

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**O EFEITO DO TIPO DE PISO NO DESEMPENHO DE SALTOS EM
JOGADORES DE FUTEBOL APÓS TREINAMENTO
PLIOMÉTRICO**

BRUNO ROBERTO ALVES ZWARG

PIRACICABA-SP

2014

**O EFEITO DO TIPO DE PISO NO DESEMPENHO DE SALTOS EM
JOGADORES DE FUTEBOL APÓS TREINAMENTO
PLIOMÉTRICO**

BRUNO ROBERTO ALVES ZWARG

Orientador Prof. Dr. Charles Ricardo Lopes

Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Metodista de Piracicaba como pré-requisito para o exame de defesa nível de Mestrado na Área de Concentração Movimento Humano e Esporte.

PIRACICABA-SP

2014

Z97e Zwarg, Bruno Roberto Alves.
O efeito do tipo de piso no desempenho de saltos em jogadores de futebol após treinamento Pliométrico. / Bruno Roberto Alves Zwarg. – Piracicaba, SP: [s.n.], 2014.

71f.; il.

Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências da Saúde / Programa de Pós-Graduação em Educação Física - Universidade Metodista de Piracicaba, 2014.

Orientador: Dr. Charles Ricardo Lopes

Inclui Bibliografia

1. Treinamento. 2. Exercício Pliométrico. 3. Futebol. I. Lopes, Charles Ricardo. II. Universidade Metodista de Piracicaba. II Título.

CDU 796 4

**UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

BANCA EXAMINADORA:

Professor Doutor Charles Ricardo Lopes
Mestrado em Educação Física-FACIS
Universidade Metodista de Piracicaba - SP

Professor Doutor Hermes Ferreira Balbino
Mestrado em Educação Física-FACIS
Universidade Metodista de Piracicaba-SP

Professor Doutor Paulo César Montagner
Universidade Estadual de Campinas

SUPLENTE

Professor Doutor Paulo Henrique Marchetti
Mestrado em Educação Física-FACIS
Universidade Metodista de Piracicaba-SP

Professora Doutora Rozangela Verlengia
Mestrado em Educação Física-FACIS
Universidade Metodista de Piracicaba-SP

Observações: _____

DATA: __/__/__

Piracicaba – SP

DEDICATÓRIA

Foram noites e noites sem dormir, foram anos de preocupação com o futuro, o cuidado extremo por 24 horas diárias. Obrigado pai, obrigado mãe, vocês formaram o meu caráter e me direcionaram para a vida. Obrigado por serem o meu porto seguro, minha referência de tantas formas e maneiras e estarem presentes em minha vida de uma maneira maravilhosa, mesmo separados por 1.000 km de distância.

Agda, minha primeira irmã. Você sempre foi meu espelho, o exemplo que eu queria seguir, a sua vontade de viver e o seu caráter sempre me motivaram diretamente. Obrigado por existir e estar sempre ao meu lado.

Lecy, minha segunda irmã. Você me abrigou, auxiliou, puxou a orelha e praticamente me carregou no colo nesses últimos dois anos. Quietinha no extremo, mas quando fala...

Rômulo, meu filho, minha vida. Minha fonte inesgotável de energia. Apesar da distância você sempre esteve no meu coração.

Amo muito vocês.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que está acima de todas as coisas deste mundo, concebendo sempre os nossos desejos e vontades, mesmo quando não percebemos.

Um agradecimento especial ao professor Charles Ricardo Lopes, que literalmente me carregou nas dificuldades durante o trajeto. Você é um exemplo de caráter e dedicação profissional que quero seguir na minha vida.

Nesses dois anos morando em São Paulo, conheci verdadeiros anjos que me acolheram em momentos diversos, obrigado Eduardo Santos, Daniela Mazuco, Fernanda Coutinho, Marília di Santi, Bianca Passarini.

Ao grande amigo Moisés, que teve participação direta tanto na coleta de dados quanto na análise estatística.

À grande amiga Ticiane Cruz, obrigado pelos conselhos, ajuda em sala de aula, carona e pelo compartilhamento de tantas risadas.

Obrigado Márcio Sindorf, pela ajuda na coleta de dados e pela disposição em sempre ajudar.

Obrigado Adilson, pelos momentos compartilhados na UNIMEP.

Nhado (Rodrigo), apesar do pouco tempo que nos conhecemos, obrigado pelo apoio no momentos difíceis em 2013, você foi fundamental na minha recuperação.

Equipe de futebol do XV de Piracicaba, Odair Patriarca e Fabinho

Aos funcionários da UNIMEP

Aos professores Rozangela, Paulo Marchetti, Rute, Guanis.

Bruno Roberto Alves Zwarg

RESUMO

O propósito do presente estudo foi comparar o efeito do treinamento pliométrico (TP) em diferentes superfícies (grama vs. areia) no desempenho de jogadores de futebol da categoria sub 20. O estudo foi longitudinal, realizado por dois grupos em paralelo alocados de forma randômica. Após randomização, 19 atletas do sexo masculino (idade: $18,1 \pm 1,15$; estatura: $1,78 \pm 0,06$; peso: $71,1 \pm 6,84$) completaram 5 semanas de treinamento pliométrico na areia (TPA) e jogadores na grama (TPG).

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando o teste de Shapiro-Wilk e Levene respectivamente. Os resultados são descritos como média e desvio padrão (DP). Uma ANOVA (2 x 2) de medidas repetidas com condição (pré e pós) e tipo de piso (areia e grama). Para os resultados de PSE e DOR, foi feito ANOVA Two-Way (2x5) com medidas repetidas, utilizando como condições: superfície (grama e areia) e semana de treino (1 a 5 semana) e post hoc de Bonferroni com correção. Uma significância de 5%. Foram realizadas antes e após o programa de 5 semanas os seguintes testes: Percepção Subjetiva de Esforça (PSE), Dor Muscular de Início Tardio (DMIT), Squat Jump (SJ), Contra-movimento Jump (CMJ) e Drop Jump (DJ) nas alturas 22,44, 66 e 88cm. Ao final do programa de treinamento foram observadas diferenças significativas nas avaliações relacionadas à PSE na quarta e quinta semana. Nos testes de SJ e CMJ foram encontrados aumentos significativos em ambos os grupos TPA e TPG. No teste de DJ foram encontradas melhoras significativas nas alturas de 44, 66 e 88cm somente no grupo TPA. Concluímos que o treinamento de pliometria realizado tanto areia como na grama foram

eficientes para gerar adaptações neuromusculares, no entanto no teste de DJ o grupo TPA foi mais responsivo frente ao TPG.

Palavras-chave: Treinamento, exercício pliométrico, futebol.

ABSTRACT

The objective of the present study is to compare the effect of the pilometric training (PT) in different surfaces (grass versus sand) on the soccer player performances of the sub category 20. The study was longitudinal, done by two parallel groups placed in random form. After randomization, 19 male athletes (age: 18,1 ~ 1,15; high: 1,78 ~ 0,06; weigh: 71,1 ~ 6, 84) completed pilometric training on the sand (PTS) and plyometric training on the grass (PTG).

The normality and homogeneity of variance were observed by the use of the Shapiro-Wilk and Levene respectively. These results are described as average and standard deviation (DP). A ANOVA (2x2) of repetitive measures with conditions (pre and pos) and type of ground (sand and grass). For the PSE and MPLS results, it was performed an ANOVA Two-Way (2x5) with repetitive measures, utilizing as conditions: surface (grass and sand) and training week (1 to 5 weeks) and Bonferroni post hoc test with corrections. A significance of 5% Before and after the 5 week training the following tests were performed: Subjective Perception of strives (PSE), Muscular Pain of Late Start (MPLS), Squat Jump (SJ), Countermovement Jump (CMJ) and Drop Jump (DJ) to heights of 22,44, 66 and 88 cm. AT the end of the training there were significant differences observed in relation to the PSE on the fourth and fifth week. On SJ and CMJ tests there was a significant raise on heights of 44, 66 and 88 only on TPA group. In conclusion, the pilometric training performed on both sand and grass were successful to generate neuromuscular adaptations, however on DJ test the TPA group was more responsive with TPG.

Key words: Training, plyometric exercises, soccer.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
REVISÃO DA LITERATURA.....	18
A Origem do futebol.....	18
Característica do jogo de futebol.....	20
A preparação física para jogadores de futebol.....	21
Treinamento de força no futebol.....	24
Treinamento pliométrico no futebol.....	25
Princípios do treinamento.....	27
Treinamento em diferentes tipos de superfície.....	28
CAE.....	30
Adaptações neurais ao treinamento pliométrico.....	31
OBJETIVOS.....	36
Objetivo geral.....	36
Objetivos específicos.....	36
MATERIAIS E MÉTODOS.....	36
Casuística.....	36
Critérios de inclusão.....	37
Recrutamento e adesão ao termo de consentimento livre esclarecido (TCLE).....	37
Desenho experimental e protocolo de treinamento.....	38
AVALIAÇÕES	44
Drop Jump.....	44
Squat Jump.....	45
Countermovement jump.....	46

Dor muscular de início tardio (DMIT)	47
PSE.....	48
ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	48
RESULTADOS.....	49
Dor.....	49
PSE.....	50
Drop Jump Pré x Pós grupo areia.....	52
Squat Jump (SJ).....	53
CMJ.....	54
DISCUSSÃO.....	55
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS – Certificado de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.....	71

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 – Mecanismos envolvidos no treinamento pliométrico.....	33
Figura 2 – Dispositivo de lançamento	39
Figura 3 – DJ → 22, 44, 66 e 88cm.....	44
Figura 4 – SJ → Salto Agachado.....	45
Figura 5 – CMJ → Salto contramovimento.....	46
Figura 6 – Alterações (média ± desvio padrão) na dor muscular.....	49
Figura 7 – Alterações (média ± desvio padrão) na PSE.....	50
Figura 8 – Dados expressos em média e desvio padrão do Drop Jump momento pré	51
Figura 9 – Alterações (média ± desvio padrão) no Drop Jump.....	52
Figura 10 – Dados expressos em média e desvio padrão do Squat Jump.....	53
Figura 11 – Dados expressos em média e desvio padrão do CMJ.....	54

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos estudos de treinamento pliométrico no futebol.....	34
Tabela 2 – Semana de familiarização ao treinamento pliométrico.....	41
Tabela 3 – Programa periodizado de treinamento semanal.....	42
Tabela 4 – Treinamento periodizado plométrico na grama e areia.....	43
Tabela 5 - Escala CR10 de Borg (1982) modificada por Foster et al. (2001)....	48

LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS

TP	Treinamento Pliométrico
CAE	Ciclo alongamento encurtamento
DJ	Drop Jump
SJ	Squat Jump
CMJ	Counter Movement Jump
UM	Unidade Motora
EMG	Eletromiografia
CM	Centro de massa
CR	Coeficiente de restituição
TPA	Treinamento pliométrico na areia
TPG	Treinamento pliométrico na grama
PSE	Percepção subjetiva de esforço

1. INTRODUÇÃO

Inúmeras modalidades esportivas têm como fator determinante a capacidade de força, caracterizadas por esforços de alta intensidade e curta duração. A capacidade de força exprime-se de forma diferenciada e relacionada à outras capacidades motoras, e pode ser manifestada na forma de força máxima, potência e resistência de força (HOFF et al., 2002; RONNESTAD et al., 2008).

Uma combinação destas manifestações de força pode auxiliar na execução das habilidades esportivas nos mais variados esportes, sobretudo nas modalidades coletivas que envolvem saltos, arremessos, lançamentos, arrancadas, chutes, dribles e corridas com mudança de direção em curtos espaços, sendo a potência um dos principais fatores para o sucesso desportivo (HOFF et al., 2002; RONNESTAD et al., 2008).

Dentre os vários métodos para o desenvolvimento da potência, pode-se destacar o treinamento pliométrico (TP) que é um dos métodos de treinamento mais utilizados em modalidades coletivas (MILLER et al., 2006; IMPELLIZZERI et al., 2008; RONNESTAD et al., 2008; CAMPO et al., 2009; MEYLAN e MALATESTA, 2009; THOMAS, FRENCH e HAYES, 2009; CHELLY et al., 2010; ASADI, 2011; RUBLEY et al., 2011; GRIECO et al., 2012;), que envolve a execução de saltos profundos e quedas com alturas pré-determinadas utilizando o peso corporal e ações musculares excêntricas e concêntricas, denominado como ciclo alongamento-encurtamento (CAE).

Isto ocorre baseado-se no aproveitamento do potencial elástico acumulado durante ações excêntricas, nas quais parte da energia mecânica absorvida é dissipada sob a forma de energia potencial elástica e liberado

posteriormente na fase concêntrica sob a forma de energia cinética. Isso gera aumento da produção de força com o menor custo metabólico (HEGLUND e CAVAGNA, 1987; THOMAS, FRENCH e HAYES, 2009). Dessa forma, para que o CAE seja devidamente aproveitado, a passagem da fase excêntrica para a concêntrica deve ser feita de forma rápida de modo que a energia potencial elástica seja convertida em energia cinética. Quando a passagem de uma fase para outra é feita lentamente, a energia potencial elástica pode ser dissipada e assim, liberada na forma de calor (HEGLUND e CAVAGNA, 1987).

Tal mecanismo tem sido alvo de pesquisas e debates científicos devido à sua potencial utilização e resposta latente em atletas, como melhora das adaptações neuromusculares (RUTHERFORD e JONES, 1986; BEHM e SALE, 1993; BEHN, 1995; HOFF et al., 2002).

O TP também tem sido inserido em programas de treinamento de diversas modalidades esportivas, tanto individuais quanto coletivas, com o objetivo de melhorar a economia de corrida, altura dos saltos e aumento de força (MARKOVIC, 2007; VILLARREAL, NEWTON e REQUENA, 2009). Estes estudos observaram diferentes efeitos. A discrepância nos resultados deve-se nas diferentes características dos participantes do programa de treinamento, tais como o nível de treinamento, sexo, idade, atividade esportiva ou familiaridade com TP.

Contudo, o tipo de solo em que o treinamento pliométrico é realizado pode interferir nos resultados obtidos (IMPELLIZZERI et al., 2008; UTSCH et al., 2009 CAMPILLO, ANDRADE e IZQUIERDO, 2013). Alguns estudos que investigaram o efeito do treinamento pliométrico utilizaram testes de saltos e força máxima, mas poucos estudaram a influência da superfície

empregada no treinamento de pliometria sobre os parâmetros de performance, como grama (IMPELLIZZERI, 2008) ou plataformas de força (MAARTEN et al, 1987) e significativamente em menor número o uso da areia (IMPELLIZZERI, 2008). Chelly et al. (2010) verificaram significativos aumentos em parâmetros de saltos e velocidade após oito semanas de treinamento pliométrico na grama. No entanto esses autores não compararam com outros modelos de treinamento pliométrico utilizando diferentes superfícies.

Impelizzeri et al. (2008); Utsch et al. (2009); Markovic e Mikulic (2010); ao compararem os efeitos do treinamento pliométrico realizado na areia e grama, constataram que apesar das melhoras similares no Squat Jump, o treinamento na grama promoveu maiores ganhos no Counter Movement Jump.

No entanto, em relação aos efeitos do treinamento pliométrico realizado em superfícies não rígidas sobre força e potência muscular, os resultados atuais não são conclusivos.

Assim, devido a escassez de estudos que investigaram as respostas da performance relacionado ao treinamento pliométrico comparando diferentes superfícies, o presente estudo teve como objetivo comparar os efeitos de cinco semanas de treinamento pliométrico executado em superfície de grama e na areia sobre os parâmetros de performance em atletas de futebol da categoria sub 20.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A origem do futebol

Historiadores descobriram vestígios dos jogos de bola em várias culturas antigas, mas estes jogos utilizando uma bola ainda não era o futebol, pois não havia as regras que controlam o jogo nos dias atuais, porém, desde os tempos antigos, o homem demonstra interesse nesse esporte.

O futebol foi praticado na China por volta de 3000 a.C., onde os militares jogavam com a cabeça dos inimigos. Com o tempo, a cabeça foi substituída por bolas de couro. O futebol também foi praticado no Japão por integrantes da corte do imperador japonês, onde era chamado de Kemari e era praticado em um campo de aproximadamente 200 metros quadrados. A bola era feita de fibras de bambu e entre as regras, o contato físico era proibido entre os 16 jogadores (8 para cada equipe). O futebol ainda passou pela Grécia e Roma. Os Gregos criaram o jogo por volta do século I a.C. com o nome de Episkiros, onde soldados dividiam-se em duas equipes e jogavam em um terreno retangular. Quando os romanos conquistaram a Grécia, entraram em contato com a cultura grega e acabaram assimilando o Episkiros, porém o jogo tomou uma conotação muito mais violenta (UNZELTE, 2002).

Na idade média, relatos de um esporte muito parecido com o futebol, mas com muita violência era praticado também por militares e era chamado de Soule ou Harpastum. Nesse jogo, era permitido aplicar golpes violentos como chutes e socos, além de outros golpes violentos, há inclusive relatos de que acontecia a morte de alguns participantes durante a partida (UNZELTE, 2002).

O esporte chegou à Itália medieval com o nome de Gioco del Calcio e era praticado em praças com equipes de 27 jogadores. A equipe deveria levar

a bola até os dois postes que ficavam nos cantos extremos da praça, a violência nessa época também eram muito comum, pois os participantes levavam para campo os problemas principalmente por questões sociais da época medieval. O Rei Eduardo II proibiu a prática do jogo, pois o barulho, a desorganização e a violência eram muito grandes. Porém, o jogo não terminou. Alguns integrantes da nobreza criaram novas regras em que a violência não era permitida (UNZELTE, 2002).

Por volta do século XVII o esporte chega à Inglaterra ganhando regras diferentes. A medida do campo de jogo ficou pré-estabelecida em 120 x 180m, com dois arcos retangulares em suas extremidades chamados de gol, e a bola era de couro. Com regras claras e objetivas, o futebol começou a ser praticado por estudantes e filhos da nobreza inglesa e aos poucos foi se popularizando. Em 1871 foi criada a posição do goleiro, em que era permitido segurar a bola com as mãos. Em 1875 foi estabelecido o tempo de jogo de 90 minutos; em 1891 a penalidade máxima; e em 1907 a regra do impedimento (CASTRO, 2008).

Em 1885 o futebol foi profissionalizado e a criada a International Board com o objetivo de estabelecer e mudar as regras do futebol quando houvesse necessidade.

Em 1897 uma equipe Inglesa de futebol chamada Corinthians realizou uma excursão fora da Europa, difundindo o futebol em diversas partes do mundo.

Em 1904 foi criada a FIFA (Federation International of Football Association), que organiza até hoje o futebol em todo o mundo.

O paulistano Charles Miller foi o responsável por trazer o futebol para o Brasil. Charles Miller foi estudar na Inglaterra e lá fez o contato com o esporte. Em 1894 retornou ao Brasil com uma bola de futebol, assim como as regras do jogo. Há alguns relatos de que no dia 15 de abril de 1895 aconteceu a primeira partida de futebol entre funcionários de uma companhia de gás contra Companhia Ferroviária São Paulo Railway. O São Paulo Athletic foi a primeira equipe a se formar no Brasil em 13 de maio de 1888. Os praticantes do futebol no Brasil eram somente a elite, sendo proibida a participação de negros nos jogos (ZIGG, et al., 2004).

2.2 Característica do jogo de futebol

Em uma partida de futebol, ações como corridas rápidas, curtas ou longas, saltos, quedas e deslocamento com mudança de direção, são feitas em sua grande maioria sem a posse de bola, com o objetivo de criar espaços para seus companheiros que estão com a bola, enganar os adversários ou acompanhar seus oponentes (REILLY et al., 2000).

A intensidade, percentual da distância percorrida, duração, quantidade de ações motoras em alta intensidade, número de *sprints* e pausa entre cada um desses, tempo de ação com o domínio e sem o domínio da bola, e forma de deslocamento são fatores que necessitam ser identificados para um melhor aproveitamento do atleta (BANGSBO; 1994).

Bangsbo et al. (2006) em outro trabalho, verificou que atletas ficaram 17 % da partida parados, que equivale a 17 minutos de jogo; 39 % caminhando até 4 km/h, que equivale a 37 minutos de jogo; 35 % em atividades de baixa e moderada intensidade entre 8 a 16 km/h; 8 % em atividades de alta intensidade

entre 17 a 23 km/h, que equivale a 8 minutos; 1 % de *sprints* acima de 24 km/h; e de 0,5 a 3 % em atividades com a bola, que equivale de 30 segundos a 3 minutos. Quanto à fadiga que acomete os atletas, a queda de performance pode chegar a 5 % da segunda em relação a primeira etapa do jogo.

Santos e Soares (2001) descreveu a distância percorrida por jogadores de futebol como algo em torno de 10 a 12km por partida. No entanto, esta distância percorrida depende da importância da partida, nível de condição de cada atleta e a categoria em que a equipe se encontra.

Outros autores também encontraram distância percorrida entre 9,5 e 11km em jogadores de futebol profissional (WITHERS, 1982, REILLY, 1994).

No entanto, os atletas de futebol também necessitam de boa compreensão tática, e elevada capacidade física. (BALIKAN et al., 2002; BANGSBO et al., 2006; GOULART et al., 2007).

2.3 A preparação física para jogadores de futebol

Para a formação de jogadores de futebol, vários aspectos devem ser observados na sua preparação. Dentre eles: planejar e monitorar sistematicamente o controle da intensidade, volume, frequência de treinamento, tipo de exercício físico e recuperação (LOPES, 2005).

A característica principal do futebol é o trabalho intermitente, caracterizado pelas corridas curtas com mudança de direção, saltos, giros, movimentos explosivos, *sprints* repetidos, sem tempos de pausa estipulados entre cada ação motora (STOLEN, et al.; 2005; BOSCO, 2007).

Alguns estudos indicam que o desempenho físico no futebol depende de várias características, especificamente resistência de *sprints*, força, velocidade,

e agilidade; sendo que todas estas capacidades físicas devem ser bem desenvolvidas, de modo a atingir um elevado nível de desempenho no futebol (STOLEN, et al.; 2005; BOSCO, 2007). Pesquisas anteriores revelaram que as equipes de maior sucesso no futebol moderno tem a capacidade de executar e repetir ações de alta velocidade com mais frequência do que as equipes menos bem sucedidas (REILLY, 2005). Essas ações têm sido relatadas a caracterizar os momentos cruciais de uma partida de futebol (por exemplo, pontuação, posição de pontuação, ganhando ou também perdendo posição defensiva importante) (REILLY, 2005).

Além disso, observou-se a capacidade de repetir *sprints* de alta velocidade durante um jogo de futebol. Outras análises (BANGSBO et al., 2006) revelam que as ações de *sprint* de alta velocidade representam 1-11% do total distância percorrida durante uma partida de futebol (BANGSBO et al., 2006). A maioria dos jogadores realizam *sprints* curtos (2-4 s) a cada 60-90 s, dependendo do papel e da posição do jogador (BANGSBO et al., 2006). Assim, a duração dessas ações *sprints* de alta intensidade destaca uma grande capacidade de aceleração.

Um bom planejamento do treinamento físico favorece um desenvolvimento lógico e sequencial das capacidades biomotoras do atleta (LOPES, 2005), pois o treinamento físico no futebol tem como objetivo elevar o nível de cada atleta para que possam desenvolver toda a sua capacidade física.

Em uma partida de futebol, a combinação de ações como *sprints*, saltos, arranques e deslocamento com mudança de direção são essenciais para um bom desempenho atlético. Sendo assim, a capacidade de produção de força do

sistema muscular esquelético representa um aspecto muito importante na avaliação da condição física. Essas ações são definidas como capacidades biomotoras, pois utilizam-se de três tipos de manifestação da força. São elas: força máxima, força explosiva e força de resistência (LOPES, 2005; GOMES, 2009). Deste modo, a força máxima e potência dividem com a resistência a importância das capacidades de força em uma partida de futebol (STOLEM et al., 2005).

O desenvolvimento da força muscular depende de vários fatores. Os mais comuns são: a posição inicial, velocidade de alongamento e encurtamento, tipos de fibras musculares, número de unidades motoras, área da seção transversa do músculo, frequência de impulso e o substrato disponível para exercitar o músculo (STOLEM et al., 2005).

Dentre as várias manifestações de força, a potência muscular possui um papel determinante nas ações motoras de alta intensidade e esforços intermitentes executados nesta modalidade. (GOMES; SOUZA, 2008).

Outra capacidade importante no futebol é a velocidade; e para que ocorra melhora nesta capacidade física, um treinamento constituído somente de estímulos de velocidade não se faz suficiente. Para isso, o atleta deve melhorar suas qualidades de força por meio de um treinamento específico de fortalecimento dos membros inferiores (WEINECK, 2000).

Desta forma, faz-se importante organizar a distribuição das cargas de treinamento para as capacidades físicas supra-citadas nos períodos preparatórios e competitivos.

2.4 Treinamento de força no futebol

Dentre as distintas manifestações de força, o trabalho de velocidade, força máxima e potência são específicos para o ótimo desempenho durante os jogos de futebol, conforme constam em alguns estudos (RONNESTAD, et al., 2008; CAMPO, et al., 2009; MEYLAN e MALATESTA, 2009; CHELY, et. al., 2010).

No estudo de RONNESTAD, et. al. (2008), houve melhora de força máxima, SJ e sprint, após programa de 7 semanas treinamento de resistência de força.

Já no estudo de Campo, et. al. (2009), também realizou-se o trabalho de força juntamente com os exercícios pliométricos, em um total de 12 semanas e periodicidade de 3x na semana, onde foram encontradas melhorias na potência muscular.

Em um trabalho de 8 semanas, Meylan e Malatesta (2009), realizaram 4 exercícios de força de 6 a 12 RM, e periodicidade de 2x semanais. Houve melhora nos testes de sprint e CMJ.

Chelly, et. al. (2010), realizaram 8 semanas com treinamento de força máxima, onde os autores também observaram melhora significativa nos testes de força máxima, SJ, CMJ, *sprint* 5m e *sprint* 40m.

Os estudos citados acima mostram que o treinamento de força pode ser eficaz na melhora das capacidades de ordem neurais inerentes aos movimentos de alta intensidade realizados no futebol.

2.5 Treinamento pliométrico no futebol

O treinamento de pliometria é um método eficiente para a melhora da potência, melhora na economia de energia, estabilidade articular e redução significativa de lesões no joelho (IMPELLIZZERI et al., 2008).

Em um estudo realizado por VISSING et al. (2008) com o objetivo de comparar as alterações na força muscular e morfologia induzida pelo treinamento de força versus treinamento pliométrico de 12 semanas, constataram aumento no tamanho da área da secção transversa do músculo em ambos os treinamentos e os ganhos de força máxima foram essencialmente semelhantes entre os grupos, enquanto que potência muscular aumentou quase que exclusivamente com treinamento pliométrico.

O estudo de MILLER et al. (2006), observou aumento significativo na agilidade em atletas de futebol da categoria juvenil após um programa de treinamento de seis semanas, com o treinamento pliométrico sendo realizado com uma periodicidade de 2 vezes na semana..

Em seu estudo de revisão MARKOVIC (2007), verificou que o treinamento pliométrico promoveu um aumento significativo e relevante na melhora da altura do salto com média variando a partir de 4,7% (salto agachado e salto em profundidade), 5% (contra movimento com auxílio dos braços) para 8,7% (contra movimento sem auxílio dos braços).

Impellizzeri, et. al. (2008), observou o resultado do treinamento pliométrico em superfícies distintas (grama e areia), o estudo teve uma duração de 4 semanas e o treinamento pliométrico foi realizado 3 vezes na semana. O estudo apresentou melhora em ambos os grupos sendo que as melhoras na areia foram maiores que na grama em todos os testes realizados.

Campo, et. al. (2009), realizou 12 semanas de treinamento pliométrico, os atletas realizaram 105 saltos por semana, divididos em 3 treinamentos semanais, onde houve melhora na força de explosão. A população estudada eram jogadores de futebol adulto.

O treinamento pliométrico que foi realizado 2 vezes na semana, foi inserido nos estudos de Meylan e Malatesta (2009); Thomas, French e Hayes (2009); Asadi (2011); Grieco, et. al. (2012); Campillo, et. al. (2013). A população estudada foi composta por jogadores de futebol durante a puberdade, jogadores semi-profissionais, jogadoras de futebol profissional, estudantes universitários e adolescentes não treinados respectivamente. Os estudos apresentaram respectivamente melhoras nos testes de sprint (10m) e ausência de resultado no SJ, melhora nos saltos verticais sem mudança no *sprint* além de diminuir a agilidade em ambos os grupos, melhora no DJ, CMJ e sprint (20m), aumento significativo no VO2 pico, VO2 e economia de energia, porém sem aumento de força isométrica e melhora do SJ, DJ e diminuiu o CMJ.

ZWARG et al. (2013), em revisão de literatura, comparou vários estudos (IMPELLIZZERI et al., 2008; MEYLAN e MALATESTA, 2009; CHELLY et al., 2010; CAMPO et al., 2009; RONNESTAD et al., 2008; GRIECO et al., 2012; RUBLEY et al., 2011; MILLER et al., 2006; THOMAS, FRENCH e HAYES, 2009; ASADI, 2011). Esses estudos observaram que o TP colabora positivamente com o desempenho de atletas de futebol, por meio da melhora no CAE, tempo de contato com o solo e *sprints*.

2.6 Princípios do treinamento

Ide, et. al., (2010) afirma que preparadores físicos devem ter uma estrutura como base para planejar o treinamento, essa estrutura é baseada em alguns princípios do treinamento físico que são responsáveis pela estimulação e adaptação para aprimorar o treinamento. São eles: princípio da individualidade biológica, princípio da sobrecarga, princípio da especificidade, princípio da variabilidade, princípio da reversibilidade e princípio da manutenção.

O princípio da individualidade biológica, mostra que cada indivíduo é diferente (genótipo x fenótipo), assim, o treinamento deve ser individual, de acordo com a característica e necessidade de cada um (DANTAS, 1997).

O princípio da sobrecarga, faz com que o exercício possa agir no organismo quebrando a homeostase e provocando novas adaptações positivas, com um repouso e descanso ideal ocasionando a supercompensação (MONTEIRO e LOPES; 2009; IDE, et. al.; 2010).

O princípio da especificidade refere-se às adaptações fisiológicas em que cada modalidade exige do participante, isso significa que o treinamento deve respeitar principalmente os movimentos específicos, grupos musculares envolvidos e sistema de produção de energia utilizado (MONTEIRO; LOPES, 2009; MCARDLE et al, 2008).

O princípio da variabilidade, deve acontecer para que o organismo sofra constante quebra da homeostase, alternando as vias metabólicas durante o treinamento, se esse princípio não é utilizado o processo adaptativo é estagnado (MONTEIRO e LOPES, 2009; IDE et al., 2010).

O princípio da reversibilidade faz com que o destreino seja feito de forma gradual (IDE, et. al., 2010).

E o último, o princípio da manutenção, para que um atleta mantenha um determinado nível de *performance*, mesmo com a diminuição do volume de treinamento em torno de 25 a 30%, permite que os efeitos de treinamento se mantenham por um período de 2 a 3 meses (MONTEIRO e LOPES, 2009; (WILMORE e COSTILL, 2010).

2.7 Treinamento em diferentes tipos de superfície

Algumas equipes esportivas utilizam parte do treinamento físico na areia como uma alternativa em busca de melhores resultados, e algumas pesquisas observaram diferentes respostas neuromusculares associados ao treinamento nos diferentes tipos de superfície (MIYAMA e NOSAKA, 2004; BINNIE, et al.; 2013a no prelo; BINNIE, et al. 2013b no prelo; BINNIE, et al.; 2013c no prelo; CAMPILLO, et al., 2013).

No estudo de BINNIE, et al.; (2013)a, os resultados sugerem que a sessão de treinamento intervalado padronizado em determinada superfície, pode resultar em uma resposta fisiológica maior vivida pelo atleta para uma determinada sessão de treinamento. Além disso, a força do impacto menor na areia parece limitar o dano e a dor muscular para a capacidade de desempenho em relação à intensidade do exercício.

Em outro estudo, BINNIE, et al. (2013)b também encontrou diferentes respostas quando o mesmo esporte foi praticado em superfícies diferentes. Seja na cinemática ou padrão muscular do movimento, tais resultados contribuíram para um gasto energético significativo. O mesmo autor (BINNIE, et

al.; 2013c), realizou um estudo em que um grupo realizou exercícios na areia e na grama e outro grupo somente na grama. O resultado após 8 semanas de treinamento foi que o grupo que treinou nos dois tipos de piso melhorou significativamente o *sprint* de 20m quando comparado com o grupo que treinou somente na grama.

Impellizzeri, et. al. (2008), realizou um treinamento de 4 semanas com jogadores de futebol amadores, onde grupos foram divididos para realizar o treinamento na grama e na areia. O treinamento pliométrico foi efetuado por 3x semanais, onde o resultado apresentou melhora em ambos os grupos no SJ, CMJ, *sprint* de 10 e 20m. Os resultados na areia foram significativamente maiores do que na grama em todos os testes realizados.

Utsch, et. al. (2009), analisou os efeitos de um protocolo sistematizado de treinamento realizado na grama e na areia sobre o salto vertical e *sprint* de 10, 20 e 30m em jogadores juvenis de futebol. Apenas na distância de 20m, os grupos apresentaram alguma evolução positiva, mas não significativa. Nas outras distâncias, verificou-se um desempenho inferior, sendo que para o grupo que treinou na grama, foi significativa a diferença nas distâncias de 10 e 30m; e para o grupo areia, foi significativa a diferença na distância de 10m. Com estes resultados, supomos que o treinamento aplicado não produziu os efeitos desejados de melhoria da velocidade.

Campillo, et. al. (2013), analisou o treinamento pliométrico em dois tipos de pisos, ambos no interior de um ginásio de esportes, sendo que uma das superfícies tinha a rigidez maior que a outra. O treinamento pliométrico foi realizado por um período de 7 semanas, 2x semana. 29 sujeitos foram separados aleatoriamente em 4 grupos: grupo controle (n=5), grupo de volume

moderado (n=9, 780 saltos), grupo de volume moderado no piso rígido (n=8, 780 saltos), e grupo de alto volume (n=7, 1560 saltos). Uma série de testes foi realizada antes e após as 7 semanas de treinamento pliométrico. Estes testes avaliaram a força máxima (5 repetições máximas), DJ (20, 40 e 60cm), SJ e CMJ, velocidade 20m, agilidade, peso e altura. Os resultados do estudo sugerem que um alto volume de carga aumenta significativamente a força explosiva que requer a utilização do ciclo alongamento-encurtamento (DJ e *sprint*) em comparação ao que foi observado com o treinamento de volume moderado.

2.8 Ciclo Alongamento/Encurtamento (CAE)

Segundo NICOL (2006), treinamento pliométrico pode ser definido basicamente como ciclo alongamento e encurtamento (CAE). O sistema nervoso é condicionado a reagir mais rapidamente ao CAE que é a soma da absorção do impacto com a liberação da energia elástica através da função muscular no qual primeiramente a pré-ativação muscular é promovida pelo alongamento (ação excêntrica) seguido pela contração muscular resultante de uma ação de encurtamento (ação concêntrica).

O CAE é um mecanismo fisiológico baseado no aproveitamento do potencial elástico acumulado durante ações excêntricas (no qual tem parte da energia mecânica absorvida e armazenada sob forma de energia potencial elástica) e liberado posteriormente na fase concêntrica sob a forma de energia cinética, aumentando a produção de força com o menor custo metabólico (HEGLUND, CAVAGNA, 1987; THOMAS et al., 2009), e tem como função aumentar a eficiência mecânica do treinamento pliométrico e, em

conseqüência, o desempenho motor de um gesto atlético. O CAE ocorre quando um rápido alongamento muscular (ações excêntricas) são seguidas imediatamente por um rápido encurtamento (ações concêntricas). O sistema nervoso é condicionado a reagir mais rapidamente, denominado de ciclo alongamento-encurtamento (KOMI, 2000; NETO et al., 2005; MARKOVIC, 2007; IMPELLIZZERI et al., 2008; RONNESTAD et al., 2008 CAMPO et al., 2009).

Dessa forma, para que o CAE seja devidamente aproveitado, a passagem da fase excêntrica para a concêntrica deve ser feita de forma rápida, de modo que a energia potencial elástica seja convertida em energia cinética. Quando a passagem de uma fase para outra é feita de forma lenta, a energia potencial elástica poderá ser dissipada e assim perdida na forma de calor (HEGLUND, CAVAGNA, 1987).

Portanto, é possível afirmar que o TP melhora a *performance* por meio da economia de movimento e tempo de contato com o solo (HEGLUND e CAVAGNA, 1987; KOMI, 2000)

2.9 Adaptações neurais ao treinamento pliométrico

Adaptação neural é definida através de vários fatores que atuam em conjunto. São eles: sincronização de unidades motoras (UMs) e intergrupamentos musculares sinergistas; ativação de grupamentos musculares agonistas; inibição de grupamentos musculares antagonistas; aumento da velocidade de condução e frequência dos estímulos nervosos; atenuação da resposta inibitória dos órgãos tendinosos de golgi e ativação da resposta excitatória do fuso muscular (HAKKINEN, 1989; STOLEN, et. al., 2005). Tem

sido sugerido que a melhoria da capacidade de executar o exercício proposto é devido a maior capacidade para coordenar grupos musculares envolvidos no movimento (HOFF et al., 2002), e que as adaptações neurais ocorrem no início de qualquer treinamento, aumentando a ativação do músculo esquelético e recrutamento de mais UM. O aumento do número de UMs recrutadas, a frequência de disparo, além da pré-ativação muscular, são utilizados para explicar o fenômeno das adaptações neurais do TP, por meio de adaptações relacionadas ao controle neural, que apresenta papel fundamental nos exercícios que utilizam CAE.

A maioria dos estudos tem utilizado a eletromiografia (EMG) para detectar mudanças na atividade durante contração voluntária máxima. KOMI (2000) apresentou a pré-ativação muscular antes do impacto do solo e facilitando o alongamento muscular, durante a fase inicial excêntrica e posterior concêntrica (MARKOVIC, MIKULIC; 2010).

A figura 1 representa os diversos mecanismos envolvidos no TP que levam ao incremento das adaptações fisiológicas/ moleculares e de *performance*, e a tabela 1 representa alguns estudos com o treinamento pliométrico no futebol (ZWARG, et. al 2013)

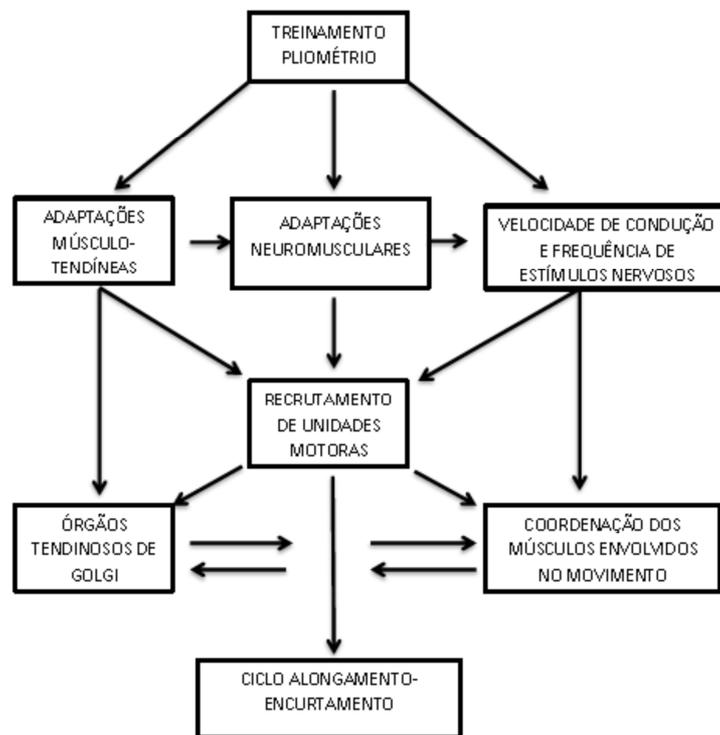


Figura 1. Mecanismos envolvidos no treinamento pliométrico

Na tabela 1 encontram-se os estudos que observaram as adaptações do treinamento pliométrico em atletas de futebol de campo.

Tabela 1 – Descrição dos estudos de treinamento pliométrico no futebol

Estudo	Superfície	Desempenho	semanas	Metodologia	Periodicidade	N	Nível de aptidão física
Miller e col.; 2006.	Não Informado	Houve um aumento em ambos os grupos na parte de agilidade.	6 semanas	O treino teve entre 90 a 140 saltos verticais, horizontais e laterais.	2x Semana	28	Atletas de agilidade.
Impellizzeri e col.; 2008	Areia e Grama	Houve melhora em ambos os grupos onde realizaram os SJ, CMJ, Sprint 10m e Sprint 20m, sendo que as melhoras na areia foram maiores do que na grama em todos os testes realizados.	4	Foram realizados 147 squat jump (SJ) e salto contramovimento (CMJ) feitos em 15mim com cerca de 15-30s e 1-2 mim de pausa durante 4 semanas em alta intensidade.	3x sem	44	Ativos, jogadores de futebol amadores.
Rønnestad e col.; 2008.	Não Informado.	Melhora de força máxima, SJ e sprint, o grupo controle não houve melhoras no SJ.	7	Foram realizados testes de força máxima, salto contramovimento (CMJ), (SJ) e Sprint 40m. A força máxima foi feita entre 12-15 repetições, 200 CMJ, força máxima realizou 2 a 3 series e SJ e 4-5 sprint máximo. Os sprints teve 3mim de descanso, já nos saltos teve o descanso de 15mim e a intensidade do treinamento é alta.	6-8x sem	21 participantes	Ativos, jogadores de futebol profissional
Campo e col.; 2009.	Grama	Não houve aumento significativo nos testes CMJ, SJ e massa corporal, melhora de força de explosão.	12	Foram realizadas (CMJ, SJ e massa corporal) através de 105 saltos durante as 12 semanas sendo em média 5mim de pausa por dia de treinamento o treinamento é intenso.	3x sem	20	Ativos, jogadores adulto de futebol
Utsch e col.; 2009	Grama e areia	↑Areia CMJ. ↓sprint areia 10 e 30m, grama 10m	8	Saltos horizontais e verticais, com e sem barreiras, sprint 25m	3x sem nas primeiras 4 semanas 2x sem nas ultimas 4 semanas	28	22 atletas juvenis e 6 atletas infantis
Meylan e Malatesta; 2009.	Grama	Houve melhora na nos testes de Sprint 10m, CMJ e CT, porem no SJ que ocorreu a ausência de melhoria.	8	Foram realizados (SJ, sprint 10m, CMJ e CT) em quatro exercícios de 6 a 12 repetições durante 20 a 25mim a intensidade do treino foi determinada através do grau de descanso dos atletas.	2x sem	11	Ativos, jogadores de futebol durante a puberdade

Continuação da tabela 1.

Estudo	Superfície	Desempenho	semanas	Metodologia	Periodicidade	N	Nível de aptidão física
Thomas, French e Hayes; 2009.	Não informado	Houve uma melhora no saltos verticais, não houve mudança no Sprint e diminui a agilidade de ambos os grupos.	6 semanas	O DJ e CMJ foi realizado com 40cm, os saltos começaram com 80 repetições e depois 120 repetições.	2x Semana	20	Jogadores semi-profissionais de futebol
Chelly e col.; 2010.	Não informado.	Houve melhora significativa nos teste de força máxima 1RM, SJ, CMJ, Sprint 5m, Sprint 20m e Sprint 40m e também um ganho significativo de massa corporal	8	Foram realizados (Força Máxima 1RM, SJ, CMJ, Sprint 5m, Sprint 20m e Sprint 40m. O total de saltos de 430 realizados nas 8 semanas com uma pausa de 1mim, já os Sprint teve uma pausa de 5mim.	Trabalho quinzenal	23	Ativos, jogadores de futebol da categoria juniores
Rubley e col.; 2011.	Não informado	Houve um aumento significativo na distancia do chute e no VJ. No SV não houve melhora significativa	14 semanas	O treinamento foi separado em SV e VJ sendo o total de 176 saltos.	1x Semana	16	Jogadoras adolescentes.
Asadi, 2011	Areia	Houve uma melhora com o treinamento DJ e CMJ no Sprint 20m, e o grupo de controle e o grupo da areia só houve melhoria no musculo VL.	6 semanas	20mim de treino (Dj e CMJ) e 5' descanso 5 series de 20 repetições (DJ e CMJ) com 8 segundos de intervalo. Altura da caixa 45cm. Realizaram testes de Sprint 20m.	2x semana	27	Estudantes universitários saudáveis.
Grieco e col.; 2012.	Não informado	Houve um aumento significativo no VO2 pico, VO2 e na economia de energia. Porém nos testes de força isométrica, EE e RTR não houve aumento significativo.	12	Foram realizados testes de VO2, (RER), VO2 pico, RE, Força isométrica máxima. O teste (RER) e RE foi realizado a 9km, a força isométrica máxima foi realizada 30 saltos por sessão e intensidade alta.	2x sem	11	Ativos, jogadoras de futebol profissional
Campillo e col.; 2013	Superfície dura e macia de um ginásio	↑SJ (MVG), ↓CMJ (MVG _{HS} e HVG); 20cm ↑ DJ (MVG _{HS} e HVG); 40cm ↑ DJ (MVG _{HS}); 60cm sem diferença significativa; HVG ↓ sprint; MVG e HVG ↓ agilidade	7 semanas	MVG 60 saltos por sessão 780 total MVG _{HS} 60 saltos por sessão 780 total HVG 720 saltos por sessão 1.560 total	2 x sem	29	Adolescentes não treinados

EC- economia de corrida; SJ- Squat Jump; CMJ- Countermovement Jump; RM- Repetição Máxima; PP- Pré-Teste e Pós- Teste; GP- Grupo Pliométrico; GC- Grupo de Controle; RTR- Relação de Troca Respiratória; EE- Economia de energia; MVG – Volume moderado; MVG_{HS} – Volume moderado em superfície rígida; HVG – Alto volume.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Verificar o efeito de um programa de cinco semanas de treinamento pliométrico em solo de grama *versus* areia, em relação à performance em atletas de futebol da categoria sub 20.

3.2 Objetivos específicos

Verificar o efeito do programa de treinamento pliométrico na grama *versus* areia na força de membros inferiores por meio do teste de *performance* Drop Jump (DJ).

Verificar a resposta dos exercícios pliométricos nos testes de SJ e CMJ.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Casuística

Participaram do estudo 19 atletas do sexo masculino (idade: $18,1 \pm 1,15$; estatura: $1,78 \pm 0,06$; peso: $71,1 \pm 6,84$), membros do time de futebol da categoria sub 20 de nível estadual.

O número de voluntários ($n=19$) foi determinado utilizando os dados do CMJ e SJ de um estudo piloto previamente realizado, com indivíduos que possuíam as mesmas características da que foi empregada no presente estudo, baseado em significância de 5% e um poder do teste de 80%.

4.2 Critérios de inclusão

Foram utilizados como critérios de inclusão: (1) pertencer à respectiva equipe no mínimo há 6 meses; (2) terem participado ao menos quatro vezes por semana dos treinamentos da equipe durante os últimos seis meses; (3) estarem livres de lesão e não terem ficado afastados por mais de trinta dias dos treinamentos que antecederam o início do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba sob o número 38/12.

4.3 Recrutamento e adesão ao termo de consentimento livre esclarecido (TCLE)

O recrutamento dos voluntários ocorreu por meio de reunião entre os responsáveis pelo estudo e a comissão técnica juntamente com os atletas, na qual foram explicadas de forma clara e detalhada os objetivos da pesquisa, a metodologia, os benefícios relacionados com a melhora da performance e quais seriam os possíveis riscos que eventualmente poderia existir na abordagem metodológica. A explicação em grupo foi a forma predominante para tais informações.

Em tendo concordância dos voluntários, todos responderam ao questionário de saúde e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE (anexo 1), após serem informados sobre a pesquisa e o protocolo experimental.

4.4 Desenho experimental e protocolo de treinamento

Para garantir as diferenças na rigidez dos diferentes pisos, foi calculado o coeficiente de restituição da bola frente a três tipos de superfície (cimento, grama e areia). Foi realizada uma análise cinemática visando obter a altura (h_2) que a bola atingiu após o primeiro impacto com o solo. Os dados cinemáticos foram obtidos por meio de uma filmadora marca Canon, modelo T2i, com taxa de aquisição de 60 quadros por segundo e com a digitalização do centro de massa (CM) da bola através do software Skillspector 1.3.2. A bola foi lançada por meio de um dispositivo em que uma bola oficial de futebol de campo, com circunferência de 0,68m, massa de 0,409 Kg e pressão de 0,80 bar, foi solta a partir do repouso de uma altura $h_1 = 1,42$ m sobre as três diferentes superfícies. Durante a queda, a bola não apresentou rotação, caindo exclusivamente em translação. Foi utilizado o filtro polinomial segunda ordem Savitzky – Golay para atenuação dos dados de posição, velocidade e aceleração. O Coeficiente de Restituição (CR) foi calculado pela equação $CR = \sqrt{h_2/h_1}$ e os valores foram de 0,84; 0,72 e 0,50, respectivamente para as superfícies (cimento, grama e areia).

Os participantes ($n = 19$) foram divididos de forma aleatória em dois grupos: TP na areia (TPA, $n = 10$) e TP na grama (TPG, $n = 9$). O treinamento foi realizado na fase de pré-temporada dos Jogos Abertos do Interior Cidade de Bauru/SP do ano de 2012. Para o desenvolvimento do treinamento, os atletas foram instruídos a utilizarem o mesmo calçado durante todo o período estudado, e o protocolo de treinamento foi realizado sempre no mesmo horário todos os dias a partir da semana de familiarização.

Um dispositivo de lançamento foi elaborado para que a análise cinemática pudesse ser feita de forma confiável. A bola partia de uma altura de 143cm a partir do momento que o lançador liberasse a trava. O dispositivo foi elaborado de forma que a bola não ficasse em contato com nenhuma parte além das travas e que não produzisse energia permitindo apenas o deslocamento em translação.



Figura 2 – Dispositivo de lançamento

O treinamento pliométrico foi realizado com oito semanas de antecedência à competição principal da equipe. A primeira semana foi utilizada para coleta de dados, a segunda semana para familiarização ao TP, da terceira

semana até a sétima semana o TP foi introduzido aos treinamentos técnico e tático da equipe, e na oitava semana, nova coleta de dados para avaliar o trabalho proposto.

O período de treinamento foi dividido em duas fases: Fase 1 e fase 2, conforme descrito abaixo.

FASE 1

A fase 1 representou período de uma semana para familiarização ao treinamento pliométrico. Nesta semana, os atletas realizaram um volume total de 40 saltos divididos em dois momentos (duas vezes na semana). Para cada sessão de exercícios, quatro séries de cinco repetições com dois minutos de pausa entre elas foram executadas. Segue na tabela 2 a quantificação da semana de familiarização.

Exercícios realizados na semana de familiarização:

- 1) CMJ, onde o atleta saltou para cima de um plinto com a altura de 40 cm e desceu sem salto, otimizando somente a contração concêntrica;
- 2) Drop Jump, onde o atleta subiu no plinto e saltou para descer, otimizando somente a contração excêntrica;
- 3) CMJ/Drop Jump, onde o atleta saltou sobre o plinto e em seguida saltou para o chão com o trabalho realizado enfatizando as contrações concêntrica e excêntrica, e;
- 4) Saltos múltiplos, onde o atleta saltou por sobre os plintos sem contato com o mesmo.

Tabela 2 – Semana de familiarização ao treinamento pliométrico

Exercício	Exercícios	Séries x Repetições	Volume Total	Pausa (min)
1	CMJ	1 x 5	5	2
2	Drop Jump	1 x 5	5	2
3	CMJ/Drop Jump	1 x 5	5	2
4	Saltos múltiplos	1 x 5	5	2

FASE 2

Na segunda etapa de treinamento (fase 2), foi realizado um programa periodizado de treinamento pliométrico de cinco semanas, com frequência de 2 vezes por semana (segunda e quinta) até a quarta semana. Na última semana foram realizadas 3 sessões (segunda, quarta e sexta). Foram utilizadas alturas para os saltos de 44 e 66cm nos diferentes tipos de pisos. Na próxima página, a tabela 3 apresenta a descrição das cinco semanas de treinamento.

Tabela 3 – Programa periodizado de treinamento semanal

Segunda	Aquecimento prévio, trabalho de potência – Pliometria – e força máxima com exercícios de força executando três séries de 3RM com pausa de 2' a 5'.
Terça	Aquecimento prévio, resistência anaeróbia com pequenos jogos , oito séries de 2 minutos com 4 minutos de intervalo em um campo reduzido (30m x 30m).
Quarta	Aquecimento prévio, exercícios de resistência de força executando três séries de 15RM com pausa de 1'.
Quinta	Aquecimento prévio, treino de potência – Pliometria.
Sexta	Aquecimento prévio, trabalho de resistência anaeróbia com pequenos jogos, seis séries de 5 minutos com 4 minutos de intervalo em um campo reduzido (30m x 30m).

As dinâmicas dos estímulos do protocolo de treinamento foram baseadas em EBBEN et al. (2010) com adaptações referentes à quantidade de semanas, ao tipo de exercício, séries e repetições. O volume de saltos foi incrementado semanalmente.

Nesta fase foram executados 48 saltos na primeira semana, 48 saltos na segunda semana, 64 saltos na terceira semana, 80 saltos na quarta semana e 120 saltos na quinta semana de treinamento.

Durante todo período experimental, os atletas foram instruídos a utilizarem o mesmo calçado e todos os procedimentos experimentais foram realizados sempre no mesmo horário (14h).

Em adição, durante o período de intervenção os atletas mantiveram os treinos técnicos e táticos.

O treinamento foi iniciado com um aquecimento de 15 minutos de corrida de baixa intensidade (IMPELLIZZERI et al., 2008). Abaixo, segue a descrição do protocolo de treinamento na tabela 4.

Tabela 4 - Treinamento periodizado plométrico na grama e areia.

Semana	Exercícios	Sessão	Séries x Repetições	Volume Total	Pausa (min)
1	CMJ	1 e 2	3 x 8	48	2
2	Drop Jump	3 e 4	3 x 8	48	2
3	CMJ/ Drop Jump	5 e 6	4 x 8	64	2
4	Saltos múltiplos	7 e 8	5 x 8	80	2
5	Saltos múltiplos	9, 10 e 11	5 x 8	120	2

5. AVALIAÇÕES

5.1 Drop Jump

O Drop Jump (DJ) foi realizado segundo JUNIOR (2009). Os atletas após se posicionarem em uma plataforma de salto de 22 a 88 cm de altura por 60 cm de largura, colocaram as mãos nos quadris e realizaram uma queda seguida imediatamente por um salto. Este protocolo foi repetido com diferentes alturas e mensurado as alturas alcançadas nas três tentativas de cada altura.

A pausa entre cada altura avaliada foi de 2 a 5 minutos.



Figura 3 – DJ → 22, 44, 66 e 88cm, (Junior, 2009).

5.2 Squat Jump

O SJ foi realizado a partir da posição de meio-agachamento ($\sim 90^\circ$ ângulo do joelho - ângulo aferido pelo uso do goniômetro 20cm Fisiostore, São Paulo, Brasil), com o tronco ereto e mãos posicionadas no quadril. Após instrução verbal, o atleta realizou o salto vertical. Para análise, foi considerado o valor médio obtido nas três tentativas. (MARIA et. al., 2009).



Figura 4 – SJ → Salto Agachado, (Maria et. al., 2009).

5.3 Countermovement jump

O CMJ foi realizado a partir da posição em pé, tronco ereto e com ambas as mãos no quadril. Após instrução verbal, o atleta realizará a flexão do joelho antes de saltar verticalmente. Foram realizadas três tentativas para cada salto com intervalo de um minuto entre estas. Para análise, foi considerado o valor médio obtido nas três tentativas (OLIVEIRA, 2004).



Figura 5 – CMJ → Salto contramovimento (Oliveira et al., 2004).

5.4 Dor muscular de início tardio (DMIT)

O nível de dor muscular foi avaliado usando a escala Hackney et al., 2008, auto relatada variando de 0 a 6 (0 = sem dor, 1 = sentimento surdo de dor, 2 = luz, dor contínua, 3 = mais de dor leve, 4 = dor irritante, 5 = dor severa; 6 = dor insuportável), e ele foi autorizado a informar um valor intermediário (por exemplo, 2.5), se necessário. Cada participante relatou o nível de dor muscular dos músculos do quadríceps, diariamente em 24 horas, durante o alongamento por abdução horizontal de ambos os braços passivamente pelo investigador segurando por três segundos, como descrito por UCHIDA et al. (2009). O mesmo investigador avaliou a dor muscular em todos os sujeitos da seguinte maneira: Foi solicitado que o atleta realizasse um alongamento do quadríceps e o avaliador apalpava a coxa.

5.5 PSE

A intensidade da carga interna de treinamento foi determinada por meio da utilização do método da Percepção subjetiva de esforço (PSE) e quantificada em unidades arbitrárias, obtida através da multiplicação da duração da sessão de treino pelo escore da PSE, considerando que a PSE foi registrada 30 minutos após a sessão.

Tabela 5. Escala CR10 de Borg (1982) modificada por Foster et al. (2001).

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito difícil
8	-
9	-
10	Máximo

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e homogeneidade das variâncias foram verificadas utilizando o teste de Shapiro-Wilk e Levene respectivamente. Os resultados são descritos como média e desvio padrão (DP). Uma ANOVA (2 x 2) de medidas repetidas com condição (pré e pós) e tipo de piso (areia e grama). Para os resultados de PSE e DOR, foi feito ANOVA Two-Way (2x5) com medidas repetidas, utilizando como condições: superfície (grama e areia) e semana de treino (1 a 5) e post hoc de Bonferroni com correção. A fórmula de

Cohen para o tamanho do efeito (TE) foi usada e os resultados foram baseados nos seguintes resultados: pequeno < 0,41; moderado 0,41-0,70; grande > 0,70. Os resultados foram expressos em valores absolutos. Uma significância de 5% foi utilizada para todos os testes estatísticos, por meio do software SPSS versão 18.0.

Em adição, além das análises de comparação, foi calculado o tamanho do efeito (TE), baseado nas descrições de Cohen (RHEA, 2004), com o objetivo de analisar a magnitude dos efeitos após o exercício de potencialização, que podem ser benéficos, triviais ou prejudiciais. Os valores de referencia são: 0.20 trivial, 0.20 – 0.49 pequeno, 0.50 – 0.79 moderado e \geq 0.8 grande (RHEA, 2004).

7. RESULTADOS

7.1 Dor

Não foi observada diferença significativa nos diferentes tipos de superfícies entre as semanas de treino nas avaliações relacionadas a DMIT. Dados expressos na figura 2.

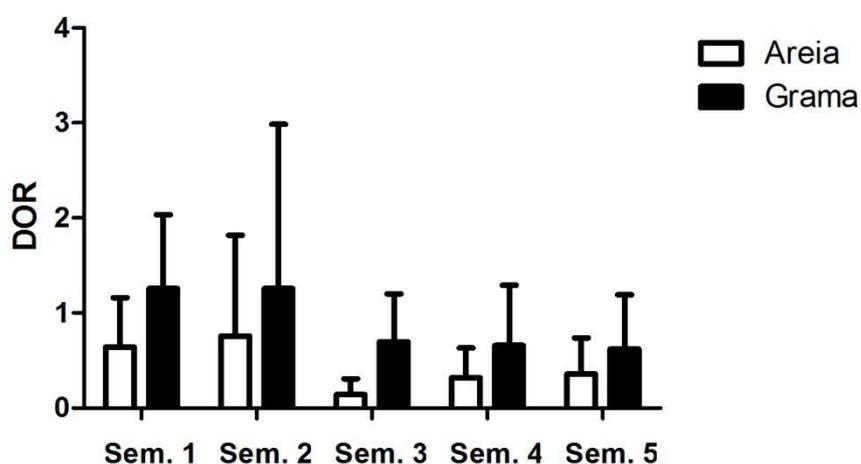


Figura 6. Alterações (média \pm desvio padrão) na dor muscular.

7.2 PSE

O, grupo que treinou na grama apresentou valores significativamente maiores na PSE ($P < 0,05$) em relação ao grupo que realizou treinamento na areia nas semanas 4 e 5. Dados expressos na figura 3.

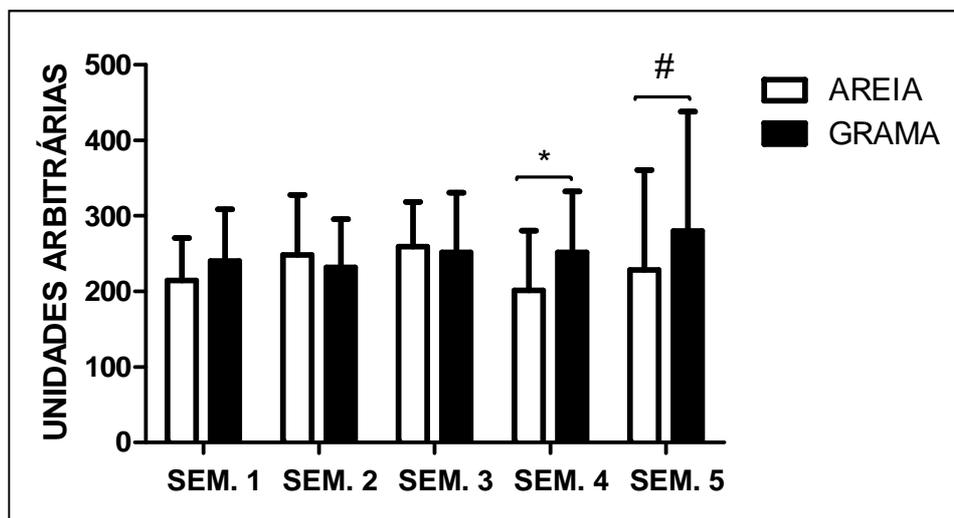


Figura 7. Alterações (média \pm desvio padrão) na PSE. * é significativamente ($P < 0,05$) diferente entre grama e areia na semana 4 e # é significativamente ($P < 0,05$) diferente de grama e areia na semana 5.

Ambos os grupos não apresentaram resultados diferentes nas alturas de 44, 66 e 88cm no teste de Drop Jump no momento pré do planejamento de periodizado de pliometria. Dados expressos na figura 4.

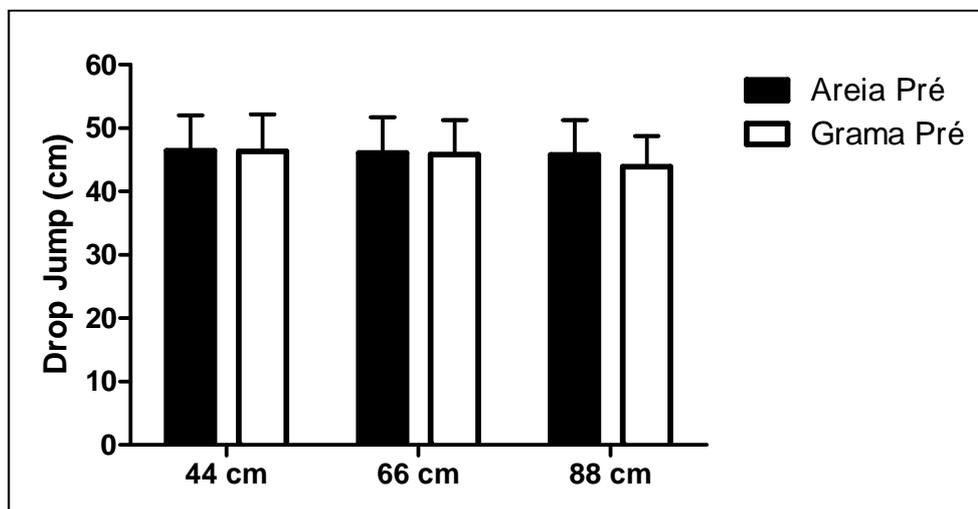


Figura 8. Dados expressos em média e desvio padrão do Drop Jump momento pré.

7.3 Drop Jump Pré x Pós grupo areia

Foi observado aumento significativo ($P < 0,05$) nas avaliações relacionadas ao Drop Jump momento pré vs pós nas alturas de 44, 66 e 88cm. Dados expressos na figura 5.

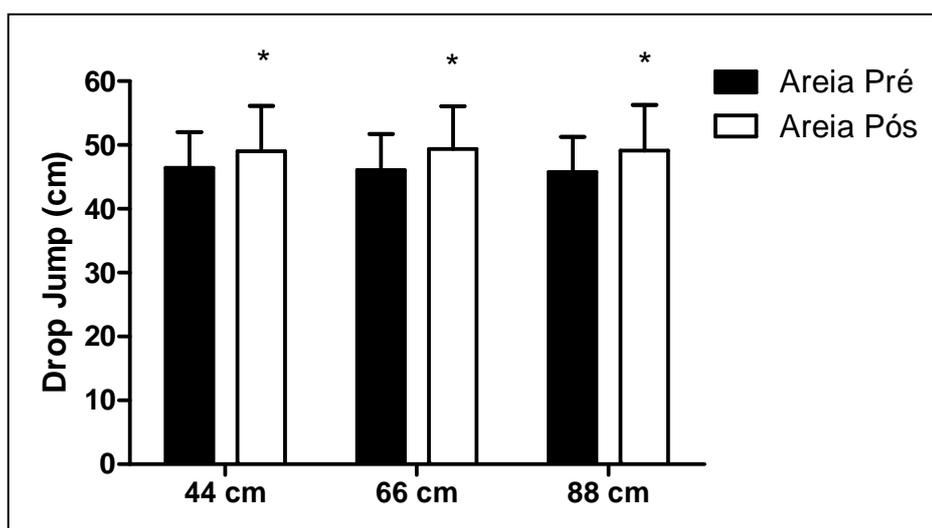


Figura 9. Alterações (média \pm desvio padrão) no Drop Jump. * é significativamente ($P < 0,05$; TE areia: 0; grama: 0) diferente do momento pré vs pós.

7.4 Squat Jump (SJ)

Foi observado aumento significativo ($P < 0,05$) nas avaliações relacionadas ao SJ momento pré vs pós em ambos os grupos (areia e grama). Dados expressos na figura 6.

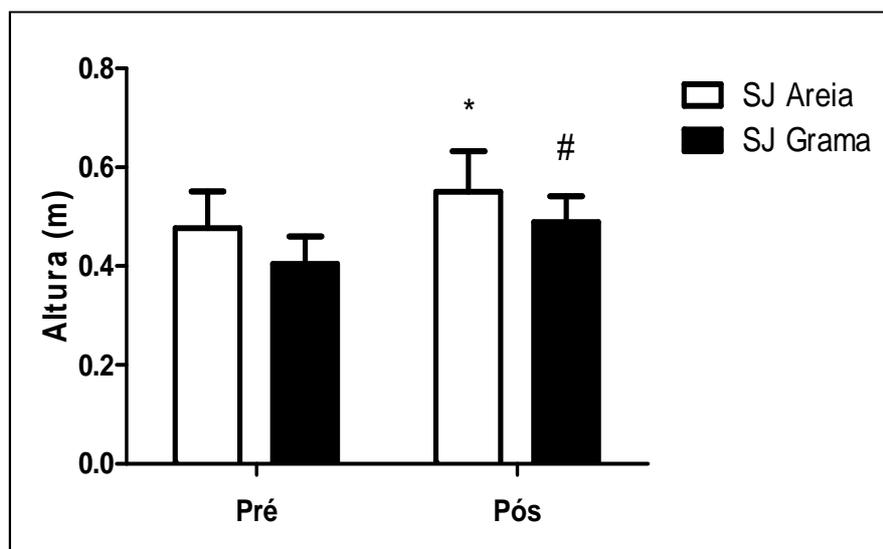


Figura 10. Dados expressos em média e desvio padrão do Squat Jump. * é significativamente ($P < 0,05$; ES: 0,01) diferente do momento pré vs pós (areia) e # é significativamente ($P < 0,05$; TE: 0,01) diferente do momento pré vs pós (grama).

7.5 CMJ

Foi observado aumento significativo ($P < 0,05$) nas avaliações relacionadas ao CMJ momento pré vs pós em ambos os grupos (areia e grama). Dados expressos na figura 7.

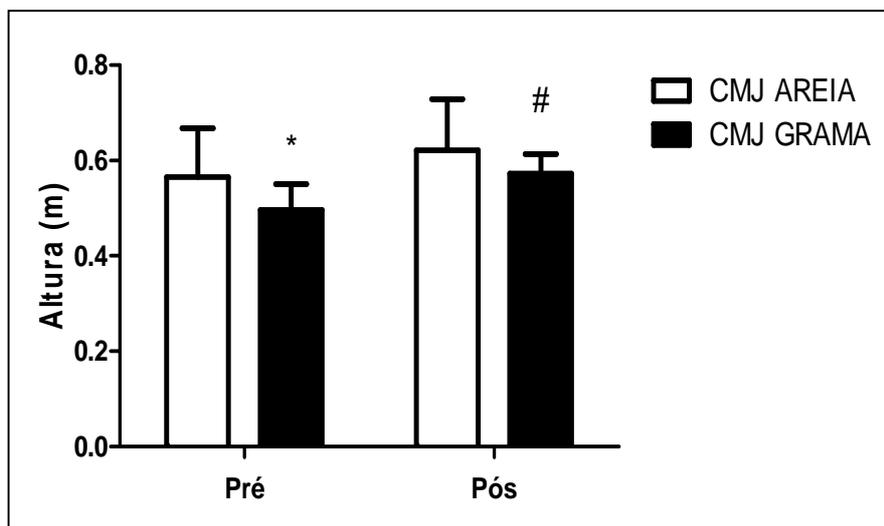


Figura 11. Dados expressos em média e desvio padrão do CMJ. * é significativamente ($P < 0,05$; ES: 0) diferente do momento pré vs pós (grama) e # é significativamente ($P < 0,05$; TE: 0) diferente do momento pré vs pós (areia).

8. DISCUSSÃO

Os principais achados do estudo foram: a) houve melhora significativa nos testes DJ, SJ e CMJ nas alturas de 44, 66 e 88cm em comparação ao momento pré-treinamento no grupo areia. b) melhora significativa nos saltos SJ e CMJ. No entanto, não foi observada diferença significativa no DJ.

Vários são os estudos que investigaram o efeito do treinamento pliométrico utilizando testes de salto e de força máxima, mas poucos investigaram a influência da superfície empregada no treinamento de pliometria sobre os parâmetros de *performance*, como grama; e significativamente em menor número o uso da areia (MIYAMA e NOSAKA, 2004; IMPELLIZZERI et al., 2008; UTSCH et al., 2009; BINNIE et al., 2013; CAMPILLO et al., 2013). Esses estudos observaram melhoras nas capacidades de potência, velocidade de contração muscular e conseqüentemente a potência muscular.

Em qualquer atividade realizada na areia, seja caminhada, corrida ou saltos, os indivíduos reportam a sensação de que precisam realizar um esforço maior, quando comparado o mesmo exercício em uma superfície rígida (MURAMATSU et al., 2006).

Aparentemente, um esporte praticado na areia, é diferente do mesmo esporte praticado em piso rígido, pois a fricção na areia é diferente e exige o uso de métodos de controle de movimentos que são diferentes (PINNINGTON & DAWSON, 2001)

O gasto energético de um treinamento realizado na areia pode ser significativamente maior quando comparado com uma superfície de treinamento firme como a grama (ZAMPARO et al., 1992; LEJEUNE et al. 1998; PINNINGTON & DAWSON, 2001; PINNINGTON et al., 2001; MIYAMA e

NOSAKA, 2004; IMPELLIZZERI et al., 2008;). Neste contexto, ZAMPARO et al. (1992) e LEJEUNE et al. (1998), analisaram em seus estudos que a caminhada na areia requer aproximadamente de 1,8 a 2,7 vezes mais energia do que a caminhada em uma superfície rígida na mesma velocidade, e que a corrida na areia requer aproximadamente de 1,2 a 1,6 vezes mais energia que a corrida em superfície rígida.

Especificamente com relação ao treinamento de jogadores de futebol, tem sido observados programas de treinamentos pliométricos realizados na grama (IMPELLIZZERI et al. 2008; UTSCH et al., 2009; CHELLY et al. 2010). Chelly et al. (2010) verificaram significativos aumentos em parâmetros de saltos e velocidade após oito semanas de treinamento pliométrico na grama. No entanto esses autores não compararam com outros modelos de treinamento pliométrico que utilizaram diferentes superfícies.

Impelizzeri et al. (2008) e Markovic e Mikulic (2010), ao compararem os efeitos do treinamento pliométrico realizado na areia e grama, constataram que apesar das melhoras similares no Squat Jump, o treinamento na grama promoveu maiores ganhos no Counter Movement Jump. Porém, os jogadores que treinaram na areia apresentaram menor dor muscular com relação ao grupo que treinou na grama. No presente estudo, nenhum grupo (areia/ grama) apresentou diferença significativa quando comparados em relação à DMIT. Sugerimos que tais achados podem ser explicados pelo baixo volume de saltos por unidade de treino. O volume de saltos foi sendo incrementado semanalmente de maneira periodizada, bem como o grau de dificuldade dos exercícios executados. Partimos dos exercícios mais simples para os mais complexos ao longo das sessões da periodização; e também sugerimos que a

DMIT tenha sido de baixa magnitude pelo tempo completo de recuperação entre séries (2 a 5 minutos) em cada sessão de treinamento pliométrico. Visto que treinamentos de ordem neural devem possuir baixos volumes e pausas completas entre séries e repetições. A possibilidade de controlar e monitorar a carga de treinamento é uma estratégia que a comissão técnica de uma equipe de futebol deveria por em prática. Este estudo teve como ferramenta a utilização da escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) (FOSTER et al. 1995).

Os primeiros autores a aplicar a PSE em jogadores de futebol foram Impellizzeri et al. (2004), para quantificar a PSE de atletas de futebol. No estudo em questão, utilizamos a PSE após cada sessão de treinamento de físico.

Um dos motivos do resultado do estudo ter apresentado diferença significativa em todos os tipos de saltos na areia, pode ter sido a capacidade do músculo de encurtar ao receber um estímulo eficiente. Como na areia o esforço é maior, conforme sugerem alguns autores (ZAMPARO et al., 1992; LEJEUNE et al. 1998; PINNINGTON & DAWSON, 2001; PINNINGTON et al., 2001; MIYAMA e NOSAKA, 2004; IMPELLIZZERI et al., 2008), o componente contrátil do grupo que realizou o treinamento na areia foi mais forte do que os grupo que realizou o treinamento na grama.

O interesse no estudo que diferencia o desempenho em diferentes tipos de solo, fez com que Utsch et al. (2009), realizassem um trabalho semelhante ao presente estudo, porém não realizaram análise cinemática nas diferentes superfícies, além da metodologia utilizada não estar clara com uma progressão de volume e intensidade.

No estudo de Impellizzeri et al. (2008), foram realizados com jogadores de futebol amadores testes de força máxima, CMJ, SJ e *sprints* de 40m. O trabalho de força foi executado entre 12 e 15 repetições máximas. Para cada sessão de treinamento pliométrico, 147 saltos SJ e CMJ foram realizados. Os grupos foram divididos entre grupo grama e grupo areia em um treinamento que durou 4 semanas com frequência de 3 vezes semanais. Houve melhora nos dois grupos, sendo que as melhoras na areia foram maiores do que na grama em todos os testes realizados. Igualmente no estudo em questão, encontramos melhora no desempenho nos 3 testes realizados (SJ, CMJ e DJ) na areia e somente melhora no SJ e CMJ na grama.

A altura máxima de um salto em uma superfície não rígida é menor do que em uma superfície rígida. No entanto, até o presente momento encontramos somente um estudo que analisou a cinemática nos diferentes pisos (CAMPILO, et. Al.; 2013). Neste estudo, foi realizado um programa de treinamento pliométrico com duração total de 7 semanas, com frequência semanal de 2 vezes em adolescentes não treinados. Foram utilizados dois tipos de pisos: uma superfície dura e outra com um tapete de borracha com a intenção de diminuir o impacto com o solo. Neste estudo, houve melhora do SJ, DJ e diminuição do CMJ. Em ambos estudos foram encontrados menor coeficiente de restituição na areia.

Miyama e Nosaka (2004) compararam as superfícies de areia vs madeira, utilizando 16 estudantes universitários divididos em dois grupos: um de areia e um de madeira. Após realizar 5 séries de 20 repetições de uma altura de 60cm, observaram que o grupo treinado na areia apresentou maiores ganhos no SJ e CMJ em comparação ao grupo treinado na superfície de

madeira, corroborando com os resultados deste estudo. O treinamento técnico e tático aconteceu paralelamente aos dias do treinamento pliométrico. O grupo de atletas deste estudo possuíam experiência com o treinamento há 6 meses visando participar da Jogos Abertos do Interior Cidade de Bauru/SP do ano mesmo ano. Mesmo com os atletas já estarem treinando, a proposta de periodização com o treinamento pliométrico se mostrou eficaz, pois os dois grupos apresentaram ganho de altura em quase todos os tipos de saltos.

No entanto, na superfície não rígida, o potencial elástico se transforma em energia cinética. Os resultados na plataforma de salto apresentaram melhora de desempenho com os atletas que realizaram os saltos nesse tipo de piso; isso provavelmente pode ter acontecido pelo fato de alguns estudos apresentarem que o treinamento na areia pode reduzir o estresse colocado sobre o sistema músculo esquelético durante o exercício, limitando o grau de lesão muscular induzido pelo exercício e efeitos colaterais negativos associados, como aumento da dor muscular e capacidade de desempenho reduzido (IMPELLIZZERI et al., 2008; MIYAMA e NOSAKA, 2004). Isso pode explicar o salto DJ, onde houve diferença significativa somente no grupo TPA, provavelmente pelo piso macio oferecer menos impacto e menos lesão muscular que o piso rígido.

Pinnington e Dawson (2001), realizaram uma leitura de rigidez na grama 4 vezes maior. Portanto, as condições de superfície usados neste estudo foram semelhantes, e podem explicar em parte a pequena diferença em respostas fisiológicas observadas entre as superfícies de treinamento.

O estudo citado acima corrobora com os resultados da análise cinemática em nosso trabalho.

Como resultado, a areia pode ser utilizada como uma alternativa de treinamento principalmente pelo menor dano muscular preservando o atleta de lesões e dores musculares, além de permitir um maior volume de treinamento.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O treinamento pliométrico se mostrou eficaz em ambos os pisos. De acordo com os resultados, o grupo que treinou na areia apresentou melhora dos resultados nos testes SJ, CMJ e DJ, e o grupo que treinou na grama, apresentou melhora no SJ e CMJ.

Concluimos que o TP trouxe adaptações neuromusculares nos dois tipos de superfícies utilizadas no treinamento e que o treinamento na areia também pode ser incorporado na rotinas de treinamento periodizado de pliometria em jogadores de futebol.

9. REFERÊNCIAS

ASADI, A.; The effects of 6-week of plyometric training on electromyography changes and performance. *Sport Science* 4 (2011) 2: 38-42.

BANGSBO, J. The physiology of soccer. *Acta Physio. Scand. suppl.* 151, 1994.

BANGSBO, J.; MOHR, M.; KRUSTRUP, P. Demandas físicas y energéticas Del entrenamiento y de la competencia em el jugador de fútbol de elite. *Journal of Sports Sciences*, v.24, p. 665-674, 2006.

BALIKIAN, P.; LORENÇÃO A.; RIBEIRO, L. F. P.; FESTUCCIA, W. T. L.; Neiva, C.M. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 8, no. 2, , p. 32-36, mar/abr 2002.

BEHN, D. G.; SALE, D. G.; Velocity specificity of resistance training. *Sports Med* 1993, Jun: 15 (6): 374-88.

BEHN, D. G.; Neuromuscular implications and applications of resistance training. *J. Strength Cond Res* 1995; 9 (4): 264-274.

BINNIE, M. J; PEELING, P.; PINNINGTON, H.; LANDERS, G.; DAWSON, B.; Effect of training surface on acute physiological responses following interval training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2013, no prelo.(a)

BINNIE, M. J; PEELING, P.; PINNINGTON, H.; LANDERS, G.; DAWSON, B.; Part 2: Effect of training surface on acute physiological responses following sport-specific training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2013, no prelo.(b)

BINNIE, M. J; PEELING, P.; PINNINGTON, H.; LANDERS, G.; DAWSON, B.; Effect of surface-specific training on 20m sprint performance on sand and grass surfaces. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2013, no prelo.(c)

BOSCO, C. A força muscular: aspectos fisiológicos e aplicações práticas. São Paulo: Phorte Editora, 2007.

CAMPILLO, R. R; ANDRADE, D. C.; IZQUIERDO, M; Effects of plyometric training volume and training surface on explosive strength. *Journal of Strength and Conditioning Association*, 27 (10)/2714-2722, 2013.

CAMPO, S. S. ; VAEYENS, R.; PHILIPPAERTS, R. M.; REDONDO, J. C.; Benito, A. M. de; CUADRADO, G.; Effects of lower-limb plyometric training on body composition, explosive strength, and kicking speed in female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2009. 23(6)/1714–1722.

CASTRO, J. A.; História do Futebol - Estórias da bola. São Paulo: Edipromo, 2008. http://cbf.com.br/regras/livrode_regras_2008_2009_v2.pdf. Acesso em 25 de novembro 2012.

CHELLY, M. S.; GHENEM, M. A.; ABID, K.; HERMASSI, S.; TABKA, Z.; SHEPHARD, R. J.; Effects on in-season short-term plyometric training program on leg power, jump and sprint performance of soccer players, *Journal of Strength and Conditioning Research* 2010, vol. 24, n. 10, oct. 2010, 24(10)/2670–2676.

EBBEN. W. P. et al., Periodized plyometric training is effective for women, and performance is not influenced by the length of post-training recovery. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Volume 24, N° 1, Janeiro de 2010

FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.;FRANKLIN, J; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L. A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C.; A New Approach to Monitoring Exercise Training, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2001, 15(1), 109–115

GOMES, A.C.; SOUZA, J. Futebol: treinamento desportivo de alto rendimento. São Paulo: Editora Artmed, 2008.

GOMES, A.C. Treinamento desportivo: estruturação e periodização. 2ªed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GOULART, L. F.; DIAS, R.M.R.; ALTIMARI, L.R. Força Isocinética de Jogadores de Futebol Categoria sub 20: comparação entre diferentes posições

de Jogo. Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano. ISSN 1415-8426, 2007.

GRIECO, C. R.; CORTES, N.; GRESKA, E. K.; LUCCI, S.; ONATE, J. A.; Effects of a combined resistance-plyometric training program on muscular strength, running economy and VO₂ peak in division I female soccer players. Journal of Strength and Conditioning Research 2012; 26(9)/2570–2576.

HAKKINEN, K. Neuromuscular and hormonal adaptations during strength and power training. A review. J. Sports Med Phys Fitness. 1989 Mar; 29(1):9-26.

HEGLUND, N. C.; CAVAGNA, G. A.; Mechanical work, oxygen consumption, and efficiency in isolated frog and rat muscle. Am. J. Physiol. Cell Physiol. Bethesda v. 253, n. 1, p. C22-C29, jul./ 1987.

HOFF, J.; WISLOFF, U.; ENGEN, L. C.; KEMI, O. J.; HELGERUD, J.; Soccer specific aerobic endurance training. Br J Sports Med 2002;36:218–221.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPINI, E.; COUTTS, A. J.; SASSI, A.; MARCORA, S. M.; Use of RPE-Based Training Load in Soccer, Medicine & Science in Sports & Exercise, 2004, 1042-1047.

IMPELLIZZERI, F. M.; RAMPINI, E.; CASTAGNA, C.; MARTINO, F.; FIORINI, S.; WISLOFF, U.; Effect of plyometric training on sand versus grass on muscle

soreness and jumping and sprinting ability in soccer players, *British Journal Sports Med* 2008;42:42-46.

JUNIOR, N. K. M., Salto em Profundidade: fisiologia e benefícios, *MOVIMENTUM - Revista Digital de Educação Física - Ipatinga: Unileste-MG - V.4 - N.1 – Fev/Jul. 2009.*

KOMI, P. V.; Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. *Journal of Biomechanics* 33 (2000) 1197-1206.

LEJEUNE, T. M.; WILLEMS, P. A.; HEGLUND, N. C.; Mechanics and energetics of human locomotion on sand. *J Exp Biol* 201: 2071-2080, 1998.

LOPES, C.R. Análise das capacidades de resistência, força e velocidade na periodização de modalidades intermitentes. (*Tese de Mestrado*). Campinas, Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, 2005.

MAARTEN, F., Drop Jumping II. The Influence of drop jumping height on the biomechanics of drop jump. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1987.

MARIA, T. S.; CAMPEIZ, J. M.; PEREIRA, G.; ALMEIDA, A. G. de; Avaliação da capacidade anaeróbia de jogadores de futebol através de teste máximo de corrida de vai-e-vem. *Rev Bras de Cineantropometria Desempenho Hum.* 2009, 11 (1):88-93.

MARKOVIC, G. Does plyometric training improve vertical jump height? A meta-analytical Review. *Br J Sports Med* 41: 349-355, 2007.

MARKOVIC, G.; MIKULIC, P.; Neuro-Musculoskeletal and performance adaptations to lower-extremity plyometric training. *Sports Medicine*, 2010; 40 (10): 859-895.

MEYLAN, C.; MALATESTA, D.; Effects of in-season plyometric training within soccer practice on explosive actions of young players. *Journal of Strength and Conditioning Research*. Vol.23, n.9, dec. 2009. 23(9)/2605–2613.

MILLER, M. G., HERNIMAN, J. J. , RICARD, M. D., CHEATHAM, C. C., Michael, T. J.; The effects of a 6-week plyometric training program on agility. *Journal of Sports Science and Medicine* (2006) **5**, 459-465.

MURAMATSU, S.; FUKUDOME, A.; MIYAMA, M.; ARIMOTO, M.; KIJIMA, A.; Energy expenditure in maximal jumps on sand. *Journal of Physiological Anthropology*, 2005.

MIYAMA, M.; NOSAKA, K.; Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2004, 18 (2), 206-211.

NETO, C. L. G. et al. A atuação do ciclo de alongamento-encurtamento durante as ações musculares pliométricas. *Journal of Exercise and Sports Sciences*, Rio de Janeiro, volume.1, n. 1, Janeiro/Julho., 2005.

NICOL, C.; AVELA, J. KOMI, P.; The stretch-shortening cycle a model to study naturally occurring neuromuscular fatigue, *Sports Medicine*, 2006; 36 (11): 977-999.

OLIVEIRA, A. L., Acompanhamento da força rápida em goleiros de futebol junior no primeiro semestre de competição, *Revista Digital - Buenos Aires - Ano 10 - N° 75 - Agosto de 2004*

PINNINGTON, H. C.; DAWSON, B.; The energy cost of running on grass compared to soft dry beach sand. *J. Sci. Med. Sport* 4: 416-430, 2001a.

PINNINGTON, H. C.; LLOYD, D. G.; BESIÉ, T. F.; DAWSON, B. Kinematic and electromyography analysis of submaximal differences running on a firm surface compared with sift, dry sand. *Eur J. Appl Physiol* 94: 242-253, 2005.

REILLY, T. Physiological profile of the player. In: *Football (Soccer)*, B. Ekblom (Ed.), Blackwell Scientific. pp 78-95, 1994.

REILLY, T.; BANGSBO, J; FRANKS, A. Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer. *Journal of Sports Sciences*, v.18, p. 669-683, 2000.

REILLY, T. An ergonomics model of the soccer training process. *Journal of Sports Science*, London, v. 23, n.6, p. 561-572, 2005.

RHEA, M. R.; Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2004, 18 (4), 918-920.

RONNESTAD, B. R.; KVAMME, N. H.; 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*, 2008. Vol. 22 Nr. 3 Maio 2008.

RUBLEY, M. D.; HAASE, A. C.; HOLCOMB, W. R.; GIROUARD, T. J., Tandy, R. D.; The effect of plyometric training on power and kicking distance in female adolescent soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2011. 25(1)/129–134.

RUTHERFORD, O. M.; JONES, D. A.; The role of coordination in strength training. *Eur J Appl Physiol* 1986; 55 (1): 100-105.

SANTOS, P. J.; SOARES, J. M. Capacidade aeróbia em futebolistas de elite em função da posição específica no jogo. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, v.1, nº2, p.7-12, 2001.

STOLEM, T.; CHAMARI, K.; CASTAGNA, C.; WISLOFF, U. Physiology of soccer. An update. *Sports Med.* 2005, 35 (6): 501-536.

THOMAS, K.; FRENCH, D.; HAYES, P. R.; The effect of two plyometric training techniques on muscular power and agility in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2009.

UCHIDA, M.C.; NOSAKA, K; UGRINOWITSCH, C; YAMASHITA, A; MARTINS, E Jr; MORISCOT, A. S; Effect of bench press exercise intensity on muscle soreness and inflammatory mediators. *J Sports Sci* 2009; 27(5):499-507.

UNZETE, C.D. O livro de ouro do futebol. Rio de Janeiro: Ediouro, 2009.

UTSCH, R. S.; GUERRA, T. C.; PORCARO, C. A.; Influência do treinamento pliométrico em areia e grama sobre a potência e velocidade em jogadores de futebol juvenis. www.efdeportes.com/ Revista Digital – Buenos Aires – ano 14, nr 137, out 2009.

VILLAREAL, E. S. S. de; REQUENA, B.; NEWTON, R. U.; Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 2009.

VISSING, K. Muscle adaptations to plyometric vs. resistance training in untrained young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, vol 22, (6), nov 2008.

WHITERS, R., T., MARICIC, Z., WASILEWSKI, S. & KELLY, L. Match analysis of Australian professional soccer players. **J. Hum. Mov. Stud.** v.8, p. 159-176, 1982.

WEINECK, E. J. Futebol Total: o treinamento físico no futebol. Guarulhos, SP: Phorte Ed., 2000.

ZAMPARO, P.; PERINI, R.; ORIZIO, C.; SACHER, M.; FERRETTI, G.; The energy cost of walking or running on sand. *Eur J Appl Physiol* 65: 183-187, 1992.

ZIGG, I.; ABRUCIO, M.; MASSARANI, L. **Bola no pé**: a incrível História do Futebol. São Paulo. Cortez, 2004.

ZWARG, B. R. A.; GERMANO, M. D.; JÚNIOR, J. C. C.; MORAES, M. M. de; SINDORF, M. A. G; MOTTA, G. R.; BALBINO, H. F.; LOPES, C. R.; Treinamento pliométrico no futebol. *Revista Brasileira de Futsal e Futebol*, São Paulo, v. 5, n 17, p. 196-202. Set/Out/Nov/Dez 2013. ISSN 1984-4956.