



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

PAULO HENRIQUE PAULI

EFEITOS DA POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ATIVAÇÃO NA FORÇA, POTÊNCIA E
AGILIDADE EM ATLETAS DE FUTSAL

CURITIBA

2020

PAULO HENRIQUE PAULI

EFEITOS DA POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ATIVAÇÃO NA FORÇA, POTÊNCIA E
AGILIDADE EM ATLETAS DE FUTSAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Educação Física.

Orientador: Dr. Marcus Peikriszwili Tartaruga

CURITIBA

2020

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Rosilei Vilas Boas – CRB/9-939).

Pauli, Paulo Henrique.

Efeitos da potencialização pós-ativação na força, potência e agilidade em atletas de futsal. / Paulo Henrique Pauli. – Curitiba, 2020.
51 f. : il.

Orientador: Marcus Peikriszwili Tartaruga.

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

1. Futebol de salão. 2. Esporte - Treinamento. 3. Aptidão física. I. Título. II. Tartaruga, Marcus Peikriszwili. III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

CDD (20.ed.) 796.33



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA -
40001016047P0

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO FÍSICA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **PAULO HENRIQUE PAULI** intitulada: "**EFEITOS DA POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ATIVÇÃO NA FORÇA, POTÊNCIA E AGILIDADE EM ATLETAS DE FUTSAL**", sob orientação do Prof. Dr. MARCUS PEIKRISZWILI TARTARUGA, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 29 de Abril de 2020.

Assinatura Eletrônica

29/04/2020 19:58:17.0

MARCUS PEIKRISZWILI TARTARUGA

Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE)

Assinatura Eletrônica

05/05/2020 18:38:44.0

LEONARDO ALEXANDRE PEYRÉ TARTARUGA

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL)

Assinatura Eletrônica

05/05/2020 15:55:37.0

TÁCITO PESSOA DE SOUZA JUNIOR

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Dedico este trabalho a minha esposa Luciane, aos meus filhos Joaquim e Talise e aos meus pais Lauri e Loiva que estiveram me dando todo suporte necessário a obtenção deste título tão importante.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Lauri e Loiva, pela oportunidade de vir ao mundo, e acima de tudo, pelo que me ensinaram sobre os meus valores éticos e morais.

À minha esposa Luciane, por sempre acreditar, apoiar-me e auxiliar durante todo o processo de construção do trabalho com muita paciência e persistência.

Ao professor Dr. Marcus Peikriszwili Tartaruga, pela oportunidade, confiança e pelos ensinamentos que contribuíram para minha formação profissional e pessoal.

À minha colega Mayara Batista pelo apoio, pela parceria e principalmente por acreditar, desde o início, na realização desse trabalho.

Ao meu companheiro nessa jornada de avaliações, Samuel Panato e João Pedro Massuqueto, pelo incentivo, auxílio e pela parceria durante o processo.

Aos professores Michael Pereira da Silva, Marcos Martins e Ana Paludo pelas contribuições durante o processo de construção do trabalho.

Aos colegas do grupo de pesquisa LAMEMH, pelo companheirismo e pela colaboração durante todo o processo de mestrado, principalmente na contribuição para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos meus amigos e colegas do clube Atlético Deportivo, CAD, vocês foram importantíssimos para a minha formação e aprendizagem.

A todos os atletas voluntários deste trabalho, sem vocês não seria possível avançar com o conhecimento científico na linha de desempenho esportivo.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação, Rodrigo Waki, pela atenção.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Há apenas uma maneira de evitar críticas: não falar, não fazer e não ser nada
(Aristóteles)

RESUMO

A potencialização pós-ativação (PPA) tem sido considerada uma intervenção eficaz em relação à melhora do rendimento esportivo em diversas modalidades. Especificamente no Futebol de Salão (Futsal) estudos têm demonstrado ganhos significativos na força muscular e melhoras em capacidades físicas. O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos agudos e crônicos de dois treinamentos neuromusculares, pré e pós oito semanas, com (grupo experimental - EXP) e sem (grupo controle - CON) indução de PPA, nos parâmetros máximos musculares (força, torque e potência de membros inferiores, altura em salto vertical, velocidade horizontal e agilidade) de 18 atletas masculinos de Futsal. Todos foram submetidos aos protocolos de *Counter Movement Jump* (CMJ), contração voluntária máxima isométrica (CVMI) de extensor de joelho, três repetições máximas (3RM) em exercício de agachamento, velocidade máxima horizontal em 20 m e Illinois. Realizaram-se os testes *T de Students* pareado e o Wilcoxon, este para amostras não paramétricas. Para a verificação do efeito crônico, efetuou-se a Análises de Variância (ANOVA) com Medidas Repetidas de dois fatores (grupo e tempo). Efeito agudo significativo ($p \leq 0,05$) foi verificado unicamente na altura do grupo EXP, pré e pós treinamento ($0,40 \pm 0,04$ m e $0,45 \pm 0,05$ m; $p = 0,035$). Efeitos crônicos significativos foram verificados apenas na altura, (CON: $0,39 \pm 0,05$ m e $0,45 \pm 0,05$ m; $p = 0,002$) e na força máxima em 3RM (EXP: 112 ± 17 kg e 130 ± 17 kg; $p = 0,032$), pré e pós treinamento. Os resultados permitem concluir que o treinamento neuromuscular de 8 semanas, com indução de PPA, resulta em melhoras específicas em determinantes de desempenho físico de atletas de futsal., podendo ser adotado como um método alternativo eficaz para uma provável melhora da performance esportivo.

Palavras-chave: aptidão física; capacidade física; desempenho esportivo; Futsal; treinamento.

ABSTRACT

Post-activation potentiation (PPA) has been considered an effective intervention in relation to improving sports performance in several modalities. Specifically in Indoor Soccer (Futsal) studies have shown significant gains in muscle strength and improvements in physical capabilities. The aim of the present study was to evaluate the acute and chronic effects of two neuromuscular training, pre and post eight weeks, with (experimental group - EXP) and without (control group - CON) induction of PPA, in the maximum muscle parameters (strength, torque and power of lower limbs, height in vertical jump, horizontal displacement speed and agility) of 18 male Futsal athletes. All of them were submitted to the Counter Movement Jump (CMJ) protocols, maximum voluntary isometric contraction (CVMI), three maximum repetitions (3RM) of knee extensors, 20 m maximum horizontal speed and Illinois. Paired Students' T tests and Wilcoxon tests were performed for non-parametric samples. To verify the chronic effect, Analysis of Variance (ANOVA) was performed with Repeated Measures of two factors (group and time). Significant acute effect ($p \leq 0.05$) was found only at the height of the EXP group, pre- and post- training (0.40 ± 0.04 m and 0.45 ± 0.05 m; $p = 0.035$). Significant chronic effects were observed only at the height (CON: 0.39 ± 0.05 m and 0.45 ± 0.05 m; $p = 0.002$) and at maximum strength in 3RM (EXP: 112 ± 17 kg and 130 ± 17 kg; $p = 0.032$), pre and post training. The results allow us to conclude that the 8-week neuromuscular training, with PPA induction, results in specific acute and chronic improvements, and can be adopted as an effective alternative method for a probable improvement in sports performance.

Key words: physical fitness; physical capability; sports performance; Futsal; training.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Modelo de potencialização pós-ativação	24
Figura 2 -	Avaliações dinamométricas e de pliometria	27
Figura 3 -	Teste de 3 RM	28
Figura 4 -	Teste de 20 m	28
Figura 5 -	Teste de agilidade	29
Figura 6 -	Representação do treinamento do grupo controle	29
Figura 7 -	Representação do treinamento do grupo experimental	30
Figura 8 -	Desenho experimental	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Valores médio e desvios-padrão das variáveis de caracterização amostral de 18 atletas masculino de Futsal	26
Tabela 2 -	Periodização de 18 atletas masculino de Futsal	31
Tabela 3 -	Médias e desvios-padrão da altura máxima em salto vertical e desempenhos nos testes de agilidade e corrida em 20 m de atletas masculinos de Futsal	33
Tabela 4 -	Médias e desvios-padrão da altura máxima no salto vertical, dos desempenhos nos testes de agilidade e corrida em 20 m e dos valores máximos de força, potencia e torque neuromusculares de atletas masculinos de Futsal	34

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Cargas do treino neuromuscular do grupo controle	32
Gráfico 2 - Cargas do treino neuromuscular do grupo experimental	32
Gráfico 3 - Alturas máximas em salto vertical do grupo controle	33
Gráfico 4 - Alturas máximas em salto vertical do grupo experimental	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EXT	- cadeira extensora
CVMI	- contração voluntária máxima isométrica
Futsal	- futebol de salão
CON	- grupo controle
EXP	- grupo experimental
PLAT	- plataforma de força
PPA	- potencialização pós-ativação
RM	- repetição máxima
CMJ	- salto em contramovimento
D	- densidade corporal
ID	- idade
PAB	- perímetro do abdômen
PAT	- perímetro do antebraço
Uni	- unilateral
MC	- massa corporal

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Cálculo da densidade corporal	26
Equação 2 - Cálculo do percentual de gordura corporal	26

LISTA DE SIMBOLOS

n^2p	- eta quadrado parcial
r	- índice de correlação
p	- índice de significância
Ca^{2+}	- íons de cálcio
n	- número amostral
%GC	- percentual de gordura corporal
Kgf	- quilograma força
$\Sigma 7DC$	- soma de sete dobras cutâneas
g^*	- tamanho do efeito intra grupo g de <i>Hedges</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
1.1. OBJETIVO GERAL	19
1.2. HIPÓTESE	19
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1. AGILIDADE, FORÇA E POTÊNCIA NEUROMUSCULARES NO FUTSAL ..	20
2.2. POTENCIALIZAÇÃO EM ESPORTES INDIVIDUAIS E COLETIVOS	22
3. MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1. AMOSTRA	25
3.2. AVALIAÇÕES PRÉ E PÓSTREINAMENTOS NEUROMUSCULARES	27
3.2.1. Sessão 1: CMJ, CVMI e Pliometria	27
3.2.2. Sessão 2: Teste de Repetições Máximas	28
3.2.3. Sessão 3: Testes de Velocidade e Agilidade	28
3.3. TREINAMENTOS NEUROMUSCULARES	29
3.4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO	31
4. RESULTADOS	32
5. DISCUSSÃO	34
5.1. RESPOSTA AGUDA	35
5.2. RESPOSTAS CRÔNICAS	37
5.2.1. Altura Máxima em Salto Vertical	37
5.2.2. Força Máxima em 3RM	39
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXO	51

1. INTRODUÇÃO

O Futebol de Salão (Futsal) é um esporte de ações intermitentes, com exercícios de curta duração (2 a 3 s), alta intensidade, combinados com períodos reduzidos de recuperação (CASTAGNA e col., 2009). Durante uma partida, grandes exigências de parâmetros neuromusculares, tais como a força, a potência e a agilidade, são necessárias para a obtenção do melhor desempenho (JIMÉNEZ-REYES e col., 2019). De acordo com Brughelli e col. (2008), Picanço, Silva e Del Vecchio (2012), até 50% da capacidade de executar movimentos rápidos, com breves mudanças de direções, está relacionada a estes parâmetros. A habilidade de desenvolver altos níveis de força muscular é considerada um componente essencial em muitas atividades esportivas coletivas, p. e., no Futsal, estas são dependentes de grandes velocidades em deslocamentos horizontais (TORRES-TORRELO e col., 2018).

Nas últimas décadas, diversas metodologias têm sido adotadas objetivando a melhora do desempenho em esportes predominantemente anaeróbicos, com forte influência de parâmetros neuromusculares (RODRÍGUEZ-ROSSEL e col., 2017). Consequentemente, a potencialização pós-ativação (PPA) tem sido considerada uma alternativa eficaz para a melhora do rendimento esportivo em diversas modalidades, tais como o Voleibol, o Basquetebol, Handebol e o Futebol (TSIMACHIDIS e col., 2013; BERRIEL, 2016; HAMMAMI e col., 2017; DELLO IACONO, PADULO e SEITZ, 2018).

A PPA resulta em aumentos nas produções de força e potência neuromusculares, resultantes de uma atividade contrátil anterior, realizada com exercícios intensos e contra a resistência (SALE, 2002; DOCHERTY e HODGSON, 2007; TSIMACHIDIS e col., 2013; SEITZ e HAFF, 2016; RODRÍGUEZ-ROSELL e col., 2017; TORRES-TORRELO e col., 2018; BEATO e col., 2019). Conforme Hamada e col. (2000), Baudry e Duchateau (2006) e Berriel (2016), na PPA a força e a potência são aumentadas de maneira significativa em respostas às atividades contráteis anteriores correspondentes aos estímulos de força máxima, de curta duração, seguidas de contrações musculares em altas intensidades. Entretanto, apesar dos benefícios comprovados da PPA para com a melhora das capacidades físicas, têm se demonstrado sensíveis influências negativas da fadiga neuromuscular (HAMADA e col., 2000; BAUDRY e DUCHATEAU, 2006; BERRIEL, 2016) decorrentes dos intervalos adotados entre as atividades condicionantes e a potencialização, podendo ser muito curtos ou muito longos,

atrapalhando a janela da potencialização (SALE, 2002; BAUDRY e DUCHATEAU, 2004; SEITZ e HAFF, 2016). Por exemplo, em um estudo de Dello Iacono, Padulo e Seitz (2018), comparando-se o efeito agudo da PPA com diferentes intervalos, verificaram-se melhoras significativas nos testes de velocidade (10 m e 15 m, após 4 min e 8 min de intervalo) adotando-se as cargas de 50% e 85% de uma repetição máxima (1RM). Scott, Ditroilo e Marshall (2017) também observaram influências significativas quando adotados intervalos entre 2 min e 6 min a 93% de 1RM. Porém, Till e Cooke (2009) não verificaram mudanças significativas em determinadas capacidades físicas, justificando esses achados às diferentes metodologias adotadas nos estudos.

Uma justificativa para o surgimento da potencialização corresponde a fosforilação da cabeça da miosina de cadeia regulatória leve ocorrida, principalmente, nas fibras tipo II (SEITZ e HAFF, 2016). De acordo com Boullosa e col. (2018), com a fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve, há uma alteração na conformação das pontes cruzadas resultando em aproximações das cabeças globulares próximas dos filamentos finos de actina, algo que poderia justificar os melhores efeitos verificados em sujeitos treinados (SEITZ e HAFF, 2016). Também, o aumento da sensibilidade do íons Ca^{2+} , ligando-se à troponina e, deste modo, favorecendo a exposição de sítios ativos de moléculas de actina, resultam em maiores quantidades de pontes cruzadas (movimento browniano), proporcionando aumentos significativos da força e da potência em esforços musculares subsequentes (BAUER e col., 2019). De fato, a PPA resulta em melhoras nas capacidades neuromusculares, principalmente em fibras musculares do tipo II, onde são verificadas capacidades superiores de fosforilação da cadeia reguladora de miosina em resposta à ativação (SALE, 2002; SEITZ e HAFF, 2016).

O volume da atividade condicionante parece também afetar os resultados advindos da PPA por influência da fadiga muscular (BAUDRY e DUCHATEAU, 2006; SEITZ e HAFF, 2016). No Futsal, os jogadores precisam de força e agilidade para obterem um rendimento esportivo significativo frente a outras equipes. Consequentemente, objetivar o treinamento para a obtenção de uma maior capacidade neuromuscular através da PPA pode ser uma estratégia eficaz (WALLENTA e col., 2016). De fato, resultados de Torres-Torrello e col. (2018) indicam que seis semanas de treinamento utilizando treinamento combinado, é suficiente para resultar em melhoras significativas na força e na potência neuromusculares de atletas de Futsal.

Assim sendo, o uso da PPA em esportes de alto rendimento têm despertado interesses de treinadores e pesquisadores para com a busca de uma melhor compreensão a respeito dos efeitos agudos e crônicos da potencialização nos desempenhos esportivos individuais e coletivos (TILLIN e BISHOP, 2009; REQUENA e col., 2011). Conseqüentemente, a busca de estratégias eficazes para a melhora das capacidades físicas em jogadores de Futsal, tais como a força, a potência e a agilidade, através de intervenções metodológicas específicas de PPA, parece ser de suma importância para o rendimento esportivo (TILL e COOKE, 2009; TSIMAHIDIS e col., 2010; FAUDE e col., 2013; HAMMAMI e col., 2013; TSIMACHIDIS e col., 2013; WALLENTA e col., 2016; KOBAL e col., 2017).

1.1. OBJETIVO GERAL

Investigar os efeitos agudos e crônicos de dois treinamentos neuromusculares, com e sem indução de potencialização pós-ativação, em parâmetros máximos neuromusculares de atletas de Futebol de Salão.

1.2. HIPÓTESE

O treinamento combinado de oito semanas, com indução de potencialização pós-ativação, é capaz de melhorar as magnitudes dos parâmetros de força, torque e potência de membros inferiores, da altura máxima (em salto vertical), da velocidade e da agilidade de atletas de Futebol de Salão.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Partindo-se do objetivo proposto, decidiu-se realizar uma revisão bibliográfica a respeito da importância da agilidade, da força e da potência, estas neuromusculares, no rendimento de jogadores de Futebol de Salão; além de abordar a potencialização pós-ativação em esportes individuais e coletivos.

- Agilidade, Força e Potência Neuromusculares no Futsal
- Potencialização em Esportes Individuais e Coletivos

2.1. AGILIDADE, FORÇA E POTÊNCIA NEUROMUSCULARES NO FUTSAL

O Futebol de Salão (Futsal) é um esporte dinâmico caracterizado por mudanças de direções intermitentes, exigindo grandes demandas físicas, técnicas e táticas, permitindo substituições ilimitadas dos jogadores (BARBERO-ALVAREZ e col., 2008). Por apresentar uma distância média individual percorrida por partida de, aproximadamente, 4.300 m, e por se movimentar 22% do tempo em velocidades acima de $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, trata-se de uma modalidade praticada em altas intensidades fisiológicas (CASTAGNA e col., 2009).

Durante uma partida de Futsal são exigidas grandes demandas de força e potência neuromusculares, principalmente dos membros inferiores (JIMÉNEZ-REYES e col., 2019), tornando o treinamento dessas capacidades importante para o desempenho efetivo. Segundo Moir e col. (2018), os treinamentos de força e de potência resultam em específicas adaptações neuromusculares, modificando as capacidades de gerar trabalho e permitindo maiores adaptações às forças de reação do solo durante o *foot-strike*, além de possibilitar rápidas recuperações nas fases de balanço, contribuindo para melhoras na agilidade e na velocidade (BARBERO-ALVAREZ e col., 2008; SEKULIC e col., 2019). Torres-Torrelo e col. (2018) investigando a influência da indução da PPA no desempenho de jogadores de Futsal verificaram, após seis semanas de treinamento, mudanças significativas nos ganhos de força e agilidade. Já García-Pinillos e col. (2014) verificaram que um treinamento combinado (isométrico + pliométrico), realizado durante doze semanas, pode ser responsável pela melhora no desempenho em testes de velocidade e de agilidade.

De acordo com Sheppard e Young (2006), a agilidade, é uma variável preditora do desempenho em esportes de alta intensidade, podendo ser investigada mecanicamente ou processualmente. No Futsal, a agilidade é considerada um parâmetro importante para o desempenho individual e coletivo (NYGAARD FALCH, BAERDERGARD e TILLAR, 2019). De acordo com Krolo e col. (2020), a mesma consiste na capacidade de movimentar-se rapidamente em diversas direções e sentidos, em respostas a estímulos específicos. Picanço, Silva e Del Vecchio (2012), avaliando jogadores de Futsal sub 17, verificaram correlações entre as capacidades físicas força e potência, estas mensuradas em testes de salto, destacando que a melhora do desempenho pode ser obtida através de ganhos na potência muscular, principalmente. Trata-se de uma capacidade associada a percepção cognitiva, derivada

de constantes acelerações e desacelerações dos centros de massas segmentares e corporal, bastante desenvolvida em atletas experientes, vinculada às especificidades hereditárias e às mudanças comportamentais das fibras musculares (ZOUHAL e col., 2018).

Para melhorar as capacidades agilidade e velocidade em jogadores de Futsal, assim como ocorre em outras modalidades esportivas, rápidos deslocamentos, com ou sem a posse de bola, com mudanças de direções (SEKULIC e col., 2019), parecem ser alternativas pertinentes. Young, Miller e Talpey (2015), investigando algumas capacidades físicas de jogadores de Rúgbi australianos, verificaram que a força muscular e a aceleração do deslocamento horizontal durante o *sprint* são decorrentes de treinamentos especializados, com exercícios de mudanças de direções, corroborando com o princípio da especificidade (SHEPPARD e YOUNG, 2006; LOTURCO e col., 2015). Tillin e Bishop (2009) também verificaram que a melhora do desempenho no Futsal está diretamente relacionada ao desenvolvimento da potência neuromuscular, tendo esta uma relação direta com a velocidade. Além disso, estudos têm demonstrado que jogadores mais fortes e mais potentes possuem maiores capacidades de reação motora (LOTURCO e col., 2015; FREITAS e col., 2019). Além disso, pesquisas têm apontado que tarefas esportivas específicas, tais como arremessar, chutar e marcar o adversário, são bastante influenciadas pelas capacidades de produção de força e potência (KILDUFF e col., 2008; LOTURCO e col., 2015; DELLO IACONO e SEITZ, 2018), parâmetros imprescindíveis no Futsal.

Para o desenvolvimento da potência, métodos de treinamentos neuromusculares em altas intensidades são justificados pelo fato de que a força é um dos componentes desta (LOTURCO e col., 2015). Paz-Franco, Rey e Barcala-Furelos (2017), comparando diferentes frequências de treinos de força durante seis semanas, verificaram que a altura máxima e a velocidade foram significativamente maiores no grupo que treinou mais vezes, semanalmente. Sendo assim, a especificidade e a frequência do treinamento devem ser consideradas, sendo importantes fatores relacionados às estratégias adotadas para a otimização dos programas de exercícios (KRAEMER e NEWTON, 2000), algo já verificado por Wong e col. (2010) ao demonstrarem, por exemplo, que diferentes métodos de treinamento de potência (especificidade) podem resultar em melhoras na capacidade anaeróbica, sem interferir na capacidade aeróbica (WONG e col., 2010). Sendo assim, treinadores e cientistas do esporte necessitam

estar atentos a novos métodos de treinamento objetivando uma melhor predição do desempenho esportivo.

O ciclo alongamento-encurtamento também tem demonstrado ser eficaz para a potencialização da força dos tecidos conectivos e para o aumento da força neuromuscular produzida em altas velocidades, resultando na melhora da rigidez tendínea e facilitando o mecanismo de desaceleração durante a fase de suporte no *sprint* (MOIR e col. 2018). Neste sentido, na fase excêntrica do movimento, o mecanismo elástico torna as respostas neurais mais ativas, gerando um aumento da estimulação neuromuscular e resultando em uma maior capacidade de contração muscular (BOBBERT e CASIUS, 2005), favorecendo o desenvolvimento da potência necessária para específicos movimentos esportivos. Em jogadores profissionais de Futebol há uma correlação significativa entre a altura máxima e os desempenhos em 10 m e 30 m, confirmando o que as análises biomecânicas já vêm demonstrando ao verificarem que o *sprint* é influenciado pela potência neuromuscular de membros inferiores (YOUNG, MCDOWELL e SCARLETT, 2001; REQUENA e col., 2011).

Considerando-se esses aspectos, justifica-se a importância de estudos investigatórios referentes as manifestações da agilidade, da força e da potência neuromusculares através de intervenções específicas, tais como a PPA (SEITZ e HAFF, 2016). A PPA tem recebido pouca atenção no Futsal, mas seus efeitos agudos parecem ter impactos positivos nos resultados de determinados parâmetros físicos (SALE, 2002; SEITZ e HAFF, 2016; BEATO e col., 2016). Além disso, seus efeitos crônicos também têm demonstrado melhoras em determinadas capacidades físicas neuromusculares (RODRÍGUEZ-ROSSEL e col., 2017), sendo muito importante para o desempenho individual e coletivo esportivo (FREITAS e col., 2019). Dessa maneira, a indução de PPA no âmbito do treinamento de futebolistas profissionais parece ser bastante pertinente como estratégia para a melhora do rendimento esportivo.

2.2. POTENCIALIZAÇÃO EM ESPORTES INDIVIDUAIS E COLETIVOS

A PPA se caracteriza pela atividade condicionante antes do exercício principal, através de contrações musculares próximas das situações máximas de esforço, desenvolvidas em pequenos períodos de tempo (TURNER e col., 2015), aumentando a velocidade de condução do impulso nervoso, contribuindo para o aumento do número

de unidades motoras recrutadas e melhora da funcionalidade fisiológica dos filamentos contráteis (BATISTA e col., 2010; MACINTOSH e col., 2012).

Nos esportes coletivos, como o Futsal, a PPA pode ser aplicada metodologicamente durante o treinamento objetivando a potencialização de algumas capacidades físicas individuais determinantes do rendimento, tais como: a força, a potência e a velocidade (TILL e COOKE, 2009; HAMMAMI e col., 2013; SEITZ e HAFF, 2016; WALLENTA e col., 2016). Alguns autores sugerem que em atividades onde a força e a potência neuromusculares são fundamentais, incluir a indução de PPA na periodização pode ser vantajoso para a obtenção de um melhor rendimento esportivo (SALE, 2002; BAUDRY e DUCHATEAU, 2006). Torres-Torrelo e col. (2018), comparando os efeitos do treinamento resistido com o treinamento combinado no Futsal, verificaram melhoras significativas no treinamento em que o treinamento era realizado combinando treino de força com treinamento de velocidade com mudança de direção. Em outro estudo coordenado por Spinetti e col. (2016), com jogadores de Futebol, também verificaram-se melhoras nos desempenhos em corridas de curtas-distâncias ao se adotar a indução de PPA.

A evolução do treinamento esportivo, objetivando melhoras crônicas e agudas do desempenho, resulta em algumas indagações a respeito da real potencialidade da PPA (DOCHERTY e HODGSON, 2007). Boullosa e col. (2018) sugerem que em atividades de *endurance*, a indução de PPA pode ser eficiente ao diminuir os efeitos negativos da fadiga, resultando na melhora do desempenho agudo, fator justificado devido às baixas taxas de disparo que ocorrem em atividades submáximas, sendo que a sensibilidade ao Ca^{2+} é aumentada em baixos níveis e reduzida em níveis saturados (SALE, 2002). Referente aos principais indicadores agudos, é possível afirmar que o volume e a intensidade do treinamento são os que mais influenciam a performance (ØSTERÅS, HELGERUD e HOFF, 2002). Também, o intervalo entre a atividade condicionante e a potencialização é uma questão importante para com os benefícios desejados, principalmente em sujeitos mais experientes (SEITZ e HAFF, 2016) que tendem a apresentar maior fosforilação de cadeias leves de miosina reguladora resultando em uma maior capacidade de desenvolvimento das fibras do tipo II (HAMADA e col., 2000; ØSTERÅS, HELGERUD e HOFF, 2002; SALE, 2002; JO e col., 2010; BALSALOBRE-FERNÁNDEZ e col., 2013). O aumento da excitabilidade da unidade motora também é resultado das ações de estímulos motores previamente realizadas, afetando o número de unidades motoras recrutadas, melhorando a sincronização entre elas, diminuindo a

inibição pré sináptica e aumentando a entrada de potenciais de ação nos motoneurônios (DOCHERTY e HODGSON, 2007).

A arquitetura muscular também é outro fator determinante nos resultados advindos da aplicação da indução de PPA. Existem evidências demonstrando alterações nos ângulos de penetração decorrentes de exercícios neuromusculares (TILLIN e BISHOP, 2009). Investigando o ângulo de penetração do Vasto Lateral antes e após contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM), Mahlfeld e col. (2004) verificaram mudanças no direcionamento de fibras musculares após 6 min de protocolo, resultando em alterações próximas de 0,9% na transmissão da força para os tendões, algo provavelmente a ser verificado também com a indução da PPA (TILLIN e BISHOP, 2009) (figura 1).

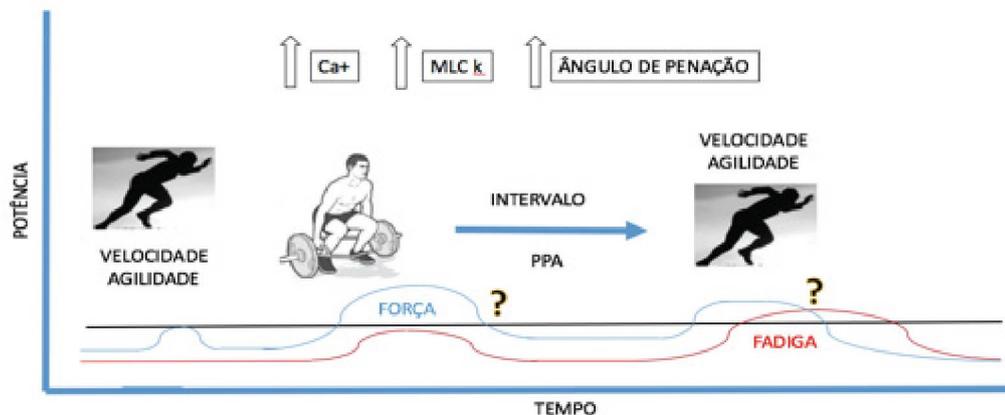


Figura 1 - Modelo de potencialização pós-ativação (Adaptado de Boulossa e col., 2018).

Não restam dúvidas em relação aos efeitos benéficos da indução de PPA para com a melhora da capacidade neuromuscular. Dello Iacono, Padulo e Seitz (2018) demonstraram, através de dois protocolos experimentais com indução de PPA, um com atividade condicionante moderada (50%) e outro com maior intensidade (85%), melhoras significativas nos desempenhos de jogadores de Handebol nas corridas de 10 e 15 m. Wallenta e col. (2016), comparando dois protocolos de treinamento em jogadores de Futebol de Campo durante seis semanas, sendo um grupo induzido pela PPA e o outro realizando um treinamento de força convencional, verificaram aumentos significativos da força muscular e da altura máxima, com maior magnitude, no grupo experimental. García-Pinillos e col. (2014), adotando doze semanas de treinamento, verificaram um aumento de 7% na altura máxima do grupo experimental (com indução de PPA) em comparação ao grupo controle (2%). Por fim, Berriel (2016), objetivando

avaliar os efeitos agudos e crônicos de um treinamento pliométrico de quatro semanas, sem e com indução de PPA, em atletas de Voleibol, demonstrou que os efeitos agudos da potencialização resultaram em uma diferença significativa na altura máxima (0,38 m - 0,44 m). Porém, apesar dos maiores valores pós período de treinamento desse grupo, não foram verificadas diferenças significativas inter grupos. De fato, os efeitos crônicos da PPA ainda são questionáveis em decorrência das diferentes metodologias empregadas. Alguns estudos propõem volumes de treinamento de cinco ou mais séries (TILL e COOKE, 2009; TSIMAHIDIS e col., 2010; TSIMACHIDIS e col., 2013; WALLENTA e col., 2016; TORRES-TORRELO e col., 2018), enquanto outros (SCOTT, DITROILO e MARSHALL, 2017) indicam apenas uma série como consequência do tempo disponível para as sessões de treinamento.

Como mencionado anteriormente, parece não restarem dúvidas em relação aos efeitos benéficos da indução da PPA para com a melhora do rendimento esportivo, normalmente individualizada para fins de treinamento. Contudo, intervalos de descanso entre a atividade condicionante e os testes físicos, menores de 2 min e maiores do que 8 min parecem não resultarem em melhoras significativas no desempenho (MOLA, BRUCE-LOW e BURNET, 2014; SCOTT, DITROILO e MARSHALL, 2017; DELLO IACONO, PADULO e SEITZ, 2018). Neste sentido, mesmo que a indução da PPA seja individualizada, no contexto coletivo a sua aplicabilidade parece contribuir positivamente para o desempenho esportivo. Conseqüentemente, é possível que o desempenho em atividades condicionantes, induzidas pela PPA, resultem em um aumento do desempenho agudo em eventos esportivos que exijam grandes manifestações de parâmetros neuromusculares (BAUER e col., 2019b).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. AMOSTRA

A amostra foi composta por 18 atletas masculino profissionais de Futsal, divididos em dois grupos, com experiência mínima de dois anos em competições oficiais nacionais (tabela 1). O cálculo amostral foi realizado no software G*Power 3.1, com base no estudo de Benítez-Flores e col. (2019), adotando-se 0,25 para o tamanho do efeito, com *alpha* de 0,05, poder de 80% e correlação entre as medidas repetidas de

0,7. Todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa COMEP/UNICENTRO - parecer: 30.185.731.

Tabela 1 - Valores médio e desvios-padrão das variáveis de caracterização amostral de 18 atletas masculino de Futsal.

Grupo	EXP (<i>n</i> = 9)	CON (<i>n</i> = 9)	<i>p</i>
Idade (anos)	19 ± 2	20 ± 3	0,687
Massa Corporal (kg)	71,0 ± 9,2	72,0 ± 8,9	0,857
Estatura (m)	1,75 ± 0,06	1,76 ± 0,03	0,797
Gordura (%)	10,0 ± 5,6	9,9 ± 5,9	0,860

Nota: grupo experimental, com indução da PPA (EXP); grupo controle, com treinamento convencional neuromuscular, sem indução de PPA (CON); número amostral (*n*); índice de significância (*p*).

Para a caracterização amostral foi realizada as mensurações da massa e da estatura corporal através da balança antropométrica mecânica WELMY (Santa Bárbara d'Oeste - SP, Brasil), com capacidade máxima para 150 kg. Para a determinação do percentual de gordura corporal (%GC) utilizou-se uma fita métrica, com amplitude de medição de 0 a 2 m, e um adipômetro científico, com faixa de medição de 0 a 70 mm, ambos da marca SANNY (São Bernardo do Campo - SP, Brasil). Todas as medidas foram realizadas por um Educador Físico especializado, estando os sujeitos descalços, vestidos de calção ou sunga. O %GC foi determinado pela fórmula matemática de Siri (1961) (equação 1), onde D corresponde a densidade corporal (em g·ml⁻¹) determinada pela equação Jackson e Pollock (1978)(equação 2), esta validada por Petroski (1995) para homens, com idade entre 18 e 61 anos, conforme segue:

$$\%G = (495/D) - 450 \quad (1)$$

$$D = 1,101 - 0,0004115(\Sigma 7DC) + 0,00000069(\Sigma 7DC)^2 - 0,00022631 (ID) - 0,0059239 (PAB) + 0,0190632 (PAT) \quad (2)$$

onde: $\Sigma 7DC$ corresponde ao somatório das sete dobras cutâneas: subescapular, tríceps, peitoral, axilar média, supra-íliaca, abdominal e coxa, idade (ID, em anos), massa corporal (MC, em Kg) e perímetros do abdome (PAB) e do antebraço (PAT), em metros.

3.2. AVALIAÇÕES PRÉ E PÓS TREINAMENTOS NEUROMUSCULARES

A amostra foi dividida em dois grupos pareados submetidos a um treinamento de força neuromuscular, sem (controle, CON) ou com (experimental, EXP) indução de PPA, sendo os parâmetros máximos (força, torque e potência de membros inferiores, altura em salto vertical, velocidade e agilidade) mensurados pré e pós oito semanas, através dos testes *Counter Movement Jump* (CMJ), contração voluntária máxima isométrica (CVMI) de extensor de joelho, três repetições máximas (3 RM) em exercício de agachamento, velocidade máxima horizontal em 20 m e Illinois. Todo o tratamento de dados foi realizado no programa Excel, versão 2016.

3.2.1. Sessão 1: CMJ, CVMI e Pliometria

Para as mensurações das três magnitudes máximas da altura, força e potência neuromusculares de membros inferiores foram adotados os protocolos propostos por Linthorne (2001) para CMJ, utilizando-se uma plataforma de força uniaxial, com capacidade vertical total de 800 kgf ou 8.000 N e taxa de aquisição de 2.000 Hz; Cadore e col. (2011) para a determinação da CVMI do membro dominante, através de uma célula de carga acoplada a uma cadeira flexora/extensora de joelhos, com capacidade máxima correspondente a 200 kgf; e Bosco (1983) para as medidas da altura máxima, empregando-se o tapete de contato. Todos os instrumentos de medidas da marca CEFISE (São Paulo - SP, Brasil) (figura 2).

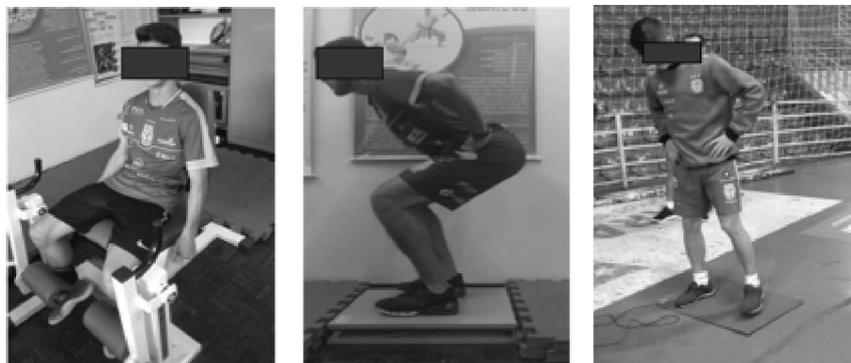


Figura 2 - Avaliações dinamométricas e de pliometria.

3.2.2. Sessão 2: Teste de Repetições Máximas

A força de repetições máximas foi mensurada através do protocolo de 3 RM conforme as metodologias de Kilduff e col. (2008), Bevan e col. (2010), Mola, Bruce-Low e Burnet (2014) e Berriel (2016), consistindo-se o levantamento de uma determinada carga partindo-se de uma posição de 180° dos joelhos e quadril, perfazendo um agachamento de 90°, retornando-se a disposição inicial, até que se perfaçam três repetições máximas, o mais rápido possível (figura 3). Um intervalo de 5 min foi adotado entre cada tentativa (três ensaios).



Figura 3 - Teste de 3 RM.

3.2.3. Sessão 3: Testes de Velocidade e Agilidade

A velocidade máxima em 20 m foi determinada conforme o protocolo proposto por Lovell e col. (2015) utilizando-se dois cones e duas fotocélulas CEFISE (São Paulo - SP, Brasil), com resoluções de 0,001 s, posicionadas nas extremidades (figura 4).

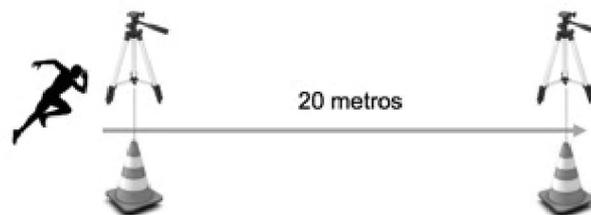


Figura 4 - Teste de 20 m.

A agilidade foi mensurada através do teste de Illinois, adotando-se as mesmas fotocélulas do teste de 20 m, posicionadas conforme ilustrado na figura 5, seguindo as recomendações de Brughelli e col. (2008).

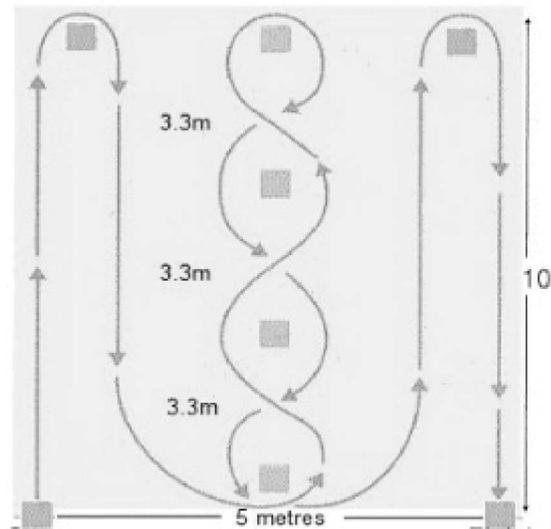


Figura 5 - Teste de agilidade (adaptado de Picanço, Silva e Del Vecchio (2012)).

3.3. TREINAMENTOS NEUROMUSCULARES

No grupo controle (CON), sem indução de PPA, o exercício de agachamento foi executado em cinco séries seguidas a $\pm 85\%$ de 1RM (6-10 repetições) até a exaustão, e 1 min de intervalo. Após 5 min, cinco séries correspondentes aos exercícios de velocidade e agilidade eram realizadas (± 10 s), também com 1 min de intervalo (figura 6).

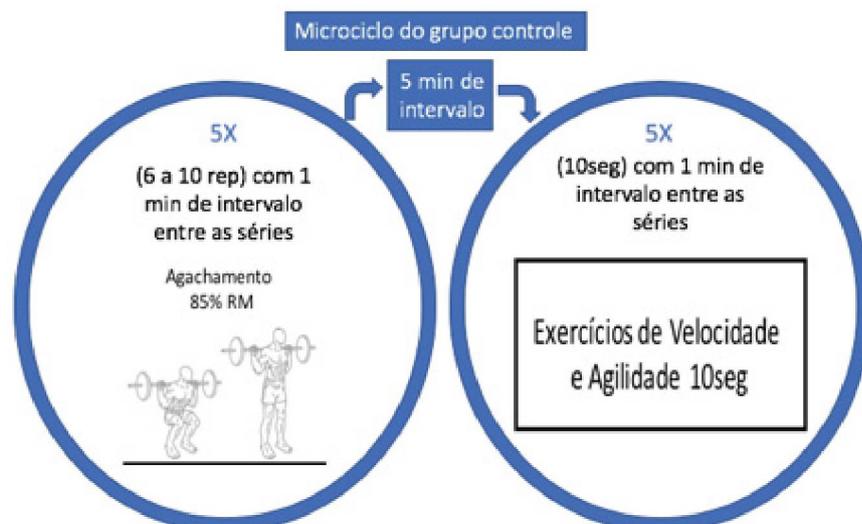


Figura 6 - Representação do treinamento do grupo controle, sem indução de PPA.

No grupo experimental (EXP) o volume de treino correspondeu a cinco séries de agachamento, a $\pm 85\%$ de 1RM (6-10 repetições) até a exaustão combinadas com

velocidade e agilidade (± 10 s) (FAUDE e col., 2013; HAMMAMI e col., 2013; TSIMACHIDIS e col., 2013) objetivando a indução da PPA, sendo o intervalo entre a ativação e a potencialização correspondente a 3 min (TSIMAHIDIS e col., 2010; TSIMACHIDIS e col., 2013; WALLENTA e col., 2016; KOBAL e col., 2017). A intensidade da carga do exercício de força adotada foi a mesma do grupo CON, conforme proposto por Seitz e Haff (2016) (figura 7).



Figura 7 - Representação do treinamento do grupo experimental, com indução de PPA.

O exercício de agachamento foi adotado em ambos os grupos por ser de grande similaridade com as exigências neuromusculares durante a prática do Futsal (TSIMAHIDIS e col., 2010, FAUDE e col., 2013; TSIMACHIDIS e col., 2013; GARCÍA-PINILLOS e col., 2014). Para este estudo, assumiu-se um período de treinamento de oito semanas (HAMMAMI e col., 2013; KOBAL e col., 2017; RODRÍGUEZ-ROSELL e col., 2017), com duas sessões semanais (TSIMAHIDIS e col., 2010; FAUDE e col., 2013; HAMMAMI e col., 2013; TSIMACHIDIS e col., 2013; GARCÍA-PINILLOS e col., 2014; WALLENTA e col., 2016) e intervalo mínimo de 48 h (figura 8).

Paralelamente às intervenções neuromusculares, todos os sujeitos estavam em fase de trabalhos físicos padronizados, com treinamentos técnico e táticos, e sessões específicas de coordenação motora, além da participação em competições esportivas resultando em, aproximadamente, um jogo oficial por semana (tabela 2).

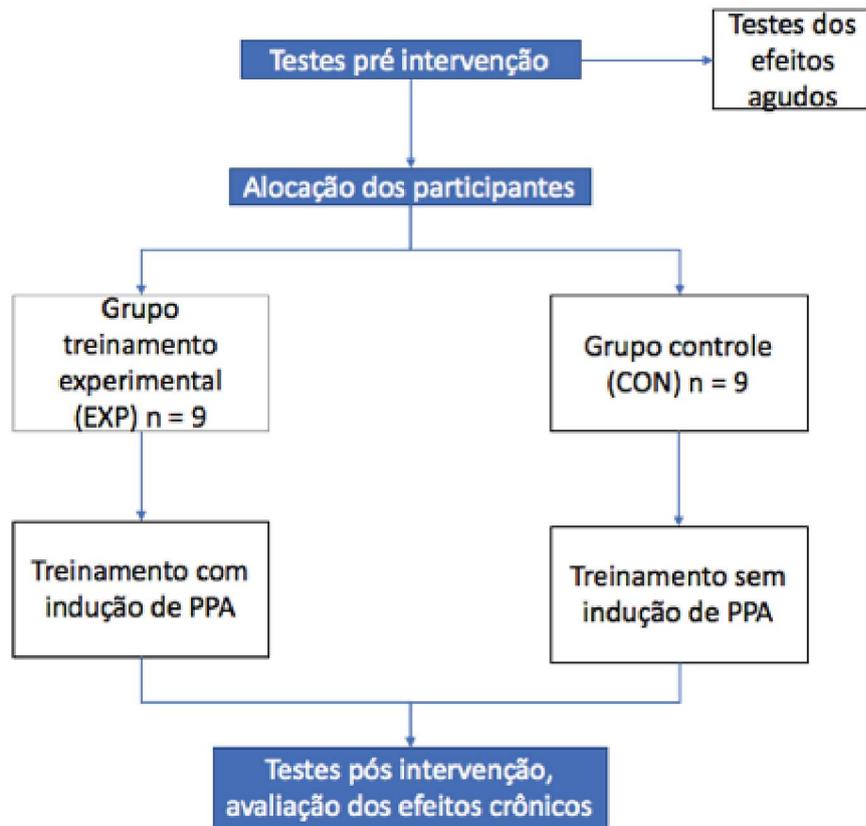


Figura 8 - Desenho experimental.

Tabela 2 – Periodização de 18 atletas masculino de Futsal.

Período	Semanas	Programa
preparatório	8	cardiorrespiratório, força, velocidade, agilidade, potência
competição 1	12	força e manutenção c/aplicação da intervenção (8 sem.)
competição 2	12	força e manutenção

3.4. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Medidas de tendência central e de dispersão para variáveis contínuas, representadas por médias e desvios-padrão, foram adotadas. Para a verificação da normalidade dos dados foi aplicado o teste *Shapiro Wilk*. Nos casos em que a hipótese de normalidade foi rejeitada, análises adicionais de desvios e curtose da curva de distribuição foram consideradas. Os efeitos agudos (amostra total) foram analisados através dos testes *T de Student* pareado e *Wilcoxon*. Para os efeitos crônicos (amostra estratificada), a Análises de Variância (ANOVA), com medidas repetidas de 2 fatores (tempo e tipo de treinamento), foi adotada; sendo a magnitude do efeito estimada através do eta quadrado parcial (η^2_p). Comparações múltiplas foram realizadas adotando-se o *post hoc* de Bonferroni, com tamanho de efeito estimado através do g^*

de Hedges. O índice de significância adotado foi de 0,05, sendo todas as análises estatísticas realizadas no programa SPSS, versão 20.

4. RESULTADOS

Aumentos graduais nos valores de força (gráficos 1 e 2) e da altura máxima (gráficos 3 e 4) foram verificados durante as dezesseis sessões de treinamento neuromuscular, sem diferenças significativas intra e inter - grupos. Efeito agudo significativo foi verificado unicamente na altura máxima, pré e pós atividade condicionante (Tabela 3).

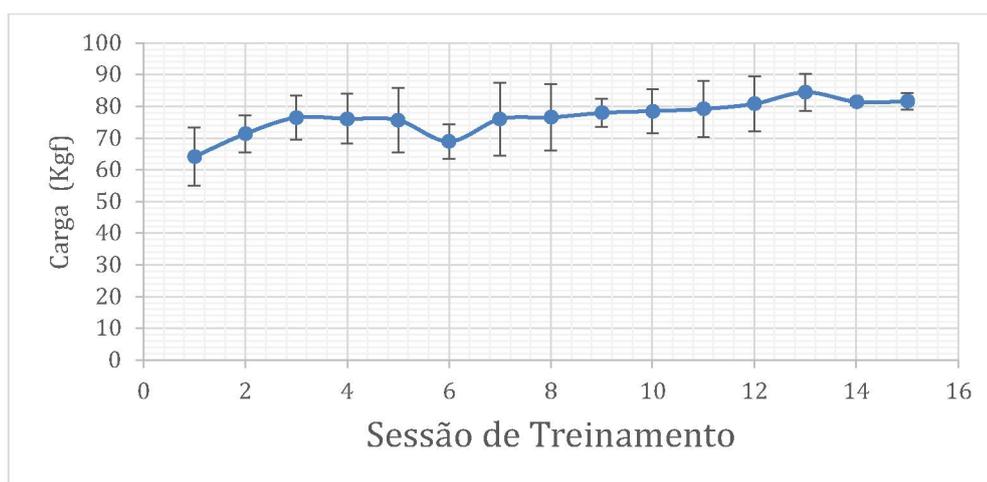


Gráfico 1 - Cargas do treino neuromuscular do grupo controle ($n = 9$).

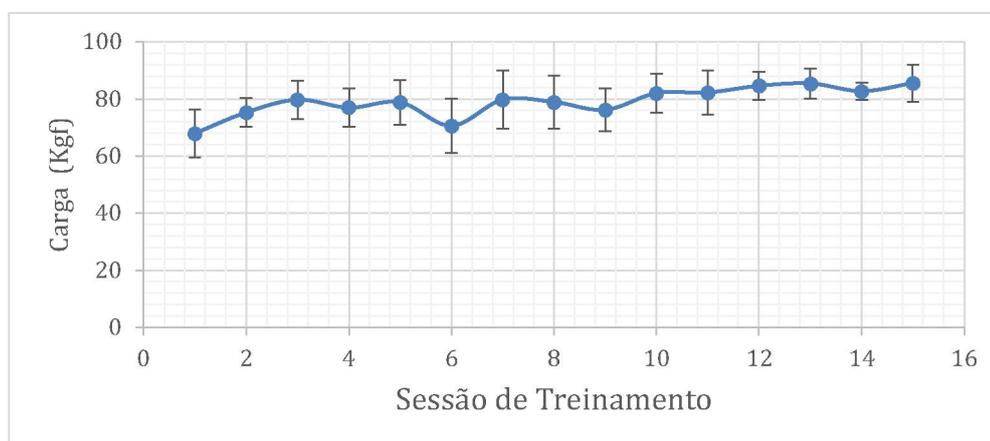


Gráfico 2 - Cargas do treino neuromuscular do grupo experimental ($n = 9$).

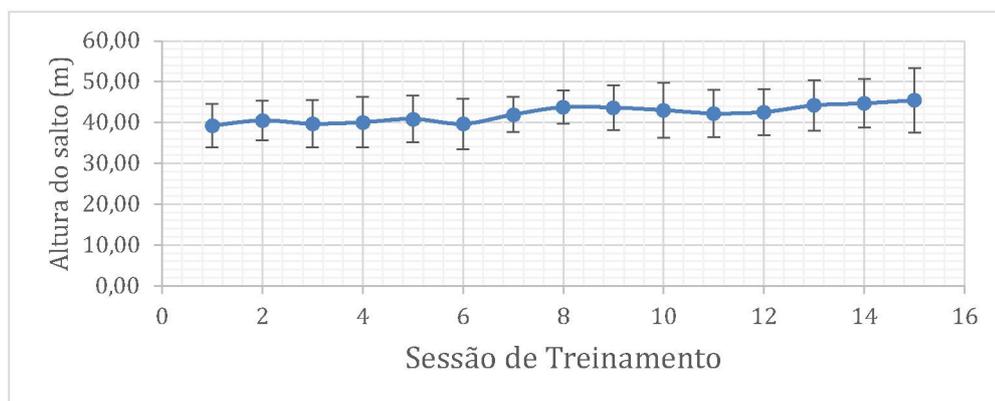


Gráfico 3 - Alturas máximas em salto vertical do grupo controle ($n = 9$).

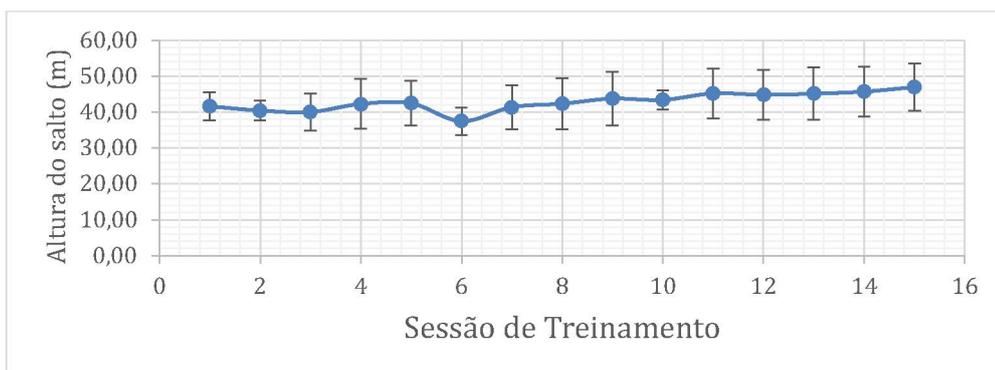


Gráfico 4 - Alturas máximas em salto vertical do grupo experimental ($n = 9$).

Tabela 3 - Médias e desvios-padrão da altura máxima em salto vertical e desempenhos nos testes de agilidade e corrida em 20 m de atletas masculinos de Futsal.

	Efeitos Agudos ($n = 18$)		
	Pré	Pós	p
	Média \pm DP	Média \pm DP	
altura (m)	0,40 \pm 0,04	0,45 \pm 0,05	0,033*
agilidade (s)	14,3 \pm 0,5	14,1 \pm 0,5	0,065
20 m (s)	2,9 \pm 0,1	2,9 \pm 0,1	0,672

Nota: Diferença significativa pré e pós indução de PPA (*).

Efeitos crônicos significativos foram verificados apenas na altura máxima do grupo CON ($F_{1, 16} = 22.052$ e $n^2_p = 0,580$) e na força máxima em 3RM do grupo EXP ($F_{1, 16} = 15.971$ e $n^2_p = 0,500$), todos acompanhados de efeitos do tempo, pré e pós treinamento (tabela 4). Não foram verificadas diferenças significativas inter- grupos (EXP e CON).

Tabela 4 - Médias e desvios-padrão da altura máxima no salto vertical, dos desempenhos nos testes de agilidade e corrida em 20 m e dos valores máximos de força, potência e torque neuromusculares de atletas masculinos de Futsal. Efeitos gerais de tempo, interação grupo vs tempo e tamanho de efeito *g* de Hedges.

	Grupos	Efeitos Crônicos		ANOVA	
		PRÉ	PÓS	Tempo	Grupo vs. Tempo
altura (m)	EXP (<i>n</i> = 9)	0,42 ± 0,06	0,45 ± 0,07	<i>p</i> = 0,002*	<i>p</i> = 0,105
	CON (<i>n</i> = 9)	0,39 ± 0,05	0,45 ± 0,05 ^{#g}	<i>g</i> = -1,14 ^g	
agilidade (s)	EXP	14,1 ± 0,6	14,1 ± 0,6	<i>p</i> = 0,282	<i>p</i> = 0,352
	CON	14,5 ± 0,7	14,3 ± 0,7		
20m (s)	EXP	2,9 ± 0,2	2,9 ± 0,1	<i>p</i> = 0,095	<i>p</i> = 0,312
	CON	3,0 ± 0,1	3,0 ± 0,2		
3RM (Kg)	EXP	112 ± 17	130 ± 17 ^{#g}	<i>p</i> = 0,032*	<i>p</i> = 0,579
	CON	115 ± 20	128 ± 2 ^m		
força	EXP	1608 ± 225	1728 ± 249	<i>p</i> = 0,064	<i>p</i> = 0,265
PLAT (N)	CON	1707 ± 276	1739 ± 220		
potência	EXP	4216 ± 655	4555 ± 820 ^m	<i>p</i> = 0,016*	<i>p</i> = 0,925
PLAT (W)	CON	4277 ± 736	4641 ± 604 ^m		
força-uni	EXP	776 ± 58	835 ± 100 ^m	<i>p</i> = 0,009	<i>p</i> = 0,779
EXT (N)	CON	766 ± 95	808 ± 46 ^m		
Torque-uni	EXP	311 ± 23	334 ± 40 ^m	<i>p</i> = 0,010*	<i>p</i> = 0,779
EXT (N.m)	CON	304 ± 38	323 ± 18 ^m		

Nota: Plataforma de Força (PLAT); cadeira extensora (EXT); membro dominante - unilateral (uni); grupo experimental, com indução da PPA (EXP); grupo controle, com treinamento convencional neuromuscular, sem indução de PPA (CON); diferença significativa intra- grupo, pré e pós treinamentos neuromusculares (#); efeito significativo (*); tamanho de efeito (*g* de Hedges) médio (^m) e grande (^g).

Efeitos significativos do tempo foram verificados na potência neuromuscular, mensurada na plataforma de força (PLAT) nos dois grupos ($F_{1, 16} = 7.259$ e $n^2_p = 0.312$) e no pico de força ($F_{1, 16} = 8676$ e $n^2_p = 0.352$) mensurado na cadeira extensora (EXT) na condição isométrica, unilateralmente (uni - perna dominante). Não foram verificadas interações significativas grupo vs. tempo.

5. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos agudos e crônicos de dois treinamentos neuromusculares, pré e pós oito semanas, com e sem indução de PPA, nos parâmetros máximos musculares (força, torque e potência de membros inferiores, altura em salto vertical, velocidade e agilidade) de 18 atletas masculinos de Futsal.

O uso do PAP aumentou o desempenho de salto vertical enquanto que a agilidade e velocidade não alteraram de modo significativo.

Os resultados permitem concluir que o treinamento neuromuscular de oito semanas, com indução de PPA, resulta em melhoras agudas e crônicas específicas, podendo ser adotado como um método alternativo eficaz para uma provável melhora do rendimento esportivo.

Este é o primeiro estudo de conhecimento dos autores investigando a influência da PPA, com oito semanas de intervenção, em parâmetros neuromusculares de jogadores profissionais de Futsal. Para melhor compreensão, a discussão foi dividida em respostas agudas e crônicas.

5.1. RESPOSTA AGUDA

O presente estudo demonstrou um aumento significativo de $\pm 9\%$ na altura máxima, pré e pós oito semanas de treinamentos neuromusculares. Em um estudo transversal de efeitos agudos realizado por Requena e col. (2011), com 14 atletas profissionais futebolistas, relações de causa-efeito significativas da indução de PPA com a altura máxima e com o desempenho em corrida de 15 m foram verificadas. Após 10 s de CVMI e 5 min de intervalo, os referidos parâmetros foram potencializados em 16% e 6%, respectivamente, sendo esses resultados considerados bastante promissores pelos autores para a melhora do rendimento esportivo. Também corroborando com os nossos achados, French, Kraemer e Cooke (2003) demonstraram efeitos agudos de 5 a 10% na altura máxima e no pico de força na extensão isocinética de joelho em 14 atletas profissionais de atletismo, após três sessões, com três CVMI e intervalos de 3 min. Berriel (2016) igualmente demonstrou efeito positivo na altura máxima, por até 80 min, após a indução de PPA em jogadores de Voleibol. Mina e col. (2014) realizaram um estudo em que 16 homens (26 anos) foram conduzidos a realizar o agachamento na barra com elásticos fixados as laterais da barra. O resultado encontrado foi um ganho de potência, pois, 13 dos 16 voluntários conseguiram levantar de 5% a 10% de carga a mais, após 5 min de descanso.

Em contrapartida, em um estudo de Mola, Bruce-Low e Burnet (2014), séries de 3RM no exercício de agachamento não derivaram em mudanças significativas na altura máxima, resultado provavelmente relacionado ao tempo de intervalo adotado entre as sessões (8 - 12 min), maior em comparação ao nosso estudo (3 min). Faude e col. (2013), avaliando 22 futebolistas de alto nível e adotando intervalos entre 2 e 4 min, verificaram pequenas diferenças (3%) na altura máxima, algo provavelmente justificado

pela fadiga neuromuscular. Por fim, Andrada e col. (2019), avaliando 16 voluntários fisicamente ativos, verificaram ganhos significativos (7%) quando adotado um intervalo de 4 min entre a atividade condicionante e a potencialização. De fato, o intervalo entre as sessões, bem como outros parâmetros fisiológicos, tais como o volume, a intensidade e a frequência, parecem influenciar em algumas respostas neuromusculares, p. e., a altura máxima.

Sessões específicas de treino em modalidades esportivas coletivas, como o Futsal, podem resultar em adaptações neuromusculares agudas decorrentes da indução de PPA. Isso porque uma maior hipertrofia das fibras musculares do tipo II pode resultar em ganhos de força e potência neuromusculares, conseqüentemente, melhora do desempenho esportivo (HAMADA e col, 2000). Em um estudo de Hamada e col. (2000), com biópsia do músculo vasto lateral, foi verificada uma maior quantidade de fibras do tipo II (80 vs. 40%) em sujeitos submetidos a tempos maiores de indução de PPA. No nosso estudo, não foram verificadas diferenças significativas na maioria dos parâmetros neuromusculares investigados, com exceção da altura máxima, com e sem a indução de PPA. Isto pode ser justificado pelo efeito da fadiga residual, resultante da atividade condicionante (agachamento). Outro ponto a ser observado corresponde a associação da PPA com a potência, demonstrada pela mudança significativa verificada na altura máxima, algo não observado no desempenho da corrida de 20m e na agilidade - parâmetros estes induzidos por outras capacidades físicas, também (HAMMAMI e col., 2013). Isso afeta parâmetros mais físicos de desempenho e menos complexos, quando há maior complexidade coordenativa de movimento (20m e agilidade) os efeitos parecem ser atenuados, indicando que o PPA parece não auxiliar em aspectos coordenativos

Em suma, a utilização do treinamento com indução de PPA pode ser uma estratégia interessante, assim como outros métodos de treinamento que objetivam a melhora do desempenho individual e coletivo. Dessa maneira, pode-se sugerir a individualização do treinamento, considerando-se o volume, a intensidade e a frequência, em especial, os intervalos adotados entre a ativação e a potencialização, pois mesmo que o grupo seja formado por atletas, é provável que cada um responda de maneira diferente ao mecanismo da PPA. Além disso, a época em que é realizada a intervenção deve ser observada com cautela, pois os aumentos dos níveis das capacidades físicas dos atletas podem ser prejudicados pelas cargas semanais de treinamentos e partidas, visto que dependendo do momento da periodização, justifica-se a utilização de treinamentos

que priorizem a manutenção dessas capacidades (LOS ARCOS, MENDEZ-VILLANUEVA, MARTÍNEZ-SANTOS, 2017).

5.2. RESPOSTA CRÔNICAS

Os resultados referentes a altura máxima (do grupo CON) e a força máxima em 3RM (do grupo EXP) foram significativamente diferentes, pré e pós treinamento, com efeitos expressivos no fator tempo. Melhoras em parâmetros neuromusculares, com e sem indução de PPA, também têm sido observadas em estudos originais (KOBAL e col., 2017; SPINETTI e col., 2016) e de revisão (SILVA, NASSES e REBELO, 2015), mesmo que o aumento da força muscular nem sempre ocorra em decorrência do ganho de hipertrofia, algo que pode justificar o efeito da PPA (SILVA, NASSES e REBELO, 2015). De fato, possíveis ajustes neurais, associados a capacidade de tolerância a fadiga neuromuscular, podem resultar em aumentos no recrutamento de unidades motoras, maior sincronização e coordenação intramuscular (SALE, 2002). Também o genótipo e a expressão fenotípica podem influenciar nas respostas individuais à PPA, sendo que, a magnitude da potencialização é mediada pelo nível de força, influenciada, pela experiência profissional (SEITZ e HAFF, 2016).

5.2.1. Altura Máxima em Salto Vertical

A altura máxima apresentou uma diferença significativa no fator tempo para o grupo CON (15%), pré e pós treinamento. Já o grupo EXP também apresentou aumento (8%), porém não significativo. O presente estudo preocupou-se em equalizar os volumes e as intensidades dos exercícios para ambos os grupos, modificando, apenas, a ordem de execução; sendo um dos grupos (EXP) induzido pela PPA. Corroborando com os resultados do presente estudo, Rodríguez-Rossel e col. (2017), comparando três grupos (com treinamento combinado - pliométrico e força; com treino convencional de força; sem treinamento neuromuscular), verificaram aumentos significativos da altura máxima apenas nos grupos experimentais (grupo combinado - 5,2% e treino de força - 7,1%). Igualmente, Kotzamanidis e col. (2005) observaram aumentos significativos nas alturas máximas mensurados pelos protocolos de *Squat Jump* (SJ) e CMJ em uma amostra de 35 jogadores de Futebol, sendo os ganhos correspondentes a 7% (no SJ) e 6,7% (no CMJ) para o grupo submetido a um treinamento de força e velocidade; e de

1,9 e 1%, respectivamente, para o grupo que realizou apenas um treino de força. Também Faude e col. (2013) observaram melhora significativa na altura máxima (3%) após sete semanas de treinamento de força e potência, com indução de PPA, sem verificarem diferenças significativas nas capacidades de velocidade e agilidade, corroborando com os nossos achados. Esses aumentos podem ser explicados pelo ganho de coordenação neuromuscular, resultante de melhoras na economia (neuromuscular) e no recrutamento de unidades motoras (CORMIE, MCGUIGAN e NEWTON, 2011).

Hammami e col. (2017), avaliando 44 atletas de Futebol, comparando dois treinamentos, um combinando força e velocidade e outro, apenas, força, verificaram que houve uma pequena vantagem do grupo que havia realizado o treinamento combinado na altura máxima mensurada no CMJ. Corroborando com os achados de Hammami e col. (2017), Ronnestad e col. (2008) já haviam encontrado diferenças significativas na altura máxima mensurada no SJ (9%), pós treinamento de sete semanas, em um grupo que realizou exercícios combinados de força e pliometria, quando comparado a outro que treinou força, apenas. Wallenta e col. (2016), comparando dois protocolos de treinamento em 18 jogadores de Futebol de Campo, durante seis semanas, sendo um grupo induzido de PPA e o outro realizando um treinamento de força convencional, verificaram aumentos significativos da altura máxima mensurada no CMJ no grupo experimental. García-Pinillos e col. (2014), adotando doze semanas de treinamento em 30 atletas de Futebol, também verificaram um aumento de 7% na altura máxima do grupo, com indução de PPA, em comparação ao grupo controle (2%), que realizou apenas o treinamento técnico tático convencional. Por fim, no estudo de Loturco e col. (2015), após seis semanas de treinamento, com jogadores sub20 de Futebol, grupos melhoraram quando mensuradas as alturas máximas no CMJ, após seis semanas de treinamento neuromuscular, adotando-se exercícios de agachamento em diferentes velocidades de execução (velocidade lenta e cargas maiores e, vice-versa).

Em contrapartida, em um estudo de Kobal e col. (2017), com 18 sujeitos ativos, não foram observadas melhoras significativas nos valores de altura máxima após oito semanas de treinamento combinado utilizando cargas de 100, 95, 90 e 60% de 1RM no exercício de agachamento, associado a um treinamento pliométrico. Provavelmente esses resultados se devam à complexidade inerente das atividades, sendo o ganho da altura máxima dependente da repetição da tarefa (KOBAL e col., 2017) decorrente às

adaptações neuromusculares induzidas pelo treinamento, resultando em aumentos na produção máxima da força muscular em situações dinâmicas (GABRIEL, KAMEN, e FROST, 2006). Além disso, ressalta-se que o treinamento neuromuscular induzido de PPA, a longo prazo, pode resultar em mudanças imprevisíveis na fase de recuperação em decorrência da individualidade biológica. Especificamente em relação aos nossos achados, a especificidade do treinamento neuromuscular adotada no grupo EXP, com a combinação das capacidades físicas de velocidade e agilidade, pode haver resultado em adaptações neuromusculares específicas ao longo das oito semanas de treinamento, tais como a aptidão da produção de força rápida, mesmo com as cargas equalizadas entre os grupos (NATERA e CARDINALE e KEOGH, 2020), algo que pode justificar o rápido ganho de altura máxima.

Por esse motivo, para a prescrição do treinamento, com indução de PPA, sugere-se a realização de avaliações agudas, periodicamente, objetivando a determinação do tempo de aplicação (MOLA, BRUCE-LOW e BURNET, 2014) e a utilização de exercícios específicos para determinadas tarefas (LOTURCO e col., 2015). De fato, parece que o treinamento de força isolado, comparado aos demais programas combinados, estes com indução de PPA, também podem resultar em ganhos crônicos significativos em capacidades físicas essenciais para o bom desempenho no Futsal (KOTZAMANIDIS e col., 2005; FAIGENBAUM, MCFARLAND e KEIPER, 2007), desde que sejam considerados determinados parâmetros de controle relacionados ao treinamento.

5.2.2. Força Máxima em 3RM

Mudanças significativas da força dinâmica têm sido verificadas em estudos neuromusculares, com indução de PPA (KILDUFF e col., 2008). Da mesma maneira, no nosso estudo, foi observado um aumento significativo da força máxima em 3RM no grupo EXP, com tamanho do efeito grande no fator tempo. Similarmente, em um estudo de Sáez de Villarreal e col. (2013), com 16 estudantes de Educação Física, diferenças significativas também foram verificadas nos valores de força em 1RM de um grupo que treinou exercícios combinados de agachamento, balísticos e de pliometria (20%), comparado a outro realizando exercícios pliométrico, apenas (6,8%). Tsimachidis e col. (2013), avaliando 26 jogadores de basquetebol juniores, demonstraram um aumento

na força em 1RM correspondente a 30%, aproximadamente, pós treinamento neuromuscular de dez semanas, com indução de PPA. Por fim, Faude e col. (2013), avaliando jogadores amadores de Futebol, verificaram melhoras significativas na força dinâmica e na agilidade quando adotados treinamentos neuromusculares, estes com indução de PPA. Esses resultados evidenciam a importância de treinamentos específicos neuromusculares para com o rendimento esportivo.

Aumentos na força muscular (dinâmica ou isométrica), resultantes de estratégias de recrutamento de unidades motoras e da velocidade da condução nervosa decorrentes do treinamento especializado (BERNARDI e col., 1996), podem ocasionar benefícios em diversas capacidades físicas, tais como a velocidade e a agilidade, estas fundamentais para a prática do Futsal e em outras modalidades esportivas coletivas (HARRIS, STONE e O'BRYANT, 2000; WISLOFF e col., 2004; RONNESTAD e col., 2008; CHELLY e col., 2009; MCGUIGAN e NEWTON, 2011; BERRIEL, 2016). De fato, pode-se afirmar que a otimização do treinamento neuromuscular resulta em melhoras nos desempenhos esportivos individuais e coletivos (WALKER e TURNER, 2009). Contudo as demandas das capacidades físicas não são as mesmas entre elas, e entre as modalidades esportivas (ANDRADA e col., 2019). Por exemplo, a agilidade é caracterizada por acelerações de centros de massas segmentares e/ou corporal em determinados períodos de tempo; enquanto que a força muscular, pelas relações entre as massas envolvidas e suas acelerações (LEHNERT e col., 2013).

Essas diferenças podem justificar os nossos resultados, corroborando com Hammami e col. (2017). Podemos observar em nosso estudo que a utilização de cinco séries de agachamentos, com 1 min de intervalo entre as mesmas, seguido de cinco séries de exercícios de velocidade e agilidade, podem resultar em ganhos significativos no salto vertical; e que a utilização de cinco séries de exercícios de agachamento, com 3 min de intervalo, combinado com exercícios de velocidade e agilidade, resulta em melhoras significativas no níveis de força máxima de 3RM. Isso demonstra que diferentes estratégias de treinamentos neuromusculares podem ocasionar melhoras em capacidades físicas específicas em atletas de Futsal (TORRES-TORRELO e col., 2018).

Em suma, o treinamento neuromuscular, com indução de PPA, melhorou significativamente o ganho de força muscular, principalmente na situação dinâmica, podendo ser recomendado para períodos em que o objetivo da periodização seja esse. No entanto, os volumes dos treinamentos neuromusculares adotados no presente

estudo podem ter influenciado nos resultados comparativos inter grupos das demais variáveis dependentes, pós treinamento (BARTOLOMEI e col., 2014; HAUGEN e col., 2019). Exemplo disso, são os resultados das avaliações dos picos de força e potência, mensurados na plataforma de força, e dos picos de força e torque, mensurados na cadeira extensora, estes demonstrando respostas semelhantes nos fatores tempo e grupo vs. tempo. De qualquer maneira, há pouca evidência de que a potencialização aumenta diretamente a força máxima, e isto se baseia na observação de que o aumento da sensibilidade da interação miosina-actina ao Ca^{2+} tem pouco ou nenhum efeito em condições de saturação de Ca^{2+} , como aquelas causadas por frequências de estimulação mais altas (TILLIN e BISHOP, 2009), mas o que poderia aumentar seria a taxa de desenvolvimento de força, que se refere à capacidade que o músculo tem de produzir um determinado nível de força em um determinado intervalo de tempo. Como resultado, tem-se uma velocidade maior para uma força específica, ou vice-versa, o que aumenta a potencialização mecânica e sua associação com o desempenho esportivo (BATISTA e col., 2003; ANDERSEN e AAGAARD, 2005; DOCHERY e HODGSON, 2007).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Podemos concluir que treinamentos neuromusculares específicos de oito semanas em atletas de Futsal, com ou sem indução de PPA, são capazes de resultar em melhoras agudas e crônicas peculiares. A PPA pode ser classificada como um fenômeno de existência real, desde que a manipulação adequada e intencional das variáveis intervenientes seja considerada. De fato, a combinação ideal referente a indução da PPA em termos de volume, intensidade e frequência, não foi identificada, e isso se deve, provavelmente, à influência das características individuais que também interferem na PPA. Além disso, deve-se ter cuidado com as escolhas dos exercícios e os intervalos de recuperação, pois podem desencadear mecanismos de fadiga e, conseqüentemente, prejudicar os resultados benéficos da PPA. Dessa maneira, equalizar as variáveis de treino tende a ser determinante no treinamento neuromuscular, além da escolha correta dos exercícios e os intervalos de descanso.

Especificamente no Futsal, a literatura ainda carece de esclarecimentos quanto aos mecanismos fisiológicos responsáveis por sua ocorrência, embora haja algumas teorias

a esse respeito. Mais estudos devem ser realizados visando melhor esclarecer os mecanismos da PPA e as estratégias mais eficientes para a explorar.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSEN, L.L.; AAGAARD, P. Influence of maximal muscle strength and intrinsic muscle contractile properties on contractile rate of force development. **European Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 1, p. 46-52, 2005.

ANDRADA, T.R.; ALLEMANO, S.; CAMACHO-CARDENOSA, M.; CAMACHO-CARDENOSA, A.; MARTÍNEZ-GUARDADO, I.; OLCINA, G. Section III - Sports Training Post-Activation Potentiation on Squat Jump Following Two Different Protocols: Traditional vs. Inertial Flywheel. **Journal of Human Kinetics**, v. 69, p. 271-281, 2019.

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; TEJERO-GONZÁLEZ, C.M.; DEL CAMPO-VECINO, J.; ALONSO-CURIEL, D. The effects of a maximal power training cycle on the strength, maximum power, vertical jump height and acceleration of high-level 400-meter hurdles. **Journal of Human Kinetics**, v. 36, n. 1, p. 119-26, 2013.

BARBERO-ALVAREZ, J.C.; SOTO, V.M.; BARBERO-ALVAREZ, V.; GRANDA-VERA J. Match analysis and heart rate of futsal players during competition. **Journal of Sports Sciences**, v. 26, n. 1, p. 63-73, 2008.

BARTOLOMEI, S.; HOFFMAN, J.R.; MERNI, F.; STOUT, J.R. A comparison of traditional and block periodized strength training programs in trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28 n. 4, p. 990-997, 2014.

BATISTA, M.A.B.; ROSCHEL, R.; BARROSO, R.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Potencialização pós-ativação: possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 21, n. 1, p. 161-174, 2010.

BATISTA M.A.B.; COUTINHO J.P.A.; BARROSO, R.; TRICOLI, V. Potencialização: a influência da contração muscular prévia no desempenho da força rápida. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 11, n. 2, p. 7-12, 2003.

BAUDRY, S.; DUCHATEAU, J. Post-activation potentiation in a human muscle: effect on the rate of torque development of tetanic and voluntary isometric contractions. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 4, p. 1394-1401, 2006.

BAUER, P.; SANSONE, P.; MITTER, B.; MAKIVIC, B.; SEITZ, L.B.; TSCHAN, H. Acute effects of back squats on counter-movement jump performance across multiple sets of a contrast training protocol in resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 4, p. 995-1000, 2019 a.

BAUER, P.; UEBELLACKER, F.; MITTER AIGNER, A.; HASENOEHRL, T.; RISTL, R.; TSCHANA, H.; SEITZ, L. Combining higher-load and lower-load resistance training exercises: A systematic review and meta-analysis of findings from complex training studies. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 7, p. 838-851, 2019 b.

BEATO, M.; BIGBY, E.J.; KEIJZER, K.L.D.; NAKAMURA, F.Y.; CORATELLA, G.; NAYLOR, S.A.M. Post-activation potentiation effect of eccentric overload and traditional weightlifting exercise on jumping and sprinting performance in male athletes. **Plos One**, v.14, n. 9, 2019.

BEATO, M.; CORATELLA, G.; SCHENA, F. Brief review of the state of art in futsal. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 4, p. 428-32, 2016.

BENÍTEZ-FLORES, S.; MEDEIROS, A.R.; VOLTARELLI, F.A.; IGLESIAS-SOLER, E.; DOMA, K.; SIMÕES, H.G.; BOULLOSA, D.A. Combined effects of very short “all out” efforts during sprint and resistance training on physical and physiological adaptations after 2 weeks of training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 119, n. 6, p. 1337-1351, 2019.

BERNARDI, M.; SOLOMONOW, M.; NGUYEN, G.; SMITH, A.; BARATTA, R. Motor unit recruitment strategy changes with skill acquisition. **European Journal of Applied Physiology Occupational Physiology**, v. 74, n. 1-2, p. 52-59, 1996.

BERRIEL, G.P. Efeitos do treinamento pliométrico com e sem indução de potencialização pós-ativação no desempenho de saltos em atleta de voleibol. Dissertação (Mestrado em Educação Física). **Universidade federal do Rio Grande do Sul**, 2016.

BEVAN, H.R.; CUNNINGHAM, D.J.; TOOLEY, E.P.; OWEN, N.J.; COOK, C.J.; KILDUFF, L.P. Influence of Post-activation Potentiation on Sprinting Performance in Professional Rugby Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 701-705, 2010.

BOBBERT, M.F.; CASIUS, L.J.R. Is the effect of a countermovement on jump height due to active state development? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 3, p. 440-446, 2005.

BOSCO, C.; MOGNONI, P.; LUHTANEN, P. Relationship Between Isokinetic Performance And Ballistic Movement. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 51, n. 3, p. 357-364, 1983.

BOULLOSA, D.; DEL ROSSO, S.; BEHM, D.G.; FOSTER, C. Post-activation potentiation (PAP) in endurance sports: A review. **European Journal of Sport Science**, v. 18, n. 5, p. 595-610, 2018.

BRUGHELLI, M.; CRONIN, J.; LEVIN, G.; CHAOUACHI, A. Understanding change of direction ability in sport: a review of resistance training studies. **Sports Medicine**, v. 38, n. 12, p. 1045-1063, 2008.

CADORE, E.L.; PINTO, R.S; ALBERTON, C.L; PINTO, S.S; LHULLIER, F.L; TARTARUGA, M.P; CORREA, C.S; ALMEIDA, A.P.V; SILVA, E.M; LAITANO, O;

KRUEL, L.F.M. Neuromuscular Economy, Strength, and Endurance in Healthy Elderly Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 4, p. 997-1003, 2011.

CASTAGNA, C.; D'OTTAVIO, S.; VERA, J.G.; ÁLVAREZ, J.C.B. Match demands of professional Futsal: A case study. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 12, n. 4, p. 490-494, 2009.

CHELLY, M.S.; FATHLOUN, M.; CHERIF, N.; BEN AMAR, M.; TABKA, Z.; VAN PRAAGH, E. Effects of a back-squat training program on leg power, jump, and sprint performances in junior soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 8, p. 2241-2249, 2009.

CORMIE, P.; MCGUIGAN, M.R.; NEWTON, R.U. Developing maximal neuromuscular power: Part 1—biological basis of maximal power production. **Sports Medicine**, v. 41, n. 1, p. 17-38, 2011.

DELLO IACONO, A.; PADULO, J.; SEITZ, L.D. Loaded hip thrust-based PAP protocol effects on acceleration and sprint performance of handball players. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 11, p. 1269-1276, 2018.

DELLO IACONO, A.; SEITZ, L.B. Hip thrust-based PAP effects on sprint performance of soccer players: heavy-loaded versus optimum-power development protocols. **Journal of Sports Sciences** v. 36, n. 20, p. 2375-2382, 2018.

DOCHERTY, D.; HODGSON, M.J. The application of post-activation potentiation to elite sport. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 2, n. 4, p. 439-44, 2007.

FAIGENBAUM A.D.; MCFARLAND J.E.; KEIPER F.B. Effects of a short-term plyometric and resistance training program on fitness performance in boys age 12 to 15 years. **Journal Sports Science Medicine**, v. 6, n. 4, p. 519-525, 2007.

FAUDE, O.; ROTH, R.; DI GIOVINE, D.; ZAHNER, L.; DONATH, L. Combined strength and power training in high-level amateur football during the competitive season: a randomized-controlled trial. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 13, p. 1460-7, 2013.

FREITAS, V.H.; RINALDO, M.; TURQUINO, G.G.; MILOSKI, B.; RAMOS, S.P. Training aimed at the development of power and physical performance of futsal players. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 21, 2019.

FRENCH, D.N.; KRAEMER, W.J.; COOKE, C.B. Changes in dynamic exercise performance following a sequence of preconditioning isometric muscle actions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 678-685, 2003.

GABRIEL, D.A.; KAMEN, G.; FROST, G. Neural adaptations to resistive exercise: Mechanisms and recommendations for training practices. **Sports Medicine**, v. 36, n. 2, p. 133-149, 2006.

GARCÍA-PINILLOS, F.; MARTÍNEZ-AMAT, A.; HITTA-CONTRERAS, F.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, E.J.; LATORRE-ROMÁN, P.A. Effects of a contrast training program without

external load on vertical jump, kicking speed, sprint, and agility of young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 9, p. 2452-2460, 2014.

HAMADA, T.; SALE, D.G.; MACDOUGALL, J.D.; TARNOPOLSKY, M.A. Post activation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. **Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 6, p. 2131-2137, 2000.

HAMMAMI, M.; NEGRA, Y.; AOUADI, R.; SHEPHARD, R.J.; CHELLY, M.S. Effects of an In-season Plyometric Training Program on Repeated Change of Direction and Sprint Performance in the Junior Soccer Player. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 12, p. 3312-3320, 2017.

HAMMAMI, M.A.; BEN ABDERRAHMANE, A.; NEBIGH, A.; LE MOAL, E.; BEN OUNIS, O.; TABKA, Z.; ZOUHAL, H. Effects of a soccer season on anthropometric characteristics and physical fitness in elite young soccer players. **Journal of Sports Science**, v. 31, n. 6, p. 589-596, 2013.

HARRIS, G.; STONE, M.; O'BRYANT, H. Short-term performance effects of high power, high force, or combined weight-training methods. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 14, n. 1, p. 14-20, 2000.

HAUGEN, T.; SEILER, S.; SANDBAKK, O.; TONNESSEN, E. The training and development of elite sprint performance: an integration of scientific and best practice literature. **Sports Medicine-Open**, v. 5, n. 1, p. 44, 2019.

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

JIMÉNEZ-REYES, P.; GARCÍA-RAMOS, A.; CUADRADO-PEÑAFIEL, V.; PÁRRAGA-MONTILLA, J.A.; MORCILLO-LOSA, J.A.; SAMOZINO, P.; MORIN, J.B. Differences in Sprint Mechanical Force–Velocity Profile Between Trained Soccer and Futsal Players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 4, p. 478-485, 2019.

JO, E.; JUDELSON, D.A.; BROWN, L.E.; COBURN, J.W.; DABBS, N.C. Influence of Recovery Duration After a Potentiating Stimulus on Muscular Power in Recreationally Trained Individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 2, p. 343-347, 2010.

KILDUFF, L.P.; OWEN, N.; BEVAN, H.; BENNETT, M.; KINGSLEY, M.I.C.; CUNNINGHAM, DJ. Influence of recovery time on post-activation potentiation in professional rugby players. **Journal of Sports Science**, v. 26, n. 8, p. 795-802, 2008.

KOBAL, R.; LOTURCO, I.; BARROSO, R.; GIL, S.; CUNIYOCHI, R.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Effects of Different Combinations of Strength, Power, and Plyometric Training on the Physical Performance of Elite Young Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 6, p. 1468-1476, 2017.

KOTZAMANIDIS, C.; CHATZOPOULOS, D.; MICHAILIDIS, C.; PAPAIAKOVOU, G.; PATIKAS, D. The effect of a combined high-intensity strength and speed training

program on the running and jumping ability of soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 2, p. 369-375, 2005.

KRAEMER, W.J.; NEWTON, R.U. Training for muscular power. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v. 11, n. 2, p. 341-368, 2000.

KROLO, A.; GILIC, B.; FORETIC, N.; POJSKIC, H.; HAMMAMI, R.; SPASIC, M.; ULJIVIC, O.; VERSIC, S.; SEKULIC, D. Agility testing in youth football (soccer) players; evaluating reliability, validity and correlates of newly developed testing protocols. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 1, p. 294, 2020.

LEHNERT, M.; HULKA, K.; MALY, T.; FOHLER, J.; ZAHÁLKA, F. The effects of a 6 week plyometric training program on explosive strength and agility in professional basketball players. **Acta Gymnica**, v. 43, n. 4, p. 7-15, 2013.

LINTHORNE, N.P. Analysis of Standing Vertical Jumps Using a Force Platform. **American Journal of Physiology**, v. 69, n. 11, p. 1198-1204, 2001.

LOS ARCOS A, MENDEZ-VILLANUEVA A, MARTÍNEZ-SANTOS R. In-season training periodization of professional soccer players. **Biology Sport**, v. 34, n. 2, p. 149 - 155, 2017

LOTURCO, I.; NAKAMURA, F.Y.; KOBAL, R.; GIL, S.; CAL ABAD, C.C.; CUNIYOCHI, R.; PEREIRA, L.A.; ROSCHEL, H. Training for power and speed: Effects of increasing or decreasing jump squat velocity in elite young soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2771-2779, 2015.

LOVELL, R.; TOWLSON, C.; PARKIN, G.; PORTAS, M.; VAEYENS, R.; COBLEY S. Soccer Player Characteristics in English Lower-League Development Programs: The Relationships between Relative Age, Maturation, Anthropometry and Physical Fitness. **PLOS One**, v. 10, n. 9, 2015.

MACINTOSH, B.R.; ROBILLARD, M.E.; TOMARAS, E.K. Should post-activation potentiation be the goal of your warm-up? **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 3, p. 546-550, 2012.

MAHLFELD, K.; FRANKE, J.; AWISZUS, F. Post-contraction changes of muscle architecture in human quadriceps muscle. **Muscle Nerve**, v. 29, n. 4, p. 597-600, 2004.

MINA, M.A.; BLAZEVIČH, A.J.; GIAKAS, G.; KAY, A.D. Influence of variable resistance loading on subsequent free weight maximal back squat performance. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 28, n. 10, p. 2988-2995, 2014.

MOIR, G.L.; BRIMMER, S.M.; SNYDER, B.W.; CONNABOY, C.; LAMONT, H.S. Mechanical Limitations to Sprinting and Biomechanical Solutions. **Strength and Conditioning Journal**, v. 40, n. 1, p. 47-67, 2018.

MOLA, J.N.; BRUCE-LOW, S.S.; BURNET, S.J. Optimal Recovery Time for Post-activation Potentiation in Professional Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 6, p. 1529-1537, 2014.

NATERA, A.O.; CARDINALE, M; KEOGH, J.W.L. The Effect of High Volume Power Training on Repeated High-Intensity Performance and the Assessment of Repeat Power Ability: A Systematic Review. **Sports Medicine**, p. 1-23, 2020.

NYGAARD FALCH, H.; BAERDERGARD, H.G.; TILLAR, R.; Effect of different physical training forms on change of direction ability: a systematic review and metanalysis. **Sports Medicine Open**, v. 5, n. 1, p. 53, 2019.

ØSTERÅS, H.; HELGERUD, J.; HOFF, J. Maximal strength-training effects on force-velocity and force-power relationships explain increases in aerobic performance in humans. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 3, p. 255-263, 2002.

PAZ-FRANCO, A.; REY, E.; BARCALA-FURELOS, R. Effects of 3 Different Resistance Training Frequencies on Jump, Sprint, and Repeated Sprint Ability Performances in Professional Futsal Players. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 31, n. 12, p. 3343-3350, 2017.

PETROSKI, E.L. Desenvolvimento e validação de equações generalizadas para predição da densidade corporal. Programa de Pós-graduação da Escola de Educação Física, **Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria - RS, 1995.

PICANÇO, L.M.; SILVA, J.J.R.; DEL VECCHIO, F.B. Relação entre força e agilidade avaliadas em jogadores de futsal. RBFF - **Revista Brasileira de Futsal e Futebol**, v. 4, n. 12, p. 77-86, 2012.

REQUENA, B.; VILLARREAL, E.S.S.; GAPEYEVA, H.; ERELIN, J.; GARCÍA, I.; PÄÄSUKE, M. Relationship between post-activation potentiation of knee extensor muscles, sprinting and vertical jumping performance in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 2, p. 367-373, 2011.

RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; TORRES-TORRELO, J.; FRANCO-MÁRQUEZ, F.; GONZÁLEZ-SUÁREZ, J.M.; GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. Effects of light-load maximal lifting velocity weight training vs. combined weight training and plyometrics on sprint, vertical jump and strength performance in adult soccer players. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 20, n. 7, p. 695-699, 2017.

RONNESTAD, B.; KVAMME, N.; SUNDE, A.; RAASTAD, T. Short-Term Effects of Strength and Plyometric Training on Sprint and Jump Performance in Professional Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 3, p. 773-80, 2008.

SÁEZ DE VILLARREAL, E.; REQUENA, B.; IZQUIERDO, M.; GONZALEZ-BADILLO, J.J. Enhancing sprint and strength performance: Combined versus maximal power, traditional heavy-resistance and plyometric training. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, n. 2, p. 146-150, 2013.

SALE, D.G. Post-activation Potentiation: Role in Human Performance. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 30, n. 3, p. 138-143, 2002.

SCOTT, D.J.; DITROILO, M.; MARSHALL, P.A. Complex Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 10, p. 2694-2703, 2017.

SEITZ, L.B.; HAFF, G.G. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 2, p. 231-240, 2016.

SEKULIC, D.; FORETIC, N.; GILIC, B.; ESCO, M.R.; HAMMAMI, R.; ULJEVIC, O.; VERSIC, S.; SPASIC, M. Importance of Agility Performance in Professional Futsal Players; Reliability and Applicability of Newly Developed Testing Protocols. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 18, p. 3246, 2019.

SHEPPARD, J.M.; YOUNG, W.B. Agility literature review: Classifications, training and testing. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 9, p. 919-932, 2006.

SILVA, J.R.; NASSIS, G.P.; REBELO, A. Strength training in soccer with a specific focus on highly trained players. **Sports Medicine Open**, v. 1, n. 1, p. 17, 2015.

SPINETI, J.; FIGUEIREDO, T.; BASTOS, V.D.O.; ASSIS, M.; FERNANDES, L.D.O.; MIRANDA, H.; SIMÃO, R. Comparison between traditional strength training and complex contrast training on repeated sprint ability and muscle architecture in elite soccer players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 11, p. 1269-1278, 2016.

TILL, K.A.; COOKE, C. The effects of post-activation potentiation on sprint and jump performance of male academy soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 7, p. 1960-1967, 2009.

TILLIN, N.A.; BISHOP, D. Factors modulating post-activation potentiation and its effect on performance of subsequent explosive activities. **Sports medicine** (Auckland, N.Z.), v. 39, n. 2, p. 147-166, 2009.

TORRES-TORRELO, J.; RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; MORA-CUSTODIO, R.; PAREJA-BLANCO, F.; YAÑEZ-GARCÍA, J.M.; GONZÁLEZ-BADILLO, J.J. Effects of Resistance Training and Combined Training Program on Repeated Sprint Ability in Futsal Players. **International Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 7, p. 517-526, 2018.

TSIMACHIDIS, C.; PATIKAS, D.; GALAZOULAS, C.; BASSA, E.; KOTZAMANIDIS, C. The post-activation potentiation effect on sprint performance after combined resistance/sprint training in junior basketball players. **Journal of Sports Sciences**, v. 31, n. 10, p. 1117-1124, 2013.

TSIMAHIDIS, K.; GALAZOULAS, C.; SKOUFAS, D.; PAPAIAKOVOU, G.; BASSA, E.; PATIKAS, D.; KOTZAMANIDIS, C. The Effect of Sprinting After Each Set of Heavy Resistance Training on the Running Speed and Jumping Performance of Young

Basketball Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 8, p. 2102-2108, 2010.

TURNER, A.P.; BELLHOUSE, S.; KILDUFF, L.P.; RUSSELL, M. Post-activation Potentiation of Sprint Acceleration Performance Using Plyometric Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 2, p. 343-350, 2015.

WALKER, S.; TURNER, A. A one-day field test battery for the assessment of aerobic capacity, anaerobic capacity, speed, and agility of soccer players. **Strength Conditioning Journal**, v. 31, n. 6, p. 52-60, 2009.

WALLENTA, C.; GRANACHER, U.; LESINSKI, M.; SCHÜNEMANN, C.; MUEHLBAUER, T. Effects of Complex Versus Block Strength Training on the Athletic Performance of Elite Youth Soccer Players. **Sportverletzung Sportschaden**, v. 30, n. 1, p. 31-37, 2016.

WISLOFF, U.; CASTANGA, C.; HELGERUD, J.; JONES, R.; HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **Brazilian Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 285-288, 2004.

WONG, P.; CHAOUACHI, A.; CHAMARI, K.; DELLAL, A.; WISLOFF, U. Effect of Preseason Concurrent Muscular Strength and High-Intensity Interval Training in Professional Soccer Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 653-660, 2010.

YOUNG, W.; MCLEAN, B.; ARDAGNA, J. Relationship between strength qualities and sprinting performance. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 35, n. 1, p. 13-19, 1994.

YOUNG, W.B.; MCDOWELL, M.H.; SCARLETT, B.J. Specificity of sprint and agility training methods. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 3, p. 315-319, 2001.

YOUNG, W.B.; MILLER, I.R.; TALPEY, S.W. Physical qualities predict change-of-direction speed but not defensive agility in Australian rules football. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 29, n. 1, p. 206-212, 2015.

ZOUHAL, H.; ABDERRAHMAN, A.B.; DUPONT, G.; TRUPTIN, P.; LE BRIS, R.; LE POSTEC, E.; BIDEAU, B. Laterality Influences Agility Performance in Elite Soccer Players. **Frontiers in Physiology**, v. 9, p. 807, 2018.

ANEXO

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE – UNICENTRO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPESP
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA – COMEP**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) Colaborador(a),

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa A INDUÇÃO DA POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ATIVADAÇÃO NO TREINAMENTO DE FUTSAL, sob a responsabilidade do professor Dr. MARCUS PEIKRISZWILI TARTARUGA, que irá investigar o efeito da Potencialização Pós ativação no desempenho em atletas de futsal.

O presente projeto de pesquisa foi aprovado pelo COMEP/UNICENTRO.

DADOS DO PARECER DE APROVAÇÃO
emitido Pelo Comitê de Ética em Pesquisa, COMEP-UNICENTRO

Número do parecer: (inserir após aprovação do projeto pelo COMEP, para entregar ao participante)

Data da relatoria: ___/___/201___

1. PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA: Ao participar desta pesquisa você fará parte de um treinamento que terá a duração de 8 semanas, no qual a intervenção se dará duas vezes por semana, ainda serão realizadas avaliações antes e após o período de treinamento. Lembramos que a sua participação é voluntária, você tem a liberdade de não querer participar, e pode desistir, em qualquer momento, mesmo após ter iniciado o(a) os(as) avaliações e treinos sem nenhum prejuízo para você. Todos os procedimentos e riscos referente a participação no estudo serão previamente informados e esclarecidos pelo professor responsável ou por alguém de sua confiança. Lembramos que a sua participação é voluntária e que você tem a liberdade de não querer participar, podendo desistir em qualquer momento, mesmo após ter iniciado os testes, sem nenhum prejuízo para você.

2. RISCOS E DESCONFORTOS: Os testes a serem realizados poderão trazer desconfortos como fadiga muscular temporária e mal estar fisiológico momentâneo. Além disso, poderão existir riscos de quedas e contusões, constrangimentos em participar da pesquisa (dados pessoais e avaliações antropométrica e postural), além da quebra de sigilo involuntária e não intencional. Para todos esses riscos, a intervenção do pesquisador, seguida de repouso do avaliado em caso de problemas físicos e fisiológicos, e da interrupção das coletas de dados, esta acompanhada de esclarecimentos pertinentes, serão as medidas adotadas. Em caso da persistência dos riscos e/ou desconfortos ressaltados, o referido avaliado será retirado do estudo. Existindo a necessidade de algum tratamento, orientação, encaminhamento etc., por se sentir prejudicado por causa da pesquisa, ou sofrer algum dano decorrente da mesma, o pesquisador se responsabilizará por prestar assistência integral, imediata e gratuita.

3. BENEFÍCIOS: Os benefícios esperados com o estudo são no sentido de possibilitar à você uma avaliação completa a respeito da sua capacidade anaeróbica e neuromuscular, permitindo-lhe a elaboração de uma periodização mais adequada visando a melhora do seu desempenho desportivo.

4. CONFIDENCIALIDADE: Todas as informações que o(a) Sr.(a) nos fornecer, ou que sejam conseguidas pelas avaliações, serão utilizadas somente para esta pesquisa. Seus dados pessoais, bem como os resultados de suas avaliações físicas ficarão em segredo e o seu nome não aparecerá em lugar nenhum dos questionários e fichas de avaliação, nem quando os resultados forem apresentados o/ou disseminados.

5. ESCLARECIMENTOS: Se tiver alguma dúvida a respeito da pesquisa e/ou dos métodos utilizados na mesma, pode procurar a qualquer momento o pesquisador responsável.

Nome do pesquisador responsável: Marcus Peikriszwili Tartaruga
 Endereço: Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 – Bairro Cascavel – 85040-080 – Guarapuava/PR
 Telefone para contato: DEDUF/G – (42) 3629-8132
 Horário de atendimento: 8h às 17h

6. RESSARCIMENTO DAS DESPESAS: Caso o(a) Sr.(a) aceite participar da pesquisa, não receberá nenhuma compensação financeira.

7. CONCORDÂNCIA NA PARTICIPAÇÃO: Se o(a) Sr.(a) estiver de acordo em participar deverá preencher e assinar o Termo de Consentimento Pós-esclarecido que se segue, em duas vias, sendo que uma via ficará com você.

=====

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Pelo presente instrumento que atende às exigências legais, o Sr.(a) _____, portador(a) da cédula de identidade _____, declara que, após leitura minuciosa do TCLE, teve oportunidade de fazer perguntas, esclarecer dúvidas que foram devidamente explicadas pelos pesquisadores, ciente dos serviços e procedimentos aos quais será submetido e, não restando quaisquer dúvidas a respeito do lido e explicado, firma seu CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO em participar voluntariamente desta pesquisa.
 E, por estar de acordo, assina o presente termo.

Guarapuava, _____ de _____ de _____.

 Assinatura do participante / ou Representante legal

 Assinatura do Pesquisador