metros. No entanto, analisando os valores absolutos de cada nadador, percebeu-se que os protocolos de PCI-MMSS e PCI-MMII foram mais eficazes na redução do tempo de prova (66% e 83% respectivamente) quando comparados ao protocolo controle. Resultado promissor em virtude da competitividade e da

importância dos resultados individuais dos atletas nesta modalidade. Ainda, foram encontrados aumentos significantes entre os momentos pré e pós nas variáveis fisiológicas analisadas, FC, DP e LAC, exceto para o DP no protocolo PCI-CONT.

Um dos fatores que podem elucidar a ausência de resultado estatisticamente significante quanto ao efeito ergogênico do PCI no presente estudo é que, em geral, os efeitos desta intervenção parecem ser mais eficazes em indivíduos apenas saudáveis ou recreacionais do que em atletas treinados<sup>22, 23</sup>. Um exemplo disso é a comparação do nível atlético dos indivíduos desta pesquisa, com os achados da literatura que indicaram efeito positivo na velocidade após o PCI. No estudo de Marocolo *et al.* (2015a)<sup>8</sup>, atletas amadores em nível recreacional foram incluídos na pesquisa, enquanto o nosso estudo conduziu os testes apenas em atletas treinados. Ainda, os atletas do presente estudo tiveram a média do tempo de prova de um mesmo teste de natação de 100m inferior ao do estudo de Marocolo *et al.* (2015a)<sup>8</sup>, demonstrando a diferença da preparação física dos atletas avaliados. Apesar da capacidade de resposta de indivíduos não treinados ser grande, atletas competidores apresentam uma janela de adaptação pequena<sup>24</sup>. Isto posto, é possível levantar a hipótese de que indivíduos bem treinados respondem de forma diferente ao PCI em relação a indivíduos menos treinados, sugerindo alguma adaptação metabólica específica devido ao treinamento<sup>25</sup>.

Outro fator importante a ser observado é que, na análise da velocidade, em atletas treinados, qualquer redução no tempo mesmo que mínima, é importante para fornecer um bom resultado em uma competição. Desta forma, embora não tenham sido observadas alterações significantes entre as diferentes aplicações do PCI sobre a velocidade dos nadadores, no presente estudo, ao verificar a diferença absoluta dos protocolos experimentais em relação ao protocolo PCI-CONT verificou-se que 66% e 83% dos atletas apresentaram redução no tempo de prova de 100 metros após aplicação do PCI-MMSS e PCI-MMII, respectivamente. Resultado semelhante ao encontrado por Marocolo *et al.* (2015a)<sup>8</sup> que observaram uma redução no tempo de prova em 80% da sua amostra analisada. Em contraste com o PCI-MMSS/II que indicou redução no tempo em apenas 50% dos participantes analisados.

Os achados do presente estudo implicam, em números absolutos, numa redução de até 1,4 segundos para o PCI-MMSS e de até 2,2 segundos para o PCI-MMII. Isto posto, Jean-St-Michel *et al.* (2011) <sup>4</sup> inferiram que a redução de 0,7 segundo no tempo de prova de natação em seu estudo, para além da significância estatística, foi de grande significância fisiológica e competitiva para os atletas. Destarte, levando em conta que a natação é um esporte altamente competitivo e individual, as respostas apresentadas por cada indivíduo devem ser consideradas (Marocolo *et al.* 2015a) <sup>8</sup>. Sendo assim, ao analisar os resultados absolutos individuais dos atletas, os protocolos PCI-MMSS e PCI-MMII mostraram-se promissores na redução do tempo, quando comparados ao protocolo controle.

No que concerne as variáveis fisiológicas, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os protocolos. Ou seja, independente do posicionamento do manguito, as variáveis de FC, DP e LAC mantiveram-se inalteradas. Resultado que corrobora os estudos de Groot *et al.* (2010) <sup>9</sup>; Kido *et al.* (2015) <sup>26</sup> e Tocco *et al.* (2015) <sup>25</sup>, que também não encontraram diferença estatística entre as aplicações de PCI sobre a FC e LAC. Especificamente em relação ao lactato sanguíneo, nossos resultados são semelhantes aos de Ferreira *et al.* (2016) <sup>11</sup> que, ao observarem a não alteração dessa variável, inferiram que o metabolismo glicolítico pode não ter sido afetado pelo PCI, sendo assim, a melhora do desempenho dos nadadores apresentadas no estudo ocorreu devido a outros mecanismos. Ainda, no que se refere aos momentos pré e pós, as variáveis do nosso estudo tiveram um aumento nos seus níveis após a prova de 100m quando comparados ao repouso. Esse resultado pode ter sido observado devido a influência das demandas fisiológicas do próprio exercício e não em relação aos diferentes protocolos de PCI aplicados.

Um dos diferenciais do presente estudo, em relação aos outros que analisaram os efeitos do PCI, diz respeito a pressão aplicada nos manguitos. Como forma de respeitar a individualidade biológica dos indivíduos e controlar a segurança do método, utilizamos uma pressão de 80% da oclusão total do fluxo sanguíneo. Estratégia inédita, visto que os outros estudos utilizam pressões padrões para os membros independente dos sujeitos, geralmente 220 mmHg para membros inferiores e 180 mmHg para membros superiores <sup>13</sup>.

Dessa forma, foi possível verificar que a pressão utilizada em nosso estudo foi suficiente para melhorar o desempenho individual dos atletas, contribuindo além da segurança, para a aceitação e tolerância dos indivíduos analisados<sup>27</sup>.

Como limitações, neste estudo examinamos o efeito do PCI 15 minutos após a última reperusão dos manguitos, dessa forma, os achados não podem se estender a uma janela de tempo mais longa. Da mesma forma, apenas atletas homens treinados foram analisados no presente estudo, não podendo os resultados serem extrapolados para outras populações. Sugere-se que próximos estudos busquem dar continuidade aos esclarecimentos quanto às diferentes aplicações desta técnica em diversos tipos de população.

## 6 Conclusão

Os resultados do presente estudo mostraram que, apesar do PCI não ter apresentado melhoria no desempenho físico do ponto de vista estatístico, do ponto de vista individual, os protocolos de PCI-MMSS e PCI-MMII reduziram o tempo de prova de 100 metros, de atletas no nado Crawl em relação ao controle, resultado este, considerado promissor, podendo apoiar o efeito ergogênico do PCI em atletas de natação.

## Referências

1. Murry CE, Jennings RB, Reimer KA. Preconditioning with ischemia: a delay of lethal cell injury in ischemic myocardium. *Circulation*. 1986; 74(5): 1124-1136.
2. Bailey TG, Jones H, Gregson W, Atkinson G, Cable NT, Thijssen DH. Effect of ischemic preconditioning on lactate accumulation and running performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 2012; 44(11): 2084-2089.
3. Griffin PJ, Ferguson RA, Gissane C, Bailey SJ, Patterson SD. Ischemic preconditioning enhances critical power during a 3 minutes all-out cycling test. *Journal of Sports Science*. 2017; 36(9): 1038-1043.
4. Jean-St-Michel E, Manlhiot C, Li J, et al. Remote preconditioning improves maximal performance in highly trained athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2011; 43(7):1280-1286.

5. Riksen NP, Smits P, Rongen GA. Ischaemic preconditioning: from molecular characterisation to clinical application - part 1. *The Journal of Medicine*. 2004; 62(10); 353–363.
6. Kilduff LP, Finn CV, Baker JS, et al. Preconditioning strategies to enhance physical performance on the day of competition *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2013; 8(6):677-681.
7. Kjeld T, Rasmussen MR, Jattu T, et al. Ischemic preconditioning of one forearm enhances static and dynamic apnea. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2014; 46(1):151-155.
8. Marocolo M, da Mota GR, Pelegrini V, et al. Are the Beneficial Effects of Ischemic Preconditioning on Performance Partly a Placebo Effect. *International Journal of Sports Medicine*. 2015a; 36(10):822-335.
9. de Groot PC, Thijssen DH, Sanchez M, et al. Ischemic preconditioning improves maximal performance in humans. *European Journal of Applied Physiology*. 2010; 108(1):141-146.
10. Marocolo M, Willardson JM, Marocolo M, da Mota GR, Simão R, Maior AS. Ischemic preconditioning and placebo intervention improves resistance exercise performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2016a; 30 (5): 1462-1469.
11. Ferreira TN, Sabino-Carvalho JL, Lopes TR, et al. Ischemic Preconditioning and Repetead Sprint Swimming: A Placebo and Nocebo Study. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2016; 48(10): 1967-1975.
12. Williams N, Russell M, Cook CJ, Kilduff LP. The Effect of Ischemic Preconditioning on Maximal Swimming Performance *Journal of Strength and Conditioning Research*. 2018 Jan 30. doi: 10.1519/JSC.0000000000002485. Epub ahead of print. PMID: 29389691.
13. Lisbôa FD, Turnes T, Cruz RS, Raimundo JA, Pereira GS, Caputo F. The time dependence of the effect of ischemic preconditioning on successive sprint swimming performance. *Journal of Science and Medicine in Sports*. 2017; 20(5): 507-511.
14. Gabriel AS, Serafim PH, Freitas CE, Tristão CK, Taniguchi RS, Beteli CB, Gabrie EA, Morad JFM. Doença arterial obstrutiva periférica e índice tornozelo-braço em pacientes submetidos à angiografia coronariana. *Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular*. 2007; 22(1): 49-59.
15. Giollo Júnior LT, Martin JFV. Índice tornozelo-braquial no diagnóstico da doença aterosclerótica carotídea. *Revista Brasileira de Hipertensão*. 2010; 12(2): 117-118.
16. Laurentino GC, Ugrinowitsch C, Roschel H, Aoki MS, Soares AG, Neves MJR, AIHARA A.Y, FERNANDES ADAR, TRICOLI V. Strength training with

blood flow restriction diminishes myostatin gene expression. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2012; 44(3): 406-412.

17. Field A. *Descobrimdo a estatística usando o SPSS*. 2 ed. Porto Alegre: Artmed; 2009.

18. Morris SB. Estimating effect sizes from pretest-posttest-control group designs. *Organizational Research Methods*. 2007; 11(2): 364–386.

19. Morris SB, Deshon RP. Combining effect size estimates in meta-analysis with repeated measures and independent-groups designs. *Psychological Methods*. 2002; 7(1): 105-125.

20. Lenhard W, Lenhard A. *Calculation of Effect Sizes*; Psychometrica: Dettelbach, Germany, 2016; doi:10.13140/RG.2.2.17823.92329.

21. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2. ed. United States of America: Lawrence Erlbaum Associates;1988.

22. Hittinger EA, Maher JL, Nash MS, Perry AC, Signorile JF. Ischemic preconditioning does not improve peak exercise capacity at sea level or simulated high altitude in trained male cyclists. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2015; 40(1): 65-71.

23. Caru M, Levesque A, Lalonde F, Curnier D. An overview of ischemic preconditioning in exercise performance: a systematic review. *Journal of Sport and Health Science*. 2019; 8(4): 355-69.

24. Marocolo M, da Mota GR, Simim MA, Appell Coriolano HJ. Myths and facts about the effects of ischemic preconditioning on performance. *International Journal of Sports Medicine*. 2015b; 95(2): 87-96.

25. Tocco F, Marongiu E, Ghiani G, Sanna I, Palazzolo G, Olla S, Pusceddu M, Sanna P, Corona F, Concu A, Crisafulli A. Muscle ischemic preconditioning does not improve performance during self-paced exercise. *International Journal of Sports Medicine*. 2015; 36(1): 9-15.

26. Kido K, Suga T, Tanaka D, Honjo T, Homma T, Fujita S, Hamaoka T, Isaka T. Ischemic preconditioning accelerates muscle deoxygenation dynamics and enhances exercise endurance during the work-to-work test. *Physiological Reports*. 2015; 3(5): e12395.

27. Sharma V, Cunniffe B, Verma AP, Cardinale M, Yellon D. Characterization of acute ischemia-related physiological responses associated with remote ischemic preconditioning: a randomized controlled, crossover human study. *Physiological Reports*. 2014; 2(11): 1-11.

**ANEXOS**

## ANEXO A – Parecer Consubstanciado Do Comitê De Ética Em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos Do CCS/UFPB Campus I João Pessoa

UFPB - CENTRO DE CIÊNCIAS  
DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE  
FEDERAL DA PARAÍBA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DA EMENDA

**Título da Pesquisa:** Efeito agudo do pré-condicionamento Isquêmico na velocidade de atletas de natação: estudo crossover

**Pesquisador:** Wanessa Kelly Vieira de Vasconcelos

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 18820019.9.0000.5188

**Instituição Proponente:** Centro De Ciências da Saúde

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.938.108

#### Apresentação do Projeto:

Emenda apresentada com a finalidade alterar, por necessidade, a idade dos participantes. A pesquisadora também adicionou mais uma variável no estudo: lactato sanguíneo.

#### Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do estudo é analisar o efeito agudo do pré-condicionamento Isquêmico na velocidade de atletas de natação.

#### Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Adequados ao projeto.

#### Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa bem instruída e exequível.

#### Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foi adicionado um novo TCLE e um termo de assentimento pros menores de idade.

#### Recomendações:

Que cumpra os critérios éticos apresentados na Plataforma Brasil.

#### Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

De acordo com a resolução 466/12, portanto recomenda-se a aprovação.

Endereço: UNIVERSITÁRIO S/N  
Bairro: CASTELO BRANCO CEP: 58.051-900  
UF: PB Município: JOÃO PESSOA  
Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

## ANEXO B – Registro Brasileiro De Ensaio Clínicos (REBEC)

RBR-3yv3bn

Efeito agudo do pré-condicionamento isquêmico na velocidade de atletas de natação em uma prova de 100m: estudo crossover

Data de registro: 4 de Junho de 2020 às 13:20

Last Update: 26 de Ago. de 2020 às 19:56

### Tipo do estudo:

Intervenções

### Título científico:

Efeito agudo do pré-condicionamento  
isquêmico na velocidade de atletas de  
natação em uma prova de 100m: estudo  
crossover

PT-BR

Acute effect of ischemic preconditioning on  
speed of swimming athletes in a 100m test:  
crossover study

EN

### Identificação do ensaio

Número do UTN: U1111-1252-9618