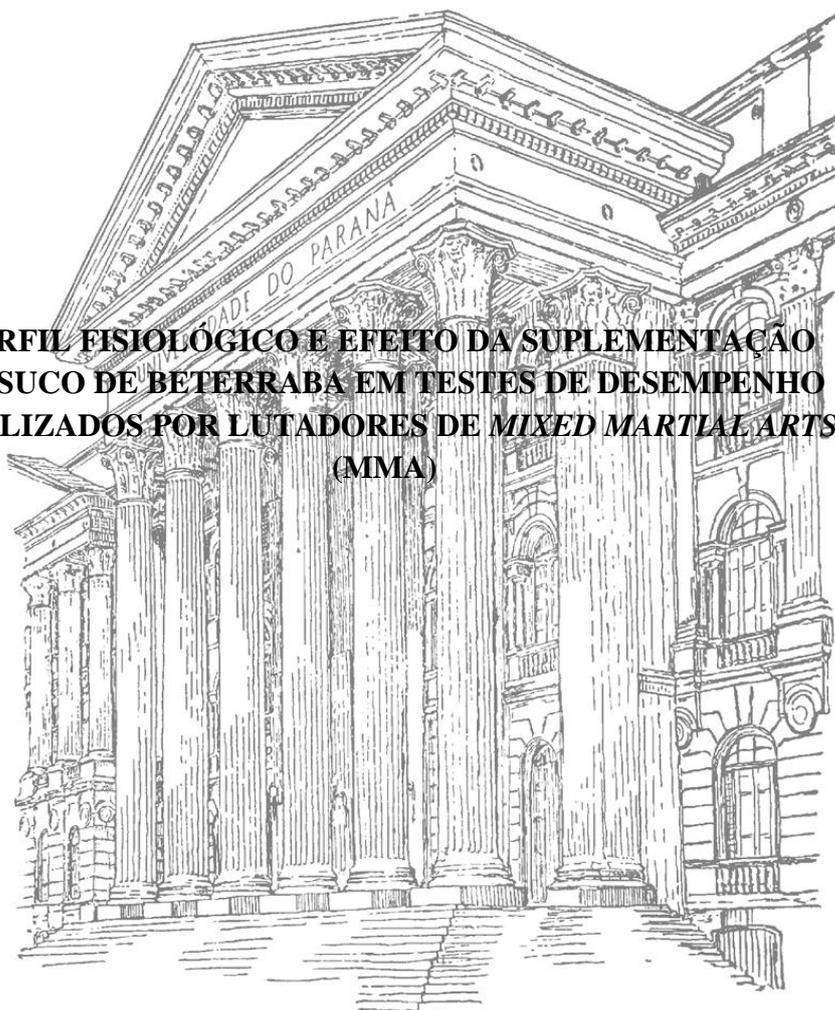


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

BERNARDO RAFAEL BITTENCOURT BERNARDI

**PERFIL FISIOLÓGICO E EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO
DE SUCO DE BETERRABA EM TESTES DE DESEMPENHO
REALIZADOS POR LUTADORES DE *MIXED MARTIAL ARTS*
(MMA)**



CURITIBA

2016

BERNARDO RAFAEL BITTENCOURT BERNARDI

**PERFIL FISIOLÓGICO E EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO
DE SUCO DE BETERRABA EM TESTES DE DESEMPENHO
REALIZADOS POR LUTADORES DE *MIXED MARTIAL ARTS*
(MMA)**

Dissertação apresentada como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Educação Física do Programa de Pós-Graduação em Educação Física, do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior

Universidade Federal do Paraná
Sistema de Bibliotecas

Bernardi, Bernardo Rafael Bittencourt

Perfil fisiológico e efeito da suplementação de suco de beterraba em testes de desempenho realizados por lutadores de *Mixed Martial Arts* (MMA). / Bernardo Rafael Bittencourt Bernardi. – Curitiba, 2016.
89 f.: il. ; 30cm.

Orientador: Tácito Pessoa de Souza Junior

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

1. Beterraba 2. Fisiologia humana 3. Luta (Esporte) 4. Desempenho
I. Título II. Souza Junior, Tácito Pessoa de III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (20. ed.) 796.812

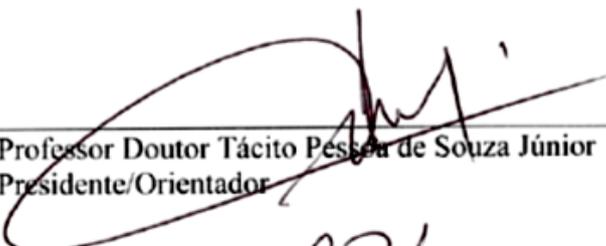


TERMO DE APROVAÇÃO

BERNARDO RAFAEL BITTENCOURT BERNARDI

“Perfil fisiológico e efeito da suplementação de suco de beterraba em testes de desempenho realizados por lutadores de Mixed Martial Arts (MMA)”

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Educação Física, Área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa de Desempenho Esportivo do Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:



Professor Doutor Tácito Pessoa de Souza Júnior
Presidente/Orientador



Professor Doutor Sergio Gregorio da Silva
Membro Interno



Professor Doutor Alex Souto Major
Membro Externo

Curitiba, 13 de Dezembro de 2016.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha amada esposa Bruna Nycole Coelho Azevedo Scopel. Obrigado por todo o seu apoio e incentivo durante os bons e maus momentos desta árdua jornada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço os meus pais, por terem me proporcionado as melhores condições de estudo na infância e por terem me ensinado a ser honesto e honrado.

Agradeço aos meus colegas de grupo de pesquisa que auxiliaram e discutiram comigo os assuntos pertinentes à este trabalho.

Agradeço a professora Keith Sato por disponibilizar seu laboratório para as coletas.

Agradeço aos alunos da PUC que se disponibilizaram a ajudar a coleta de dados.

Agradeço ao meu amigo Alexandre Okuyama por me ouvir, me ajudar e me ensinar muito.

Agradeço aos alunos de nutrição por todo o apoio prestado.

Agradeço a todos os atletas que gentilmente e de bom grado participaram desta pesquisa.

Agradeço ao secretário, Rodrigo Waki, por me atender sempre gentilmente e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Agradeço ao meu orientador pela oportunidade de ingressar na pós-graduação *stricto sensu* e por partilhar comigo um pouco do seu conhecimento.

EPÍGRAFE

“O que fazemos na vida, ecoa na eternidade”

Maximus Décimus Meridius

RESUMO

O *Mixed Martial Arts* (MMA) é um esporte com características intermitentes, que exige força e potência muscular, bem como ótima potência aeróbia. Entretanto, é evidente a falta de investigações com atletas que competem exclusivamente no MMA. Adicionalmente, recentes estudos têm demonstrado que a suplementação de suco de beterraba, hortaliça rica em nitrato inorgânico (NO_3^-), aumentou a potência e a força de contração muscular. Entretanto, ainda há muita controvérsia sobre protocolos de suplementação, tipo de esforços e população em que este suplemento seria eficaz. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o perfil fisiológico de um grupo de atletas de MMA e verificar o efeito da suplementação aguda de suco de beterraba em *sprints* sucessivos e saltos contra movimento. Este trabalho foi realizado uma combinação de um estudo transversal descritivo e um estudo quase-experimental *cross over*. A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas, uma centrada na determinação do perfil fisiológico dos atletas e outra etapa centrada nos efeitos agudos da suplementação de $\sim 9,3$ mmol de NO_3^- na forma de 400 ml de suco de beterraba em testes físicos. Os participantes da primeira etapa foram 10 atletas com $24,5 \pm 4,6$ anos de idade, e $2,9 \pm 1,6$ anos de prática competitiva de MMA, os participantes da segunda etapa foram 10 atletas do sexo masculino com $24,9 \pm 4,6$ anos de idade e $3,4 \pm 2,1$ anos de prática competitiva de MMA. A normalidade dos dados foi realizada com o teste de *Shapiro-Wilk*. A comparação entre as médias foi realizada com o teste *t* pareado. A análise dos *sprints* foi realizada com a análise de medidas repetidas. A significância foi estabelecida em $p < 0,05$. Na primeira etapa do estudo foi observado um percentual de gordura de $6,4 \% \pm 1,2$, predomínio de mesomorfia $5 \pm 1,09$; RM relativo no supino $1,07 \pm 0,12 \text{ kg.kg}^{-1}$ e no agachamento $1,48 \pm 0,17 \text{ kg.kg}^{-1}$; potência pico relativa no teste de *Wingate* $10,71 \pm 1,91 \text{ W.kg}^{-1}$; força isométrica de preensão manual direita $53,49 \pm 8,93 \text{ kg}$ e esquerda $53,30 \pm 7,41 \text{ kg}$; $\text{VO}_2\text{máx}$ $57,43 \pm 7,75 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$; repetições nos testes de flexões de braço $46,50 \pm 10,51$ e abdominais $51,20 \pm 7,07$. Na segunda etapa do estudo, não houve diferença significativa tanto para a PAS (Suplemento $119,6 \pm 5,52 \text{ mmHg}$ vs. Placebo $123,80 \pm 11,30 \text{ mmHg}$; $p > 0,05$) como para a PAD (Suplemento $70,3 \pm 5,95 \text{ mmHg}$ vs. Placebo $73,67 \pm 13,53 \text{ mmHg}$; $p > 0,05$). Não houve diferença significativa para a média de altura (Suplemento $37,45 \pm 3,41 \text{ cm}$ vs. Placebo $37,33 \pm 4,35 \text{ cm}$; $p > 0,05$) e média de potência relativa (Suplemento $28,93 \pm 4,16 \text{ W/kg}$ vs. Placebo $29,01 \pm 5,17 \text{ cm}$; $p > 0,05$) nos saltos contra movimento. Também não houve diferença significativa a média do pico de potência relativa (suplemento $10,54 \pm 0,62$ vs. Placebo $10,52 \pm 0,48$; $p > 0,05$) e a média de potência relativa média (suplemento $7,88 \pm 0,38$ vs. Placebo; $p > 0,05$) nos *sprints* sucessivos, inclusive quando estes foram divididos em quatro partes. Portanto, é possível inferir que atletas de MMA possuem reduzido percentual de gordura, predomínio de mesomorfia, níveis moderados a baixos de força dinâmica, bem como níveis regulares de potência de membros inferiores. Adicionalmente, a suplementação aguda de suco de beterraba não aumentou a força e a potência em *sprints* sucessivos e saltos contra movimento realizados por atletas de MMA.

Palavras Chave: suco de beterraba; perfil fisiológico; esportes de combate; desempenho;

ABSTRACT

The Mixed Martial Arts (MMA) is a sport with intermittent characteristics, which requires muscle strength and power, as well as great aerobic power. However, there are a lack of investigations with athletes competing exclusively in MMA. In addition, recent studies have shown that supplementation of beetroot juice, a vegetable rich in inorganic nitrate (NO_3^-), increased power and the force of muscle contraction. There is still much controversy about supplementation protocols, type of work, and populations in which this supplement would be effective. Thus, the objective of this study was to determine the physiological profile of a group of MMA athletes and verify the effect of acute supplementation of beetroot juice in successive sprints and in countermovement jumps. This work was a combination of a cross sectional study and a quasi-experimental cross over study. In this way, the research was conducted in two stages, one centered on determining the physiological profile of MMA athletes and another focused on the acute effects of supplementation of ~ 9.3 mmol of NO_3^- in the form of 400 ml of beetroot juice on physical tests. In the first stage, participation included 10 males 24.5 ± 4.6 years of age with 2.9 ± 1.6 years of competitive MMA practice. The participants of the second stage were 10 male athletes 24.9 ± 4.6 years old with 3.4 ± 2.1 years of competitive MMA practice. The normality of the data was examined with the Shapiro-Wilk test. The comparison between means was performed using the paired t test. The successive sprints were analyzed with repeated measures analysis. Significance was set at $p \leq 0.05$. In the first stage, body fat percentage was $6.4 \% \pm 1.2$, mesomorphic predominance 5 ± 1.09 ; RM on the bench press $1.07 \pm 0.12 \text{ kg.kg}^{-1}$ and squat $1.48 \pm 0.17 \text{ kg.kg}^{-1}$; peak power on the test Wingate $10.71 \pm 1.91 \text{ W.kg}^{-1}$; right hand isometric strength on handgrip 53.49 ± 8.93 kg, left hand isometric strength on handgrip 53.30 ± 7.41 kg; VO_2max $57.43 \pm 7.75 \text{ ml.kg}^{-1}\text{min}^{-1}$; repetitions on push-ups were 46.50 ± 10.51 and sit ups 51.20 ± 7.07 . In the second stage, there was no significant difference for both SBP (Supplement 119.6 ± 5.52 mmHg vs. Placebo 123.80 ± 11.30 mmHg; $p > 0.05$) as for DBP (Supplement 70.3 ± 5.95 mmHg vs. Placebo 73.67 ± 13.53 mmHg; $p > 0.05$). There was no significant difference in the average height (Supplement 37.45 ± 3.41 cm vs. Placebo 37.33 ± 4.35 cm; $p > 0.05$) and average relative power ($28.93 \pm$ Supplement 4, 16 W / kg vs. placebo 29.01 ± 5.17 cm; $p > 0.05$) on the countermovement jumps . There was also no significant difference in mean peak relative power (supplement 10.54 ± 0.62 vs. 10.52 ± 0.48 placebo; $p > 0.05$) and the mean relative average power (supplement 7.88 ± 0.38 vs. placebo; $p > 0.05$) in successive sprints, even when these were divided into four parts. Therefore, it is possible to infer that MMA athletes have a low percentage of fat, are predominantly mesomorph, and exhibit moderate to low dynamic force and regular power levels in lower limbs. Additionally, the acute beetroot juice supplementation did not increase the strength and power in successive sprints or in countermovement jumps performed by MMA athletes.

Keywords: beetroot juice; combat sports; performance; physiological profile

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Via entero salivar da absorção do NO_3^- ; NO – Óxido nítrico.....	33
Figura 2 - Esquema de como foi realizada a segunda etapa da coleta de dados.	45
Figura 3 - Teste de Salto Contra Movimento	83
Figura 4 - Teste de abdominais.	83
Figura 5 - Teste de Flexão e Extensão de braços.	83
Figura 6 - Teste de força Isométrica de preensão manual	83
Figura 7 - Teste de <i>Wingate</i> e <i>Sprints</i> Sucessivos	83
Figura 8 - Teste de 1 RM no Agachamento.....	84
Figura 9 - Teste de 1 RM no Supino	84
Figura 10 - Teste de Potência Aeróbia	84

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Percentual de gordura em esportes de combate.....	23
Tabela 2 - Somatotipo em esportes de combate	23
Tabela 3 - 1 RM no supino e agachamento em esportes de combate	25
Tabela 4 - Força isométrica de preensão manual em esportes de combate	27
Tabela 5 - Salto contra movimento em esportes de combate	27
Tabela 6 - Testes de <i>Wingate</i> para membros inferiores em esportes de combate.	29
Tabela 7 - Testes de flexão e extensão de braços e abdominais em esportes de combate	29
Tabela 8 - VO ₂ máx em esportes de combate.....	31
Tabela 9 - Estudos com suplementação de suco de beterraba	35
Tabela 10 - Características antropométricas dos lutadores de MMA (n = 10).....	54
Tabela 11 - Testes de desempenho dos lutadores de MMA (n = 10).	54

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Média da PAS. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo ($p > 0,05$).	55
Gráfico 2 - Média da PAD. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo ($p > 0,05$).	55
Gráfico 3 – Média da altura atingida nos 5 saltos contra movimento realizados em sequência. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo ($p > 0,05$).	56
Gráfico 4 - Agrupamento da média de potência pico relativa dos 20 <i>Sprints</i> em 4 parte. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo em nenhum momento ($p > 0,05$).	56
Gráfico 5 – Agrupamento da média de potência média relativa dos 20 <i>Sprints</i> em 4 partes. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo em nenhum momento ($p > 0,05$).	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADP – Adenosina difostato
ANOVA – Análise de variância
ATP – Adenosina trifosfato
DP – Desvio Padrão
DP - Dobra Peitoral
DAM = Dobra axilar média
DT = Dobra Tricipital
DS = Dobra subscapular
DA = Dobra abdominal
DSI = Dobra supra ilíaca
DC = Dobra da coxa
FDA – Food and Drug Administration
kg – Quilograma
KNO₃ – Nitrato de Potássio
mg - miligramas
min - minutos
ml - mililitros
NO - Óxido Nítrico
NO₂⁻ - Nitrito
NO₃⁻ - Nitrato
NOS – Óxido Nítrico Sintase
PAR Q - *Physical Activity Readiness Questionnaire*
PAS – Pressão arterial Sistólica
PAD – Pressão arterial diastólica
PCr – Fosfocreatina
Pi – Fosfato inorgânico
PSE – Percepção Subjetiva de Esforço
R24h – Recordatório de 24 horas
RM – Repetição Máxima
s – Segundos
SCM – Salto contra movimento

TCLE – Termo de consentimento livre e esclarecido.

VO_2 – Consumo de oxigênio

$VO_{2Máx}$ – Consumo Máximo de Oxigênio

VO_{2Pico} – Pico do consumo de oxigênio

W – watts

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS DA PESQUISA	19
2.1	OBJETIVO GERAL DA ETAPA I	19
2.2	OBJETIVO GERAL DA ETAPA II	19
2.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA ETAPA I	19
2.4	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA ETAPA II	19
3	HIPÓTESES	20
4	REVISÃO DA LITERATURA	21
4.1	O MMA	21
4.2	PERFIL FISIOLÓGICO DOS ESPORTES DE COMBATE	21
4.2.1	Composição corporal e somatotipo	22
4.2.2	Força Muscular	24
4.2.3	Perfil Anaeróbio e Potência Muscular	26
4.2.4	Resistência de Força Muscular	28
4.2.5	Potência Aeróbia	28
4.3	ABSORÇÃO DE NO₃⁻ E POSSÍVEIS MECANISMOS DE AÇÃO	32
4.4	TOXICIDADE DO NO₃⁻ E NO₂⁻	33
4.5	SUPLEMENTAÇÃO DE SUCO DE BETERRABA NO DESEMPENHO FÍSICO	34
4.6	O NO₃⁻ E A PRESSÃO ARTERIAL	41
5	MATERIAIS E MÉTODOS	43
5.1	TIPO DE PESQUISA	43
5.2	PARTICIPANTES	43
5.2.1	Recrutamento	43
5.2.2	Critérios de Inclusão e Exclusão	44
5.3	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS	44
5.4	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	45
5.4.1	Suco de beterraba e suco placebo	45
5.4.2	Testes de Desempenho Físico	47
5.4.2.1	Procedimentos de Segurança	47
5.4.2.2	Aferição da Pressão Arterial	48
5.4.2.3	Testes de Potência Muscular de Membros Inferiores	48

5.4.2.4	Teste de resistência de Força Muscular.....	49
5.4.2.5	Teste de Força Isométrica de Preensão Manual.....	49
5.4.2.6	Testes de 1 RM.....	50
5.4.2.7	Teste de Esforço Intermitente	50
5.4.2.8	Teste de Potência Aeróbia.....	51
5.4.3	Controle do Consumo Alimentar	51
5.4.4	Antropometria, Composição corporal e Somatotipo.....	52
5.5	ANÁLISE DE DADOS	53
6	RESULTADOS.....	54
6.1	PERFIL FISIOLÓGICO	54
6.2	SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE BETERRABA	54
7	DISCUSSÃO.....	58
7.1	PERFIL FISIOLÓGICO	58
7.2	SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE BETERRABA	61
7.3	LIMITAÇÕES DO ESTUDO	64
8	CONCLUSÃO.....	65
	REFERÊNCIAS	66
	APÊNDICES	77
	APÊNDICE 1	78
	APÊNDICE 2	80
	APÊNDICE 3	82
	APÊNDICE 4	83
	ANEXOS	85
	ANEXO 1	86
	ANEXO 2	87
	ANEXO 3	88
	ANEXO 4	89

1 INTRODUÇÃO

O *mixed martial arts* (MMA) é um esporte de combate que mescla técnicas de luta em pé (boxe, muay thai) e agarrada (judô, wrestling, jiu-jítsu, sambo), caracterizado por ações intermitentes de alta intensidade e curta duração (6 - 14 s), intercaladas por momentos de menor intensidade (15 – 36 s) (DEL VECCHIO; HIRATA; FRANCHINI, 2011; COSWIG; FUKUDA; DEL VECCHIO, 2015; SOUZA-JUNIOR et al., 2015). Na última década, este esporte cresceu muito em termos de praticantes e espectadores (AWI, 2012), sendo que recentemente sua principal franquia foi vendida por aproximadamente 4 bilhões de dólares. Com base nas modalidades de lutas que compõe o MMA, é possível afirmar que os atletas precisam de elevadas capacidades de força muscular, potência muscular, resistência anaeróbia e aeróbia (SOUZA-JUNIOR et al., 2015; JAMES; HAFF; et al., 2016). Em virtude destas exigências físicas e técnicas, os atletas de MMA relatam treinar mais do que 12 sessões semanais, que são compostas por treinos específicos de luta, bem como preparação física (AMTMANN; BERRY, 2003; LA BOUNTY et al., 2011; LENETSKY; HARRIS, 2012; DEL VECCHIO; FERREIRA, 2013).

O conhecimento científico das características fisiológicas e de desempenho dos atletas de um determinado esporte é fundamental para o acompanhamento e prescrição do treinamento (FRANCHINI et al., 2011; ALVES et al., 2012). Há estudos investigando o perfil fisiológico de diversos esportes de combate que compõe o MMA, entretanto é evidente a falta de investigações com atletas que competem, exclusivamente no MMA, mesmo com os que não são de elite. Mais especificamente ao MMA, há trabalhos de revisão descrevendo métodos e periodização de treinamento (TACK, 2013; SOUZA-JUNIOR et al., 2015), bem como aspectos fisiológicos (JAMES; HAFF; et al., 2016). Contudo, até o presente, existem apenas três estudos que investigaram diretamente capacidades físicas de atletas de MMA, totalizando 24 atletas (SCHICK et al., 2010; ALM; YU, 2013; MARINHO et al., 2016).

Algo inerente aos esportes de alto desempenho, o MMA inclusive, é a busca por recursos nutricionais capazes de aumentar a capacidade de trabalho, bem como melhorar a recuperação entre sessões de treino (KREIDER et al., 2010; THOMAS, D. T.; ERDMAN; BURKE, 2016). Neste sentido, uma substância que vem apresentando um crescente corpo de evidências é o nitrato inorgânico (NO_3^-) presente na beterraba (*Beta vulgaris*), hortaliça também rica em compostos bioativos como a betalaína e flavonoides (WRUSS et al., 2015). Um dos objetivos da suplementação de suco de beterraba é aumentar as concentrações plasmáticas de (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-) e, conseqüentemente, a presença de óxido nítrico

(NO) durante exercício intenso, pois esta molécula atua em vários processos fisiológicos que auxiliam ou melhoraram o desempenho (SOUZA JUNIOR et al., 2012).

Devido estas características, diversos trabalhos estudam a beterraba como uma possível bebida esportiva que atuaria como uma substância ergogênica, antioxidante e anti-inflamatória (BAILEY et al., 2009; WYLIE; MOHR; et al., 2013; LANE et al., 2014; CLIFFORD et al., 2016). Desta maneira, já foi demonstrado que a suplementação de suco de beterraba aumentou a capacidade de trabalho e reduziu o custo de oxigênio em modalidades de *endurance* (BAILEY et al., 2009; HOON; JONES; et al., 2014; BAILEY et al., 2015). Adicionalmente, Wylie et al. (2016) demonstraram aumento na média de potência média em 24 *sprints* de 6 s, realizados em ciclo ergômetro, intercalados por 24 s de descanso passivo. Os autores investigaram outros dois protocolos (6 x 60 s; 7 x 30 s), mas não encontram diferença significativa entre os participantes que tomaram suco de beterraba e placebo.

Curiosamente, o protocolo em que o suco de beterraba foi efetivo possui uma relação esforço pausa semelhante ao MMA. Contudo, é importante mencionar que alguns estudos falharam em demonstrar benefícios em esforços intermitentes (CHRISTENSEN; NYBERG; BANGSBO, 2013; MUGGERIDGE et al., 2013). Além dos benefícios em testes realizados em ciclo ergômetro, a suplementação de suco de beterraba aumentou a resistência à fadiga, poupou os estoques de fosfocreatina (PCr) (BAILEY et al., 2010) e aumentou o torque em extensões de joelho realizadas em equipamento isocinético (COGGAN et al., 2015). Entretanto, não se sabe se a suplementação de suco de beterraba poderia aumentar a força e a potência de um atleta.

Ademais, alguns trabalhos tem postulado a hipótese da suplementação de NO_3^- agir, preferencialmente, nas fibras do tipo II (JONES et al., 2016), fibras estas caracterizadas pelo predomínio do metabolismo anaeróbio (ESSEN, 1978; BOTTINELLI et al., 1999), sendo justamente em situações de baixo pH e hipóxia tecidual, que a redução de NO_3^- - a NO_2^- e posteriormente a NO fica favorecida (JONES, 2014a). Vale ressaltar, que atletas de esportes de força e potência, assim como o MMA, podem apresentar um percentual maior de fibras do tipo II (GOLLNICK et al., 1972; TESCH; KARLSSON, 1985).

Ainda em relação ao NO_3^- , a sua ingestão está associada com níveis reduzidos de pressão arterial sistólica (PAS) e pressão arterial diastólica (PAD) (SIERVO et al., 2013), inclusive, os vegetais ricos em NO_3^- já são considerados poderosos adjuvantes no combate a hipertensão arterial sistêmica (HAS) (KOBAYASHI; OHTAKE; UCHIDA, 2015). Neste sentido, alguns trabalhos utilizam a redução da pressão arterial como marcador do aumento

dos níveis séricos de NO_3^- e NO_2^- (BAILEY et al., 2010; VANHATALO et al., 2010; LANSLEY; WINYARD; BAILEY; et al., 2011).

Desta forma, é possível perceber a necessidade de investigações diretas sobre as capacidades físicas de atletas de MMA. Adicionalmente, é importante verificar se o suco de beterraba pode efetivamente beneficiar as capacidades de força e potência de lutadores de MMA em testes que possuam relação temporal bioenergética com a modalidade. Por conseguinte, resultados positivos poderiam indicar o suco de beterraba como uma substância ergogênica.

Sendo assim, este trabalho foi dividido em duas etapas com objetivos distintos, na primeira, o objetivo foi determinar o perfil fisiológico de um grupo de atletas de MMA e na segunda, verificar o efeito da suplementação aguda de suco de beterraba em *sprints* sucessivos, bem como em uma sequência de cinco saltos contra movimento e na PAS e PAD.

2 OBJETIVOS DA PESQUISA

2.1 OBJETIVO GERAL DA ETAPA I

Determinar o perfil fisiológico de um grupo de atletas de MMA.

2.2 OBJETIVO GERAL DA ETAPA II

Verificar o efeito agudo da suplementação de suco de beterraba na capacidade de trabalho de atletas de *Mixed Martial Arts* (MMA) em testes de desempenho.

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA ETAPA I

- Identificar a potência aeróbia em teste de esforço máximo realizado em esteira rolante.
- Identificar a força de 1 RM nos testes de agachamento e supino reto.
- Identificar a potência de membros inferiores nos testes de *Wingate*.
- Identificar a força isométrica de preensão manual.
- Identificar a resistência de força nos testes de abdominal e flexão e extensão de braços.
- Identificar a altura do salto contra movimento.
- Identificar o somatotipo.
- Identificar a composição corporal.

2.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS DA ETAPA II

- Verificar o efeito da suplementação aguda de suco de beterraba em teste intermitente realizado em ciclo ergômetro.
- Verificar o efeito da suplementação aguda de suco de beterraba em teste de 5 saltos contra movimento sucessivos.
- Verificar o efeito da suplementação aguda de suco de beterraba na PAS e PAD.

3 HIPÓTESES

- Hipótese H0 - A suplementação de suco de beterraba não afeta os testes desempenho e a pressão arterial.
- Hipótese H1 - A suplementação de suco de beterraba afeta os testes desempenho e a pressão arterial.

4 REVISÃO DA LITERATURA

Como esta pesquisa foi dividida em duas etapas, a sessão de revisão de literatura será dividida em uma parte inicial versando sobre os estudos sobre perfil fisiológico de lutadores de MMA e a importância destas capacidades físicas para o sucesso no esporte em questão, e a segunda parte abordará estudos com NO_3^- , principalmente com suco de beterraba, e os mecanismos de como o NO_3^- presente no suco de beterraba poderia ser efetivo em lutadores de MMA.

4.1 O MMA

No começo da década de 1990 foi criado o evento *Ultimate Fighting Championship* com a finalidade de demonstrar qual arte marcial era a mais efetiva, sendo assim as lutas aconteciam com cada lutador defendendo um estilo (SCHICK et al., 2010; LENETSKY; HARRIS, 2012). No início, o jiu-jítsu dominou as competições e os atletas das outras modalidades (boxe, muay thai, taekwondo, *wrestling*) se viram obrigados a treiná-lo. A partir deste momento, o jiu-jítsu passou a não ser mais tão dominante, e os atletas passaram a misturar aspectos de diferentes modalidades de luta. Por fim, a necessidade de adaptar as regras para a maior segurança e comercialização do evento fez com que surgisse o esporte MMA (AWI, 2012; LENETSKY; HARRIS, 2012).

Uma luta de MMA é constituída de até 5 rounds de 5 min cada. A maior parte das competições são de 3 rounds de 5 min, entretanto uma luta nem sempre chega ao final do tempo regulamentar, pois esta pode ser encerrada com um nocaute, uma finalização ou interrupção do árbitro (DEL VECCHIO et al., 2011; LA BOUNTY et al., 2011).

4.2 PERFIL FISIOLÓGICO DOS ESPORTES DE COMBATE

A compreensão das características fisiológicas de atletas de elite pode fornecer informações detalhadas sobre o que é necessário para o sucesso competitivo (FRANCHINI et al., 2011). James et al. (2016) compilaram informações dos atletas de elite de modalidades de esportes de combate que compõe o MMA e traçaram de forma indireta o provável perfil do atleta de elite do MMA. De maneira geral, os atletas que tem como ponto forte a tática de manutenção da luta em pé (boxe, muay thai, caratê, taekwondo) possuem maior potência aeróbia, quando comparados aos atletas de luta agarrada (judô, *wrestling*), sendo que estes

possuem maior potência anaeróbia e força muscular (ARTIOLI et al., 2008). Em lutas mais longas, o componente aeróbio tem maior relevância, entretanto a luta pode ser decidida por golpes que exigem elevada potência muscular, como quedas, chutes e socos (LA BOUNTY et al., 2011; SOUZA-JUNIOR et al., 2015). Fica claro, o quanto o MMA é exigente com relação às capacidades físicas dos seus atletas.

Nesta sessão, serão revisadas as principais capacidades físicas e características antropométricas dos esportes de combate com ênfase no MMA.

4.2.1 Composição corporal e somatotipo

Assim como os demais esportes de combate, as competições de MMA são organizadas em categorias de peso e, neste sentido, uma composição corporal caracterizada por um reduzido percentual de gordura e uma elevada massa magra torna-se fundamental (FRANCHINI; BRITO; ARTIOLI, 2012). Há poucos trabalhos que investigaram a composição corporal de lutadores de MMA, o que torna difícil estabelecer valores de referência, Schick et al. (2010), Alm e Yu (2013) e Marinho et al. (2016) encontraram valores de percentual de gordura de $11,7 \pm 4,0$, $12,3 \pm 0,5$ e $13,4 \pm 5,6$, respectivamente. A tabela 1 ilustra os valores de percentual de gordura dos esportes de combate, nota-se que o MMA também é caracterizado por baixos percentuais, entretanto estes valores são superiores aos encontrados em outras modalidades. Ressalta-se que a composição corporal nos esportes de combate é, geralmente, aferida com o somatório de dobras cutâneas, o que exige equações de predição, este pode ser um fator que dificulte a comparação entre os trabalhos e cause heterogeneidade de valores (CHAABENE et al., 2015).

Contudo, o percentual de gordura parece não diferir muito entre os diferentes níveis competitivos, pois enquanto Ferreira Marinho et al. (2016) demonstraram que lutadores de jiu-jítsu de elite possuem menor percentual de gordura, a maior parte dos estudos falhou em demonstrar tal aspecto (IMAMURA et al., 1998; GIAMPIETRO; PUJIA; BERTINI, 2003; FRANCHINI et al., 2007; GARCIA-PALLARES et al., 2011; DEMIRKAN et al., 2012)

Além do percentual de gordura, o somatotipo é um critério de classificação de composição corporal muito utilizado nos esportes de combate, a tabela 2 apresenta

Tabela 1 - Percentual de gordura em esportes de combate

Estudo	Ano	Atletas	Modalidade	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Percentual de gordura (%)
(ZABUKOVEC; TIIDUS)	1995	4	<i>Kickboxing</i>	NR	72,6 ± NR	8,1 ± NR
(IMAMURA et al.)	1998	7	Caratê	21,3 ± 0,8	66,3 ± 8,2	10,7 ± 2,0
(KRAEMER et al.)	2001	12	<i>Wrestling</i>	19,3 ± 1,16	75,3 ± 2,5	7,3 ± 0,7
(GUIDETTI; MUSULIN; BALDARI)	2002	8	Boxe	22,3 ± 1,5	77,4 ± 1,4	14,5 ± 1,5
(SERTIC; SEGEDI; MILANOVIC)	2006	6	Judô	20,7 ± 3,2	NR	12,0 ± 1,2
(SCHICK et al.)	2010	11	MMA	25,5 ± 5,7	77,4 ± 11,4	11,7 ± 4,0
(GARCIA-PALLARES et al.)	2011	18	<i>Wrestling</i>	18,5 ± 1,5	73,1 ± 4,8	11,1 ± 2,5
(ALM; YU)	2013	5	MMA	29,6 ± 5,5	80,8 ± 5,5	12,3 ± 0,5
(DIAZ-LARA et al.)	2016	14	Jiu-Jítsu	29,2 ± 3,3	71,3 ± 9,1	7,5 ± 1,5
(FERREIRA MARINHO et al.)	2016	8	Jiu-Jítsu	25,0 ± 2,0	76,0 ± 10	11,2 ± 3,0
(MARINHO et al.)	2016	8	MMA	31,0 ± 5,0	82,1 ± 9,6	13,4 ± 5,6

NR – Não reportado. Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

Tabela 2 - Somatotipo em esportes de combate

Estudo	Ano	Atletas	Modalidade	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Somatotipo		
						Endormofia	Mesormofia	Ectormofia
(ZABUKOVEC; TIIDUS)	1995	4	<i>Kickboxing</i>	NR	72,6 ± NR	2,6 ± NR	4,3 ± NR	2,5 ± NR
(GIAMPIETRO et al.)	2003	14	Caratê	23,8 ± 2,8	72,4 ± 8,7	2,1 ± 0,6	3,5 ± 1,0	3,1 ± 0,8
(KHANNA; MANNA)	2006	30	Boxe	22,1 ± 3,1	76,7 ± 10,9	2,3 ± 0,6	4,9 ± 0,7	2,3 ± 0,8
(STERKOWICZ-PRZYBYCIEN; STERKOWICZ; ZAROW)	2011	23	<i>Wrestling</i>	24,9 ± 5,5	81,8 ± 14,29	2,0 ± 0,5	6,6 ± 0,9	1,2 ± 0,5
(BÁEZ et al.)	2014	5	Jiu-Jítsu	26,3 ± 5,6	75,6 ± 10,6	2,2 ± 0,7	6,3 ± 1,1	1,7 ± 0,9
(CASALS et al.)	2015	9	Judô	NR	85,9 ± 24,5	1,9 ± 1,5	5,6 ± 1,4	1,6 ± 2,0
(MARINHO et al.)	2016	8	MMA	31 ± 5	82,1 ± 9,6	2,9 ± 1,5	6,4 ± 0,8	1,9 ± 1,3

NR – Não reportado; Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

alguns trabalhos que o utilizaram, os atletas de MMA, assim como os demais, apresentam um predomínio de mesomorfia.

Por fim, vale frisar que tanto para o percentual de gordura como o somatotipo, a inclusão de participantes de categorias de peso mais elevadas pode fazer com que os valores fiquem distorcidos (FRANCHINI et al., 2011).

4.2.2 Força Muscular

A força de um músculo ou grupo muscular deve ser definida como a força máxima gerada sob determinada velocidade (KNUTTGEN; KRAEMER, 1987). Esta capacidade física é extremamente importante em esportes de potência e *endurance*, assim como o MMA. A força irá facilitar a utilização de técnicas de luta agarrada, bem como é um importante componente da potência muscular, muito necessária nas técnicas de soco e chute (JAMES; HAFF; et al., 2016). Índices elevados de força muscular possuem elevada correlação com o alto desempenho esportivo, quanto mais forte o atleta, maior será sua taxa de desenvolvimento de força, ou seja, mais rápido ele irá atingir sua potência pico (HAFF; NIMPHIUS, 2012). Além de sua relação com a potência muscular, altos níveis de força estão relacionados com uma menor incidência de lesões musculares e, além disso, atletas que realizam agachamento paralelo com a carga relativa a duas vezes à massa corporal, saltam mais alto, correm mais rápido e potencializam mais cedo e em maior intensidade, isto é, aumentam temporariamente sua força muscular após realização de uma contração muscular voluntária máxima (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016). Os níveis de força podem ser expressos em valores absolutos ou relativos, este último possibilita uma melhor comparação entre atletas de massa corporal diferente. Os trabalhos com esportes de combate geralmente mensuram a força dinâmica do agachamento e do supino e a força isométrica de preensão manual.

Abaixo, a tabela 3 compila alguns estudos que mensuraram a força de 1 RM nos exercícios agachamento e supino realizados por atletas de esportes de combate, incluindo o MMA. De maneira geral, nota-se que os atletas de esportes de combate ainda precisam evoluir muito neste aspecto, pois nenhum grupo avaliado agachou com a carga relativa a duas vezes a massa corporal.

Com relação aos aspectos de desempenho, Franchini et al. (2007) não encontraram diferença entre atletas titulares e reservas da seleção brasileira de Judô, contudo

Tabela 3 - 1 RM no supino e agachamento em esportes de combate

Teste	Estudo	Ano	Atletas	Modalidade	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Absoluto (kg)	Relativo (kg.kg ⁻¹)
Supino	(IMAMURA et al.)	1998	7	Caratê	21,3 ± 0,8	66,3 ± 8,2	87,1 ± 12,5	NR
	(FRANCHINI et al.)	2007		Judô	25,6 ± 4,0	90,6 ± 23,8	110 ± 25	1,24 ± 0,11
	(RAHMANI-NIA; MIRZAEI; NURI)	2007	11	<i>Wrestling</i>	19,6 ± 1,1	77,4 ± 2,8	NR	1,4 ± 0,16
	(ROSCHEL et al.)	2009	7	Caratê	27,9 ± 5,7	74,3 ± 13,3	76,3 ± 16,8	NR
	(ROSCHEL et al.)	2009	7	Caratê	28,1 ± 4,9	71,9 ± 7,8	70,3 ± 11,5	NR
	(SCHICK et al.)	2010	11	MMA	25,5 ± 5,7	77,4 ± 11,4	NR	1,2 ± 0,1
	(FERREIRA MARINHO et al.)	2016	8	Jiu-Jítsu	25,0 ± 2,0	76,0 ± 10,0	111 ± 6	1,46 ± 0,13
	(MARINHO et al.)	2016	8	MMA	31,0 ± 5,0	82,1 ± 9,6	80 ± 15	1,0 ± 0,2
Agachamento	(IMAMURA et al.)	1998	7	Caratê	21,3 ± 0,8	66,3 ± 8,2	137,5 ± 12,6	NR
	(FRANCHINI et al.)	2007	7	Judô	25,6 ± 4,0	90,6 ± 23,8	104 ± 27	1,4 ± 0,1
	(RAHMANI-NIA et al.)	2007	11	<i>Wrestling</i>	19,6 ± 1,1	77,4 ± 2,8	NR	1,7 ± 0,2
	(ROSCHEL et al.)	2009	7	Caratê	27,9 ± 5,7	74,3 ± 13,3	113,3 ± 15,1	NR
	(ROSCHEL et al.)	2009	7	Caratê	28,1 ± 4,9	71,9 ± 7,8	128,6 ± 20,4	NR
	(SCHICK et al.)	2010	11	MMA	25,5 ± 5,7	77,4 ± 11,4	NR	1,4 ± 0,1
	(FERREIRA MARINHO et al.)	2016	8	Jiu-Jítsu	25,0 ± 2,0	76,0 ± 10,0	91 ± 8	1,2 ± 0,1
	(MARINHO et al.)	2016	8	MMA	31,0 ± 5,0	82,1 ± 9,6	69 ± 6	0,8 ± 0,1
	(JAMES; BECKMAN; et al.)	2016	15	MMA	29,5 ± 2,2	79,8 ± 10,5	NR	1,8 ± 0,2
	(JAMES; BECKMAN; et al.)	2016	14	MMA	26,6 ± 8,0	82,3 ± 12,5	NR	1,6 ± 0,2

NR. Não reportado; Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

Garcia-Pallares et al. (2011) demonstraram que *wrestlers* de elite possuem maior nível de força de 1 RM no agachamento. Embora a literatura aponte para valores de referência para os níveis de força para membros inferiores, ainda não existem valores de referência para a parte superior do tronco (SUCHOMEL et al., 2016). Até 2016, não haviam estudos comparando qualquer tipo de característica de acordo com o nível competitivo no MMA, entretanto James e Beckman et al. (2016) compararam atletas com diferentes retrospectos em lutas com relação a força de 1 RM no agachamento, os atletas com melhor retrospecto apresentaram um nível de força relativa superior. Um fato que chamou atenção foram os valores relativos de 1 RM, pois estes eram muito superiores aos demais estudos até então publicados, entretanto os atletas agacharam até um ângulo de flexão de joelhos de 90°, o que pode ter contribuído para tal resultado (COTTER et al., 2013).

A tabela 4 ilustra valores absolutos e relativos de força isométrica de preensão manual nos esportes de combate. Como o MMA utiliza técnicas de luta agarrada e de submissão, os atletas necessitam dominar os membros dos oponentes com as mãos, deste modo era de se imaginar que estes possuíssem maior força isométrica de preensão manual quando comparados com outros esportes de combate, entretanto tal fato não foi demonstrado no único estudo que investigou tal capacidade.

4.2.3 Perfil Anaeróbio e Potência Muscular

Del Vecchio et al. (2011) demonstraram que o MMA é um esporte com grande exigência de potência muscular, bem como do metabolismo anaeróbio. A partir da análise de 26 lutas foi possível determinar que o MMA é caracterizado por esforços de alta intensidade com duração de 6 - 14 s, separados por esforços de baixa intensidade com duração de 15 - 36 s, tendo uma relação esforço pausa de 1 : 2 – 1 : 4. Adicionalmente, o mesmo estudo demonstrou que 77 % das lutas terminaram como consequência de um esforço de alta intensidade com duração de 8 – 12 s, destes 50 % foram ações de luta de solo e 27 % em ações de luta em pé.

Por conseguinte, fica evidente a necessidade dos socos, chutes e projeções serem realizados com a máxima força e velocidade possível, ou seja, elevada potência muscular (HAFF; NIMPHIUS, 2012). Uma das maneiras mais utilizadas para mensurar a potência muscular é a altura e a potência no salto vertical (OSTOJIC; STOJANOVIC; AHMETOVIC, 2010), a tabela 5 ilustra alguns trabalhos que mediram a altura no salto contra movimento em

Tabela 4 - Força isométrica de preensão manual em esportes de combate

Estudo	Ano	Atletas	Modalidade	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Absoluto (kg)	Relativo (kg.kg ⁻¹)
(GUIDETTI et al.)	2002	8	Boxe	22,3 ± 1,5	77,4 ± 1,4	58,2 ± 6,9	
(FRANCHINI et al.)	2005	26	Judô	22,8 ± 3,4	81,6 ± 18,7	51,0 ± 10,0 D 49,0 ± 10,0 E	
(RAHMANI-NIA et al.)	2007	11	<i>Wrestling</i>	19,6 ± 1,1	77,4 ± 2,8	NR	0,85 ± 0,13
(SCHICK et al.)	2010	11	MMA	25,5 ± 5,7	77,4 ± 11,4	45,8 ± 6,2 D 45,6 ± 5,9 E	
(VIDAL ANDREATO et al.)	2011	11	Jiu-Jítsu	25,8 ± 3,3	83,1 ± 8,7	43,7 ± 4,8 D 40,1 ± 3,8 E	0,53 ± 0,08 D 0,49 ± 0,06 E

NR – Não reportado; D – Direita; E – Esquerda; Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

Tabela 5 - Salto contra movimento em esportes de combate

Estudo	Ano	Atletas	Modalidade	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	SCM (cm)
(ARTIOLI et al.)	2009	10	Kung fu	26,0 ± 4,0	76,9 ± 11,3	37,7 ± 8,4
(DORIA et al.)	2009	3	Caratê	24,0 ± 4,6	76,3 ± 3,2	42,8 ± 4,2
(ROSCHEL et al.)	2009	7	Caratê	27,9 ± 5,7	74,3 ± 13,3	48,8 ± 3,4
(ROSCHEL et al.)	2009	7	Caratê	28,1 ± 4,9	71,9 ± 7,8	50,8 ± 2,6
(ALM; YU)	2013	5	MMA	29,6 ± 5,5	80,8 ± 5,5	43,1 ± 5,1
(OUERGUI et al.)	2016	20	<i>Kickboxing</i>	21,3 ± 2,7	76,5 ± 13,3	39,3 ± 4,7

SCM – Salto contra movimento; Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

modalidades de esportes de combate, entretanto poucos trabalhos utilizaram este parâmetro para distinguir nível competitivo. Há dois trabalhos que aferiram esta capacidade física em lutadores de MMA, estes quando comparados a outras modalidades, apresentam desempenho similar.

Além da potência pico, é importante medir a capacidade de se manter a uma elevada potência durante um tempo determinado, para tanto o teste de *Wingate* de 30 s para membros inferiores é largamente utilizado (BAR-OR, 1987). A tabela 6 ilustra trabalhos que realizaram o teste de *Wingate* em atletas de esporte de combate. Os atletas de luta agarrada tendem a possuir maior potência anaeróbia, sendo que não há trabalhos com atletas de MMA até o presente. Adicionalmente, atletas de elite possuem desempenho anaeróbio superior aos atletas de menor nível competitivo (HORSWILL; SCOTT; GALEA, 1989; DEMIRKAN et al., 2012).

4.2.4 Resistência de Força Muscular

A resistência de força muscular representa a capacidade do músculo ou de um grupo de músculos realizarem contrações contra uma resistência durante um determinado tempo enquanto resiste à fadiga (GRANACHER et al., 2016). Uma maneira mais comuns e práticas de se aferir a resistência muscular é com os testes de abdominais e flexão e extensão de braços (QUEIROGA, 2005), a tabela 7 ilustra diversos trabalhos com esportes de combate que utilizaram estes exercícios. De maneira geral, os atletas de luta agarrada, judô e *wrestling*, possuem níveis de resistência muscular mais elevados do que as demais modalidades. Marinho et al. (2016) testaram atletas de MMA e encontraram níveis de resistência de força bastante inferiores as demais modalidades, entretanto este é o único estudo com atletas de MMA até o momento. Como mencionado anteriormente, as ações no MMA são de alta intensidade com duração de 6 a 14 s, mas estas se repetem por diversas vezes durante um combate, o que exige dos atletas elevada resistência de força (DEL VECCHIO et al., 2011).

4.2.5 Potência Aeróbia

Embora as lutas de MMA sejam decididas em ações anaeróbias (DEL VECCHIO et al., 2011), a potência aeróbia elevada é um importante fator para a recuperação durante os

Tabela 6 - Testes de *Wingate* para membros inferiores em esportes de combate.

Estudo	Ano	Atletas	Modalidade	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Resultado Absoluto (W)	Resultado Relativo (W/kg)
(ZABUKOVEC; TIIDUS)	1995	4	<i>Kickboxing</i>	NR	72,6 ± NR	761,1 ± NR	10,5 ± NR
(STERKOWICZ; ZUCHOWICZ; KUBICA)	1999	15	Judô	22,8 ± 3,95	82,9 ± 16,37	941,9 ± 194,23	11,4 ± 0,9
(HUBNER-WOZNIAK et al.)	2004	10	Wrestling	22,7 ± 3,3	75,5 ± 13,3	859 ± 171	11,4 ± 0,5
(DORIA et al.)	2009	3	Caratê	24,0 ± 4,6	76,3 ± 3,2	NR	9,6 ± 1,1
(DEMIRKAN et al.)	2012	11	Wrestling	19,3 ± 1,0	82,5 ± 22	1206 ± 258	15,3 ± 2,3
(ÇAMÇAKAL; PEPE; ALTIN)	2014	7	Wrestling	21,9 ± 2,7	75,3 ± 1,9	1003,5 ± 134,2	13,3 ± 1,7

NR. Não reportado. Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

Tabela 7 - Testes de flexão e extensão de braços e abdominais em esportes de combate

Teste	Estudo	Ano	Atletas	Modalidade	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Resultado (repetições)
Flexão e extensão de braços	(KRSTULOVIC; ZUVELA; KATIC)	2006	40	Judô	17,0 ± 6 meses	76,9 ± 13,3	41,48 ± 11,7
	(RAHMANI-NIA et al.)	2007	11	Wrestling	19,6 ± 1,1	77,4 ± 2,8	66,0 ± 7,0
	(FERREIRA MARINHO et al.)	2016	8	Jiu-Jítsu	25,0 ± 2	76 ± 10	41,0 ± 3,0
	(MARINHO et al.)	2016	8	MMA	31 ± 5	82,1 ± 9,6	37,0 ± 9,0
Abdominais	(KRSTULOVIC et al.)	2006	40	Judô	17,0 ± 6 meses	76,9 ± 13,3	55,9 ± 7,9
	(RAHMANI-NIA et al.)	2007	11	Wrestling	19,6 ± 1,1	77,4 ± 2,8	73,0 ± 5,0
	(FERREIRA MARINHO et al.)	2016	8	Jiu-Jítsu	25,0 ± 2	76 ± 10	46,0 ± 4,0
	(MARINHO et al.)	2016	8	MMA	31,0 ± 5	82,1 ± 9,6	42,0 ± 14

Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

momentos de baixa intensidade, além da possibilidade da luta durar de 15 a 25 min (JAMES; HAFF; et al., 2016). A tabela 8 ilustra valores de potência aeróbia de esportes de combate, estes normalmente obtidos em testes incrementais realizados em ciclo ergômetro ou esteira rolante.

O fator que mais parece afetar o consumo máximo de oxigênio (VO_2 máx) dos atletas não é o nível competitivo, mas as regras de competição, pois as modalidades que apresentam os menores valores, judô (STERKOWICZ et al., 1999) e *wrestling* (RAHMANI-NIA et al., 2007) são aquelas em que o tempo de duração dos combates é relativamente curto 5 min no judô e 2 rounds de 3 min no *wrestling*. Adicionalmente, a necessidade de projetar o oponente exige muita força e potência (SOUZA-JUNIOR et al., 2015). Em contrapartida, o boxe amador possui 3 rounds de 3 min e o atleta não necessariamente precisa finalizar a luta, pois a vitória por pontos é muito mais comum do que no judô e no *wrestling*. Com relação ao MMA, a situação ainda é pouco clara, pois a falta de estudos experimentais não permite fazer inferências sobre a relevância desta capacidade física para um ótimo desempenho neste esporte, mas é provável que este exija muito mais potência aeróbia do que os outros esportes de combate, pois vale lembrar que a luta pode ter 3 rounds de 5 min ou 5 rounds de 5 min, além do fato do MMA combinar as técnicas de projeção e finalização com os golpes de luta em pé.

Até o presente, há dois estudos demonstrando a potência aeróbia de atletas de MMA, no estudo de Alm e Yu (2013) os valores encontrados foram semelhantes aos encontrados em boxeadores (GUIDETTI et al., 2002) e lutadores de *kickboxing* (ZABUKOVEC; TIIDUS, 1995), enquanto que no estudo de Schick et al (2010) ficaram pouco abaixo das modalidades supracitadas, mas acima de *wrestlers* e judocas (STERKOWICZ et al., 1999).

O elevado desempenho competitivo não é exclusivamente oriundo de elevadas capacidades físicas, entretanto estas com certeza estão dentro de um rol de variáveis preditoras de sucesso. Desta forma, é importante aumentar o corpo de evidências das principais variáveis fisiológicas que possivelmente se relacionam com o ótimo desempenho no MMA.

Tabela 8 - VO₂máx em esportes de combate

Estudo	Ano	Atletas	Modalidade	Idade (anos)	Massa Corporal (kg)	Ergômetro	VO ₂ máx (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)
(ZABUKOVEC; TIIDUS)	1995	4	<i>Kickboxing</i>	NR	72,6 ± NR	Esteira	62,7 ± NR
(IMAMURA et al.)	1998	7	Caratê	21,3 ± 0,8	66,3 ± 8,2	Esteira	57,5 ± 5,2
(STERKOWICZ et al.)	1999	15	Judô	22,8 ± 3,95	82,88 ± 16,37	Esteira	50,1 ± 6,48
(GUIDETTI et al.)	2002	8	Boxe	22,3 ± 1,5	77,4 ± 1,4	Esteira	57,5 ± 4,7
(RAHMANI-NIA et al.)	2007	11	<i>Wrestling</i>	19,6 ± 1,1	77,4 ± 2,8	Esteira	51,2 ± 3,0
(CRISAFULLI et al.)	2009	10	Muay Thai	23,7 ± 1,5	65,1 ± 1,2	Esteira	48,5 ± 1,7
(SCHICK et al.)	2010	11	MMA	25,5 ± 5,7	77,4 ± 11,4	Bicicleta	55,5 ± 7,3
(VIDAL ANDREATO et al.)	2011	11	Jiu-Jítsu	25,8 ± 3,3	83,1 ± 8,7	Esteira	49,4 ± 3,6
(ALM; YU)	2013	5	MMA	29,6 ± 5,5	80,8 ± 5,5	Esteira	62,8 ± 4,9

NR – Não reportado; Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

4.3 ABSORÇÃO DE NO_3^- E POSSÍVEIS MECANISMOS DE AÇÃO

O NO_3^- é um anion inorgânico existente naturalmente no ambiente, está presente no ar, na água, assim como em certos alimentos, e é produzido endogenamente a partir da família de enzimas NOS através da oxidação do aminoácido L-arginina (LUNDBERG et al., 2009). Na dieta, o NO_3^- é encontrado principalmente em legumes, como a beterraba, aipo, alface, rabanete, espinafre (KOBAYASHI et al., 2015). O NO_3^- , através da conversão a NO_2^- , tem sido usado durante séculos para manter o sabor e cor de carnes processadas e curadas como bacon, mortadela, salsichas e presuntos, pois possui ação antimicrobiana e propriedades antifúngicas, sendo que a cor vermelha dos alimentos embutidos é oriunda do sal nitrato de potássio (KNO_3), o salitre (SINDELAR; MILKOWSKI, 2012).

Além da via da NOS, as concentrações plasmáticas de NO_3^- e NO_2^- podem ser aumentadas através da dieta. A figura 1 ilustra o caminho do NO_3^- do momento em que é ingerido, até sua absorção. O NO_3^- alimentar é absorvido no trato gastrointestinal superior e atinge o pico plasmático cerca de 30 - 60 min após a ingestão (KOBAYASHI et al., 2015). Aproximadamente 25% do NO_3^- absorvido é captado pelas glândulas salivares e secretado na cavidade oral junto com a saliva, onde bactérias anaeróbias comensais da língua o reduzem a NO_2^- (SPIEGELHALDER; EISENBRAND; PREUSSMANN, 1976; DUNCAN et al., 1995; JONES, 2014a). O NO_2^- deglutido junto com a saliva é protonado no ambiente ácido do estômago ($\text{NO}_2^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{HNO}_2$) e, conseqüentemente, ocorre à formação de vários compostos de óxido de nitrogênio, entre eles, o óxido nítrico (NO) (WYLIE; KELLY; et al., 2013). O NO_2^- que escapa da protonação no meio ácido do estômago entra na circulação sistêmica e, em seguida, atinge órgãos periféricos, incluindo os músculos esqueléticos (LUNDBERG et al., 2011). Desta forma, é possível perceber como os níveis de NO_2^- plasmáticos são dependentes da circulação entero salivar de NO_3^- (WYLIE; KELLY; et al., 2013; KOBAYASHI et al., 2015). Corroborando este fato, Woessner et al. (2016) demonstraram que algumas classes de antissépticos bucais reduzem os níveis de NO_2^- salivar, pois estes inibem ou eliminam as bactérias comensais da língua.

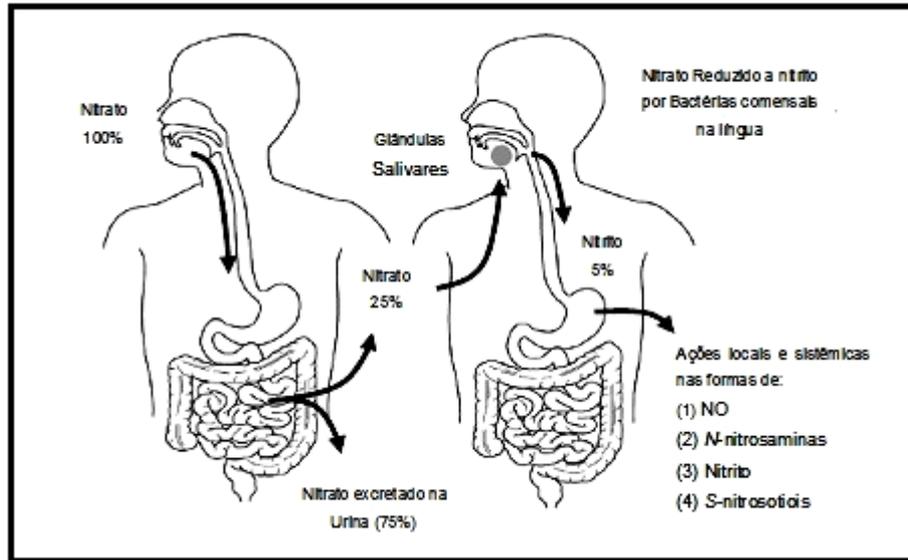


Figura 1 - Via entero salivar da absorção do NO_3^- ; NO – Óxido nítrico

Em situações de baixo pH e hipóxia tecidual a enzima NOS tem sua atividade reduzida e a via reversível $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$ fica favorecida. Estas situações são comuns na musculatura esquelética durante exercícios de alta intensidade (CLEMENTS; LEE; BLOOMER, 2014). Neste sentido, já foi demonstrado que a suplementação de NO_3^- diminuiu o custo de oxigênio para uma mesma tarefa, promoveu maior eficiência contrátil diminuindo o custo de ATP e aumentou a eficiência mitocondrial (JONES, 2014a). Dentre os muitos fatores que poderiam explicar estes efeitos estão o maior fluxo sanguíneo causado por um aumento das concentrações de NO, que além de oxigênio, também aumentaria o aporte de substratos energéticos (LUNDBERG et al., 2009). Contudo, os exatos mecanismos ainda precisam ser elucidados, inclusive se realmente é o NO o responsável pelos efeitos do NO_3^- (AFFOURTIT et al., 2015).

4.4 TOXICIDADE DO NO_3^- E NO_2^-

Durante muito tempo acreditou-se que o NO_3^- e o NO_2^- eram tóxicos para os seres humanos, devido a formação de N-nitrosaminas, que são potenciais agentes cancerígenos. A partir destas conclusões, várias restrições do *Food and Drug Administration* (FDA) foram postas em prática nos últimos anos para regular os níveis de NO_3^- e NO_2^- em alimentos e na água potável dentro dos EUA (MCKNIGHT et al., 1999; GILCHRIST; WINYARD; BENJAMIN, 2010).

No entanto, as evidências mais atuais não demonstram que o NO_3^- possa ser carcinogênico ou mutagênico, sendo que o consumo de NO_3^- e NO_2^- juntamente com antioxidantes, naturalmente encontrados nos vegetais, podem inibir a formação de nitrosaminas no meio gástrico (GILCHRIST et al., 2010; KOBAYASHI et al., 2015). Portanto, o consumo de alimentos ricos em NO_3^- e NO_2^- (embutidos), sem a presença de agentes antioxidantes, parece ser a condição mais associada a um potencial carcinogênico elevado (CLEMENTS et al., 2014).

4.5 SUPLEMENTAÇÃO DE SUCO DE BETERRABA NO DESEMPENHO FÍSICO

A suplementação de NO_3^- objetivando a melhora no desempenho é algo bastante recente na história da fisiologia do exercício, pois até 2007, não havia publicações a este respeito. Larsen et al. (2007) demonstraram que a suplementação de nitrato de sódio (NaNO_3) aumentou os níveis plasmáticos de NO_2^- e reduziu o custo de oxigênio de exercícios cíclicos submáximos. Este resultado foi surpreendente devido o fato do custo de oxigênio ser altamente previsível para uma intensidade de esforço submáxima. A partir deste momento houve um aumento no número de pesquisas investigando os efeitos do NO_3^- no exercício, sendo que a principal forma de suplementação é o suco de beterraba (CLOSE et al., 2016).

A beterraba é um dos vegetais com maior concentração NO_3^- , mas também é rica em antioxidantes como a betalaína (WRUSS et al., 2015). Uma porção de beterraba contém mais NO_3^- do que é endogenamente gerado por todas as três isoformas da NOS combinadas em um único dia (LUNDBERG et al., 2009).

O primeiro estudo que investigou o efeito da suplementação de suco de beterraba no desempenho humano foi realizado em 2009. Bailey et al. (2009) suplementaram indivíduos recreacionalmente treinados durante seis dias com 500 ml de suco de beterraba (concentração de NO_3^- de aproximadamente 5,5 mmol), os principais achados deste estudo foram que as concentrações de NO_2^- plasmático mais do que dobraram, o custo de oxigênio para um exercício submáximo foi reduzido, e houve aumento da capacidade de trabalho em um esforço máximo. A tabela 1 contém os principais estudos que investigaram o efeito do suco de beterraba no desempenho humano. Além de um menor custo de oxigênio e maior capacidade de trabalho, Bailey et al. (2010), utilizando um protocolo semelhante ao estudo do ano anterior, demonstraram que o suco de beterraba reduziu a degradação de PCr e o consumo de

Tabela 9 - Estudos com suplementação de suco de beterraba

Estudo	Ano	Sujeitos	Suplementação	Teste	Resultados
(BAILEY et al.)	2009	8 indivíduos recreacionalmente treinados com média de VO_2 máx de $49 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	6 dias com $5,5 \text{ mmol/NO}_3^-$ por dia.	Ciclismo incremental	Redução do custo de oxigênio
(BAILEY et al.)	2010	7 sujeitos fisicamente ativos	6 dias com $5,5 \text{ mmol/NO}_3^-$ por dia.	Contração isométrica voluntária máxima do quadríceps.	Aumento da eficiência de contração muscular.
(VANHATALO et al.)	2010	8 sujeitos fisicamente ativos	15 dias com $5,2 \text{ mmol/NO}_3^-$ por dia.	Testes incrementais até a exaustão em ciclo ergômetro.	Redução da pressão arterial e do custo de oxigênio.
(LANSLEY; WINYARD; BAILEY; et al.)	2011	9 ciclistas competitivos com VO_2 de pico de $56 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	Suplementação aguda de $6,2 \text{ mmol/NO}_3^-$.	Ciclo ergômetro contra o relógio.	Melhora na economia do ciclismo.
(LANSLEY; WINYARD; FULFORD; et al.)	2011	9 sujeitos fisicamente ativos VO_2 máx de $55 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	6 dias com 500 ml de suco por dia.	Testes de andar e correr.	Redução do custo de oxigênio e aumento da capacidade de trabalho.
(CERMAK; RES; et al.)	2012	20 ciclistas ou triatletas treinados com média de VO_2 máx de $60 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	Suplementação aguda de $\sim 8 \text{ mmol/NO}_3^-$.	Capacidade de trabalho em ciclo ergômetro durante uma hora.	Não ocorreu melhora de desempenho.
(MURPHY et al.)	2012	5 homens e 6 mulheres fisicamente ativos.	Porção de 200 g de beterraba cozida. $> 500 \text{ mg}$ de NO_3^-	5 km contra o relógio em esteira rolante.	Melhora no desempenho.
(WILKERSON et al.)	2012	8 ciclistas bem treinados com média de VO_2 máx de $63 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	Suplementação aguda de $6,2 \text{ mmol/NO}_3^-$.	50 milhas contra o relógio.	Não houve melhora de desempenho.
(CERMAK; GIBALA; VAN LOON)	2012	13 Ciclista ou triatletas com média de VO_2 máx de $58 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	$\sim 8 \text{ mmol/NO}_3^-$ por dia durante 6 dias.	10 km contra o relógio.	Aumento no desempenho nos 10 km contra o relógio. E redução do custo de oxigênio em exercício submáximo.
(CHRISTENSEN et al.)	2013	10 ciclistas treinados com média de VO_2 máx de $72 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	6 dias com $5,5 \text{ mmol/NO}_3^-$ por dia.	Testes de endurance e <i>sprints</i> repetidos em ciclo ergômetro.	Não houve resultado positivo.

Tabela 1. Continuação

(KELLY et al.)	2013	9 homens moderadamente treinados com média de $\text{VO}_2\text{máx}$ de $54,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	5 dias com 8 mmol/NO_3^- por dia divididos em duas doses de 250 ml de suco.	Testes incrementais em ciclo ergômetro.	Aumento da tolerância ao exercício.
(FULFORD et al.)	2013	8 homens fisicamente treinados.	15 dias de suplementação com duas doses diárias de 250 ml de suco de beterraba. $\sim 10, 2 \text{ mmol/NO}_3^-$.	Testes de contrações musculares voluntárias máximas.	Redução do custo de PCr na produção de força. Não houve redução na força muscular.
(WYLIE; MOHR; et al.)	2013	14 homens recreacionalmente treinados com média de $\text{VO}_2\text{máx}$ de $52 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	Suplementação um dia antes e duas horas antes de suco de beterraba. Manhã e noite anterior $8,2 \text{ mmol/NO}_3^-$. Duas horas e meia antes $8,2 \text{ mmol/NO}_3^-$ e uma hora e meia antes mais $4,1 \text{ mmol/NO}_3^-$.	Yo Yo R1	Aumento no desempenho no teste de Yo Yo R1.
(MUGGERIDGE et al.)	2013	8 canoístas com VO_2 de pico de $49,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	Suplementação aguda de $\sim 5 \text{ mmol/NO}_3^-$.	Exercícios contra o relógio e <i>sprints</i> em sucessivos em remo ergômetro.	Não houve melhora de desempenho.
(HAIDER; FOLLAND)	2014	19 homens minimamente treinados	6 dias de suplementação com $9,6 \text{ mmol/NO}_3^-$.	Força de extensão de joelhos e EMG.	Melhora nas propriedades contráteis do músculo esquelético.
(PINNA et al.)	2014	14 nadadores moderadamente treinados com média de $\text{VO}_2\text{máx}$ de $42,7 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	6 dias com $5,5 \text{ mmol/NO}_3^-$ por dia.	Teste incremental de natação.	Redução do custo energético e aumento da capacidade de trabalho.
(VANHATALO et al.)	2014	5 homens e 3 mulheres moderadamente treinados.	5 dias com $8,2 \text{ mmol/NO}_3^-$ por dia.	Exercícios de força.	Recuperação acelerada após exercícios em normoxia e hipóxia.
(BOORSMA; WHITFIELD; SPRIET)	2014	10 corredores de elite. VO_2 de pico $80 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	$6,5 \text{ mmol/NO}_3^-$ por dia durante 8 dias.	1500 m de corrida Time Trial. Teste de esteira submáximo.	Não houve melhora na economia de corrida em teste de esteira submáximo ou desempenho nos 1500 m time Trial.

Tabela 1. Continuação

(MARTIN et al.)	2014	9 homens moderadamente treinados, média de VO_2 máx de $57,4 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e 7 mulheres moderadamente treinados, média de VO_2 máx de $47,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	Suplementação aguda de suco de beterraba.	<i>Sprints</i> repetidos em ciclo ergômetro.	Não houve melhora de desempenho.
(HOON; JONES; et al.)	2014	10 remadores altamente treinados.	Suplementação aguda, duas horas antes. Doses de $4,2$ e $8,4 \text{ mmol/NO}_3^-$.	2000 m em remo ergômetro	Houve aumento de desempenho na dose de $8,4 \text{ mmol/NO}_3^-$.
(HOON; HOPKINS; et al.)	2014	28 ciclistas treinados.	Suplementação aguda de suco de beterraba.	Ciclo ergômetro contra o relógio.	Não houve melhora no desempenho.
(LANE et al.)	2014	12 homens com VO_2 de pico $72,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e 12 mulheres com VO_2 de pico médio de $59,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Altamente treinados.	Suplementação aguda de $8,4 \text{ mmol/NO}_3^-$.	Ciclo ergômetro contra o relógio.	Não houve efeito do suco de beterraba.
(PEELING et al.)	2015	6 canoístas masculinos de nível nacional e 5 canoísta de nível internacional.	Suplementação aguda com doses de $4,8 \text{ mmol/NO}_3^-$ e $9,6 \text{ mmol/NO}_3^-$.	Remo ergômetro e canoa na água.	Melhora na economia de movimento e desempenho de provas contra o relógio
(THOMPSON et al.)	2015	16 homens praticantes de esportes de equipe com VO_2 máx $50 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.	7 dias de suplementação de suco de beterraba com uma dose de $9,6 \text{ mmol/NO}_3^-$ pela manhã e uma a noite.	Ciclo ergômetro e testes cognitivos.	Melhora no desempenho.
(CORRY; GEE)	2015	10 homens recreacionalmente treinados.	Suplementação aguda de 8 mmol/NO_3^- .	Ciclo ergômetro <i>Wingate</i>	Melhora no desempenho
(AUCOUTURIER et al.)	2015	12 Pessoas fisicamente ativas com VO_2 entre 40 e 55 ml/kg/min .	500 ml de suco de beterraba durante 3 dias. $[\text{NO}_3^-]$ 680 mg/L .	Intermitente <i>Sprints</i> de 15 s a 170 % do pico de potência aeróbia com recuperação de 30 s.	Aumento da capacidade de trabalho
(BAILEY et al.)	2015	7 indivíduos recreacionalmente treinados. VO_2 máx não reportado.	9 dias com $6,2 \text{ mmol/NO}_3^-$ por dia.	Ciclismo incremental	Aumento da tolerância ao exercício, melhora da circulação microvascular e melhora da cinética do VO_2 .

Tabela 1. Continuação

(BUCK et al.)	2015	13 mulheres recreacionalmente treinadas.	Suplementação aguda de 6 mmol de NO ₃ ⁻ .	<i>Sprints</i> repetidos entre circuitos que simulavam um jogo.	Melhora ligeira.
(COGGAN et al.)	2015	7 homens e 5 mulheres	Suplementação aguda de 11,2 mmol/NO ₃ ⁻ .	Dinamômetro isocinético (extensão de joelhos)	Aumento de força e potência.
(HOON et al.)	2015	13 homens e 6 mulheres. Pouco treinados.	4 dias de suplementação de suco de beterraba.	Contrações musculares voluntárias máximas e isocinético.	Redução da fadiga em contrações musculares sustentadas.
(RIMER et al.)	2015	13 Atletas treinados.	Suplementação aguda.	Ciclo ergômetro.	Aumento na potência.
(BETTERIDGE et al.)	2016	8 homens recreacionalmente treinados com média de VO ₂ máx de 46 ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹	Suplementação aguda de 8 mmol/NO ₃ ⁻ . 2 horas e meia antes dos testes.	Teste submáximo em ciclo ergômetro.	Nenhum efeito no consumo de oxigênio, eliminação de glicose, nos metabólitos musculares (glicogênio, PCr, ATP, e lactato), ou sinalização AMPK.
(FLUECK et al.)	2016	12 homens fisicamente ativas com VO ₂ pico de 59 ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹ .	Suplementação aguda com 3, 6 e 12 mmol de NO ₃ ⁻ .	Teste em ciclo ergômetro. 5 min em intensidade moderada e 8 min em alta intensidade.	Redução do custo de oxigênio,
(WYLIE et al.)	2016	10 homens fisicamente ativas com VO ₂ pico de 58 ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹ .	5 dias com 8,2 mmol/NO ₃ ⁻ por dia.	Três Protocolos intermitentes 24 X 6 s; 7 X 30 s; 6 X 60 s	Melhora na potência no protocolo 24 X 6 s.

VO₂ – Consumo de oxigênio; VO₂Pico – Pico do consumo de oxigênio; VO₂Máx – Consumo Máximo de Oxigênio; NO₃⁻ - Nitrato; NO₂⁻ - Nitrito; ATP – Adenosina; Trifosfato; ADP – Adenosina Difosfato; Pi – Fosfato inorgânico; PCr – Fosfocreatina

oxigênio no exercício de extensão dos joelhos de alta e baixa intensidade. As reduções na degradação PCr também se correlacionaram com a redução na utilização total de ATP em ambas as intensidades do exercício. Os autores especularam que o custo de oxigênio reduzido pode estar associado a maior eficiência na hidrólise de ATP e produção de força no músculo esquelético. Estes efeitos, juntamente com uma menor acumulação de adenosina difosfato (ADP) e fosfato inorgânico (Pi), metabólitos ligados à fadiga, parecem aumentar a tolerância ao exercício em indivíduos saudáveis. Estes resultados com relação a maior eficiência de contração muscular, aumento na taxa de desenvolvimento de força e maior resistência à fadiga foram posteriormente corroborados por outros estudos (FULFORD et al., 2013; HAIDER; FOLLAND, 2014; COGGAN et al., 2015; HOON et al., 2015). Contudo, cabe ressaltar que estes achados foram realizados com eletromiografia e equipamentos isocinéticos.

As investigações do efeito do suco de beterraba no desempenho possuem um predomínio de testes de *endurance* contra o relógio e tempo até a exaustão, ambos realizados em ciclo ergômetros, esteiras, canoa e remo ergômetro. É possível perceber certa divergência entre os resultados dos estudos, enquanto alguns trabalhos demonstram resultados semelhantes aos encontrados por Bailey et al. (2009), (CERMAK; GIBALA; et al., 2012; KELLY et al., 2013; BAILEY et al., 2015). Há também estudos que não encontraram um efeito de melhora no desempenho (CERMAK; RES; et al., 2012; WILKERSON et al., 2012; HOON; HOPKINS; et al., 2014). Um recente trabalho publicado no periódico do *American College of Sports Medicine*, concluiu que a potência aeróbia dos indivíduos pode ter alguma relação com a capacidade de resposta destes ao NO_3^- , pois os participantes com maior $\text{VO}_2\text{máx}$ tiveram menor resposta a suplementação. (PORCELLI et al., 2015).

As revisões feitas por Andrew Jones trazem possíveis explicações para esta menor resposta dos indivíduos altamente treinados (JONES, 2014a;2014b). Estes indivíduos são susceptíveis a ter elevada atividade da NOS, o que pode tornar a via $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}$ relativamente menos importante para a produção de NO durante o esforço intenso. Além disso, os indivíduos altamente treinados podem ter as concentrações de NO_2^- plasmáticas mais elevadas em comparação aos indivíduos sedentários ou menos treinados, de tal forma que a resposta a uma dose padrão de NO_3^- torne-se diminuída. Também deve ser lembrado que o NO_2^- é reduzido a NO na hipóxia e em condições de pH ácido, em que a atividade da NOS fica comprometida. Adicionalmente, nestes indivíduos seria esperado maior capilarização do músculo

esquelético, talvez, minimizando qualquer hipoperfusão de tecido metabolicamente ativo durante o exercício e, portanto, reduzindo a necessidade de produção de NO através da redução do NO_2^- . Pela mesma razão, exercícios de *endurance* de baixa intensidade, em que o músculo esquelético permanece bem oxigenado e o pH não cai significativamente, provavelmente não iriam resultar na produção de NO a partir de NO_2^- .

Por fim, as fibras do tipo II parecem responder positivamente a suplementação de NO_3^- , sendo que esta resposta seria um aumento no uso do Ca^{2+} e aumento na sensibilidade das pontes cruzadas (HERNANDEZ et al., 2012; JONES et al., 2016). Vale ressaltar que quanto mais se eleva a intensidade do esforço, maior é contribuição das fibras do tipo II, caracterizadas por possuírem metabolismo anaeróbio mais proeminente (ESSEN, 1978; BOTTINELLI et al., 1999), metabolismo caracterizado por elevada acidose. Desta maneira, sugere-se que os atletas de *endurance*, que normalmente evidenciam baixa proporção de tais fibras na musculatura, podem experimentar uma suprimida resposta fisiológica a suplementação de NO_3^- .

A redução do custo de PCr, bem como o efeito mais proeminente em fibras do tipo II, permite inferir que a suplementação de NO_3^- também pode beneficiar exercícios intermitentes de alta intensidade. Nos estudos que investigaram o efeito do NO_3^- em esforços intermitentes, nota-se melhora no desempenho (BOND; MORTON; BRAAKHUIS, 2012; WYLIE; MOHR; et al., 2013; AUCOUTURIER et al., 2015; THOMPSON et al., 2015; WYLIE et al., 2016), comprometimento (MARTIN et al., 2014), ou ausência de efeito (CHRISTENSEN et al., 2013; MUGGERIDGE et al., 2013). Fica claro, que ainda existe muita controvérsia, que pode ser explicada por diferenças no nível de treinamento dos participantes, modalidades investigadas, protocolos de suplementação e, principalmente, nos protocolos de exercícios, como a intensidade e duração dos esforços, bem como das pausas.

Wylie et al. (2016) investigaram o efeito da suplementação de suco de beterraba em indivíduos praticantes de esportes coletivos e acostumados aos esforços intermitentes. Foram testados três protocolos de tudo ou nada: 24×6 s, 7×30 s e 6×60 s. Além do número de séries e duração do esforço, os protocolos variaram bastante no que diz respeito as pausas. O principal achado do estudo foi que o suco de beterraba aumentou a potência média no protocolo que possuía o menor tempo de intervalo entre os estímulos. Os autores atribuíram tal resultado a maior utilização de fibras do tipo II nos *sprints* de 6 s do que nos de 30 s. Vale ressaltar, que os esforços no MMA tem

duração de 6 – 14 s intercalados por períodos de menor intensidade com duração de 15 – 36 s (DEL VECCHIO et al., 2011), semelhante ao protocolo em que o suco de beterraba foi efetivo.

Com relação aos protocolos de suplementação, há trabalhos que verificaram o efeito agudo, com duas ou três horas de antecedência do teste (LANSLEY; WINYARD; BAILEY; et al., 2011; HOON; JONES; et al., 2014; COGGAN et al., 2015; RIMER et al., 2015; FLUECK et al., 2016), e há estudos com até 15 dias de duração (VANHATALO et al., 2010). Adicionalmente, os benefícios têm sido notados com doses a partir de 5 mmol de NO_3^- , sendo que para efeitos agudos a dose precisa ser maior do que quando o protocolo de suplementação é crônico (CLEMENTS et al., 2014).

Ainda é muito cedo para definir uma dose, um protocolo de suplementação e como a suplementação de NO_3^- pode afetar o desempenho, contudo os posicionamentos e trabalhos sobre nutrição esportiva, atuais, já trazem nas seções de suplementos o NO_3^- como um possível ergogênico no exercício (CLOSE et al., 2016; THOMAS, D. T. et al., 2016). Por exemplo, o posicionamento do *American College of Sports Medicine* de 2009 não mencionava nada sobre NO_3^- (RODRIGUEZ et al., 2009).

4.6 O NO_3^- E A PRESSÃO ARTERIAL

Além dos efeitos já demonstrados em aspectos fisiológicos que melhoram o desempenho esportivo, a suplementação e ingestão de NO_3^- dietético têm sido relacionadas a reduções tanto na PAS como na PAD (SIERVO et al., 2013). Estas evidências têm origem em estudos direcionados aos aspectos do estilo de vida, alimentação e exercício, que poderiam afetar a pressão arterial, pois a HAS está entre as principais causas de doenças cardiovasculares, sendo estas a principal causa de morte no mundo (ETTEHAD et al., 2016). Neste sentido, a ingestão de vegetais tem sido associada a valores de pressão arterial reduzidos, mas durante muito tempo não se relacionou este efeito a um nutriente específico, entretanto parece que é o NO_3^- dietético o responsável (KOBAYASHI et al., 2015).

Desta maneira, muitos estudos têm utilizado alterações na pressão arterial como indicador do aumento das concentrações de NO_3^- e NO_2^- plasmático, sendo que este efeito já foi demonstrado com diferentes tempos de suplementação, 2,5 h (LANSLEY; WINYARD; BAILEY; et al., 2011) 6 dias (BAILEY et al., 2010) e 15

dias (VANHATALO et al., 2010). Entretanto, cabe ressaltar que há trabalhos que falharam em demonstrar algum tipo de alteração (CERMAK; GIBALA; et al., 2012; WILKERSON et al., 2012; HAIDER; FOLLAND, 2014; AUCOUTURIER et al., 2015).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 TIPO DE PESQUISA

A primeira etapa da pesquisa foi um estudo transversal descritivo e a segunda etapa foi um estudo quase-experimental cross over (THOMAS, J. R.; NELSON; SILVERMAN, 2007). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná, nº 1.484.780, e todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (APÊNDICE 1). As coletas ocorreram em uma academia de MMA da cidade de Curitiba e na Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

5.2 PARTICIPANTES

Participaram da pesquisa 14 atletas de MMA do sexo masculino, sendo que 10 completaram todos os testes propostos na primeira etapa. As características dos atletas que completaram a primeira etapa são as seguintes: $24,5 \pm 4,6$ anos de idade, $2,9 \pm 1,6$ anos de prática competitiva de MMA. Todos os atletas foram convidados a participar da segunda etapa da pesquisa, e estes apresentaram as seguintes características: $24,9 \pm 4,6$ anos de idade, $3,4 \pm 2,1$ anos de prática competitiva de MMA. Alguns atletas não completaram algumas das etapas de pesquisa por motivo de lutas durante o período de coleta, lesões e cirurgias. Durante a coleta os atletas possuíam uma rotina semanal de 10 a 12 sessões de treino, estas compostas por treinos técnicos e condicionamento físico.

5.2.1 Recrutamento

Após aprovação da pesquisa no Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Paraná e o consentimento do responsável pela academia para contatar os atletas, foi agendado um horário com os mesmos com o intuito de explicar o estudo, os procedimentos que os participantes seriam submetidos, possíveis riscos ou eventualidades, e os benefícios caso viessem a participar do estudo. Os atletas que participaram do estudo assinaram o TCLE, sendo que estes ficaram com uma cópia do mesmo.

5.2.2 Critérios de Inclusão e Exclusão

Para participar do estudo os atletas precisavam ter competido no MMA ao menos uma vez no ano que antecedeu a coleta, além de possuírem uma rotina de treinamento direcionada a competições de MMA. Acrescenta-se, que estes deveriam ter mais de 18 anos e menos do que 35.

Adicionalmente, os participantes tiveram que interromper o uso de medicamentos, bem como suplementos alimentares que contivessem cafeína ou beterraba ou substância que tivesse como objetivo aumentar o desempenho esportivo. Além disso, os atletas não poderiam estar em processo de redução da massa corporal em decorrência de combate agendado.

Por fim, os participantes tiveram que interromper o uso de antissépticos bucais com pelo menos uma semana de antecedência do início da pesquisa, pois estes poderiam influenciar a redução de NO_3^- a NO_2^- na cavidade oral.

5.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta de dados ocorreu em duas etapas entre o período de Maio de 2016 e Agosto de 2016. A primeira etapa foi centrada na determinação do perfil fisiológico dos atletas. Nesta etapa, os procedimentos de coleta ocorreram em dois dias distintos. No primeiro dia os atletas chegaram ao laboratório sempre no mesmo horário, duas horas após a última refeição. Os testes físicos foram realizados sempre na ordem que segue: teste de *Wingate*, teste de impulsão vertical, força de preensão manual, 60 s de flexões de braço, 60 s de abdominais e teste de $\text{VO}_2\text{máx}$. Entre o teste de *Wingate* e o teste de impulsão vertical os atletas tiveram 20 min de descanso, entre os demais testes realizados no mesmo dia os atletas tiveram 5 min de intervalo. Os testes de 1 RM de supino e agachamento foram realizados em um segundo dia de coleta, devido a disponibilidade de equipamentos e para evitar fadiga excessiva dos atletas. As coletas foram separados por 7 dias. A descrição dos testes está pormenorizada abaixo. Todos os atletas se abstiveram de qualquer treinamento físico nos dias em que os testes foram realizados.

A figura 2 ilustra a segunda etapa do estudo. Nesta etapa foram realizados testes físicos em três momentos distintos, T0, T1 e T2. Em todos os momentos foram realizados os mesmos testes físicos e na mesma ordem. Os três momentos foram

separados por sete dias. No momento T0 os atletas realizaram os testes sem usar o suco de beterraba e o suco placebo, pois o intuito era familiarizá-los com o protocolo. Após este momento, os participantes foram divididos de forma aleatória em dois grupos, suco de beterraba (A) e suco placebo (B). Em T1 os atletas chegavam ao laboratório e faziam a ingestão de 400 ml de suco de beterraba ou placebo, duas horas antes dos testes físicos. Em T2, os grupos foram invertidos e a suplementação e os testes ocorreram da mesma forma do momento T1. Os testes físicos realizados nesta segunda etapa foram: sequência de 5 saltos contra movimento e teste intermitente em ciclo ergômetro (20 x 6 s), ambos serão melhor descritos na seção 5.4 instrumentos e procedimentos.

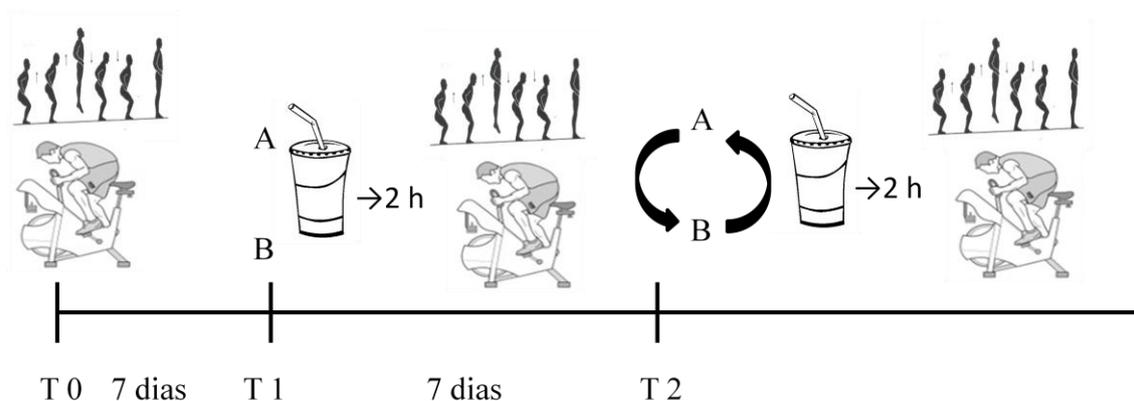


Figura 2 - Esquema de como foi realizada a segunda etapa da coleta de dados.

5.4 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

5.4.1 Suco de beterraba e suco placebo

O suco de beterraba e o suco placebo (groselha) foram produzidos no laboratório de Bioquímica de Alimentos do departamento de Nutrição da Universidade Federal do Paraná. Para a confecção do suco de beterraba foram utilizadas hortaliças produzidas pela chácara Bertolin situada no município de Colombo, PR, adquiridas em um mercado local. Esta padronização foi possível, pois os mercados apresentam o local de origem das hortaliças. Como suco placebo foi utilizado o xarope de groselha diluído em água, assim como no estudo de Vanhatalo et al. (2010). A quantidade de xarope utilizada foi calculada para que o suco fosse isocalórico com o suco de beterraba, os testes de composição química de ambos os sucos também foram realizados no laboratório de Bioquímica de Alimentos do departamento de nutrição da Universidade Federal do Paraná. As análises físico-químicas para determinação da composição

centesimal foram determinadas de acordo com metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). A proteína foi determinada segundo o método Kjeldahl, usando o fator de 6,25 para conversão de nitrogênio em proteína. A porcentagem de lipídios foi determinada segundo o método de extração direta em Soxhlet. As cinzas foram obtidas com incineração em mufla. A umidade foi obtida pelo método de secagem em estufa a vácuo. A quantidade de carboidrato foi calculada por diferença, ou seja, $100 - (\text{proteínas} + \text{lipídios} + \text{cinzas} + \text{umidade})$.

O conteúdo de NO_3^- e NO_2^- do suco de beterraba e do suco placebo foi analisado pelo Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR) (ANEXOS 3 e 4, respectivamente).

A confecção do suco de beterraba e do suco placebo seguiu a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 216 de 15 de Setembro de 2004, que dispõe sobre regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação (BRASIL, 2004) e a RDC nº 275 de 21 de Outubro de 2002, que dispõe sobre o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos produtores de alimentos (BRASIL, 2002). Por conseguinte, o preparo do suco de beterraba foi realizado da seguinte forma: 1) as beterrabas foram lavadas em água corrente e depois deixadas de molho, por 30 min em solução de água e cloro, sendo enxaguadas posteriormente; 2) as beterrabas foram descascadas e centrifugadas (Centrífuga Fun Kitchen®); 3) o suco puro extraído da centrífuga foi engarrafado em garrafas plásticas previamente higienizadas. Já a confecção do suco placebo foi realizada da seguinte forma: 1) Pesagem da quantidade de xarope correspondente ao valor de carboidratos do suco de beterraba; 2) adição de água até completar 400 ml 3) suco engarrafado em garrafas plásticas previamente higienizadas. Os sucos foram produzidos o mais próximo possível dos testes para reduzir o risco de doenças transmitidas por alimentos.

A quantidade de suco suplementada foi de 400 ml, com uma concentração de aproximadamente 9,3 mmol de NO_3^- . A quantidade de carboidrato em ambos os sucos foi de aproximadamente 20 g.

Durante o período de suplementação, os participantes foram orientados a manter a dieta habitual, mas de maneira nenhuma puderam efetuar o consumo de suco de beterraba por conta própria, além das restrições contidas nos critérios de exclusão da pesquisa. As bebidas foram distribuídas por um membro do grupo de pesquisa que não

participou efetivamente da coleta, de modo que os pesquisadores que realizaram a coleta não soubessem qual bebida o atleta havia ingerido.

5.4.2 Testes de Desempenho Físico

Para melhor compreensão dos testes físicos, os mesmos estão ilustrados no apêndice 4, estas figuras foram usadas no momento da assinatura do TCLE, desta maneira os atletas puderam compreender melhor os procedimentos aos quais seriam submetidos.

5.4.2.1 Procedimentos de Segurança

Apesar dos atletas de MMA estarem acostumados a esforços de alta intensidade, foram adotados procedimentos de segurança todas as vezes que os atletas realizaram testes físicos tanto na etapa 1 como na etapa 2.

No início e no final das sessões de testes, os atletas permaneciam 15 minutos sentados para em seguida serem mensuradas a pressão arterial, a glicemia e a frequência cardíaca. Também foi aplicado o questionário *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q), no primeiro dia de testes (ANEXO 2). Assim que chegavam ao laboratório, os atletas eram instruídos a permanecerem em repouso (sentados) por um período de 10 minutos, com as costas apoiadas, os pés no chão e o braço direito apoiado com a fossa cubital ao nível do coração. Após isso, a mensuração da PAS e PAD foi realizada no braço direito, utilizando um esfigmomanômetro Digital Semi-Automático de braço BP3ABOH G-TECH (Accumed[®], Brasil) postado ao nível do coração. Foram realizadas duas aferições intercaladas por 10 minutos, sendo considerado o valor médio entre as duas mensurações. No caso de diferenças superiores a 2 mmHg entre as duas aferições, o protocolo foi repetido. Ainda, foram utilizados manguitos apropriados de acordo com a circunferência do braço do avaliado (VI DIRETRIZES BRASILEIRAS DE HIPERTENSÃO, 2010)

A monitorização da glicemia foi realizada através do glicosímetro digital (ACCUCHEK[®]), lancetador ACCU-CHEK[®] Sofclix[®] e respectivas lancetas, graduado de 1 a 5 em grau crescente de profundidade de penetração. Com a micro lanceta esterilizada realizava-se a perfuração da polpa digital (face palmar da falange distal do 3º dedo da mão direita) do avaliado. A gota de sangue que formava era transferida

diretamente para fita glicêmica e introduzida no glicosímetro que imediatamente realizava a leitura da glicose em mg/dL.

5.4.2.2 Aferição da Pressão Arterial

Duas horas após a ingestão do suco de beterraba ou placebo, a pressão arterial dos atletas foi novamente mensurada utilizando-se dos mesmos procedimentos previamente explicados na seção anterior.

5.4.2.3 Testes de Potência Muscular de Membros Inferiores

Para mensurar a potência muscular de membros inferiores foram realizados os testes de salto contra movimento e *Wingate* (BAR-OR, 1987).

A altura do salto contra movimento foi calculado com o *app My Jump*® disponível na Apple Store (Apple Inc., USA), previamente validado (BALSALOBRE-FERNANDEZ; GLAISTER; LOCKEY, 2015). O aplicativo utiliza a câmera de alta velocidade de 240 Hz do Iphone 6 s para calcular o tempo de voo com base nos frames de decolagem e aterrissagem, transformando-o em altura por meio da equação $h = t^2 \times 1,22625$, onde h é a altura do salto em metros e t o tempo de voo em segundos (BOSCO; LUHTANEN; KOMI, 1983). Os frames utilizados para o cálculo do tempo de voo são selecionados pelo usuário. Para a realização dos testes, os atletas deveriam estar com as mãos no quadril e, em seguida, realizar um salto mantendo os joelhos estendidos. Na aterrissagem os pés deveriam estar em dorsiflexão. Os atletas foram instruídos a saltar o mais alto possível. Foram registrados três saltos com intervalo de 2 min entre cada salto.

Para o teste de *Wingate* foi utilizado o ciclo ergômetro Biotec 2100 (Cefise, biotecnologia esportiva), conectado a um computador com o software (Ergometric 6.0). O protocolo consistiu de 2 min de aquecimento em ciclo ergômetro sem carga e após um minuto e 30 s de recuperação, a carga da bicicleta foi ajustada de acordo com a massa corporal individual, correspondendo a 7,5 % da massa corporal total (BAR-OR, 1987). Os atletas foram instruídos a realizar o teste em esforço máximo durante 30 s, todos os participantes foram verbalmente motivados pelos avaliadores para que se esforçassem o máximo possível.

5.4.2.4 Teste de resistência de Força Muscular

A resistência muscular foi mensurada com os teste de flexão e extensão de braços e o teste de abdominais (QUEIROGA, 2005). Antes de iniciar os testes os atletas foram instruídos de como realizar a correta execução dos movimentos, na sequência os atletas realizaram o máximo de repetições possíveis durante 60 s, sendo que estes foram motivados verbalmente a realizar os movimentos com máxima velocidade e força. Todos os testes foram filmados para posterior contabilização das repetições.

Para o teste de flexão e extensão de braços, os avaliados deveriam se posicionar em decúbito ventral, com as mãos apoiadas no solo, com uma distância de 10 a 20 cm a partir da linha dos ombros, com os dedos voltados para frente. A posição inicial foi definida com os atletas em quatro apoios, apenas mãos e pés tocando o solo, bem como com os cotovelos estendidos. Partido da posição inicial, os atletas deveriam flexionar os cotovelos até encostar o externo em uma esponja com 3 cm de altura, e retornar a posição. A cada execução bem sucedida, era contabilizada uma repetição.

Já para o teste de abdominais, a posição inicial foi definida com o avaliado em decúbito dorsal sobre um colchonete de ginástica, com os quadris e joelhos flexionados, plantas dos pés apoiadas no solo, com afastamento que coincida com a largura dos ombros, braços cruzados sobre a região anterior do tórax, palmas das mãos voltadas para o tronco e na direção dos ombros opostos com o terceiro dedo em direção ao acrômio. Os pés do avaliado foram fixados durante o teste. Foram registradas apenas flexões durante as quais o avaliado elevava o tronco até encostar os antebraços nas coxas.

5.4.2.5 Teste de Força Isométrica de Preensão Manual

A força isométrica foi mensurada com o dinamômetro de preensão manual (CAMRY EH101, GD, China). Os avaliados permaneciam sentados, o braço testado permanecia com o cotovelo flexionado a um ângulo de 90° e encostado ao tronco. O punho se mantinha em linha com o antebraço (posição natural) segurando o dinamômetro. Em seguida, enquanto estendia o cotovelo, o avaliado exercia o máximo de força possível no dinamômetro. Cada avaliado executava o teste três vezes em cada membro com um intervalo de 1 minuto entre cada teste. Foi utilizado o melhor desempenho entre as três tentativas (MATHIOWETZ et al., 1985).

5.4.2.6 Testes de 1 RM

Os testes de 1 RM para o exercício supino e agachamento foram realizados em um banco de supino (ONE[®]) e em um hack de agachamento livre (ONE[®]), foi utilizada uma barra olímpica (ZIVA[®]) de 20 kg e anilhas (ZIVA[®]) de 20, 10, 5 e 2,5 kg. Todos os atletas já estavam familiarizados com os equipamentos e exercícios. Cada atleta realizou no mínimo três e no máximo cinco tentativas, com intervalos de 3 a 5 min entre as séries. O intervalo entre os exercícios não foi menor do que 10 min. Antes do início dos testes, os atletas realizaram um aquecimento composto de 8 repetições a 50% de 1RM estimada pelo avaliador e pelo avaliado e, em seguida, 3 repetições a 70% de 1RM estimada pelo avaliador. Após cinco minutos de intervalo, realizou-se o teste de 1RM, acrescentando-se, quando necessário, 2,5 a 5,0 kg, totalizando 3 a 5 tentativas. Registrou-se como carga máxima aquela levantada em único movimento (RITTI-DIAS et al., 2011).

Para o exercício supino, o teste partiu da posição inicial em decúbito dorsal no banco, joelhos flexionados, com os pés sobre banco, cotovelos estendidos, ombros aduzidos horizontalmente e a pegada na barra para cada avaliado foi padronizado a partir do afastamento das mãos na largura dos ombros. A execução teve início com a fase excêntrica até que a barra tocasse o peito do avaliado, na fase concêntrica realizou-se a adução horizontal de ombros e extensão de cotovelos simultaneamente retornando à posição inicial. Já para o agachamento, o teste partiu da posição inicial em pé com a barra apoiada nas costas, com os pés paralelos e as articulações do joelho e do quadril em extensão total. A execução teve início com a fase excêntrica limitado com as coxas paralelas ao solo, na fase concêntrica realizou-se a extensão de quadril e extensão de joelho simultaneamente retornando à posição inicial.

5.4.2.7 Teste de Esforço Intermitente

Para o teste esforço intermitente foi escolhido um protocolo que tivesse uma relação esforço pausa semelhante ao MMA. Para isso foi realizado um protocolo de 20 x 6 s, com pausas passivas de 24 s. Este protocolo e a metodologia utilizada foram baseados no trabalho de Wylie et al. (2016).

No primeiro dia de testes, ainda sem suplementação, os atletas foram familiarizados com o ciclo ergômetro Biotec 2100 (Cefise, biotecnologia esportiva) e

realizaram um protocolo adaptado de 10 x 6 s, com pausas passivas de 24 s. Nos outros dois dias de testes, os atletas realizaram o protocolo completo. Os atletas foram motivados verbalmente a realizar esforço máximo em todos os testes.

5.4.2.8 Teste de Potência Aeróbia

A potência aeróbia foi estimada com o protocolo de esforço máximo em esteira rolante, para tanto foi utilizado o protocolo de Bruce (BRUCE; KUSUMI; HOSMER, 1973), por meio da fórmula para indivíduos ativos:

$$VO_{2\text{máx}} (\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}) = 3,778 \times (T1) + 0,19$$

Onde: T1 refere-se à duração do teste em minutos.

Este protocolo foi escolhido devido às características dos atletas avaliados, pois estes não possuem como gesto motor habitual a corrida em grande velocidade, como é o caso de outros protocolos de mensuração do $VO_{2\text{máx}}$. O teste foi realizado na esteira rolante (Imbrasport®). Antes do início do teste os atletas foram instruídos sobre o teste. O teste foi encerrado quando os atletas não conseguiam mais acompanhar a esteira sem o auxílio dos membros superiores. Os atletas foram motivados a realizarem o esforço máximo. Durante o teste foi utilizada uma escala subjetiva de esforço (ANEXO 1) a fim de se verificar a intensidade de esforço percebida (UTTER et al., 2004). A interrupção do teste coincidiu com valores máximos na escala de esforço.

5.4.3 Controle do Consumo Alimentar

Com o intuito de controlar a influencia da alimentação nos testes de desempenho, os atletas foram instruídos a manter sua alimentação habitual e evitar por conta própria consumir suco de beterraba. A verificação do consumo alimentar foi realizada com o método do recordatório de 24 horas (R24h) (APÊNDICE 2). Estes eram aplicados enquanto os atletas aguardavam o início da coleta, ou seja, entre a ingestão do suco e a realização dos testes aplicados. Foi utilizada a técnica *multiple pass method* (MPM) (RAPER et al., 2004), que é considerada a melhor forma de aplicação desta metodologia de inquérito alimentar, pois padroniza e reduz eventuais falhas.

Adicionalmente, foi fornecida uma lista de alimentos ricos em NO_3^- (KOBAYASHI et al., 2015) (APÊNDICE 3), os quais os atletas deveriam evitar durante a pesquisa.

A quantificação em energia e nutrientes dos dados obtidos foi realizada com o software de avaliação nutricional AVANUTRI[®] 4.0, utilizando como base de dados a tabela brasileira de composição de alimentos (TACO) (UNICAMP, 2011) e a tabela de composição de alimentos (PHILIPPI, 2002). As medidas caseiras foram padronizadas seguindo o manual elaborado por (CASTRO, 2013). A análise estatística demonstrou que não houve diferença entre os dois dias de teste ($p > 0,05$).

5.4.4 Antropometria, Composição corporal e Somatotipo

Todas as medidas antropométricas foram coletadas no laboratório de Fisiologia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. A massa corporal total foi aferida com a balança Filizola com precisão de 0,1 kg, a estatura com o estadiômetro portátil Sanny com precisão de 0,1 cm. O percentual de gordura foi calculado utilizando-se a equação de (SIRI, 1961):

$$\text{Percentual de gordura} = 495/\text{densidade corporal} - 450$$

Já a densidade corporal foi calculada por meio da equação de sete dobras de Jackson e Pollock (1978):

$$\text{Densidade Corporal} = 1,112 - 0,00043499 \times (\text{DP} + \text{DAM} + \text{DT} + \text{DS} + \text{DA} + \text{DSI} + \text{DC}) + 0,00000055 \times (\text{DP} + \text{DAM} + \text{DT} + \text{DS} + \text{DA} + \text{DSI} + \text{DC})^2 - 0,00028826 \times \text{idade}.$$

Onde: DP = Dobra Peitoral;

DAM = Dobra axilar média;

DT = Dobra Tricipital;

DS = Dobra subscapular;

DA = Dobra abdominal;

DSI = Dobra supra ilíaca;

DC = Dobra da coxa.

As dobras cutâneas foram aferidas com o adipômetro Cerscorf® com pressão de 10 g/mm e precisão de 0,1 mm. Todas as mensurações foram feitas pelo mesmo avaliador.

O somatotipo foi calculado e classificado de acordo com o método proposto por Heath e Carter (1967), ou seja, ectomorfo, mesomorfo e endomorfo.

5.5 ANÁLISE DE DADOS

Todos os valores estão expressos em média e desvio padrão (DP). A normalidade dos dados foi realizada com o teste de *Shapiro-Wilk*. A comparação entre as médias da altura e potência dos saltos contra movimento, das PAS, das PAD, da potência pico relativa e da potência média relativa dos *sprints* sucessivos foram realizadas com o teste *t* pareado. A análise dos 4 instantes dos *sprints* sucessivos foi realizada com a análise de medidas repetidas. Os dados foram tabulados e analisados nos softwares Microsoft Excel® e SPSS (versão 22.0). A significância foi estabelecida em $p < 0,05$.

6 RESULTADOS

6.1 PERFIL FISIOLÓGICO

A tabela 10 apresenta os dados das características antropométricas e de composição corporal dos atletas de MMA que realizaram os testes de perfil fisiológico. Todos os dados apresentaram distribuição normal ($p > 0,05$).

Tabela 10 - Características antropométricas dos lutadores de MMA (n = 10).

Variável	Média ±DP	Mínimo	Máximo
Estatura (m)	1,75 ± 0,1	1,70	1,80
Massa Corporal (kg)	75,4 ± 7,8	64,6	85,0
IMC (kg/m ²)	24,8 ± 1,3	22,6	26,5
Percentual de Gordura (%)	6,4 ± 1,2	4,4	8,2
Somatotipo			
Endomorfia	2,72 ± 0,36	1,96	3,13
Mesomorfia	5,0 ± 1,09	2,92	7,25
Ectomorfia	1,71 ± 0,48	0,83	2,51

DP – Desvio padrão. Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

A tabela 11 apresenta os dados dos testes de desempenho dos lutadores de MMA. Todos os dados apresentaram distribuição normal ($p > 0,05$).

Tabela 11 - Testes de desempenho dos lutadores de MMA (n = 10).

Variável	Média ± DP	Mínimo	Máximo
VO ₂ máx (ml.kg-1.min-1)	57,43 ± 7,75	46,47	71,97
Potência Pico Membros Inferiores (W)	849,20 ± 110,25	694,72	1061,39
Potência relativa de membros inferiores (W.kg-1)	10,71 ± 1,91	7,66	12,93
Força de Preensão Manual Direita (kg)	53,49 ± 8,93	37,50	66,70
Força relativa de Preensão Manual Direita (kg.kg-1)	0,71 ± 0,13	0,49	0,87
Força de Preensão Manual Esquerda (kg)	53,30 ± 7,41	37,70	64,30
Força relativa de Preensão Manual Esquerda (kg.kg-1)	0,71 ± 0,12	0,49	0,84
1 RM no Supino (kg)	80,50 ± 12,79	60,00	100,00
1 RM Relativo no supino (kg.kg-1)	1,07 ± 0,12	0,88	1,23
1 RM no Agachamento (kg)	111,50 ± 16,51	85,00	135,00
1 RM relativo no agachamento (kg.kg-1)	1,48 ± 0,17	1,19	1,70
Salto contra movimento (cm)	36,31 ± 3,46	29,60	41,10
Abdominais (repetições)	51,20 ± 7,07	38,00	59,00
Flexão e extensão de braços (repetições)	46,50 ± 10,51	34,00	66,00

Os resultados estão descritos como a média ± desvio padrão.

6.2 SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE BETERRABA

Os gráficos 1 e 2 apresentam os resultados de PAS e PAD, respectivamente. Em ambos os casos não houve diferença significativa entre o suco de beterraba em comparação ao grupo placebo ($p > 0,05$). PAS (Suplemento 119,6 ± 5,52 mmHg vs.

Placebo $123,80 \pm 11,30$ mmHg; $p > 0,05$), e PAD (Suplemento $70,3 \pm 5,95$ mmHg vs. Placebo $73,67 \pm 13,53$ mmHg; $p > 0,05$).

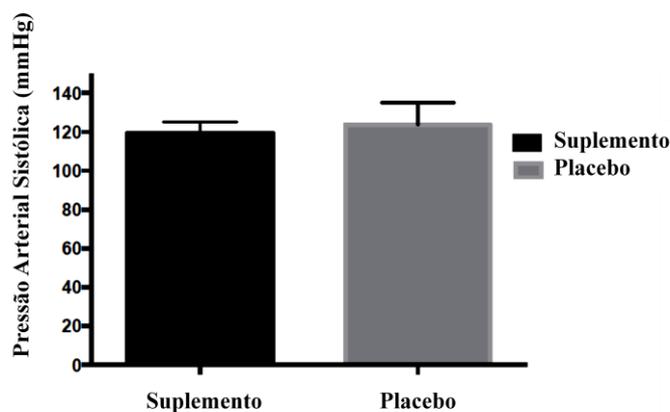


Gráfico 1 – Média da PAS. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo ($p > 0,05$).

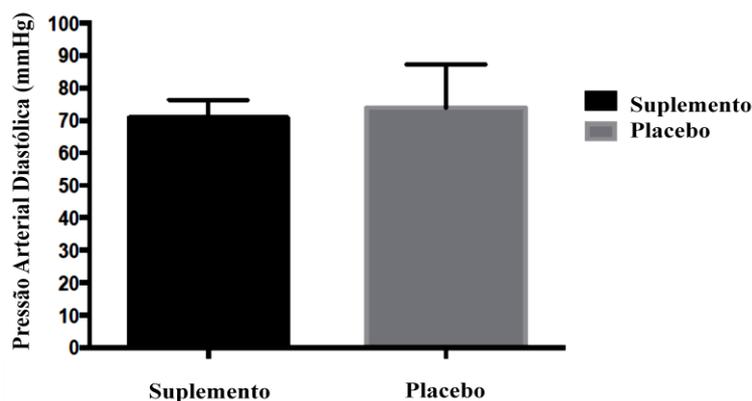


Gráfico 2 - Média da PAD. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo ($p > 0,05$).

O gráfico 3 ilustra a média de altura nos saltos contra movimento. Em ambos os casos, não houve diferença significativa entre o suplemento de beterraba e o grupo placebo ($p > 0,05$). Média de altura dos saltos contra movimento em sequência (Suplemento $37,45 \pm 3,41$ cm vs. Placebo $37,33 \pm 4,35$ cm; $p > 0,05$), e média potência relativa nos saltos contra movimento em sequência (Suplemento $28,93 \pm 4,16$ W/kg vs. Placebo $29,01 \pm 5,17$ cm; $p > 0,05$).

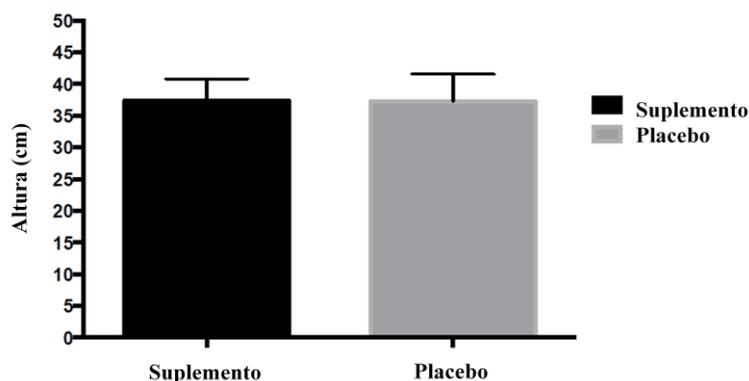


Gráfico 3 – Média da altura atingida nos 5 saltos contra movimento realizados em sequência. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo ($p > 0,05$).

Não houve diferença entre as médias do pico de potência relativo (suplemento $10,54 \pm 0,62$ W/kg vs. Placebo $10,52 \pm 0,48$ W/kg; $p > 0,05$). Também não ocorreu diferença entre as médias de potência média relativa (suplemento $7,88 \pm 0,38$ W/kg vs. Placebo $7,74 \pm 0,48$ W/kg ; $p > 0,05$).

A potência pico e potência média relativa nos 20 *sprints* foram divididas em 4 partes. Os gráficos 4 e 5 ilustram o comportamento das duas variáveis, a análise de medidas repetidas demonstrou que não houve diferença significativa em nenhum momento ($p > 0,05$).

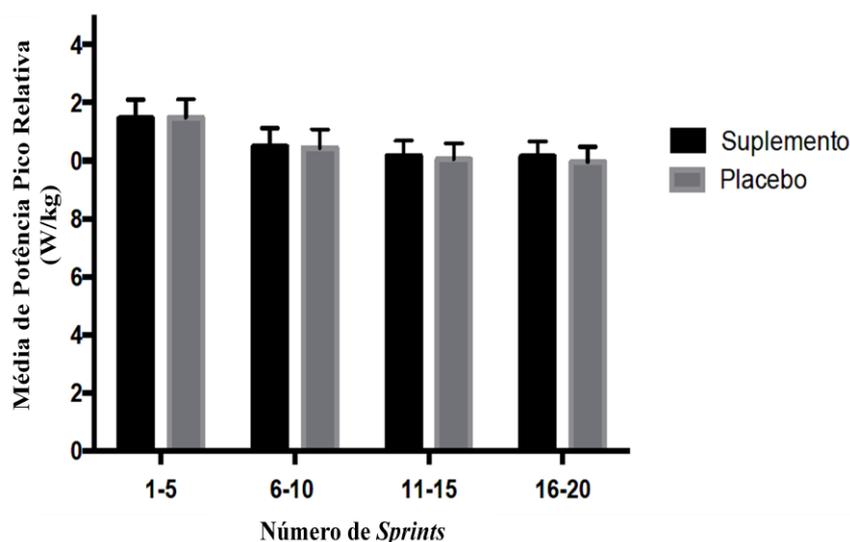


Gráfico 4 - Agrupamento da média de potência pico relativa dos 20 *Sprints* em 4 parte. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo em nenhum momento ($p > 0,05$).

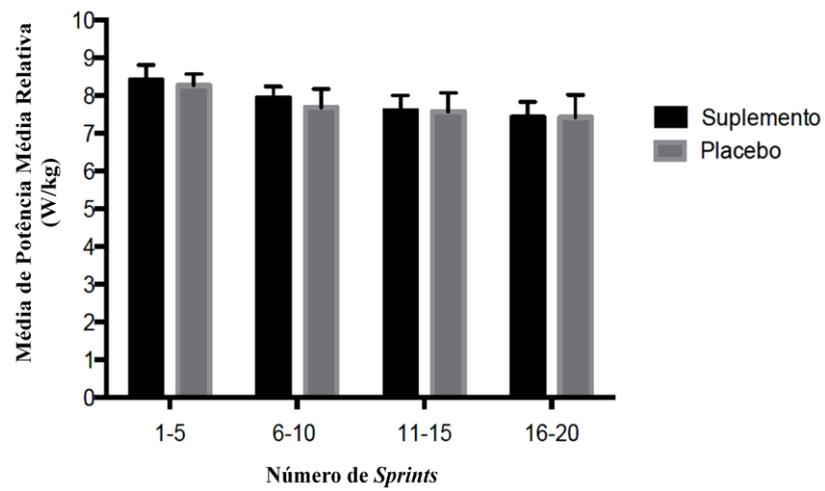


Gráfico 5 – Agrupamento da média de potência média relativa dos 20 *Sprints* em 4 partes. Não houve diferença significativa em entre suplemento e placebo em nenhum momento ($p > 0,05$).

7 DISCUSSÃO

7.1 PERFIL FISIOLÓGICO

O presente estudo demonstrou que o grupo de lutadores de MMA avaliados possui um reduzido percentual de gordura, bem como predomínio de mesomorfia. Também demonstrou que estes atletas possuem baixos níveis de força dinâmica no exercício supino e bons níveis de força no exercício agachamento. Outro fator relevante são os valores de potência muscular para membros inferiores, pois tanto os valores de salto contra movimento como os de potência pico no teste de *Wingate* estão longe de se destacarem entre os esportes de combate. Os níveis de resistência de força são classificados como excelentes em relação à população sadia. Já a força isométrica de preensão manual está de acordo com os valores de normalidade para a população não atleta da mesma faixa etária. Por fim, os resultados de potência aeróbia demonstram que os atletas de MMA possuem níveis tão altos quanto às modalidades tradicionalmente caracterizadas por elevados níveis desta variável.

O reduzido percentual de gordura apresentado pelos atletas pode ser resultado da necessidade destes se enquadrarem em categorias de peso, pois os obriga a ter constante preocupação com a quantidade de alimentos ingerida, contudo vale frisar que atletas da categoria peso pesado não possuem tal preocupação. (PETTERSSON; EKSTROM; BERG, 2013). Somado a isto, há outro fator que pode contribuir para o baixo percentual de gordura, este é a elevada carga diária de treinamento a qual os atletas são submetidos. La Bounty et al. (2011) relataram que atletas de MMA realizam até 12 sessões de treino por semana, estas compostas por treinos físicos e técnicos. Em comparação com outras modalidades, o percentual mensurado ficou abaixo de boxeadores amadores (GUIDETTI et al., 2002), judocas (SERTIC et al., 2006), *kickboxers* (ZABUKOVEC; TIIDUS, 1995) e caratecas (IMAMURA et al., 1998). Por fim, é importante frisar que a comparação com os demais estudos deve ser cautelosa, pois os estudos utilizaram diferentes protocolos para mensurar a composição corporal dos atletas.

Além do percentual de gordura, os estudos com esporte de combate utilizam o somatotipo como mais uma maneira de descrever a composição corporal dos atletas (BÁEZ et al., 2014; CASALS et al., 2015; MARINHO et al., 2016). Assim como todas as demais modalidades, os atletas de MMA, aqui avaliados, apresentaram um

predomínio da mesomorfia. Desta maneira, parece que o desenvolvimento muscular é essencial neste esporte de combate.

Com relação à força muscular, o teste de 1 RM de supino demonstrou que o grupo de atletas de MMA, aqui avaliado, possui um nível de força muscular inferior a outro grupo de atletas de MMA (SCHICK et al., 2010), bem como atletas de jiu-jítsu (FERREIRA MARINHO et al., 2016) e *wrestling* (RAHMANI-NIA et al., 2007), mas o valor é superior aos atletas de MMA avaliados por Marinho et al. (2016). Em contrapartida, a força de 1 RM no agachamento só foi inferior a *wrestlers* (RAHMANI-NIA et al., 2007). Contudo, cabe frisar que alguns trabalhos (DEMIRKAN et al., 2012; FERREIRA MARINHO et al., 2016; MARINHO et al., 2016) não descrevem o padrão motor utilizado para coletar as medidas de supino e agachamento, dificultando a comparação. Ainda neste sentido, um recente trabalho com lutadores de MMA relatou valores bastante elevados para o 1 RM de agachamento ($1,8 \pm 0,2 \text{ kg.kg}^{-1}$), entretanto foi utilizado o agachamento com joelhos a 90° (JAMES; BECKMAN; et al., 2016), sendo que no presente estudo se utilizou o agachamento paralelo, assim como no estudo de Schick et al. (2010).

Inquestionavelmente, níveis ótimos de força são necessários para se desferir socos e chutes com a potência máxima (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011), neste sentido os valores de 1 RM de supino estão muito abaixo do esperado para um atleta de força e potência, pois estes se enquadram apenas na média de uma população normal ativa (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2006). Apesar de bastante superiores aos valores de supino, a carga relativa no agachamento ainda está distante do valor ideal, ou seja, uma carga relativa a 2 vezes a massa corporal, pois vale lembrar que atletas que assim o fazem, saltam mais alto, correm mais rápido e potencializam mais cedo e em maior intensidade (SUCHOMEL et al., 2016). A propósito, a força de um soco é extremamente dependente da força aplicada no solo (LENETSKY; HARRIS; BRUGHELLI, 2013). De fato, há poucos estudos que investigaram rotinas de treinamento de atletas de MMA, mas parece que os atletas, aqui avaliados, não estão dando a devida atenção a força dinâmica de membros superiores e inferiores.

Não obstante, a força isométrica de preensão manual dos atletas de MMA, aqui avaliados, se enquadra nos valores normativos para a idade em uma população sadia (MATHIOWETZ et al., 1985). Somado a isto, estes são superiores a outros atletas de MMA (SCHICK et al., 2010), bem como judocas (FRANCHINI et al., 2005), e atletas de jiu-jítsu (VIDAL ANDREATO et al., 2011), entretanto são inferiores a boxeadores

(GUIDETTI et al., 2002) e *wrestlers* (RAHMANI-NIA et al., 2007). É inegável que durante uma luta de MMA se exerça muita força isométrica com um ou mais grupos musculares (SOUZA-JUNIOR et al., 2015), no entanto um ponto singular é a necessidade de dominar o punho do oponente, neste sentido é plausível pensar que esta deva ser uma capacidade física relevante no esporte.

Como descrito anteriormente, o MMA é um esporte que exige elevada potência muscular, entretanto os resultados de salto contra movimento acabaram por não demonstrar tal fato, pois estes se mostraram inferiores a caratecas (ROSCHEL et al., 2009), *kickboxers* (OUERGUI et al., 2016) e lutadores de kung fu (ARTIOLI et al., 2008). É importante mencionar que foi utilizado um aplicativo de celular para mensurar esta variável, contudo ressalte-se que este possui excelente correlação com a plataforma de força ($r = 0,995$; $P < 0,001$). A utilização de um aplicativo de celular para coletar uma importante variável de desempenho demonstra que esta pode ser uma ferramenta de utilização por parte dos treinadores, pois a coleta não necessita de estruturas laboratoriais. Adicionalmente, os valores de potência pico no teste de *Wingate* para membros inferiores foram ligeiramente superiores a caratecas (DORIA et al., 2009) e *kickboxers* (ZABUKOVEC; TIIDUS, 1995), no entanto inferiores a judocas (STERKOWICZ et al., 1999) e *wrestlers* (DEMIRKAN et al., 2012). Estes resultados podem significar que atletas de MMA possuam níveis de potência intermediários, ou seja, superiores a atletas que competem em modalidades em que elevados níveis de potência aeróbia são exigidos, mas inferiores as modalidades em que classicamente os atletas possuem muita força e potência muscular (JAMES; HAFF; et al., 2016).

Os resultados dos testes de flexão e extensão de braços e abdominais são classificados como excelente ao compará-los com valores de referência de uma população saudável de não atletas (QUEIROGA, 2005). Além disso, os resultados dos testes de flexão e extensão de braços são superiores ao de lutadores de jiu-jítsu (FERREIRA MARINHO et al., 2016), MMA (MARINHO et al., 2016) e judô (KRSTULOVIC et al., 2006), sendo superados de maneira enfática apenas por *wrestlers* (RAHMANI-NIA et al., 2007). No mesmo sentido, os resultados dos testes abdominais também são superiores ao de lutadores de jiu-jítsu (FERREIRA MARINHO et al., 2016) e MMA (MARINHO et al., 2016), contudo inferiores a judocas (KRSTULOVIC et al., 2006) e *wrestlers* (RAHMANI-NIA et al., 2007). Por conseguinte, fica evidente como a resistência de força é uma capacidade física característica de atletas de MMA.

A potência aeróbia é uma capacidade física extremamente relevante no MMA, principalmente para os momentos de menor intensidade, e para lutas mais longas (JAMES; HAFF; et al., 2016). Os valores apresentados pelos atletas foram bastante similares a boxeadores (GUIDETTI et al., 2002), caratecas (IMAMURA et al., 1998) e *kickboxers* (ZABUKOVEC; TIIDUS, 1995). Vale lembrar, que o fator que mais parece afetar o VO_2 máx dos atletas não é o nível competitivo, mas sim as regras de competição, ou seja, lutadores de judô e *wrestling*, geralmente possuem valores inferiores, pois nestas modalidades, o tempo de duração dos combates é relativamente curto, 5 min no judô e 2 rounds de 3 min no *wrestling* e, somado a isto, a necessidade de projetar o oponente exige muita força e potência muscular (SOUZA-JUNIOR et al., 2015). Em contrapartida, o boxe amador possui 3 rounds de 3 min e o atleta não necessariamente precisa finalizar a luta, pois a vitória por pontos é muito mais comum do que no judô e no *wrestling*. Desta maneira, é possível inferir que as regras do MMA obrigam os atletas a possuírem ótimos níveis de potência aeróbia.

7.2 SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE BETERRABA

A suplementação de suco de beterraba não aumentou a média de potência e a altura média de 5 saltos contra movimento realizados em sequência, também não aumentou o pico de potência relativa e a média de potência média relativa em teste intermitente 20 x 6 s realizado em ciclo ergômetro e, por fim, ocorreu redução não significativa na pressão arterial dos atletas.

Neste momento é importante ressaltar alguns aspectos sobre suplementação de NO_3^- que deram base às hipóteses aqui testadas. As fibras do tipo II parecem responder mais positivamente (HERNANDEZ et al., 2012; JONES et al., 2016), pois quanto mais se eleva a intensidade do esforço, maior é sua contribuição, principalmente com o metabolismo anaeróbio (ESSEN, 1978; BOTTINELLI et al., 1999), sendo que é justamente em situações de hipóxia e pH ácido que a redução de NO_2^- a NO fica favorecida. Somado a isso, estudos com seres humanos demonstram redução do custo de PCr em contrações isométricas voluntárias máximas (FULFORD et al., 2013), aumento da taxa de desenvolvimento de força e no pico de força, também, em contrações isométricas voluntárias máximas (HAIDER; FOLLAND, 2014) e aumento no torque e potência em extensões de joelho realizadas em equipamento isocinético

(COGGAN et al., 2015), sendo que neste último estudo, o próprio autor frisa que apesar de significativo estatisticamente, o resultado só seria significante em um atleta.

Contudo, apesar do teste de 5 saltos contra movimento em sequência exigir força e potência, bem como ter um predomínio do metabolismo dos fosfagênicos, os resultados aqui apresentados não demonstram diferença significativa entre o suco de beterraba e o placebo. Um fator que pode explicar tal diferença é a precisão dos instrumentos, pois os estudos acima mencionados utilizaram eletromiografia ou equipamentos isocinéticos, enquanto o presente estudo utilizou-se do tempo de voo. Contudo, a ausência de diferença significativa nos *sprints* iniciais durante o teste intermitente indica que, provavelmente, não foi a sensibilidade do teste impulsão vertical a responsável pela ausência de aumento no desempenho com suplementação de suco de beterraba.

Como relação aos *sprints* repetidos, foi utilizado no presente estudo, um protocolo semelhante ao utilizado no estudo de Wylie et al. (2016), a única diferença foi na quantidade de *sprints* 20 e 24, respectivamente. Wylie et al. (2016) demonstraram que a suplementação de NO_3^- não aumentou a média de potência pico nos estímulos intermitentes de 6 s, mas aumentou a média de potência média, desta forma, o presente estudo corrobora com o primeiro achado, pois os atletas de MMA não tiveram aumento na média de pico potência, no entanto diverge do aumento na média de potência média durante os *sprints*. Somado a isto, os 20 *sprints* foram divididos em 4 grupos iguais, assim como no estudo supracitado, pois assim seria possível verificar se havia alguma diferença significativa nestes momentos distintos, entretanto a análise estatística demonstra que também não houve diferença significativa em nenhum momento.

A literatura diverge bastante quanto ao efeito da suplementação de NO_3^- em testes intermitentes. Em um protocolo de 8 x 30 s até exaustão, com duração máxima de 30 min, foi demonstrado redução tanto na potência pico como na potência média dos indivíduos suplementados com suco de beterraba (MARTIN et al., 2014). Contudo, os protocolos intermitentes 6 x 20 s realizado em ciclo ergômetro (CHRISTENSEN et al., 2013) e 5 x 10 s, em caiaque (MUGGERIDGE et al., 2013), 7 x 30 e 6 x 60 s, ciclo ergômetro (WYLIE et al., 2016) demonstraram que não houve diferença entre o suco de beterraba e o placebo. Em contrapartida, a suplementação de suco de beterraba aumentou o trabalho total realizado durante o primeiro de dois tempos de 40 min, que compreendiam *sprints* máximos de 6 s intercalados por 100 s de recuperação ativa e 20

s de passiva (THOMPSON et al., 2015), como também aumentou o desempenho em *sprints* supramáximos (170 %) 15 x 30 s (AUCOUTURIER et al., 2015).

A diferença de resposta entre os estudos pode ser oriunda da característica dos participantes, do protocolo de testes e protocolo de suplementação. Com relação à característica dos participantes, nem todos os estudos utilizaram atletas, como este o fez. Indivíduos altamente treinados são susceptíveis a ter elevada atividade da NOS, o que pode tornar a via $\text{NO}_3^- - \text{NO}_2^- - \text{NO}$ relativamente menos importante para a produção de NO durante o esforço intenso. Além disso, também podem ter as concentrações de NO_2^- plasmáticas mais elevadas em comparação aos indivíduos sedentários ou menos treinados, de tal forma que a resposta a uma dose padrão de NO_3^- tornar-se-ia diminuída. Somado a isto, pode ser esperado que atletas possuam maior capilarização do músculo esquelético, talvez, minimizando qualquer hipoperfusão de tecido metabolicamente ativo durante o exercício e, portanto, reduzindo a necessidade de produção de NO através da redução do NO_2^- (JONES, 2014a;2014b). Por fim, poderiam ter a ativação neuromuscular mais desenvolvida em comparação aos indivíduos recreacionalmente treinados ou destreinados (HAIDER; FOLLAND, 2014).

Com relação ao protocolo de suplementação, o presente estudo utilizou uma suplementação aguda de aproximadamente 9,3 mmol de NO_3^- duas horas antes do experimento, a mesma metodologia utilizada demonstrou efeitos positivos no desempenho (LANSLEY; WINYARD; BAILEY; et al., 2011; HOON; JONES; et al., 2014; COGGAN et al., 2015; RIMER et al., 2015; FLUECK et al., 2016), mas também há estudos que não encontraram melhora no desempenho (MUGGERIDGE et al., 2013; HOON; HOPKINS; et al., 2014; LANE et al., 2014; MARTIN et al., 2014; BETTERIDGE et al., 2016). Cabe ressaltar que os estudos realizados por Muggeridge et al. (2013) e Martin et al. (2014) suplementaram doses menores do que 5 mmol de NO_3^- . Ao se olhar para os estudos que utilizaram protocolos mais crônicos 5, 6 e 7 dias, é possível perceber o mesmo grau de divergência nos resultados. Isto torna muito difícil a definição de um protocolo de dose resposta, sendo que já se menciona a possível existência de indivíduos responsivos e não responsivos (WILKERSON et al., 2012).

A PAS no suco de beterraba apresentou com um valor percentual 3,51 % menor em comparação ao placebo, entretanto esta diferença não foi significativa, o mesmo ocorreu para a PAD 5,04 % menor, mas sem significância estatística. Uma recente meta análise concluiu que a suplementação de NO_3^- e o suco de beterraba estão associados a alterações na PAS (- 4,4 mmHg, IC 95%: - 5,9, - 2,8); $P < 0,001$ e na PAD

(- 1,1 mm Hg; IC 95%: - 2,2, 0,1; P = 0.060) (SIERVO et al., 2013), neste sentido também há trabalhos experimentais demonstrando efeitos na redução da PAS (LANSLEY; WINYARD; FULFORD; et al., 2011), na PAD (LARSEN et al., 2006), na PAS e na PAD (LARSEN et al., 2007), no entanto há estudos que corroboram os resultados aqui reportados (CERMAK; GIBALA; et al., 2012; WILKERSON et al., 2012; HAIDER; FOLLAND, 2014; AUCOUTURIER et al., 2015).

7.3 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

É importante mencionar algumas limitações do presente estudo. Os atletas não puderam se abster das suas rotinas de treinamento nos dias que antecederam as coletas, o fizeram apenas no dia do experimento, fato comum em estudos com atletas. Adicionalmente, cabe frisar que esta amostra não permite extrapolar os resultados para toda a população de atletas de MMA, pois foi um grupo reduzido e específico de atletas.

8 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que este grupo de atletas de MMA possui um reduzido percentual de gordura, bem como predomínio de mesomorfia. Também demonstrou que estes atletas possuem baixos níveis de força dinâmica no exercício supino e bons níveis de força no exercício agachamento. Outro fator relevante foram os valores de potência muscular para membros inferiores, pois tanto os valores de salto contra movimento como os de potência pico no teste de *Wingate* não se destacaram entre os esportes de combate. O mesmo ocorreu para os níveis de resistência de força. Já a força isométrica de preensão manual está de acordo com os valores de normalidade para a população não atleta da mesma faixa etária. Por fim, os resultados de potência aeróbia demonstraram que os atletas de MMA possuem níveis tão altos quanto às modalidades tradicionalmente caracterizadas por elevados níveis desta variável. Desta maneira, é extremamente importante, que pesquisas futuras investiguem a rotina de treinamento destes atletas a fim de se conhecer as possíveis causas destes déficits e virtudes. Além disso, estudos correlacionando estas variáveis com o desempenho dos atletas também seriam de grande valia.

Com relação à suplementação de suco de beterraba, o presente estudo demonstrou que ela não afetou a média de potência pico relativa e a média de potência média relativa de *sprints* sucessivos realizados em ciclo ergômetro. Adicionalmente, a suplementação de suco de beterraba não afetou saltos contra movimento sucessivos. Por fim tanto a PAS como a PAD não foram significativamente afetadas pela suplementação de suco de beterraba. Estudos futuros devem procurar investigar variações dos protocolos aqui utilizados, tanto de exercício, como de suplementação, ou seja, o tipo e a duração das pausas durante exercício intermitente, bem como um protocolo de suplementação crônico. Por fim, futuras investigações também devem incluir marcadores bioquímicos, bem como a determinação das concentrações de NO_2^- plasmático para uma melhor aferição dos efeitos ergogênicos da suplementação de NO_3^- por meio do suco de beterraba.

REFERÊNCIAS

- AFFOURTIT, C. et al. On the mechanism by which dietary nitrate improves human skeletal muscle function. **Frontiers in Physiology**, v. 6, p. 211, 2015.
- ALM, P.; YU, J.-G. Physiological characters in mixed martial arts. **American Journal of Sports Science**, v. 1, n. 2, p. 12-7, 2013.
- ALVES, C. R. et al. Anthropometric, physiological, performance, and nutritional profile of the Brazil National Canoe Polo Team. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 3, p. 305-11, 2012.
- AMTMANN, J.; BERRY, S. Strength and Conditioning for Reality Fighting. **Strength & Conditioning Journal**, v. 25, n. 2, p. 67-72, 2003.
- ARTIOLI, G. G. et al. Physiological, performance, and nutritional profile of the Brazilian Olympic Wushu (kung-fu) team. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 20-5, Jan 2008.
- AUCOUTURIER, J. et al. Effect of dietary nitrate supplementation on tolerance to supramaximal intensity intermittent exercise. **Nitric Oxide**, v. 49, p. 16-25, Sep 15 2015.
- AWI, F. **Filho Teu Não Foge à Luta**. 1. Intrínseca, 2012. 320
- BÁEZ, E. et al. Anthropometric Characteristics of Top-Class Brazilian Jiu Jitsu Athletes: Role of Fighting Style. **International Journal of Morphology**, v. 32, p. 1043-1050, 2014.
- BAILEY, S. J. et al. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 1, p. 135-48, Jul 2010.
- BAILEY, S. J. et al. Inorganic nitrate supplementation improves muscle oxygenation, O₂ uptake kinetics, and exercise tolerance at high but not low pedal rates. **Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 11, p. 1396-405, Jun 1 2015.
- BAILEY, S. J. et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 4, p. 1144-55, Oct 2009.
- BALSALOBRE-FERNANDEZ, C.; GLAISTER, M.; LOCKEY, R. A. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. **Journal of Sports Sciences**, v. 33, n. 15, p. 1574-9, 2015.
- BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test. An update on methodology, reliability and validity. **Sports Medicine**, v. 4, n. 6, p. 381-94, Nov-Dec 1987.

BETTERIDGE, S. et al. No effect of acute beetroot juice ingestion on oxygen consumption, glucose kinetics, or skeletal muscle metabolism during submaximal exercise in males. **Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 4, p. 391-8, Feb 15 2016.

BOND, H.; MORTON, L.; BRAAKHUIS, A. J. Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-trained rowers. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 22, n. 4, p. 251-6, Aug 2012.

BOORSMA, R. K.; WHITFIELD, J.; SPRIET, L. L. Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 46, n. 12, p. 2326-34, Dec 2014.

BOSCO, C.; LUHTANEN, P.; KOMI, P. V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 50, n. 2, p. 273-82, 1983.

BOTTINELLI, R. et al. Specific contributions of various muscle fibre types to human muscle performance: an in vitro study. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 9, n. 2, p. 87-95, Apr 1999.

BRASIL. **Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos e a Lista de Verificação das Boas Práticas de Fabricação em Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos.** : ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária 2002.

_____. **Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004. Dispõe sobre Regulamento Técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação:** ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária 2004.

BRUCE, R. A.; KUSUMI, F.; HOSMER, D. Maximal oxygen intake and nomographic assessment of functional aerobic impairment in cardiovascular disease. **American Heart Journal**, v. 85, n. 4, p. 546-62, Apr 1973.

BUCK, C. L. et al. Effects of sodium phosphate and beetroot juice supplementation on repeated-sprint ability in females. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 10, p. 2205-13, Oct 2015.

ÇAMÇAKAL, P.; PEPE, H.; ALTIN, M. Aerobic and anaerobic power profile of elite turkish greco-roman wrestlers. **Nigde University Journal of Physical Education and Sport Sciences**, v. 8, n. 3, p. 251-60, 2014.

CASALS, C. et al. Special Judo Fitness Test Level and Anthropometric Profile of Elite Spanish Judo Athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Nov 7 2015.

CASTRO, M. A. D. **Manual de críticas de inquéritos alimentares.** São Paulo 2013.

CERMAK, N. M.; GIBALA, M. J.; VAN LOON, L. J. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 22, n. 1, p. 64-71, Feb 2012.

CERMAK, N. M. et al. No improvement in endurance performance after a single dose of beetroot juice. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 22, n. 6, p. 470-8, Dec 2012.

CHAABENE, H. et al. Amateur boxing: physical and physiological attributes. **Sports Medicine**, v. 45, n. 3, p. 337-52, Mar 2015.

CHRISTENSEN, P. M.; NYBERG, M.; BANGSBO, J. Influence of nitrate supplementation on VO₂ kinetics and endurance of elite cyclists. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 23, n. 1, p. e21-31, Feb 2013.

CLEMENTS, W. T.; LEE, S. R.; BLOOMER, R. J. Nitrate ingestion: a review of the health and physical performance effects. **Nutrients**, v. 6, n. 11, p. 5224-64, Nov 2014.

CLIFFORD, T. et al. The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 2, p. 353-62, Feb 2016.

CLOSE, G. L. et al. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. **Free Radical Biology and Medicine**, Feb 5 2016.

COGGAN, A. R. et al. Effect of acute dietary nitrate intake on maximal knee extensor speed and power in healthy men and women. **Nitric Oxide**, v. 48, p. 16-21, Aug 1 2015.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power: part 2 - training considerations for improving maximal power production. **Sports Medicine**, v. 41, n. 2, p. 125-46, Feb 1 2011.

CORRY, L. R.; GEE, T. I. Dietary nitrate enhances power output during the early phases of maximal intensity sprint cycling. **International Journal of Coaching Science**, v. 9, n. 2, p. 00-00, 2015.

COSWIG, V. S.; FUKUDA, D. H.; DEL VECCHIO, F. B. Rapid Weight Loss Elicits Harmful Biochemical and Hormonal Responses in Mixed Martial Arts Athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, Mar 26 2015.

COTTER, J. A. et al. Knee joint kinetics in relation to commonly prescribed squat loads and depths. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 7, p. 1765-74, Jul 2013.

CRISAFULLI, A. et al. Physiological responses and energy cost during a simulation of a Muay Thai boxing match. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 34, n. 2, p. 143-50, Apr 2009.

- DEL VECCHIO, F. B.; FERREIRA, J. L. M. Mixed Martial Arts: rotinas de condicionamento e avaliação da aptidão física de lutadores de Pelotas/RS. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 35, p. 611-626, 2013.
- DEL VECCHIO, F. B.; HIRATA, S. M.; FRANCHINI, E. A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments. **Perceptual and Motor Skills**, v. 112, n. 2, p. 639-48, Apr 2011.
- DEMIRKAN, E. et al. The comparison of physical and physiological characteristics of junior elite wrestlers. **Nigde University Journal of Physical Education And Sport Sciences**, v. 6, n. 2, p. 138-44, 2012.
- DIAZ-LARA, F. J. et al. Caffeine improves muscular performance in elite Brazilian Jiu-jitsu athletes. **European Journal of Sport Science**, p. 1-8, Feb 10 2016.
- DORIA, C. et al. Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 5, p. 603-10, Nov 2009.
- DUNCAN, C. et al. Chemical generation of nitric oxide in the mouth from the enterosalivary circulation of dietary nitrate. **Nature Medicine**, v. 1, n. 6, p. 546-51, Jun 1995.
- ESSEN, B. Glycogen depletion of different fibre types in human skeletal muscle during intermittent and continuous exercise. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 103, n. 4, p. 446-55, Aug 1978.
- ETTEHAD, D. et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. **Lancet**, v. 387, n. 10022, p. 957-67, Mar 5 2016.
- FERREIRA MARINHO, B. et al. Comparison of body composition and physical fitness in elite and non-elite Brazilian jiu-jitsu athletes. **Science & Sports**, v. 31, n. 3, p. 129-134, 6// 2016.
- FLUECK, J. L. et al. Is beetroot juice more effective than sodium nitrate? The effects of equimolar nitrate dosages of nitrate-rich beetroot juice and sodium nitrate on oxygen consumption during exercise. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 41, n. 4, p. 421-9, Apr 2016.
- FRANCHINI, E.; BRITO, C. J.; ARTIOLI, G. G. Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 9, n. 1, p. 52, 2012.
- FRANCHINI, E. et al. Physiological profiles of elite judo athletes. **Sports Medicine**, v. 41, n. 2, p. 147-66, Feb 1 2011.
- FRANCHINI, E. et al. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 26, n. 2, p. 59-67, Mar 2007.

FRANCHINI, E. et al. Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. **Biology of Sport**, v. 22, n. 4, p. 315-28, 2005.

FULFORD, J. et al. Influence of dietary nitrate supplementation on human skeletal muscle metabolism and force production during maximum voluntary contractions. **Pflügers Archiv European Journal of Physiology**, v. 465, n. 4, p. 517-28, Apr 2013.

GARCIA-PALLARES, J. et al. Physical fitness factors to predict male Olympic wrestling performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 8, p. 1747-58, Aug 2011.

GIAMPIETRO, M.; PUJIA, A.; BERTINI, I. Anthropometric features and body composition of young athletes practicing karate at a high and medium competitive level. **Acta Diabetologica**, v. 40 Suppl 1, p. S145-8, Oct 2003.

GILCHRIST, M.; WINYARD, P. G.; BENJAMIN, N. Dietary nitrate--good or bad? **Nitric Oxide**, v. 22, n. 2, p. 104-9, Feb 15 2010.

GOLLNICK, P. D. et al. Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men. **Journal of Applied Physiology**, v. 33, n. 3, p. 312-9, Sep 1972.

GRANACHER, U. et al. Effects of Resistance Training in Youth Athletes on Muscular Fitness and Athletic Performance: A Conceptual Model for Long-Term Athlete Development. **Frontiers in Physiology**, v. 7, p. 164, 2016.

GUIDETTI, L.; MUSULIN, A.; BALDARI, C. Physiological factors in middleweight boxing performance. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 42, n. 3, p. 309-14, Sep 2002.

HAFF, G. G.; NIMPHIUS, S. Training Principles for Power. **Strength & Conditioning Journal**, v. 34, n. 6, p. 2-12, 2012.

HAIDER, G.; FOLLAND, J. P. Nitrate supplementation enhances the contractile properties of human skeletal muscle. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 46, n. 12, p. 2234-43, Dec 2014.

HEATH, B. H.; CARTER, J. E. A modified somatotype method. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 27, n. 1, p. 57-74, Jul 1967.

HERNANDEZ, A. et al. Dietary nitrate increases tetanic $[Ca^{2+}]_i$ and contractile force in mouse fast-twitch muscle. **Journal of Physiology**, v. 590, n. 15, p. 3575-83, Aug 1 2012.

HOON, M. W. et al. The effect of nitrate supplementation on muscle contraction in healthy adults. **European Journal of Sport Science**, v. 15, n. 8, p. 712-9, 2015.

HOON, M. W. et al. Nitrate supplementation and high-intensity performance in competitive cyclists. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 39, n. 9, p. 1043-9, Sep 2014.

HOON, M. W. et al. The effect of variable doses of inorganic nitrate-rich beetroot juice on simulated 2,000-m rowing performance in trained athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 4, p. 615-20, Jul 2014.

HORSWILL, C. A.; SCOTT, J. R.; GALEA, P. Comparison of maximum aerobic power, maximum anaerobic power, and skinfold thickness of elite and nonelite junior wrestlers. **International Journal of Sports Medicine**, v. 10, n. 3, p. 165-8, Jun 1989.

HUBNER-WOZNIAK, E. et al. Anaerobic performance of arms and legs in male and female free style wrestlers. **Journal of Science and Medicine in Sport** v. 7, n. 4, p. 473-80, Dec 2004.

IMAMURA, H. et al. Maximal oxygen uptake, body composition and strength of highly competitive and novice karate practitioners. **Applied Human Science**, v. 17, n. 5, p. 215-8, Sep 1998.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4^a. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, Nov 1978.

JAMES, L. P. et al. The Neuromuscular Qualities of Higher and Lower-Level Mixed Martial Arts Competitors. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, p. 1-27, Sep 15 2016.

JAMES, L. P. et al. Towards a Determination of the Physiological Characteristics Distinguishing Successful Mixed Martial Arts Athletes: A Systematic Review of Combat Sport Literature. **Sports Medicine**, Mar 18 2016.

JONES, A. M. Dietary nitrate supplementation and exercise performance. **Sports Medicine**, v. 44 Suppl 1, p. S35-45, May 2014a.

_____. Influence of dietary nitrate on the physiological determinants of exercise performance: a critical review. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 39, n. 9, p. 1019-28, Sep 2014b.

JONES, A. M. et al. Fiber Type-Specific Effects of Dietary Nitrate. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 44, n. 2, p. 53-60, Apr 2016.

KELLY, J. et al. Effects of nitrate on the power-duration relationship for severe-intensity exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 9, p. 1798-806, Sep 2013.

KHANNA, G. L.; MANNA, I. Study of physiological profile of Indian boxers. **Journal of Sports Sciences and Medicine**, v. 5, n. CSSI, p. 90-8, 2006.

- KNUTTGEN, H. G.; KRAEMER, W. J. Terminology and Measurement in Exercise Performance. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 1, n. 1, p. 1-10, 1987.
- KOBAYASHI, J.; OHTAKE, K.; UCHIDA, H. NO-Rich Diet for Lifestyle-Related Diseases. **Nutrients**, v. 7, n. 6, p. 4911-37, Jun 2015.
- KRAEMER, W. J. et al. Physiological and performance responses to tournament wrestling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 8, p. 1367-78, Aug 2001.
- KREIDER, R. B. et al. ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, p. 7, 2010.
- KRSTULOVIC, S.; ZUVELA, F.; KATIC, R. Biomotor systems in elite junior judoists. **Collegium Antropologicum**, v. 30, n. 4, p. 845-51, Dec 2006.
- LA BOUNTY, P. et al. Strength and Conditioning Considerations for Mixed Martial Arts. **Strength & Conditioning Journal**, v. 33, n. 1, p. 56-67, 2011.
- LANE, S. C. et al. Single and combined effects of beetroot juice and caffeine supplementation on cycling time trial performance. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 39, n. 9, p. 1050-7, Sep 2014.
- LANSLEY, K. E. et al. Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 6, p. 1125-31, Jun 2011.
- LANSLEY, K. E. et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: a placebo-controlled study. **Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 3, p. 591-600, Mar 2011.
- LARSEN, F. J. et al. Effects of dietary nitrate on blood pressure in healthy volunteers. **New England Journal of Medicine**, v. 355, n. 26, p. 2792-3, Dec 28 2006.
- LARSEN, F. J. et al. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. **Acta Physiologica**, v. 191, n. 1, p. 59-66, Sep 2007.
- LENETSKY, S.; HARRIS, N. The Mixed Martial Arts Athlete: A Physiological Profile. **Strength & Conditioning Journal**, v. 34, n. 1, p. 32-47, 2012.
- LENETSKY, S.; HARRIS, N.; BRUGHELLI, M. Assessment and Contributors of Punching Forces in Combat Sports Athletes: Implications for Strength and Conditioning. **Strength & Conditioning Journal**, v. 35, n. 2, p. 1-7, 2013.
- LUNDBERG, J. O. et al. Roles of dietary inorganic nitrate in cardiovascular health and disease. **Cardiovascular Research**, v. 89, n. 3, p. 525-32, Feb 15 2011.

- LUNDBERG, J. O. et al. Nitrate and nitrite in biology, nutrition and therapeutics. **Nature Chemical Biology**, v. 5, n. 12, p. 865-9, Dec 2009.
- MARINHO, B. F. et al. Body composition, somatotype, and physical fitness of mixed martial arts athletes. **Sport Sciences for Health**, v. 12, n. 2, p. 157-165, 2016.
- MARTIN, K. et al. No improvement of repeated-sprint performance with dietary nitrate. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 5, p. 845-50, Sep 2014.
- MATHIOWETZ, V. et al. Grip and pinch strength: normative data for adults. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 66, n. 2, p. 69-74, Feb 1985.
- MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Essentials of Exercise Physiology**. Lippincott Williams & Wilkins, 2006. 753
- MCKNIGHT, G. M. et al. Dietary nitrate in man: friend or foe? **British Journal of Nutrition**, v. 81, n. 5, p. 349-58, May 1999.
- MUGGERIDGE, D. J. et al. The effects of a single dose of concentrated beetroot juice on performance in trained flatwater kayakers. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 23, n. 5, p. 498-506, Oct 2013.
- MURPHY, M. et al. Whole beetroot consumption acutely improves running performance. **Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics**, v. 112, n. 4, p. 548-52, Apr 2012.
- OSTOJIC, S. M.; STOJANOVIC, M.; AHMETOVIC, Z. [Vertical jump as a tool in assessment of muscular power and anaerobic performance]. **Medicinski pregljed**, v. 63, n. 5-6, p. 371-5, May-Jun 2010.
- OUERGUI, I. et al. Hormonal, Physiological, and Physical Performance During Simulated Kickboxing Combat: Differences Between Winners and Losers. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 4, p. 425-31, May 2016.
- PEELING, P. et al. Beetroot Juice Improves On-Water 500 M Time-Trial Performance, and Laboratory-Based Paddling Economy in National and International-Level Kayak Athletes. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 25, n. 3, p. 278-84, Jun 2015.
- PETTERSSON, S.; EKSTROM, M. P.; BERG, C. M. Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: a matter of mental advantage? **Journal of Athletic Training**, v. 48, n. 1, p. 99-108, Jan-Feb 2013.
- PHILIPPI, S. T. **Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional**. Brasília: Coronário, 2002. 107
- PINNA, M. et al. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. **Nutrients**, v. 6, n. 2, p. 605-15, 2014.

PORCELLI, S. et al. Aerobic Fitness Affects the Exercise Performance Responses to Nitrate Supplementation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 8, p. 1643-51, Aug 2015.

QUEIROGA, M. R. **Testes e medidas para avaliação da aptidão física relacionada à saúde em adultos**. Guanabara Koogan, 2005. 202

RAHMANI-NIA, F.; MIRZAEI, B.; NURI, R. Physiological profile of elite Iranian junior Greco-Roman wrestlers. **International Journal of Fitness** v. 3, n. 2, p. 49-54, 2007.

RIMER, E. G. et al. Acute Dietary Nitrate Supplementation Increases Maximal Cycling Power in Athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Dec 2 2015.

RITTI-DIAS, R. M. et al. Influence of previous experience on resistance training on reliability of one-repetition maximum test. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 5, p. 1418-22, May 2011.

RODRIGUEZ, N. R. et al. Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 109, n. 3, p. 509-27, Mar 2009.

ROSCHER, H. et al. Association between neuromuscular tests and kumite performance on the brazilian karate national team. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 8, n. CSSI3, p. 20-4, Nov 2009.

SCHICK, M. G. et al. Physiological profile of mixed martial artists. **Medicina Sportiva**, v. 14, n. 4, p. 182-187, 2010.

SERTIC, H.; SEGEDI, I.; MILANOVIC, D. Anthropological and fitness status of Croatian judoists. **Archives of Budo**, v. 2, n. 1, p. 24-7, 2006.

SIERVO, M. et al. Inorganic nitrate and beetroot juice supplementation reduces blood pressure in adults: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Nutrition**, v. 143, n. 6, p. 818-26, Jun 2013.

SINDELAR, J. J.; MILKOWSKI, A. L. Human safety controversies surrounding nitrate and nitrite in the diet. **Nitric Oxide**, v. 26, n. 4, p. 259-66, May 15 2012.

SIRI, W. E. Body composition from fluid apaces and density: Analysis of methods. In J. Brozek & A. Henschel (Eds.), *Techniques for measuring body composition*. In: (Ed.): Washington, DC: National Academy of Science and Natural Resource Council, 1961.

SOUZA-JUNIOR, T. P. et al. Mixed Martial Arts: History, Physiology and Training Aspects. **The Open Sports Science Journal**, v. 8, p. 1-7, 2015.

- SOUZA JUNIOR, T. P. et al. Óxido nítrico e exercício: uma revisão. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 23, n. 3, 2012.
- SPIEGELHALDER, B.; EISENBRAND, G.; PREUSSMANN, R. Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: possible relevance to in vivo formation of N-nitroso compounds. **Food and Cosmetics Toxicology**, v. 14, n. 6, p. 545-8, Dec 1976.
- STERKOWICZ-PRZYBYCIEN, K. L.; STERKOWICZ, S.; ZAROW, R. T. Somatotype, body composition and proportionality in polish top greco-roman wrestlers. **Journal of Human Kinetics**, v. 28, p. 141-54, Jun 2011.
- STERKOWICZ, S.; ZUCHOWICZ, A.; KUBICA, R. Levels of anaerobic and aerobic capacity indices and results for the special judo fitness test in judo competitors. **Journal of Human Kinetics**, v. 21, n. 2, p. 115-35, 1999.
- SUCHOMEL, T. J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M. H. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. **Sports Medicine**, v. 46, n. 10, p. 1419-49, Oct 2016.
- TACK, C. Evidence-Based Guidelines for Strength and Conditioning in Mixed Martial Arts. **Strength & Conditioning Journal**, v. 35, n. 5, p. 79-92, 2013.
- TESCH, P. A.; KARLSSON, J. Muscle fiber types and size in trained and untrained muscles of elite athletes. **Journal of Applied Physiology**, v. 59, n. 6, p. 1716-20, Dec 1985.
- THOMAS, D. T.; ERDMAN, K. A.; BURKE, L. M. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 116, n. 3, p. 501-28, Mar 2016.
- THOMAS, J. R.; NELSON, J. K.; SILVERMAN, S. J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. ArtMed, 2007. ISBN 9788536308647.
- THOMPSON, C. et al. Dietary nitrate improves sprint performance and cognitive function during prolonged intermittent exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 9, p. 1825-34, Sep 2015.
- UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA 2011**.
- UTTER, A. C. et al. Validation of the Adult OMNI Scale of perceived exertion for walking/running exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1776-80, Oct 2004.
- VANHATALO, A. et al. Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. **American Journal of Physiology Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 299, n. 4, p. R1121-31, Oct 2010.

VANHATALO, A. et al. Dietary nitrate accelerates postexercise muscle metabolic recovery and O₂ delivery in hypoxia. **Journal of Applied Physiology**, v. 117, n. 12, p. 1460-70, Dec 15 2014.

VI DIRETRIZES BRASILEIRAS DE HIPERTENSÃO. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, p. I-III, 2010.

VIDAL ANDREATO, L. et al. Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian Jiu-Jitsu athletes. **Science & Sports**, v. 26, n. 6, p. 329-337, 12// 2011.

WILKERSON, D. P. et al. Influence of acute dietary nitrate supplementation on 50 mile time trial performance in well-trained cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 12, p. 4127-34, Dec 2012.

WOESSNER, M. et al. A stepwise reduction in plasma and salivary nitrite with increasing strengths of mouthwash following a dietary nitrate load. **Nitric Oxide**, v. 54, p. 1-7, Jan 15 2016.

WRUSS, J. et al. Compositional characteristics of commercial beetroot products and beetroot juice prepared from seven beetroot varieties grown in Upper Austria. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 42, p. 46-55, 2015.

WYLIE, L. J. et al. Influence of beetroot juice supplementation on intermittent exercise performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 2, p. 415-25, Feb 2016.

WYLIE, L. J. et al. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. **Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 3, p. 325-36, Aug 1 2013.

WYLIE, L. J. et al. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 7, p. 1673-84, Jul 2013.

ZABUKOVEC, R.; TIIDUS, P. M. Physiological and Anthropometric Profile of Elite Kickboxers. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 9, n. 4, p. 240-242, 1995.

APÊNDICES

APÊNDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Eu, Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Junior, pesquisador responsável e Bernardo Rafael Bittencourt Bernardi aluno de pós-graduação da Universidade Federal do Paraná, convidamos o senhor lutador de MMA a participar de um estudo intitulado **“Efeito da Suplementação de Suco de Beterraba, na Percepção de Carga de Treino, Testes de Desempenho e Dor Muscular Tardia de Lutadores de Mixed Martial Arts (MMA)”**.

- a) O objetivo desta pesquisa é verificar se o suco de beterraba interfere no desempenho de atletas de MMA.
- b) Caso você participe da pesquisa, você realizará testes físicos em 5 dias distintos. Duas horas antes dos testes, você precisará ingerir 400 ml de suco de beterraba ou suco de groselha. Você precisará ficar todo o tempo do estudo sem utilizar enxaguantes bucais e suplementos alimentares estimulantes. Também não poderá ingerir suco de beterraba por conta própria.
- c) Você deverá comparecer nos dias de testes, na Rua Imaculada Conceição, 1155 – Prado Velho, Curitiba, PR, CEP 80215-901, PUC-PR. Há o risco de ocorrerem lesões musculares durante os testes físicos, bem como você poderá sentir tontura ou desconforto. Você visualizou os testes em folha anexa a este documento e concordou com sua realização. Durante os testes você será entrevistado por um nutricionista.
- d) É possível que o senhor experimente algum desconforto ou constrangimento, principalmente relacionado à presença de pesquisadores e entrevistas com nutricionista. A urina e as fezes poderão adquirir cor avermelhada durante o consumo do suco de beterraba. Você poderá deixar a pesquisa caso apresente qualquer tipo de reação ao suco placebo ou suco de beterraba.
- e) Os benefícios de sua participação nesta pesquisa são um maior conhecimento de sua alimentação, composição corporal e de suas capacidades físicas.
- f) Os pesquisadores Bernardo Rafael Bittencourt Bernardi – Tel (41) 9920-1415 e Tácito Pessoa de Souza Júnior Tel (41) 9217-7879 responsáveis por este estudo poderão ser localizados no Departamento de Educação Física, Rua Coração de Maria, 92, CEP 80210-132 Campus Jardim Botânico Curitiba PR – Brasil, Telefone: (41) 3360-4322, e-mail: bernardo.bernardi@uol.com.br, das 08:00 as 17:00 para esclarecer eventuais dúvidas que o (a) senhor (a) possa ter e fornecer-lhe as informações que queira, antes, durante ou depois de encerrado o estudo.

Participante da Pesquisa e/ou Responsável Legal [rubrica]
 Pesquisador Responsável ou quem aplicou o TCLE [rubrica]
 Orientador [rubrica]

Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde/UFPR. Parecer CEP/SD-PB.nº <u>1484780</u> na data de <u>08/04/2016</u>

g) A sua participação neste estudo é voluntária e se o senhor não quiser mais fazer parte da pesquisa poderá desistir a qualquer momento e solicitar que lhe devolvam este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado.

h) As informações relacionadas ao estudo poderão ser conhecidas por pessoas autorizadas. Prof. Dr. Tácito Pessoa de Souza Júnior. No entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a sua identidade seja preservada e mantida sua confidencialidade.

i) O material obtido – recordatórios alimentares, medidas antropométricas e de capacidades físicas – será utilizado unicamente para essa pesquisa e será destruído/descartado ao término do estudo, dentro de 2 anos.

j) As despesas necessárias para a realização da pesquisa não são de sua responsabilidade e o senhor não receberá qualquer valor em dinheiro pela sua participação.

l) Caso alguma lesão ocorra, os devidos primeiros socorros serão prestados no local e se for necessária remoção, o serviço Plus Santé, conveniado com a Universidade Federal do Paraná, será acionado.

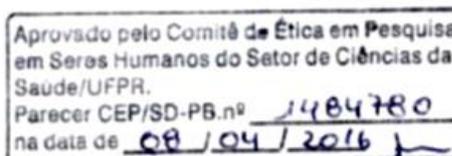
m) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.

n) Se você tiver dúvidas sobre seus direitos como participante de pesquisa, você pode contatar também o Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEP/SD) do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, pelo telefone 3360-7259.

Eu, _____ li esse Termo de Consentimento e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual concordei em participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem qualquer prejuízo para mim. Fui informado que serei atendido sem custos para mim se eu apresentar algum dos problemas relacionados no item o.

Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Curitiba, ____/____/____



Assinatura do Participante de Pesquisa

Bernardo Rafael Bittencourt Bernardi

Tácito Pessoa de Souza Junior

Suplementos			
Tipo	Dose	Marca	Frequencia de uso

Quem indicou o uso de suplementos: _____

Você usa algum medicamento para ganho ou perda de peso?

Observações: _____

APÊNDICE 3



Prezado participante, é extremamente importante que durante a sua participação na pesquisa, o consumo dos alimentos abaixo seja evitados.

Beterraba

Espinafre

Rabanete

Aipo

Alface

Cogumelo

Repolho

Brócolis

Vagem

Morangos

Banana

Pimenta Verde

APÊNDICE 4

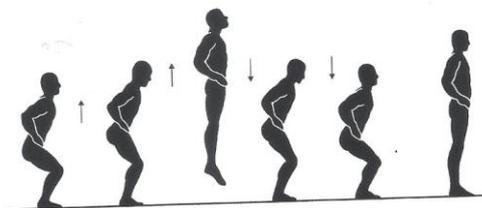


Figura 3 - Teste de Salto Contra Movimento



Figura 4 - Teste de abdominais.



Figura 5 - Teste de Flexão e Extensão de braços.



Figura 6 - Teste de força Isométrica de preensão manual

Figura 7 - Teste de *Wingate* e *Sprints* Sucessivos

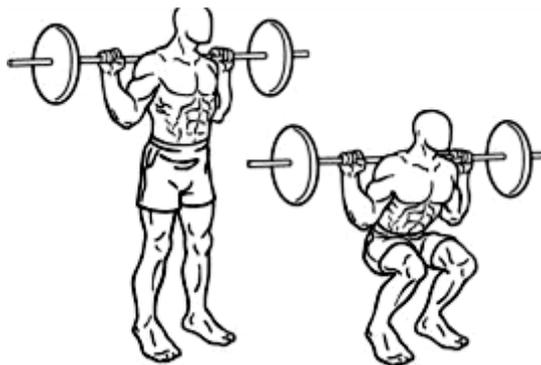


Figura 8 - Teste de 1 RM no Agachamento



Figura 9 - Teste de 1 RM no Supino

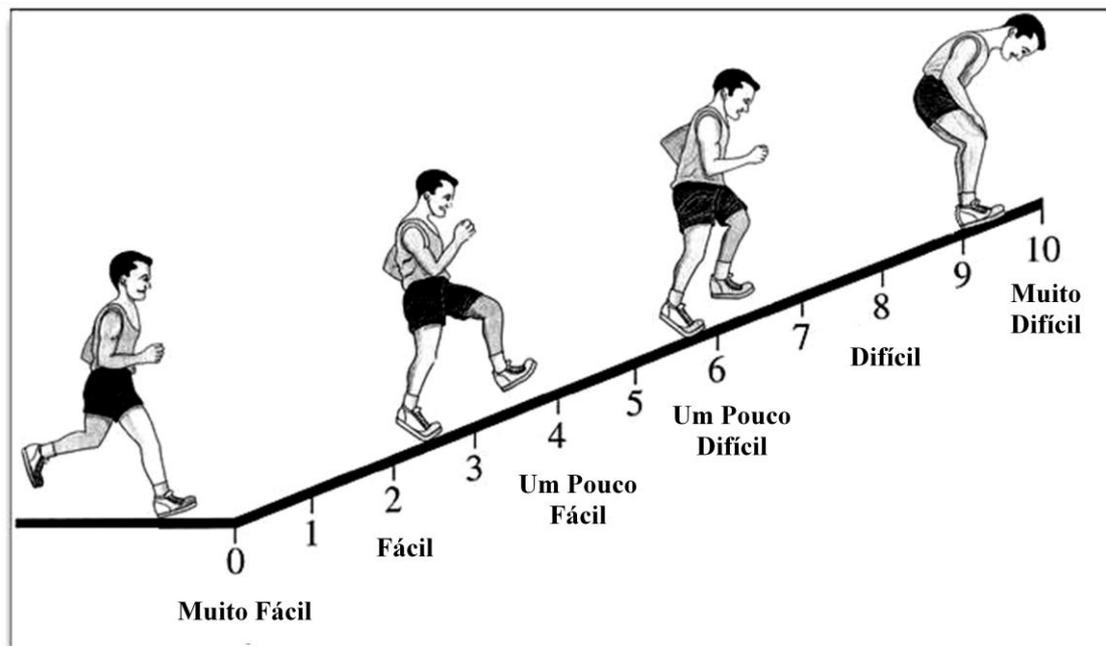


Figura 10 - Teste de Potência Aeróbia

ANEXOS

ANEXO 1

Escala Omni de Percepção de Esforço



ANEXO 2

PAR Q*
Physical Activity Readiness Questionnaire

Este questionário tem objetivo de identificar a necessidade de avaliação clínica antes do início da atividade física. Caso você marque mais de um sim, é aconselhável a realização da avaliação clínica. Contudo, qualquer pessoa pode participar de uma atividade física de esforço moderado, respeitando as restrições médicas.

Por favor, assinale “sim” ou “não” as seguintes perguntas:

1) Alguma vez seu médico disse que você possui algum problema de coração e recomendou que você só praticasse atividade física sob prescrição médica?

() sim () não

2) Você sente dor no peito causada pela prática de atividade física?

() sim () não

3) Você sentiu dor no peito no último mês?

() sim () não

4) Você tende a perder a consciência ou cair como resultado do treinamento?

() sim () não

5) Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividades físicas?

() sim () não

6) Seu médico já recomendou o uso de medicamentos para controle de sua pressão arterial ou condição cardiovascular?

() sim () não

7) Você tem consciência, através de sua própria experiência e/ou de aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça a realização de atividades físicas ?

() sim () não

Gostaria de comentar algum outro problema de saúde seja de ordem física ou psicológica que impeça a sua participação na atividade proposta?

ANEXO 3



INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ

CENTRO DE TECNOLOGIA EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE

Página 1 de 1

MINUTA DA AMOSTRA 147 – PROPOSTA 000648/16

Cliente: BERNARDO RAFAEL BITTENCOURT BERNARDI

Endereço: Rua Dr. Motta Junior, 1400 - Centro
São José dos Pinhais - PR

Recebimento do material: 08/03/2016

Período de ensaio: 08 a 11/04/2016

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaiado no Tecpar.
A amostragem do material é responsabilidade do cliente. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

1. MATERIAL

Identificado pelo cliente como: SUCO DE BETERRABA – LOTE 1.

Acondicionado em embalagem plástica.

2. SERVIÇO REALIZADO

Determinação de nitrato de sódio e nitrito de sódio.

3. METODOLOGIA

HSU, J.; ARCOT, J; LEE, A.N. Nitrate and Nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. Food Chemistry. Austrália. 115, 334-339, nov. 2009. Cromatografia a Líquido de Alta Eficiência.

4. RESULTADOS

Substância	Concentração, em mg/L	Concentração, em mmol/L
NO ₃ ⁻	1974,6	23,2
NO ₂ ⁻	< 3	< 0,05

Observação:

- Os resultados expressam a média de duas determinações efetuadas no material recebido.

- Limite de quantificação para NO₂⁻ = 3 mg/L ou 0,05 mmol/L.

Curitiba, 12 de abril de 2016.

HELOÍSA HELENA K. NASCIMENTO
Farm. Bioq. CRF 1976ISRAEL MENDES
Químico Indl. CRQ/9ª 09201191
Coordenador de Alimentos

ANEXO 4



INSTITUTO DE TECNOLOGIA DO PARANÁ

CENTRO DE TECNOLOGIA EM SAÚDE E MEIO AMBIENTE

Página 1 de 1

RELATÓRIO DE ENSAIOS N° 16010749

Cliente: BERNARDO RAFAEL BITTENCOURT BERNARDI

Endereço: Rua Dr. Motta Junior, 1400 - Centro

São José dos Pinhais - PR

Recebimento do material: 08/03/2016

Período de ensaio: 08 a 11/04/2016

Os resultados são restritos ao material recebido/ensaado no Tecpar.
A amostragem do material é responsabilidade do cliente. Este documento só poderá ser reproduzido por inteiro.

1. MATERIAL

Identificado pelo cliente como: SUCO DE XAROPE DE GROSELHA E ÁGUA.

Acondicionado em embalagem plástica.

2. SERVIÇO REALIZADO

Determinação de nitrato de sódio e nitrito de sódio.

3. METODOLOGIA

HSU, J.; ARCOT, J; LEE, A.N. Nitrate and Nitrite quantification from cured meat and vegetables and their estimated dietary intake in Australians. Food Chemistry. Austrália. 115, 334-339, nov. 2009. Cromatografia a Líquido de Alta Eficiência.

4. RESULTADOS

Substância	Concentração, em mg/L	Concentração, em mmol/L
NO ₃ ⁻	<0,36	<0,006
NO ₂ ⁻	2,1	0,045

Observação:

- Os resultados expressam a média de duas determinações efetuadas no material recebido.
- Limite de quantificação para NO₃⁻ = 0,36 mg/L ou 0,006 mmol/L.

Curitiba, 12 de abril de 2016.

MARIA LENITA DE ROSSO
Farmacêutica Bioq. Indl. CRF 2055

ISRAEL MENDES
Químico Indl. CRQ/IX 09201191
Coordenador de Alimentos
