UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO, ATIVIDADE FÍSICA E PLASTICIDADE FENOTÍPICA – PPGNAFPF

NASTO RABELO TRINDADE NETO

EFEITO DA ACIDOSE METABÓLICA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO PRÉVIO DE MEMBROS SUPERIORES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FADIGA NEUROMUSCULAR NOS MÚSCULOS DO QUADRÍCEPS

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2019

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO, ATIVIDADE FÍSICA E PLASTICIDADE FENOTÍPICA – PPGNAFPF

NASTO RABELO TRINDADE NETO

EFEITO DA ACIDOSE METABÓLICA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO PRÉVIO DE MEMBROS SUPERIORES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FADIGA NEUROMUSCULAR NOS MÚSCULOS DO QUADRÍCEPS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Pernambuco, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, área de concentração em Fatores Ambientais Moduladores da Plasticidade Fenotípica, para a obtenção do Título de Mestre.

Orientador: Dr. Marcos David da Silva Cavalcante

Coorientador: Dr. Guilherme Assunção

VITÓRIA DE SANTO ANTÃO

2019

Catalogação na fonte
Sistema de Bibliotecas da UFPE – Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Ana Ligia F. dos Santos, CRB4-2005

T832e Trindade Neto, Nasto Rabelo.
Efeito da acidose metabólica induzida pelo exercício prévio de membros superiores sobre o desenvolvimento da fadiga neuromuscular nos músculos do quadríceps./ Nasto Rabelo Trindade Neto. - Vitória de Santo Antão, 2019.
46 folhas; fig.

Orientador: Marcos David da Silva Cavalcante.
Coorientador: Guilherme Assunção.
Dissertação (Mestrado em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica) – Universidade Federal de Pernambuco, CAV, do Programa de Po´s-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, 2019.

1. Educação Física e Treinamento. 2. Treinamento de Resistência. 3. Fadiga Muscular. I. Cavalcante, Marcos David da Silva (Orientador). II. Assunção, Guilherme (Coorientador). III. Título.

796.41 CDD (23.ed.) **BIBCAV/UFPE-027/2019**

NASTO RABELO TRINDADE NETO

EFEITO DA ACIDOSE METABÓLICA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO PRÉVIO DE MEMBROS SUPERIORES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FADIGA NEUROMUSCULAR NOS MÚSCULOS DO QUADRÍCEPS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, área de concentração em fatores ambientais moduladores da plasticidade fenotípica da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em: 27/02/2019.

BANCA EXAMINADORA

_____
Profº. Dr. Marcos David da Silva Cavalcante (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Profº. Dr. Leandro José Camati Felippe (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

_____
Profº. Dr. João Paulo Lopes da Silva (Examinador Externo)
Centro Universitário CESMAC

_____
Profº. Dr. Eduardo Zapaterra Campos (Examinador Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha família: Mãe, Pai, Irmã e Sobrinha. Pelo incentivo, amizade, companheirismo e amor.

Muito obrigado pelo apoio e por acreditar que eu sempre posso ir além.

Amo todos vocês!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, que nos permite, nos dá oportunidades e nos ajuda a realizarmos os nossos sonhos.

À minha mãe, Rosana Teles, que sempre me ajudou nos momentos mais difíceis. Ao meu pai, Nasto Filho, que sempre acreditou em mim e nunca interferiu em minhas decisões e sempre me apoiou. A minha irmã, Nayane Rabelo, que sempre cuidamos um do outro e conversamos nos momentos difíceis da vida. A minha sobrinha, Maria Júlia, por ter nascido tão linda, carinhosa e amável.

Aos meus companheiros de casa, Gleicilene, Edilson e Fabiano, pelo companheirismo diário, apoio nos dias mais estressantes e comemorações pelos nossos objetivos alcançados.

Ao professor Marcos David, que tive a honra de conhecer durante o período do mestrado e por ter me aceitado como orientando de última hora nessa fase da pesquisa que iniciou na minha vida. Eu desejo que todo orientando tenha tanta atenção, disponibilidade e suporte para ser ajudado como tive dele. Obrigado pela humildade, exigência e compreensão em todos os momentos. Obrigado, também, por acreditar que tudo daria certo, pela confiança, por me ajudar todo dia a amadurecer e aprender um pouco mais. Espero poder retribuir da mesma forma e o que precisar de mim, estarei sempre à disposição. Serei sempre grato.

Agradeço pela disponibilidade dos professores Guilherme Assunção e Leandro Camati pelo suporte diário no laboratório para qualquer coisa que precisei, pelas dicas e principalmente pela ajuda e disponibilidade de tempo para me ensinar a utilizar os materiais, reagentes e aparelhos da minha pesquisa, aprendi muito com vocês e felizmente se tornaram grandes companheiros e amigos. A vocês serei sempre grato.

Ao professor Diogo Vasconcelos, pelas aulas no estágio docência, suporte e humildade de sempre nas atividades diárias além das caronas para Recife onde tive que ir e vir quase todos os dias para estudar no campus de Vitória.

Agradecer a Gerffeson, Luvanor e Isael pela amizade, conversas e apoio nos momentos difíceis todos os dias que nos encontrávamos no laboratório ou fora dele. Obrigado pela humildade e companheirismo, vocês são incríveis, sou muito grato.

Agradeço aos demais companheiros e amigos de turma: Idelfonso Beltrão, Aline Nunes, Renata Carneiro, Renata Emmanuele e Larissa Falcão, que fomos sempre unidos durante o período das disciplinas onde nos víamos todos os dias e nos ajudávamos sempre. Vocês são pessoas do bem e que merecem o lugar que estão.

A todos os integrantes do nosso grupo de pesquisa Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica e Grupo de Pesquisa em Ciências do Esporte, que estiveram presentes ao longo desses anos de estudo.

Aos professores e funcionários da Pós-graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica da UFPE.

Agradeço também a CAPES, pelo apoio financeiro. Muito obrigado.

Agradeço a todos que de alguma forma me ajudaram a seguir e conquistar esse sonho.

“Continue a nadar...”
Dory (Procurando Nemo, 2003)

RESUMO

O estudo tem por objetivo verificar os efeitos do exercício prévio com membros superiores sobre o grau de fadiga central e periférica nos membros inferiores. Participaram dos estudos 1 e 2, doze e dez homens, respectivamente. No estudo 1, os participantes foram submetidos a um protocolo de estimulação elétrica de 300s (PEE) após exercício intermitente de alta intensidade para braço (BRAest) ou repouso (CONest). No estudo 2, os participantes foram submetidos a um protocolo com 60 contrações voluntárias máximas (CVM) após exercício intermitente de alta intensidade para braço (BRA_{CVM}) ou repouso (CON_{CVM}). A ativação voluntária máxima (AV) e força involuntária (QTW), parâmetros de fadiga central e periférica, respectivamente, foram avaliados antes e após o exercício intermitente de alta intensidade para braço, antes e após o PEE (estudo 1) e a cada 6 CVM (estudo 2). O exercício de braço causou uma queda na CVM ($p=0,01$) e QTW ($p<0,01$), sem alteração **(**$p=0,71$**)** na VA. No estudo 1, uma redução ($p<0,05$) na CVM e QTW foi observada imediatamente após PEE, mas sem diferença entre as condições. Por outro lado, no estudo 2, houve uma menor média da CVM em BRA_{CVM} comparado com CON_{CVM}. Isso foi acompanhado por uma rápida redução na QTW em BRA_{CVM} comparado com CON_{CVM}. Nossos resultados sugerem que o exercício prévio de braço não causa queda na força submáxima, porém causa uma redução na força máxima devido a maior taxa de desenvolvimento da fadiga periférica.

Palavras-chave: Fadiga central. Fadiga periférica. Contração máxima. Contração submáxima.

ABSTRACT

The study aims to verify the effects of previous exercise with upper limbs on the degree of central and peripheral fatigue in the lower limbs. One and two, twelve and ten men, respectively, participated in the studies. In study 1, participants were submitted to an electrical stimulation protocol of 300s (ESP) after intermittent high intensity arm exercise (BRAest) or rest (CONest). In study 2, the participants were submitted to a protocol with 60 maximum voluntary contractions (MVC) after intermittent high-intensity arm exercise (BRA_{MVC}) or rest (CON_{MVC}). The maximal voluntary activation (VA) and involuntary force (QTW), central and peripheral fatigue parameters, respectively, were evaluated before and after intermittent high intensity arm exercise, before and after ESP (study 1) and every 6 MVC (Study 2). Arm exercise caused a decrease in MVC ($p = 0.01$) and QTW ($p < 0.01$), without change ($p = 0.71$) in AV. In study 1, a reduction ($p < 0.05$) in MVC and QTW was observed immediately after ESP but with no difference between conditions. On the other hand, in study 2, there was a lower MVC mean in BRA_{MVC} compared to CON_{MVC}. This was followed by a rapid reduction in QTW in BRA_{MVC} compared to CON_{MVC}. Our results suggest that previous arm exercise does not cause submaximal force decrease but causes a reduction in maximum force due to the higher development rate of peripheral fatigue.

Keywords: Central fatigue. Peripheral fatigue. Maximum contraction. Submaximal contraction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Esquema representativo do desenho experimental. Aquec. MI = Aquecimento dos membros inferiores; A = Exercício Intermitente de Membros Superiores; B = Condição Controle; CVM = Contração Voluntária Máxima; CVM_{est} = Contração Voluntária Máxima com estímulo elétrico sobreposto e durante o repouso após a CVM; E.E = Estimulação Elétrica; Coleta de Sangue Venoso para Análise de K^+, Lac e pH, 3' após a condição anterior. 23

Figura 2 - Mudança da contração voluntária máxima (A), força involuntária (B) e ativação voluntária (C), pré e pós exercício de alta intensidade de membros superiores. Valores com média (%) e ±DP, n=12. *Significativamente (p<0,01) diferente do Pré. 28

Figura 3 - Mudança da força sem (círculo preenchido) e com (círculo vazio) o exercício prévio de braço, média dos valores a cada 15 segundos. Valores com média (%) e ±DP, n=12. $^{\#}$Efeito do momento (p<0,001). 29

Figura 4 - CVM (A), QTW (B) e AV (C) avaliada antes (barra vazia) e após (barra preenchida) o PEE nas condições BRAest e CONest. Valores com média (%) e ±DP, n=12. *Significativamente (p<0,05) diferente de Pré $_{PEE}$. 30

Figura 5 - Mudança do pH sanguíneo (A), Lactato (B) e Potássio (C) sem (círculo preenchido) e com (círculo vazio) o exercício prévio de braço durante o repouso, antes do PEE e após o PEE. Valores com média (%) e ±DP, n=12. $^{\#}$Efeito do momento, $^{+}$Efeito da condição. *Significativamente (p<0,05) diferente de CON_{est}.....31

Figura 6 - Mudança da CVM (A), AV (B) e QTW (C) sem (círculo preenchido) e com (círculo vazio) o exercício prévio de braço. Estímulo dado durante a 2ª CVM e a cada 6 CVM. Valores com média (%) e ±DP, n=10. $^{\#}$Efeito do momento, $^{+}$Efeito da condição. *Significativamente (p<0,05) diferente de CON_{CVM}.....32

Figura 7 - Mudança do pH, Potássio e Lactato plasmático sem (círculo preenchido) e com (círculo vazio) o exercício prévio de braço durante o repouso, antes das 60 CVM e após as 60 CVM. Valores com média (%) e ±DP, n=10. $^{\#}$Efeito do momento, $^{+}$Efeito da condição. *Significativamente (p<0,05) diferente de CON_{CVM}.....33

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

$[K^+]$	Concentração de Potássio
ATP	Adenosina Trifosato
AV	Ativação Voluntária.
BRA_{CVM}	Condição de Intervenção com INT no Estudo 2.
BRA_{est}	Condição de Intervenção com INT no Estudo 1.
Ca^{2+}	Íons de Cálcio
CON_{CVM}	Condição Controle do Estudo 2.
CON_{est}	Condição Controle do Estudo 1.
CVM	Contração Voluntária Máxima.
H^+	Íons de Hidrogênio
INT	Exercício Intermitente de Alta Intensidade para Braço.
K^+	Íons de Potássio
Na^+	Íons de Sódio
NH_4Cl	Cloreto de Amônio
PCr	Fosfocreatina
PEE	Protocolo de Estimulação Elétrica (300s).
P_i	Fosfato Inorgânico
QTW	Ativação Involuntária.
SNC	Sistema Nervoso Central
$W_{máx}$	Potência Máxima.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
2 REVISÃO DA LITERATURA 15
2.1 FADIGA NEUROMUSCULAR 15
2.2 FADIGA PERIFÉRICA 16
2.3 ACIDOSE METABÓLICA 17
2.4 EXERCÍCIO PRÉVIO DE MEMBROS SUPERIORES E DESEMPENHO 18
3 HIPÓTESE 20
4 OBJETIVOS 21
4.1 GERAL 21
4.2 ESPECÍFICO 21
5 METODOLOGIA 22
5.1 AMOSTRA 22
5.2 DESENHO EXPERIMENTAL 22
5.3 TESTE INCREMENTAL 24
5.5 EXERCÍCIO INTERMITENTE DE BRAÇO 24
5.4 PROTOCOLO DE ESTÍMULAÇÃO ELÉTRICA (300 seg) 25
5.6 CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA MÁXIMA (CVM) 25
5.7 COLETA E ANÁLISES SANGUÍNEAS DE LACTATO, POTÁSSIO E pH 25
5.8 ANÁLISE DE DADOS 26
5.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA 26
6 RESULTADOS 28
7 DISCUSSÃO 34
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS 37
REFERÊNCIAS 38
ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 41
ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA 43

1 INTRODUÇÃO

A fadiga é definida como uma redução na capacidade do músculo esquelético em produzir uma força que pode ter suas causas tanto por fatores centrais como por fatores periféricos (ENOKA; STUART, 1992). A fadiga central é defina como uma falha progressiva na ativação voluntária do músculo em virtude da redução na capacidade do sistema nervoso central (SNC) em gerar e/ou conduzir os impulsos nervosos para o músculo (GANDEVIA, 2001). Por outro lado, a fadiga periférica desencadeada por modificações metabólicas que ocorrem a partir da junção neuromuscular, resultando na redução da capacidade do maquinário contrátil muscular de se contrair (GANDEVIA, 1992; DAVIS, 1995).

Interessantemente, prévios estudos têm demonstrado uma redução no desempenho durante exercício de alta intensidade após a realização de um exercício envolvendo outros grupamentos musculares (KARLSSON *et al.*, 1975; BANGSBO *et al.*, 1996; NORDSBORG *et al.*, 2003). Diferentes mecanismos têm sido propostos para explicar esses achados. Um dos mescanismos proposto é que a realização de um exercício prévio promove um acúmulo nas concentrações sanguíneas de lactato e íons de hidrogênio (H^+), que por sua vez, resulta na redução do efluxo de lactato e H^+ dos músculos envolvidos no exercício subsequente (BANGSBO *et al.*, 1996; GRANT *et al.*, 2014; JOHNSON *et al.*, 2015). De fato, Bangsbo et al (1996) demonstraram, através de biópsias musculares, que houve um aumento nas concentrações intramusculares de H^+, menor efluxo de lactato e maior efluxo total de K^+ quando o exercício de perna foi precedido pelo de braço. A partir desses achados, esses autores sugeriram que a redução do desempenho é ocasionada pelo maior acúmulo extracelular de K^+, resultando em maior fadiga periférica sem o envolvimento de um componente central. Porém, Bangsbo et al (1996) não avaliaram de forma direta a contribuição dos componentes central e periférico para desenvolvimento da fadiga em seu estudo.

Apenas um estudo realizado por Johnson *et al.* (2015) avaliou os efeitos do exercício prévio de braço sobre o desenvolvimento da fadiga central e periférica mensurado no músculo quadríceps por meio da técnica de estimulação elétrica no nervo femoral. Esses autores afirmaram que o exercício de braço, por si só, não promove modificações centrais ou periférica. Por outro lado, foi observado que a redução (38%) no tempo para exaustão durante o exercício de alta intensidade realizado num cicloergômetro a 85% da potência de pico causada pelo exercício prévio de braço, foi acompanhada por um acelerado desenvolvimento da fadiga central e menor grau de fadiga periférica. Assim, Johnson *et al.* (2015) concluíram

que a realização de exercício prévio de braço diminui o desempenho de membros inferiores apenas por modificações no componente central da fadiga. Ao afirmar que o exercício prévio de braço, por si só, não promove fadiga periférica, os autores se baseiam na força do músculo quadriceps evocada por estímulos elétricos. Porém, isso deve ser visto com cautela, uma vez que a duração do protocolo de estímulos elétricos pode não ter sido o suficiente para promover acúmulo de metabólitos intramusculares, que por sua vez prejudicaria a capacidade do maquinário contrátil muscular de se contrair.

Sendo assim, o emprego de protocolos mais prolongados de estimulação elétrica é necessário para verificar o efeito do exercício prévio de braço sobre a capacidade de produção de força dos músculos do quadríceps. Em adição, mais estudos são necessários para melhorar entendimento dos efeitos do exercício prévio de braço sobre o desenvolvimento da fadiga central utilizando, por exemplo, protocolos de exercício envolvendo contrações máximas, onde ambos componentes centrais e periféricos da fadiga neuromuscular são exigidos ao máximo (BURNLEY, 2009).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 FADIGA NEUROMUSCULAR

Algumas técnicas que utilizam a estimulação elétrica transcraniana, têm mostrado alguns mecanismos relacionados ao SNC e fadiga muscular na inibição dos reflexos espinhais e aferentes musculares, esses estão relacionados a possíveis resultados de um feedback a partir de sensores periféricos como os receptores neuromusculares, orgãos tendinosos de Golgi ou, até mesmo, das terminações nervosas do tipo III e IV (GANDEVIA, 2001; AMANN *et al.*, 2011), que parecem ser sensíveis à acumulação de alguns metabólitos a nível muscular durante o exercício (HULTMAN *et al.*, 1985; JOHNSON *et al.*, 2015; SIEGLER *et al.*, 2015).

Esses sensores periféricos ao serem estimulados enviam sinais aferentes inibitórios aos centros de comando motor, que uma vez inibidos diminuem a frequência de sinais para a manutenção da contração muscular, diminuindo a ativação voluntária muscular (GANDEVIA *et al.*, 1996). A partir do momento em que os níveis de ativação muscular voluntária começam a ser insuficientes, a força gerada pelos músculos parecem ser incrementada através da estimulação do córtex motor ou do nervo motor, sugerindo uma associação com mecanismos de fadiga com origem central (GANDEVIA *et al.*, 1996).

Para determinação da origem da fadiga neuromuscular os estudos encontrados na literatura têm utilizado técnicas de estimulação elétrica e magnética para verificar o papel do sistema nervoso central e de modificações intramusculares (HULTMAN *et al.*, 1985; JOHNSON *et al.*, 2015; SIEGLER *et al.*, 2016).

A contração voluntária máxima (CVM) é comparada com uma força produzida após um estímulo elétrico exógeno sobre a própria CVM e logo em seguida sobre o músculo relaxado, esse estímulo pode ser aplicado no nervo femoral ou no músculo quadríceps para avaliação dos componentes da fadiga neuromuscular (HULTMAN *et al.*, 1985; BURNLEY, 2009; BERGQUIST *et al.*, 2012; JOHNSON *et al.*, 2015).

Um estudo feito por Bergquist et al. (2012), onde foram avaliados os efeitos dos estímulos elétricos aplicados no nervo femoral e nos músculos do quadríceps sobre modificações na onda M (via periférica) e reflexo H (via central), foi observado que o torque não diferiu, independentemente da localização, padrão ou tempo dos estímulos elétricos, a onda M foi menor (7-10 vezes) e os reflexos H maior (8-9 vezes) durante os estímulos elétricos sobre o nervo em comparação com o músculo, mostrando um maior recrutamento de

vias centrais quando o estímulo é aplicado sobre o nervo femoral.

A onda M tem uma resposta eletromiográfica devido à ativação síncrona da maior parte das fibras dos músculos em ação e o reflexo H possui alterações induzidas pelo exercício nos reflexos da medula através da análise do reflexo de Hoffmann evocado por estimulação elétrica (BOERIO *et al.*, 2005).

No mesmo estudo, quando a intensidade do estímulo elétrico aplicado sobre o músculo quadríceps foi aumentada de 20% para 30% da CVM foi observado um aumento do reflexo H, sugerindo um aumento na participação do componente central. Dessa forma, estudos que irão utilizar estimulação no nervo femoral ou nos músculos do quadríceps visando avaliação das modificações nas variáveis periféricas devem levar em consideração esses fatores observados no estudo de Bergquist et al. (2012).

2.2 FADIGA PERIFÉRICA

A fadiga periférica ocorre devido a alterações de diversos metabólitos, como o aumento nas concentrações intracelulares de íons hidrogênio [H^+], redução na liberação e captação de cálcio (Ca^{2+}) pelo retículo sarcoplasmático, acúmulo de fosfato inorgânico (Pi) e redução nas concentrações intracelulares de potássio [K^+] abaixo da junção neuromuscular (GANDEVIA, 1992; DAVIS, 1995).

As alterações das concentrações de Na^+ intracelular e de K^+ extracelular, têm sido associadas às alterações do potencial de membrana durante a fadiga muscular que parecem sofrer influência da disponibilidade de energia (NORDSBORG *et al.*, 2003). Isso altera a ativação das bombas de Na^+/ K^+ inviabilizando o transporte de K^+ para dentro da célula, que por sua vez diminui a capacidade de propagação do potencial de ação para ativação muscular (NORDSBORG *et al.*, 2003). Em adição, a diminuição no pH e das concentrações de ATP parecem ativar os canais de K^+, aumentando o efluxo para o espaço extracelular, com consequências na diminuição da taxa de ativação da membrana celular que pode promover o desenvolvimento da fadiga durante o exercício intenso (BANGSBO *et al.*, 1996). Além disso, o aumento do K^+ no sangue pode causar uma estimulação nos receptores sensoriais das fibras nervosas dos grupos III e IV, causando inibições a nível medular (GARLAND e MCCOMAS, 1990; BANGSBO *et al.*, 1996; AMANN *et al.*, 2011).

Da mesma forma, a capacidade de recaptação de Ca^{2+} pelo retículo sarcoplasmático que ocorre durante o relaxamento muscular, pode estar associada à diminuição de ATP, depleção de fosfocreatina muscular e ainda, com a alta afinidade dos íons H^+ pela actina, dessa

forma, impedindo a ligação dos íons cálcio e aumentando a formação de pontes cruzadas e contribuindo com o mau funcionamento da regulação do Ca^{2+} no músculo durante a fadiga muscular (BANGSBO *et al.*, 1996).

2.3 ACIDOSE METABÓLICA

Durante o exercício de alta intensidade e curta duração ocorre um aumento nas concentrações de íons de H^+ resultantes do metabolismo anaeróbio e, consequentemente, promove uma redução progressiva no pH sanguíneo e intramuscular (BANGSBO *et al.*, 1996). Devido à queda do pH ocorrer em paralelo com a redução na capacidade do músculo em desenvolver força durante o exercício, a acidose tem sido apontada como um dos possíveis fatores relacionados a fadiga (HULTMAN *et al.*, 1985; SIEGLER *et al.*, 2016).

Na literatura ainda há uma inexatidão quanto à existência de uma relação entre a presença alta dos íons H^+ e lactato no sangue com a função dos processos celulares e redução da força muscular (HULTMAN *et al.*, 1985; ROBERGS *et al.*, 2005).

Devido a isso, alguns estudos foram realizados para verificar a influência do aumento das concentrações de outros metabólitos intersticiais que poderiam estar relacionados a diminuição da capacidade de produzir força, dessa forma, o K^+ foi atribuído como um importante fator na ocorrência da fadiga muscular em exercícios de intensidade alta e curta duração (BANGSBO *et al.*, 1996; NORDSBORG *et al.*, 2003); estes estudos verificaram que houve um aumento significativo do íon K^+ no meio extracelular após um exercício intenso prévio de braço, o que pode estar associado a queda do desempenho quando comparado ao grupo controle.

Similarmente, outros estudos (DEGROOT *et al.*, 1993; MCLESTER, 1997) verificaram uma correlação entre o aumento da concentração da solução tampão $H_2PO_4^-$, forma protonada do fosfato inorgânico (P_i), ao pH mais baixo no decréscimo da produção de força, sugerindo que a fadiga muscular seria uma consequência do aumento das concentrações de $H_2PO_4^-$ no músculo e não do H^+, ainda que os níveis mais altos de P_i dependam do aumento do H^+ no sangue. Assim, esses estudos evidenciam que o acúmulo dos íons K^+ e P_i plasmáticos podem favorecer a ocorrência da fadiga ao invés do acúmulo de íons H^+.

Neste sentido, o acúmulo de metabólitos plasmáticos poderia afetar o desempenho de membros não exercitados, ou seja, os produtos resultantes dos músculos exercitados teriam um efeito sistêmico sobre a fadiga neuromuscular (DEGROOT *et al.*, 1993; MCLESTER, 1997).

2.4 EXERCÍCIO PRÉVIO DE MEMBROS SUPERIORES E DESEMPENHO

Com o objetivo de verificar os efeitos das mudanças no pH sanguíneo sobre o desempenho, estudos prévios têm utilizado diferentes métodos para manipular essa variável antes do exercício (HOUSH *et al.*, 1991; JACOBS *et al.*, 1993; BANGSBO *et al.*, 1996; NORDSBORG *et al.*, 2003; ROBERGS *et al.*, 2005; JOHNSON *et al.*, 2015; SIEGLER *et al.*, 2015). Um dos métodos utilizados por alguns estudos é a realização de um exercício de alta intensidade com grupos musculares não envolvidos no exercício subsequente (JOHNSON *et al.*, 2014; JOHNSON *et al.*, 2015; HARVEY *et al.*, 2017). Esses estudos têm demonstrado uma redução significativa do desempenho durante exercício de alta intensidade realizado com membros inferiores após um exercício intenso com membros superiores (KARLSSON *et al.*, 1975; BOGDANIS *et al.*, 1994; BANGSBO *et al.*, 1996; NORDSBORG *et al.*, 2003; HARVEY *et al.*, 2017). Entretanto, os mecanismos envolvidos na redução do desempenho nessas condições não estão completamente elucidados.

Um dos primeiros estudos a verificar uma redução no desempenho após exercício prévio foi realizado por Karlsson *et al.* (1975). Esses autores sugeriram que a redução do desempnho ocorre devido à captação do lactato e H^+ pelos músculos não exercitados, resultando na redução nas concentrações da fosfocreatina (PCr) muscular e uma inibição na atividade glicolítica. Entretanto, o pH intramuscular e atividade glicolítica não foram mensurados nesse estudo.

Em estudo realizado posteriormente por Bangsbo *et al.* (1996) foi demonstrado que ambos, glicólise e glicogenólise, não são afetadas durante o exercício após exercício intenso com outros grupos musculares. Por outro lado, foi observado que houve um aumento nas concentrações intramusculares de H^+, menor efluxo de lactato e maior efluxo total de K^+ quando o exercício de perna foi precedido pelo de braço. Sendo assim, de acordo com esses autores, o acúmulo extracelular de K^+ seria o principal responsável pelo rápido desenvolvimento da fadiga e que essa fadiga seria provavelmente local (periférica) sem o envolvimento de um componente central. No entanto, Bangsbo *et al.* (1996), não avaliaram de forma direta a contribuição do componente central para desenvolvimento da fadiga em seu estudo.

Nesse sentido, Johnson *et al.* (2015), avaliaram os efeitos do exercício prévio de braço sobre o desenvolvimento da fadiga central e periférica durante a realização de um exercício

de alta intensidade com as pernas. Os autores observaram que a redução do desempenho no exercício de perna foi acompanhada por um acelerado desenvolvimento da fadiga central e menor grau de desenvolvimento de fadiga periférica. Assim, estes resultados sugerem que a realização de exercício prévio de braço diminui o desempenho de membros inferiores devido à participação de componentes centrais (JOHNSON *et al.*, 2015) e periféricos, K^+, Lactato e H^+, na fadiga muscular (BANGSBO *et al.*, 1996; NORDSBORG *et al.*, 2003).

3 HIPÓTESE

O exercício prévio de membros superiores acelera o desenvolvimento da fadiga central e periférica nos músculos dos membros inferiores.

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

Verificar os efeitos do exercício prévio com membros superiores sobre o grau de fadiga central e periférica nos membros inferiores.

4.2 ESPECÍFICO

- Verificar os efeitos do exercício prévio de membros superiores sobre a produção de força dos músculos do quadríceps induzida por um protocolo de estimulação elétrica de 300 s.
- Verificar os efeitos do exercício prévio de membros superiores sobre a produção de força máxima nos músculos quadríceps utilizando um protocolo de 60 CVM.
- Analisar os efeitos do exercício para membros superiores sobre as concentrações de Lactato, pH e Potássio;
- Comparar o grau de fadiga muscular com e sem os efeitos do exercício prévio.

5 METODOLOGIA

5.1 AMOSTRA

Participaram do estudo 1, doze homens, e do estudo 2, dez homens, fisicamente ativos com idade média de 23,6±4,3 anos, com peso médio de 75,1±7,5kg e altura média de 176±6,9cm. Antes da realização de qualquer etapa do estudo, os participantes assinaram um TCLE de acordo com a resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo passou pela aprovação do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da Universidade Federal de Pernambuco.

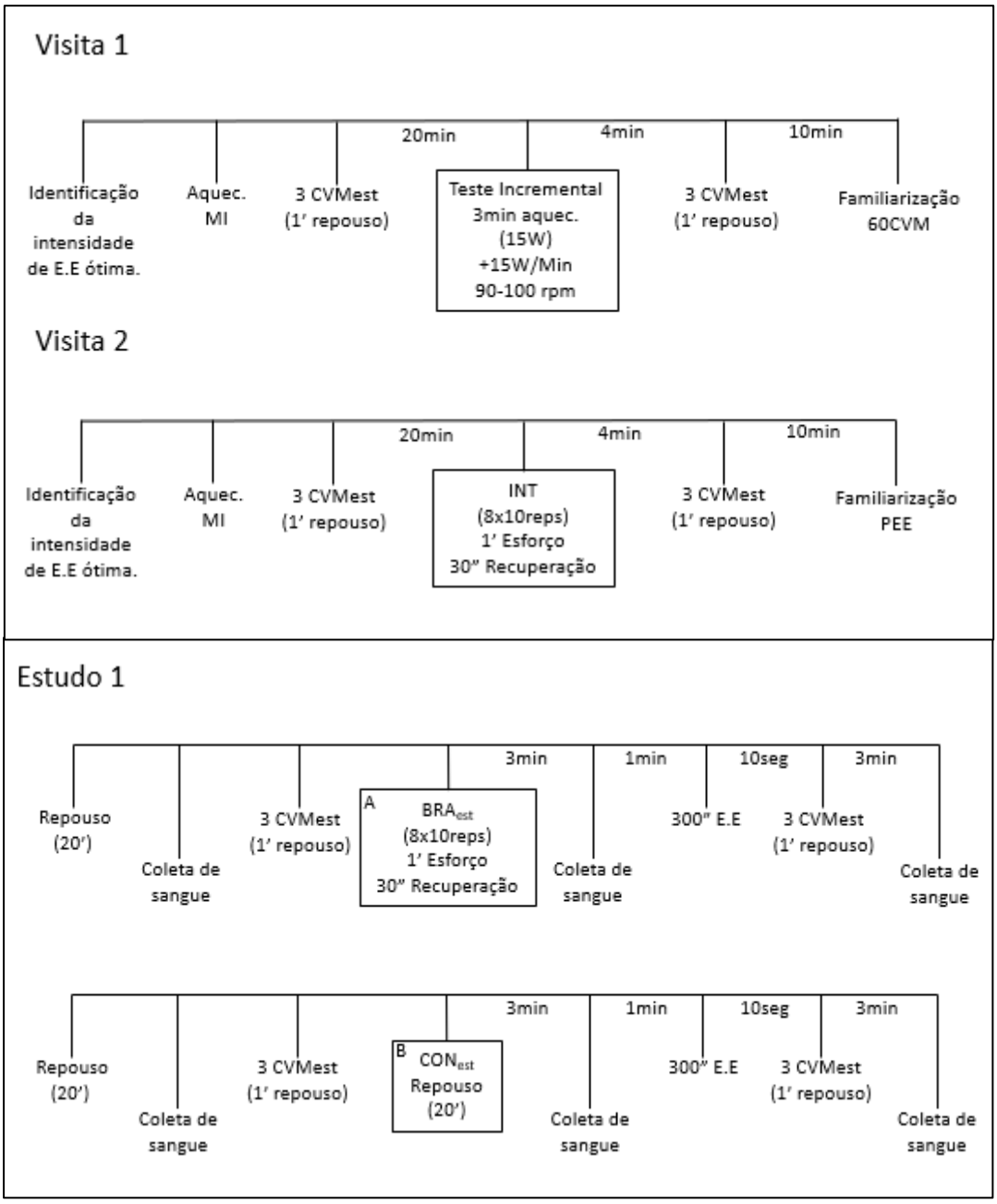
5.2 DESENHO EXPERIMENTAL

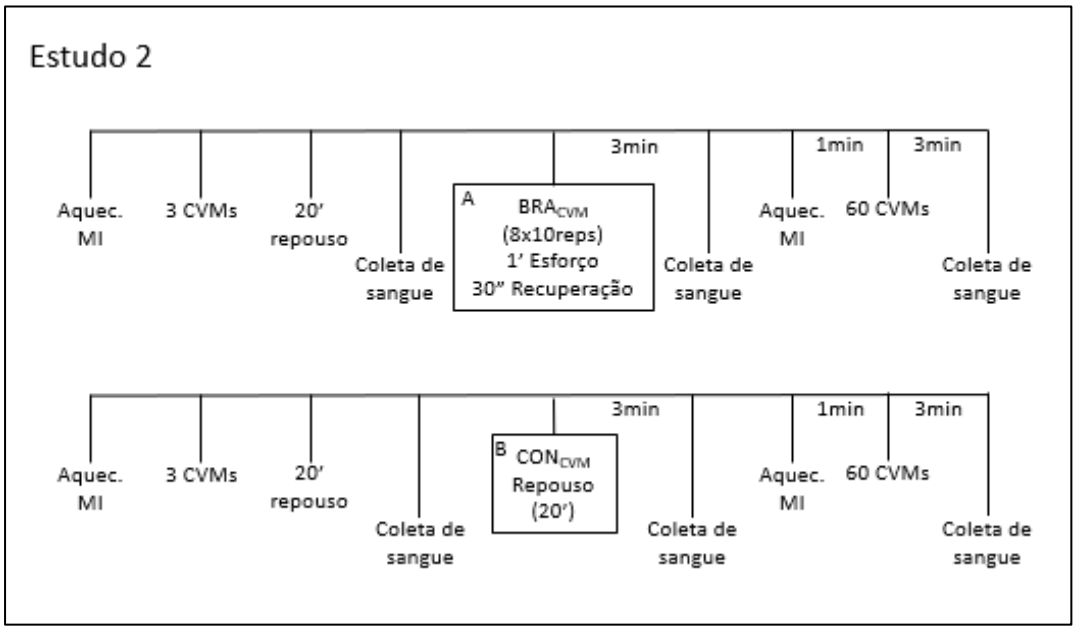
Os participantes realizaram um total de 6 visitas ao laboratório.

Na primeira visita, todos os participantes foram submetidos a um protocolo para identificação da intensidade ótima de estimulação. Em seguida, cada indivíduo fez um teste incremental máximo em um ciclo ergômetro adaptado para braço (Ergofit 167, São Paulo, Brasil). e uma familiarização com o protocolo de contração voluntária máxima (CVM). Na segunda visita foi realizado um protocolo de exercício intermitente de alta intensidade para braço (INT) e de avaliação da função neuromuscular. Além disso, os participantes do estudo também foram familiarizados com o protocolo de estimulação elétrica com 300 seg de duração. Posteriormente, os participantes foram submetidos a quatro testes experimentais (2 visitas para o estudo 1 e mais 2 visitas para o estudo 2) realizados em ordem contrabalanceada e com o mínimo de 48 h de intervalo entre eles (Figura 1). Estudo 1: os participantes foram submetidos a um protocolo de estímulos elétricos (PEE) no músculo quadríceps durante 300 seg após um período de 20 min de repouso (CON_{est}) ou 4 min após INT (BRA_{est}). Estudo 2: os participantes realizaram 60 CVM após um período de 20 min de repouso (CON_{CVM}) ou 4 min após INT (BRA_{CVM}). Durante os testes experimentais foram coletadas amostras sanguíneas para mensuração do pH, concentrações de potássio, lactato sanguíneo e a força produzida voluntariamente e por estímulo foi mensurada durante todo teste. Os sujeitos foram solicitados a seguir sua dieta habitual e se abster de qualquer tipo de exercício físico intenso 48 hs antes de cada teste e também, se abster do café por pelo menos 6 horas antes do teste. Todos os testes experimentais foram realizados nos mesmos horários para evitar alguma

influência do ciclo circadiano sobre os resultados.

Figura 1 - Esquema representativo do desenho experimental.





Aquec. MI = Aquecimento dos membros inferiores; A = Exercício Intermitente de Membros Superiores; B = Condição Controle; CVM = Contração Voluntária Máxima; CVM_{est} = Contração Voluntária Máxima com estímulo elétrico sobreposto e durante o repouso após a CVM; E.E = Estimulação Elétrica; Coleta de Sangue Venoso.

5.3 TESTE INCREMENTAL

O teste incremental para determinação da potência máxima dos membros superiores (Wmáx) foi realizado em um cicloergômetro adaptado para braço. Os indivíduos iniciaram o teste incremental em uma carga inicial de 15 W durante 3 min para o aquecimento em uma rotação entre 80 e 100 rpm. Em seguida, a intensidade foi aumentada em 15 W a cada minuto até a exaustão. A exaustão foi determinada quando o participante desistir de continuar o teste ou não conseguir manter a rotação pré-determinada por mais de 5 seg.

5.5 EXERCÍCIO INTERMITENTE DE BRAÇO

Foi feito um aquecimento durante 3 min com carga inicial de 15 W com rotações entre 80 e 100 rpm. Em seguida, foram executados 8 esforços com duração de 1 min a 110% da Wmáx com intervalos de 30 segundos. Durante os esforços os participantes mantiveram a rotação entre 90 e 100 rpm. (JOHNSON *et al.*, 2015)

5.4 PROTOCOLO DE ESTÍMULAÇÃO ELÉTRICA (300 seg)

Os voluntários foram submetidos a um protocolo de estimulação elétrica durante 300 seg com 9 pulsos com duração de 100 μs a uma frequência de 100 Hz aplicado sobre o músculo quadríceps a cada segundo com intensidade a 20% da CVM de cada sujeito. Para determinação do desenvolvimento da fadiga periférica utilizando um estimulador elétrico (Neuro-TES, Estimulador Elétrico Transcraniano, Ivanovo, Rússia). A força produzida pelos músculos do quadríceps foi registrada através de uma célula de carga (EMG System do Brasil. São José dos Campos, Brasil) acoplada a um gancho ligado a um tecido com velcro o qual foi colocado na região acima do maléolo medial da perna direita dos indivíduos que estavam sentados em uma cadeira extensora.

5.6 CONTRAÇÃO VOLUNTÁRIA MÁXIMA (CVM)

Os participantes realizaram um aquecimento prévio a 60%, 70% e 80% da CVM com duração de 3 seg cada, com espaços de 30seg entre eles e logo após executaram 60 CVMs em um período de 5 min. As CVMs tiveram duração de 3 seg e um intervalo de 2 seg de repouso entre elas, totalizando 60 CVMs. Durante esse protocolo, estímulos elétricos foram aplicados durante e 1 seg após a 2ª CVM e a cada seis CVMs para posterior análise da fadiga central e periférica (BURNLEY, 2009). Os estímulos elétricos foram duplos (100 Hz) sobre o músculo quadríceps. A força produzida pelos músculos do quadríceps foi registrada através de uma célula de carga (EMG System do Brasil, São José dos Campos, Brasil) acoplada a um gancho ligado a um tecido com velcro o qual foi colocado na região acima do maléolo medial da perna direita dos indivíduos que estavam sentados em uma cadeira extensora.

5.7 COLETA E ANÁLISES SANGUÍNEAS DE LACTATO, POTÁSSIO E pH

Foi coletada uma amostra de 10 ml de sangue venoso da veia braquial. O

procedimento de coleta sanguínea foi realizado por um profissional devidamente habilitado e foi coletado em repouso (antes do exercício), 3min após o exercício de braço ou após 20min de repouso e 3min após o protocolo de estimulação elétrica (estudo 1) ou das 60 CVMs (estudo 2). Após a coleta, ~8 ml de sangue venoso foram utilizados para análise do pH sanguíneo através de um pHmetro portátil (ENGINEERING W3B, SP, Brasil). Parte da amostra (50µl) foi armazenada em tubos contendo EDTA (10µl) e em tubos coletores com gel separador (1ml), em seguida foi centrifugada a 3000 rpm durante 10 minutos a 4°C para separação do plasma e do soro respectivamente, em uma centrífuga (Heittich Mikro 220R, Tuttlingen, Alemanha). As concentrações plasmáticas de lactato e potássio foram analisadas por meio de espectrofotometria (Thermo Scientific, Genesys 10S UV-VIS, Madison, EUA), utilizando kits específicos (Biotecnica, MG, Brasil).

5.8 ANÁLISE DE DADOS

O percentual de ativação voluntária (AV) foi utilizado para verificação da capacidade do sistema nervoso central na ativação máxima do músculo durante a CVM. A AV foi estimado através da seguinte equação descrita por (MERTON, 1954):

$$\text{Ativação voluntária} = 100 - [d \times (CVM/CVM_{est}) / QTW \times 100]$$

Onde o *d* a diferença entre a força máxima alcançada antes do estímulo elétrico (CVM) e pico de força alcançada após o estímulo elétrico sobreposto à contração muscular (CVM_{est}). A QTW foi verificada por meio do pico de força evocado através de estímulos elétricos duplos (100Hz) aplicados durante o repouso muscular.

5.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

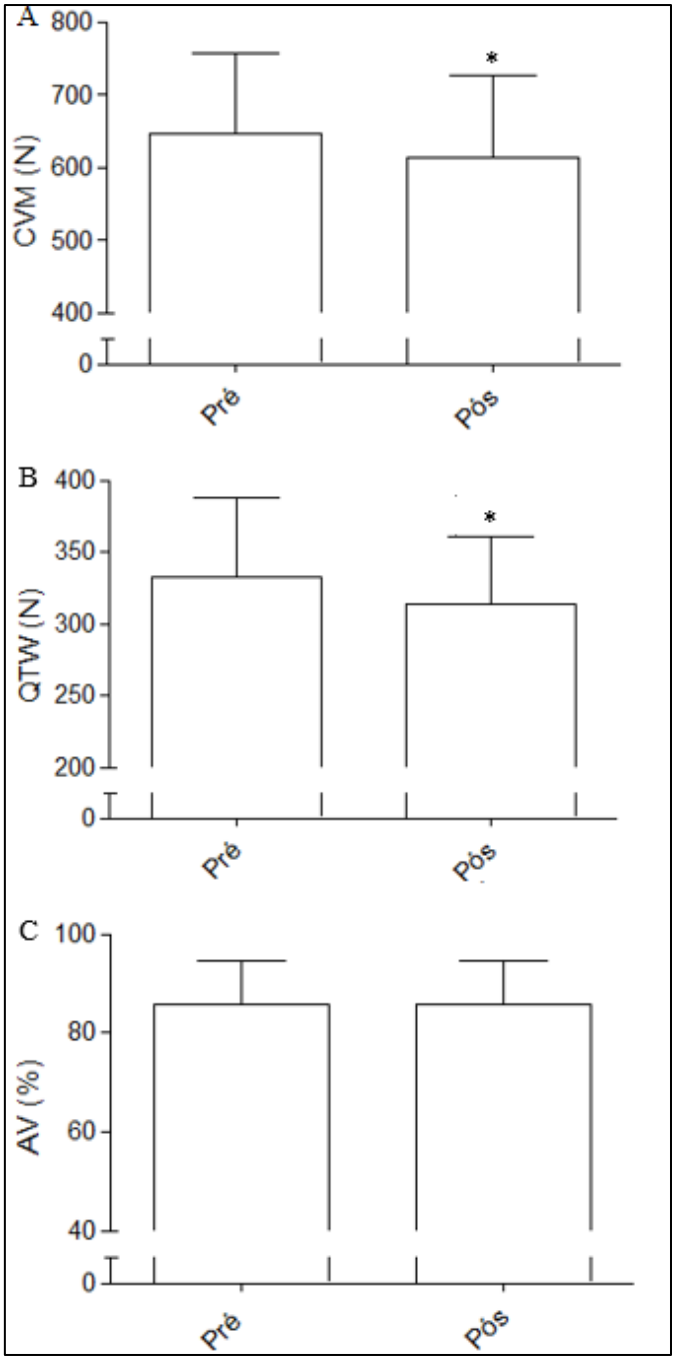
Foi utilizado o Teste T de student para comparação entre os momentos pré e pós exercício intermitente de braço. Nos estudos 1 e 2, a normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk. ANOVA two way (condição x tempo) foi utilizada para

comparação das variáveis entre as condições. As diferenças do efeito principal foram localizadas através da aplicação do teste post hoc de Duncan. O nível de significância adotado no presente estudo foi de $p<0,05$. Todas as análises foram realizadas no software Statistic 10.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, OK, USA).

6 RESULTADOS

O exercício de membros superiores causou uma queda na CVM (p=0,01) e na força involuntária (QTW) (p<0,01), mas sem mudanças significativas (p=0,71) na AV (Fig.2).

Figura 2 - Mudança da contração voluntária máxima



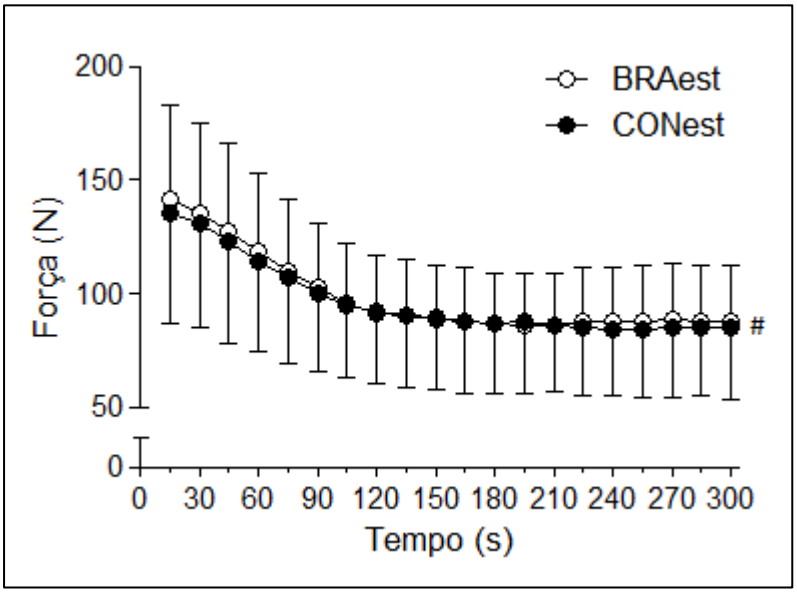
(A), força involuntária (B) e ativação voluntária (C), pré e 4 min após exercício de alta intensidade de membros superiores. Valores com média (%) e ±DP, n=12. *Significativamente (p<0,01) diferente do Pré.

ESTUDO 1

Efeito do exercício prévio de braço sobre a produção de força durante a estimulação elétrica prolongada

Houve efeito do momento (p<0,001), mas sem efeito de interação (p=0,115) ou condição (p=0,571) para força produzida pelos estímulos elétricos (Figura 3). Desse modo, houve uma queda similar na força dos músculos evocada pelos estímulos elétricos durante entre as condições CON_{est} (-64,1±9%) e BRA_{est} (-64,5±9%).

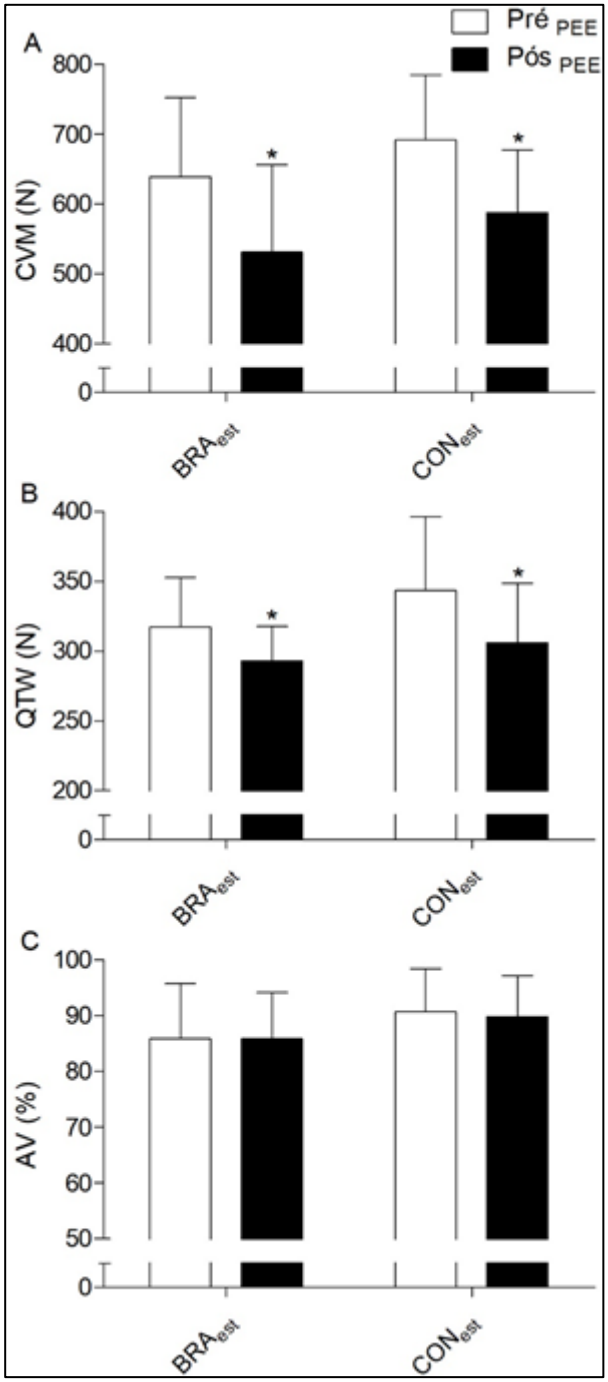
Figura 3 - Mudança da força sem (círculo preenchido) e com (círculo vazio) o exercício prévio de braço, média dos valores a cada 15 segundos.



Valores com média (%) e ±DP, n=12. #Efeito do momento (p<0,001).

Quando a função neuromuscular foi avaliada após o PEE e comparada ao repouso (Figura 4), foi observada uma queda na CVM e QTW (p<0,05), mas sem efeito da interação (p>0,05). Por outro lado, não foi encontrado efeito do momento (p=0,270), condição (p=0,211) ou interação (p=0,381) para variável de AV.

Figura 4 - CVM (A), QTW (B) e AV (C) avaliada antes (barra vazia) e após (barra preenchida) o PEE nas condições BRAest e CONest.

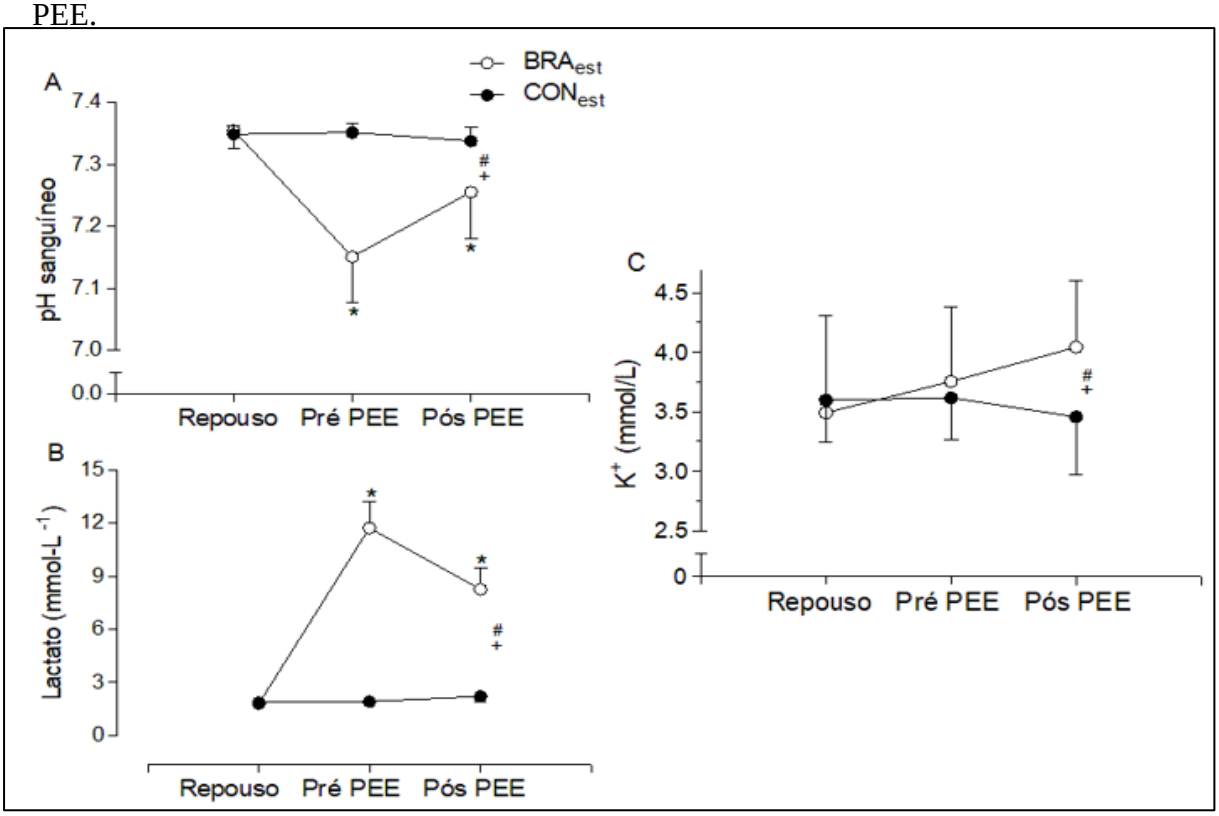


Valores com média (%) e ±DP, n=12. *Significativamente ($p<0,05$) diferente de Pré $_{PEE}$.

Efeito do exercício prévio de braço sobre pH, lactato e potássio

Os resultados de pH, lactato e potássio são apresentados na figura 5. Foi observado um efeito do momento ($p<0,05$), condição ($p<0,05$) e interação ($p<0,05$) para as variáveis de pH e lactato. Enquanto houve uma redução significativa ($p<0,05$) do pH sanguíneo após o exercício de braço (Pré PEE), as concentrações de lactato aumentaram significativamente ($p<0,05$). Além disso, foi observado que os valores de pH sanguíneo permaneceram reduzidos ($p<0,05$) após o PEE em BRA_{est} quando comparado a condição CON_{est}. Já as concentrações de lactato permaneceram elevadas ($p<0,05$) após o PEE em BRA_{est} quando comparado a condição CON_{est}. Houve efeito do momento ($p=0,027$) e condição ($p=0,035$) para o K^+, porém sem efeito de interação ($p=0,316$).

Figura 5 - Mudança do pH sanguíneo (A), Lactato (B) e Potássio (C) sem (círculo preenchido) e com (círculo vazio) o exercício prévio de braço durante o repouso, antes do PEE e após o PEE.



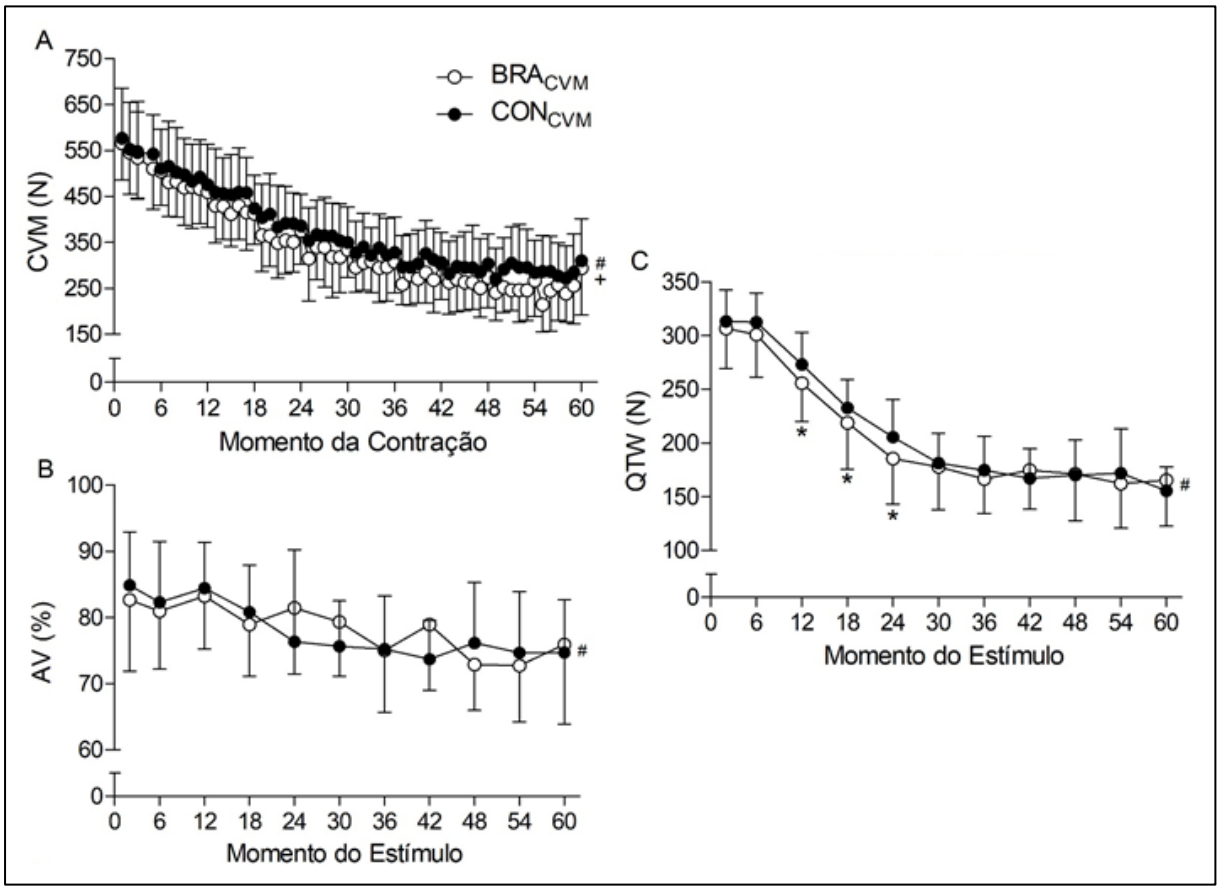
Valores com média (%) e ±DP, n=12. #Efeito do momento, +Efeito da condição. *Significativamente ($p<0,05$) diferente de CON_{est}.

ESTUDO 2

Efeito do exercício prévio de braço sobre a produção de força durante as 60 contrações voluntárias máximas (CVM).

Houve efeito do momento (p=0,003) e da condição (p<0,001), mas sem efeito de interação (p=0,117) para CVM (Figura 6). Desse modo, houve uma queda similar na força dos músculos evocada entre as condições CON_{CVM} (-46,19±14,8%) e BRA_{CVM} (-47,9±15,7%). Foi observado efeito do momento para AV e QTW (p<0,001), mas sem efeito da condição (p>0,05). Porém, foi encontrado efeito de interação (p<0,01) para variável QTW, mas sem efeito de interação (p=0,424) para variável de AV. A QTW foi significativamente (p<0,05) menor após as CVM 12, 18 e 24 na condição BRA_{CVM} qunado comparado a $CON_{CVM.}$

Figura 6 - Mudança da CVM (A), AV (B) e QTW (C) sem (círculo preenchido) e com (círculo vazio) o exercício prévio de braço.

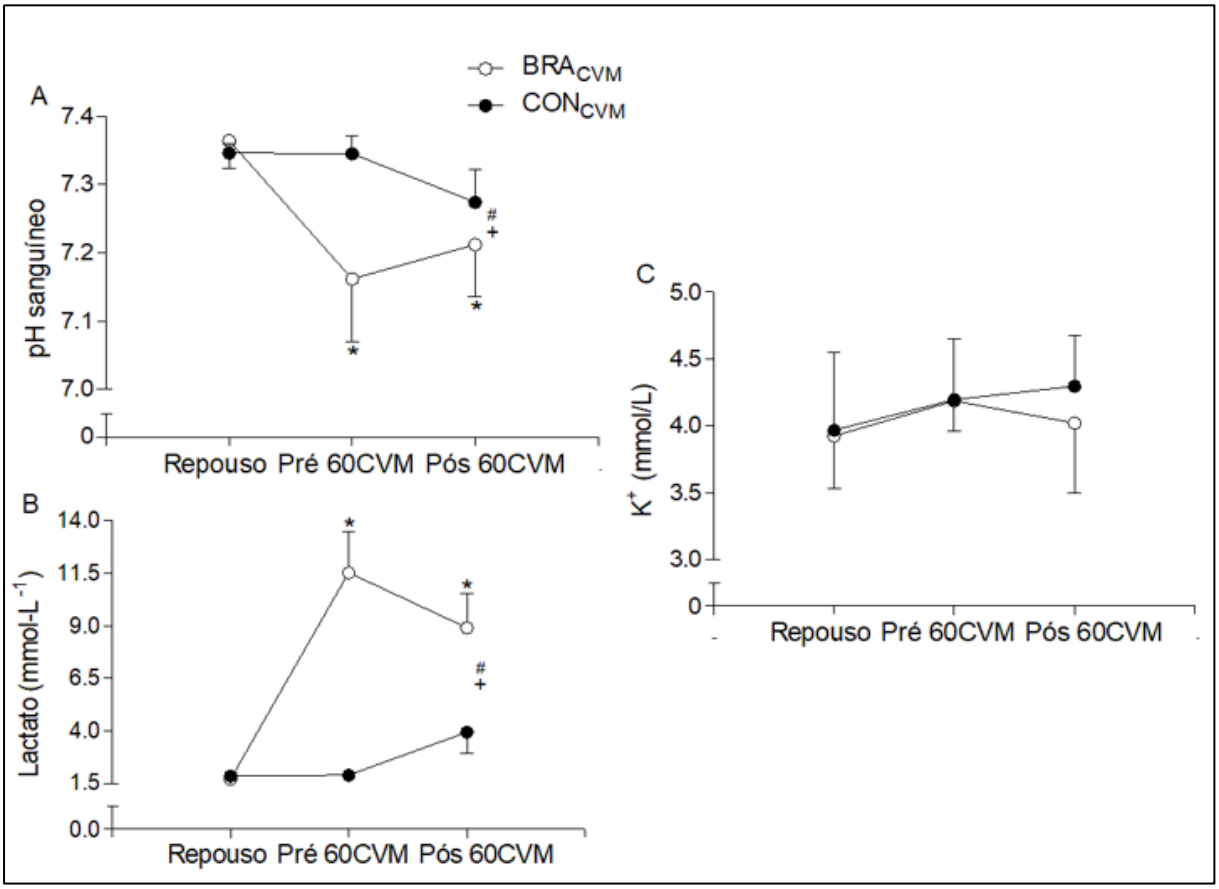


Estímulo dado durante a 2ª CVM e a cada 6 CVM. Valores com média (%) e ±DP, n=10. #Efeito do momento, +Efeito da condição. *Significativamente (p<0,05) diferente de $CON_{CVM.}$

Efeito do exercício prévio de braço sobre pH, lactato e potássio

Os resultados de pH, lactato e potássio são apresentados na figura 7. Foi observado um efeito do momento ($p<0,01$), condição ($p<0,01$) e interação ($p<0,01$) para as variáveis de pH e lactato. Enquanto houve uma redução significativa ($p<0,05$) do pH sanguíneo após o exercício de braço, as concentrações de lactato aumentaram significativamente ($p<0,05$). Além disso, foi observado que os valores de pH sanguíneo permaneceram reduzidos ($p<0,05$) após as 60 CVM em BRA_{CVM}, sendo esses valores significativamente menores quando comparado com os encontrados na condição CON_{CVM}. Já as concentrações de lactato permaneceram elevadas ($p<0,05$) após as 60 CVM em BRA_{CVM}, e foram significativamente maiores quando comparado à condição CON_{CVM}. No entanto, não houve efeito do momento ($p=0,165$), condição ($p=0,387$) e nem da interação ($p=0,232$) para o K^+ (Figura 7).

Figura 7 - Mudança do pH, Potássio e Lactato plasmático sem (círculo preenchido) e com (círculo vazio) o exercício prévio de braço durante o repouso, antes das 60 CVM e após as 60 CVM.



Valores com média (%) e ±DP, n=10. #Efeito do momento, +Efeito da condição. *Significativamente ($p<0,05$) diferente de CON_{CVM}.

7 DISCUSSÃO

Os principais achados foram: exercício de braço de alta intensidade promoveu uma redução significativa na CVM e QTW; estudo 1 - a acidose metabólica induzida pelo exercício prévio de braço de alta intensidade não alterou significativamente a força produzida pelos músculos do quadríceps durante o PEE ou o grau de desenvolvimento de fadiga central e periférica; estudo 2 – a média das 60 CVM foi significativamente menor após o exercício de braço de alta intensidade quando comparado a condição controle devido a um acelerado desenvolvimento da fadiga periférica.

Função neuromuscular após exercício de braço de alta intensidade

No presente estudo, o exercício de braço de alta intensidade resultou em significativa redução na capacidade dos músculos do quadríceps para contrações máximas (CVM). O mesmo foi encontrado para QTW, mas sem alteração para AV. Em conjunto, esses resultados sugerem que apenas parâmetros intramusculares estariam relacionados à redução na CVM após o exercício de braço. Entretanto, o mesmo não foi observado no estudo realizado por Johnson et al (2015), onde não foram observadas alterações na função neuromuscular dos músculos quadríceps após a realização de um protocolo similar para membros superiores. Uma possível explicação para esses resultados conflitantes pode estar na diferença entre os protocolos de estimulação elétrica utilizados. Enquanto Johnson et al (2015) avaliaram a função neuromuscular por meio estímulos elétricos no nervo femoral, nós utilizamos estímulos elétricos nos músculos do quadríceps. Tem sido sugerido que a estimulação no nervo promove o recrutamento de unidades motoras mais profundas, ao passo que estimulação no músculo recrutaria preferencialmente unidades motoras mais superficiais e de contração rápida o qual parece estar mais associada a alterações metabólicas intramusculares (PLACE *et al.*, 2010).

Força dos músculos quadríceps durante o PEE e função neuromuscular após PEE (Estudo 1)

Embora o exercício intenso de membros superiores tenha induzido alterações nos valores de pH e nas concentrações de lactato, não houve alteração no padrão de queda da

força durante o protocolo de 300 segundos de estimulação elétrica quando comparado à situação controle. Porém, esses resultados não corroboram com o previamente observado por Hultman (1985). Após a indução de uma acidose metabólica por meio da ingestão de cloreto de amônio (NH_4Cl), Hultman (1985) encontrou um declínio contínuo da força durante a estimulação elétrica com o tempo, atingindo diferença significativa em 75 segundos após a ingestão de NH_4Cl.

Na tentativa de evitar modificações em parâmetros relacionados com modulação central (ex. reflexo H), nós optamos em utilizar um protocolo de estimulação sobre os músculos e com baixa intensidade (~20% CVM). Nossos achados demonstram que esse protocolo foi efetivo para indução da fadiga nos músculos do quadríceps apenas através de modificações periféricas, visto que houve apenas redução na QTW sem modificações na AV após a sua realização. No entanto, Hultman (1985) utilizou uma alta intensidade de estimulação elétrica (70% da CVM). Sendo assim, a acidose metabólica parece prejudicar a capacidade dos músculos esqueléticos de desenvolver contrações intensas provavelmente por uma redução do efluxo de H^+ nesses músculos. Isso está de acordo com os resultados de Hultman (1985) por meio de biópsia muscular, onde foi observado uma menor capacidade de tamponamento intramuscular e, consequentemente, maior redução do pH intramuscular com a ingestão de NH_4Cl. Ao analisarmos os resultados da condição CON_{est}, observamos que o nosso protocolo de estimulação não foi capaz de promover um grande estresse metabólico para os músculos do quadríceps como pode ser verificado pela não mudança significativa nas concentrações de lactato e valores de pH sanguíneo.

Desenvolvimento de fadiga central e periférica durante o protocolo com 60 CVMs precedido por exercício de braço de alta intensidade (Estudo 2)

Em concordância com a ideia de que o exercício prévio parece prejudicar apenas contrações intensas, nós observamos uma redução da capacidade dos músculos do quadríceps para realizar contrações máximas durante o protocolo com 60 CVMs após o exercício prévio de braço quando comparado a condição controle. Nossos achados estão de acordo com os encontrados por Bogdanis e colaboradores (1994). Esses autores demonstraram uma redução significativa no pico de potência durante a realização do segundo teste de Wingate quando comparado com a condição controle. Uma redução no desempenho durante exercício de membros inferiores após exercício intenso de braço também tem sido encontrada por outros estudos (KARLSSON *et al.*, 1975; BANGSBO *et al.*, 1996; NORDSBORG *et al.*, 2003).

Entretanto, diferentes mecanismos têm sido propostos por esses estudos.

Nossos resultados sugerem que o desenvolvimento da fadiga periférica durante o exercício de força máxima foi acelerado pelo exercício prévio de membros superiores. De fato, os valores de QTW durante BRA_{CVM} foram significativamente menores nos momentos de estimulação 12, 18 e 24 quando comparado com CON_{CVM}, demonstrando que o efeito sobre o desenvolvimento da fadiga periférica veio aparecer tardiamente e depois se manteve constante nas duas condições. Embora medidas intramusculares não tenham sido realizadas no presente estudo, isso pode ter ocorrido pelo progressivo prejuízo do efluxo de H^+, bem como na capacidade de tamponamento intramuscular nos músculos do quadríceps após a realização do exercício de braço. Entretanto, a realização de mais estudos é necessária para confirmação dessa hipótese.

Ao contrário do que foi achado por (JOHNSON et. al, 2015), onde foi observado um acelerado desenvolvimento na fadiga central após exercício com membros inferiores, o grau de fadiga central após o exercício prévio de braço não foi diferente quando comparado com a condição controle. Porém, enquanto nosso estudo utilizou 60CVM como protocolo para o exercício dos membros inferiores, Johnson et al. (2015) utilizaram um protocolo de carga constante em cicloergometro realizado até a exaustão. Essas diferenças são importantes uma vez que o grau de fadiga central e periférica é dependente da intensidade e duração do exercício. Enquanto exercícios mais curtos e de alta intensidade promovem maior grau de fadiga periférica, exercícios de moderada intensidade e mais prolongados promovem aumento no desenvolvimento da fadiga central (THOMAS *et al.*, 2015; THOMAS *et al.*, 2016).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossos resultados demonstram que o exercício prévio de braço não causa queda na força submáxima, porém causa uma redução na força máxima devido a maior taxa de desenvolvimento da fadiga periférica.

REFERÊNCIAS

AMANN, M. *et al.* Implications of group III and IV muscle afferents for high-intensity endurance exercise performance in humans. **J Physiol,** London, v. 589, n. 21, p. 5299-309, nov. 2011. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21878520. Acesso em: 13 Jun. 2017.

BANGSBO, J. *et al.* Effect of muscle acidity on muscle metabolism and fatigue during intense exercise in man. **J Physiol,** London, v. 495, n. 2, p. 587-96, Sep 1 1996. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8887768. Acesso em: 11 Maio 2017.

BERGQUIST, A. J.; WIEST, M. J.; COLLINS, D. F. Motor unit recruitment when neuromuscular electrical stimulation is applied over a nerve trunk compared with a muscle belly: quadriceps femoris. **J Appl Physiol (1985),** Bethesda, v. 113, n. 1, p. 78-89, Jul 2012. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22556395. Acesso em: 15 Jun. 2017.

BOERIO, D. et al. Central and peripheral fatigue after electrostimulation-induced resistance exercise. **Med Sci Sports Exerc,** Madison, v. 37, n. 6, p. 973-8, Jun 2005. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15947722. Acesso em: 12 Jul. 2017.

BOGDANIS, G. C.; NEVILL, M. E.; LAKOMY, H. K. Effects of previous dynamic arm exercise on power output during repeated maximal sprint cycling. **J Sports Sci,** London, v. 12, n. 4, p. 363-70, Aug 1994. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7932946. Acesso em: 08 Maio 2017.

BURNLEY, M. Estimation of critical torque using intermittent isometric maximal voluntary contractions of the quadriceps in humans. **J Appl Physiol (1985),** Bethesda, v. 106, n. 3, p. 975-83, Mar 2009. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19150854. Acesso em: 15 Jun. 2017.

DAVIS, J. M. Central and peripheral factors in fatigue. **J Sports Sci,** Bethesda, v. 13 Spec No, p. S49-53, Summer 1995. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8897320. Acesso em: 14 Jun. 2017.

DEGROOT, M. *et al.* Dissociation of [H+] from fatigue in human muscle detected by high time resolution 31P-NMR. **Muscle Nerve,** New York, v. 16, n. 1, p. 91-8, Jan 1993. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8423837. Acesso em: 01 Jul. 2017.

ENOKA, R. M.; STUART, D. G. Neurobiology of muscle fatigue. **J Appl Physiol (1985),** Bethesda, v. 72, n. 5, p. 1631-48, May 1992. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1601767. Acesso em: 25 Maio 2017.

GANDEVIA, S. C. Some central and peripheral factors affecting human motoneuronal output in neuromuscular fatigue. **Sports Med,** Auckland, v. 13, n. 2, p. 93-8, Feb 1992. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1561512. Acesso em: 09 Jun. 2017.

_____. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiol Rev,** Washington, v. 81, n. 4, p. 1725-89, Oct 2001. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11581501. Acesso em: 07 Jun. 2017.

GANDEVIA, S. C. *et al.* Supraspinal factors in human muscle fatigue: evidence for suboptimal output from the motor cortex. **J Physiol,** London, v. 490 (Pt 2), p. 529-36, Jan 15 1996. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8821149. Acesso em: 03 Jun. 2017.

GARLAND, S. J.; MCCOMAS, A. J. Reflex inhibition of human soleus muscle during fatigue. **J Physiol,** London, v. 429, p. 17-27, Oct 1990. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2277345. Acesso em: 10 Jul. 2017.

GRANT, M. C. et al. The effect of prior upper body exercise on subsequent wingate performance. **Biomed Res Int,** New York, v. 2014, p. 329328, 2014. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24895566. Acesso em: 29 Maio 2017.

HARVEY, L. et al. The Effect of Previous Wingate Performance Using one Body Region on Subsequent Wingate Performance Using a Different Body Region. **J Hum Kinet,** Kraków, v. 56, p. 119-126, Feb 2017. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28469750. Acesso em: 02 Abr. 2018.

HOUSH, T. J. et al. The effect of ammonium chloride and sodium bicarbonate ingestion on the physical working capacity at the fatigue threshold. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol,** Berlin, v. 62, n. 3, p. 189-92, 1991. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1646106. Acesso em: 15 Jun. 2017.

HULTMAN, E.; DEL CANALE, S.; SJOHOLM, H. Effect of induced metabolic acidosis on intracellular pH, buffer capacity and contraction force of human skeletal muscle. **Clin Sci (Lond),** London, v. 69, n. 5, p. 505-10, Nov 1985. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4053505. Acesso em: 10 Maio 2017.

JACOBS, I.; HERMISTON, A. J.; SYMONS, J. D. Effects of prior exercise or ammonium chloride ingestion on muscular strength and endurance. **Med Sci Sports Exerc,** Madison, v. 25, n. 7, p. 809-14, Jul 1993. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8350703. Acesso em: 10 Jun. 2017.

JOHNSON, M. A. et al. Prior upper body exercise reduces cycling work capacity but not critical power. **Med Sci Sports Exerc,** Madison, v. 46, n. 4, p. 802-8, Apr 2014. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24042306. Acesso em: 29 Abr. 2017.

JOHNSON, M. A. et al. Locomotor muscle fatigue is not critically regulated after prior upper body exercise. **J Appl Physiol (1985),** Bethesda, v. 119, n. 7, p. 840-50, Oct 1 2015. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26272315. Acesso em: 29 Abr. 2017.

KARLSSON, J. et al. Effects of previous exercise with arms or legs on metabolism and performance in exhaustive exercise. **J Appl Physiol,** Washington, v. 38, n. 5, p. 763-7, May 1975. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1126883. Acesso em: 16 Jun 2017.

MCLESTER, J. R., JR. Muscle contraction and fatigue. The role of adenosine 5'-diphosphate and inorganic phosphate. **Sports Med,** Auckland, v. 23, n. 5, p. 287-305, May 1997. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9181667. Acesso em: 19 Maio 2017.

MERTON, P. A. Voluntary strength and fatigue. **J Physiol,** London, v. 123, n. 3, p. 553-64, Mar 1954. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13152698. Acesso em: 26 Jul. 2018.

NORDSBORG, N. et al. Muscle interstitial potassium kinetics during intense exhaustive exercise: effect of previous arm exercise. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol,** Bethesda, v. 285, n. 1, p. R143-8, Jul 2003. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12663256. Acesso em: 12 Maio 2017.

PLACE, N. et al. Comparison of quadriceps inactivation between nerve and muscle stimulation. **Muscle Nerve,** New York, v. 42, n. 6, p. 894-900, Dec 2010. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20928903. Acesso em: 19 Mar. 2017.

ROBERGS, R. et al. Influence of pre-exercise acidosis and alkalosis on the kinetics of acid-base recovery following intense exercise. **Int J Sport Nutr Exerc Metab,** Champaign, v. 15, n. 1, p. 59-74, Feb 2005. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15902990. Acesso em: 11 Set. 2017.

SIEGLER, J. C. et al. The effect of pH on fatigue during submaximal isometric contractions of the human calf muscle. **Eur J Appl Physiol,** Berlin, v. 115, n. 3, p. 565-77, Mar 2015. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25351788. Acesso em: 10 Maio 2017.

SIEGLER, J. C.; MUDIE, K.; MARSHALL, P. The influence of sodium bicarbonate on maximal force and rates of force development in the triceps surae and brachii during fatiguing exercise. **Exp Physiol,** New York, v. 101, n. 11, p. 1383-1391, Nov 1 2016. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27634487. Acesso em: 10 Maio 2017.

THOMAS, K. et al. Intensity-Dependent Contribution of Neuromuscular Fatigue after Constant-Load Cycling. **Med Sci Sports Exerc,** Madison, v. 48, n. 9, p. 1751-60, Sep 2016. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27187101. Acesso em: 17 Ago. 2017.

THOMAS, K. et al. Central and peripheral fatigue in male cyclists after 4-, 20-, and 40-km time trials. **Med Sci Sports Exerc,** Madison, v. 47, n. 3, p. 537-46, Mar 2015. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25051388. Acesso em: 17 Ago. 2017.

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO, ATIVIDADE FÍSICA E PLASTICIDADE FENOTÍPICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa ("EFEITO DA ACIDOSE METABÓLICA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO PRÉVIO DE MEMBROS SUPERIORES SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FADIGA NOS MÚSCULOS DO QUADRÍCEPS"), que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Nasto Rabelo Trindade Neto endereçado no Laboratório de Fisiologia do Esforço. Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte. Rua do Alto do Reservatório s/n, Bela Vista. Vitória de Santo Antão/PE. E-mail: nastorabelo@hotmail.com CEP: 55608-680 (81) 9 8782-7424/ (81) 9 8834-4137, (inclusive ligações a cobrar).

Sob orientação do Professor: Marcos David da Silva Cavalcante e Telefones para contato: (81) 9 9630-6290/(81) 3523-3351 email: cavalcantemds@hotmail.com.

Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Você visitará o laboratório de Fisiologia do Esforço do Centro Acadêmico de Vitória, CAV/UFPE 6 vezes. Na primeira e segunda visita ao laboratório, fará um teste incremental máximo em um ciclo ergômetro adaptado para braço e uma familiarização. Posteriormente, será submetidoa a quatro testes experimentais realizados em ordem contrabalançada e com o mínimo de 48 h de intervalo entre eles. Na terceira visita será submetido a um protocolo de estímulos elétricos (PEE) no músculo quadríceps durante 300 seg e a força produzida será mensurada durante esse período. Na quarta visita será aplicado um protocolo de exercício intermintente de alta intensidade para braço (INT_b) que será realizado antes do PEE. Na quinta visita, será executado pelo voluntário 60 contações voluntárias máximas (CVM) e será aplicado um estímulo elétrico no músculo do quadríceps sobre a CVM, essa contração será repetida durante 5min e terá duração de 3 seg cada e outra estímulação elétrica 1 seg após cada CVM, durante o repouso entre elas de 2 seg totalizando 60 CVMs, os estímulos elétricos serão aplicados na 2ª CVM e a cada seis CVMs. Na sexta visita, será aplicado o protocolo INT_b e em seguida executarão as CVMs. Durante os testes experimentais, so pH, potássio e concentração de lactato serão mensurados. será solicitado seguir sua dieta normal e se abster de qualquer tipo de exercício físico intenso 48 h antes de cada teste. Todos os testes experimentais serão realizados nos mesmos horários para evitar alguma influência do ciclo circadiano sobre os resultados.

Serão realizados estímulos elétricos por meio de eletrodos de superfície fixados sobre o nervo femoral e quadríceps. Essa medida é importante, pois por meio dela nós avaliaremos parâmetros relacionados à fadiga central e periférica.

- Os estímulos elétricos podem gerar um possível desconforto apenas no momento da sua aplicação. Porém, a duração de cada estímulo elétrico é de apenas 80 microssegundos.
- Dentre os possíveis desconfortos relacionados aos testes, encontra-se náuseas, vômitos e enjôos. Entretanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto extremo durante estes tipos de

teste (American College of Sports Medicine). Além disso, esses tipos de testes são rotineiros em laboratórios de avaliação física, com poucos casos de desconforto excessivo por parte dos pacientes.

- Que caso algum incidente aconteça, Marcos David da Silva Cavalcante e Nasto Rabelo Trindade Neto, irão ligar para o SAMU e receberei assistência como qualquer cidadão brasileiro em hospital público.

- Que os benefícios que deverei esperar com a minha participação: você receberá um relatório final com todas as informações referentes a sua composição corporal, aptidão aeróbia e neuromuscular.
- Que, sempre que desejar serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
- Que, a qualquer momento, eu terei acesso a qualquer resultado referente ao meu teste e que poderei esclarecer minhas dúvidas com o pesquisador responsável. Além disso, eu poderei recusar a continuar participando do estudo e, também, que eu poderei retirar este meu consentimento, sem que isso me traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- Que as informações conseguidas através da minha participação não permitirão a identificação da minha pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo, e que a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em pastas de arquivo no computador pessoal, sob a responsabilidade do orientador Marcos David da Silva Cavalcante, no endereço Laboratório de Fisiologia do Esforço. Núcleo de Educação Física e Ciências do Esporte. Rua do Alto do Reservatório s/n, Bela Vista. Vitória de Santo Antão/PE. CEP: 55608-680 / (81) 9 9630-6290. Pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).**

_____

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo "Efeito da acidose metabólica induzida pelo exercício prévio de membros superiores sobre o desenvolvimento da fadiga nos músculos do quadríceps" como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data _____
Assinatura do participante: _____

Impressão digital (opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

ANEXO B – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito da acidose metabólica induzida pelo exercício prévio de membros superiores sobre o desenvolvimento da fadiga nos músculos do quadríceps

Pesquisador: NASTO RABELO TRINDADE NETO

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 81407617.1.0000.5208

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.532.250

Apresentação do Projeto:

Trata-se de pesquisa de mestrado do CAV/UFPE, orientado pelo profº Dr. Marcos David da Silva Cavalcante, neste centro.A pesquisa será realizada com adultos normais para verificar efeitos do exercício sobre a fadiga.

Durante a realização de exercícios de alta intensidade, acima do segundo limiar de lactato, ocorre uma redução no pH muscular promovida pelo acúmulo progressivo das concentrações intramusculares de íons de hidrogênio [H+]. Esta acidose intramuscular tem sido frequentemente apontada como uma das causas primárias da fadiga durante a realização de exercícios de alta intensidade com duração acima de 30 segundos. Estudos recentes têm demonstrado que o desempenho durante exercícios utilizando os membros inferiores é prejudicado quando precedido pela realização

de um exercício intenso realizado com os membros superiores.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Verificar os efeitos do exercício prévio com membros superiores sobre o grau de fadiga periférica nos membros inferiores.

Objetivo Secundário:

- Avaliar os efeitos do exercício para membros superiores sobre o pH sanguíneo;- Verificar os

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br

efeitos do exercício para membros superiores sobre as
concentrações de lactato;- Analisar os efeitos do exercício para membros superiores sobre as concentrações de potássio;- Verificar os efeitos do
exercício prévio de membros superiores sobre a produção de força dos músculos do quadríceps induzida por estímulos elétricos;- Verificar os efeitos
do exercício prévio de membros superiores e inferiores sobre a produção de força dos músculos do quadríceps induzida por estímulos elétricos;

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Dentre os possíveis desconfortos relacionados aos testes, encontra-se náuseas, vômitos e enjôos. Entretanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto extremo durante estes tipos de teste (American College of Sports Medicine). Além disso, esses tipos de testes são rotineiros em laboratórios de avaliação física, com poucos casos de desconforto excessivo por parte dos pacientes. Em caso de algum incidente, Marcos David da Silva Cavalcante e Nasto Rabelo
Trindade Neto, irão ligar para o SAMU e será dada assistência como qualquer cidadão brasileiro em hospital público.

Benefícios:

Alguns benefícios como um relatório final com todas as informações referentes a sua composição corporal, aptidão aeróbia e neuromuscular serão entregues ao final do estudo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este estudo será realizado com uma amostra de 10 homens de 18 a 35 anos de idade. Antes da realização de qualquer etapa do estudo,os participantes assinarão o TCLE.

.Avaliação antropométrica será realiza para determinação da massa corporal, estatura e percentual de gordura.A densidade corporal será determinada utilizando as dobras cutâneas do peitoral, abdômen e coxa como proposto por Jackson & Pollock (1978). Em
seguida o percentual de gordura será estimado através da equação proposta por Siri (1961).Teste IncrementalMembros superioresO teste incremental para determinação da potência máxima (Wmáxb) dos membros superiores será realizado em um ciclo ergômetro adaptado para braço.Os indivíduos iniciarão o teste incremental em uma carga inicial de 15 W durante 3 min para o aquecimento em uma rotação entre 80 e 90 rpm. Em
seguida, a intensidade será aumentada em 15 W a cada minuto até a exaustão. A exaustão será determinada quando o participante desistir de continuar o teste ou não conseguir manter a rotação no intervalo estipulado por mais de 5 segundos.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Adequados dentro das normas do CEP/UFPE

Recomendações:

Nenhuma

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Adequar os termos técnicos para linguagem de melhor compreenção (TCLE) dos participantes da pesquisa.

Considerações Finais a critério do CEP:

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio da Notificação com o Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

O CEP/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE / UFPE-

Continuação do Parecer: 2.532.250

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1049912.pdf	21/12/2017 12:02:55		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Mestrado_Nasto_Rabelo21122017.docx	21/12/2017 12:02:37	NASTO RABELO TRINDADE NETO	Aceito
Outros	TC_Nasto.jpg	19/12/2017 12:58:00	NASTO RABELO TRINDADE NETO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TEXTO_TCLE_NASTO.docx	19/12/2017 10:37:12	NASTO RABELO TRINDADE NETO	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.docx	19/12/2017 10:36:24	NASTO RABELO TRINDADE NETO	Aceito
Outros	Carta_de_Anuencia.jpg	13/12/2017 16:03:01	NASTO RABELO TRINDADE NETO	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Utilizacao_de_equipamentos.jpg	13/12/2017 16:01:42	NASTO RABELO TRINDADE NETO	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Marcos.docx	11/12/2017 12:45:47	NASTO RABELO TRINDADE NETO	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes_Nasto.docx	11/12/2017 12:45:32	NASTO RABELO TRINDADE NETO	Aceito
Outros	Vinculo_Mestrado.jpg	11/12/2017 12:44:33	NASTO RABELO TRINDADE NETO	Aceito

Situação do Parecer:
Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:
Não

RECIFE, 08 de Março de 2018

Assinado por:
Gisele Cristina Sena da Silva Pinho
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **E-mail:** cepccs@ufpe.br