

## AVALIAÇÃO DE SALTOS UTILIZANDO O AMBIENTE AQUÁTICO COMO ALTERNATIVA PARA O TREINAMENTO

Henry Jordan Vecchi (IC) e Sonia Cavalcanti Corrêa (Orientadora).

Apoio: PIVIC Mackenzie

### Resumo

Os exercícios pliométricos são sucessivos saltos e podem ser aplicados a vários tipos de modalidades esportivas e diversos atletas podem se beneficiar deste treinamento, que conta com movimentos essenciais para o atleta que anseia alcançar um elevado desempenho. Porém, esse tipo de treinamento está associado a alto risco de lesões devido à contração pliométrica e à força de impacto na queda. Estudos evidenciam que a pliometria na água reduz esse potencial de lesão. O presente estudo buscou comparar Força de Reação de Solo (FRS) nos saltos pliométricos no meio terrestre e no meio aquático nas profundidades de 0,32 m, 0,52 m e 0,73 m. Foi avaliado pico de FRS máximo de saltos de 11 sujeitos aferidos pela plataforma de força aquática EMG System do Brasil e foi utilizado o teste de Wilcoxon, com nível de significância de 0,05, através do software SPSS v.20. Como principais resultados, foram encontrados diferenças significativas entre a comparação dos picos de FRS dos saltos no ambiente terrestre com o ambiente aquático e resultados significativos nas diferentes profundidades dentro da em ambiente aquático. A partir desse trabalho foi possível evidenciar a considerável diminuição do nível de FRS no meio aquático e também que maiores a profundidades geram menores picos de FRS na água; demonstrando que o treinamento de saltos realizados em ambiente aquático é consideravelmente mais seguro quanto à prevenção de possíveis lesões, mantendo as mesmas vantagens do treinamento tradicional realizado em ambiente terrestre.

**Palavras-chave:** Pliometria; Meio Aquático, Força de Reação do Solo.

### Abstract

Plyometric exercises are described as successive jumps and can be applied to various kinds of sports and several athletes can take advantage of this training, which has essential movements for the athlete who longs to achieve high performance. However, this type of training is associated with high risk of musculoskeletal injuries due to plyometric contraction and impact strength in the fall. Studies show that plyometrics in water reduces this high potential for injury. This study aimed to compare Ground Reaction Force (GRF) in plyometric jump on land and the aquatic environment in the depths of 0.32 m, 0.52 m and 0.73 m. peak was rated FRS 11 jumps subjects measured by EMG System water force platform in Brazil and we used the Wilcoxon test with 0.05 significance level using the SPSS software v.20. Como

main results were found significant differences between the comparison of GRF peaks jumps in the terrestrial environment with the aquatic environment and significant results at different depths within the aquatic environment. From this work, it was possible to highlight the considerable decrease in the GRF level in the aquatic environment and also generate greater depths lower peaks of GRF water; demonstrating that the training jumps performed in the aquatic environment is considerably safer, to prevent possible injury by keeping the same advantages of traditional training done in the terrestrial environment.

**Keywords:** Plyometrics; Aquatic Environment; Ground Reaction Force.

## INTRODUÇÃO

Pliometria, em linhas gerais, são exercícios compostos por saltos que envolvem a ação excêntrica da musculatura envolvida e em seguida a ação concêntrica ou ciclo alongamento-encurtamento (CAE), os exercícios pliométricos desenvolvem a potência ou a força explosiva (BOMPA, 2004; MOURA, 1994; UGRINOWITSCH; BARBANTI, 1998).

O propósito dos exercícios de CAE é melhorar a capacidade de reação do sistema neuromuscular e armazenar energia elástica durante o pré - alongamento, para que esta seja utilizada durante a fase concêntrica do movimento (DESLANDES *et al.*, 2003).

Robinson *et al.* (2004) mostraram que atletas que utilizam, de maneira eficiente, esse CAE, através de exercícios pliométricos, estão mais capazes de aumentar a aceleração e a potência durante a atividade física. No entanto, esse tipo de treinamento está associado a alto risco de lesões musculoesqueléticas devido à intensa contração pliométrica e à força de impacto na queda. Miller *et al.* (2002) verificaram em seu estudo que a pliometria na água reduzia o potencial de lesão, aumentava a força e a potência e permitia a recuperação de atletas mais rapidamente.

Segundo Miller *et al.* (2002) uma das causas dessa diminuição do risco de lesões no treinamento pliométrico em ambiente aquático se dá pela redução dinâmica da Força de Reação do Solo (FRS), decorrente de propriedades como o empuxo e a resistência da água, o que promove uma redução de impacto significativo se comparado ao exercício realizado em ambiente terrestre.

No ambiente aquático, há a força empuxo que atua sobre o corpo imerso e parado na água. A força empuxo é enunciada como o princípio de Arquimedes. Conforme esse princípio, um corpo que está parcial ou totalmente submerso na água experimentará uma força de empuxo para cima, que é igual ao peso do volume de água deslocado por esse corpo (SOUZA, 2006).

O ambiente aquático exige ativação muscular constante com finalidade de superar a força de empuxo presente na água, o que torna os exercícios nesse meio mais propícios para o treinamento e reabilitação musculoesquelética (BARELA; STOLF; DUARTE, 2006).

Além disso, Miller *et al.* (2002) através do seu estudo pode verificar que a pliometria na água resultou em redução do potencial de lesão e que esse tipo de treinamento aumentava a força e a potência, e também permite a recuperação de atletas mais rapidamente.

Os resultados encontrados no estudo de Kruel *et al.* (2005) mostram que, quando prescrevermos exercícios com o objetivo de proteger e preservar as articulações, os mesmos

podem e devem ser realizados dentro do meio líquido, pois os exercícios realizados neste meio apresentam baixas forças de reação vertical.

Segundo Brito *et al.* (2007) o interesse em utilizar os saltos pliométricos na água pode vir dos efeitos fisiológicos que contém as propriedades físicas que somente o meio aquático oferece, assim estes efeitos facilitam os exercícios realizados na água oferecendo uma prática mais adequada para indivíduos que possuem restrições quanto ao impacto de atividades realizadas em solo, no caso de reabilitação de atletas por exemplo.

O estudo possui como base e busca complementar o trabalho de iniciação científica realizado por Rafael Moura Massoni de título “Análise da Biomecânica do movimento em saltos verticais em diferentes profundidades no ambiente aquático”, que objetivou analisar através da cinemática do movimento das articulações dos membros inferiores os saltos realizados no meio líquido em duas profundidades, na busca de compreender como se comportam as articulações dentro da água em alturas diferentes.

Por esses fatores, a importância desse trabalho se dá na finalidade de explorar uma nova proposta de saltos em pliometria, utilizando o ambiente aquático como meio de execução para a avaliação dos saltos verticais. Por isso, o presente estudo possui como objetivo analisar a componente vertical da força de reação do solo no salto vertical em ambiente aquático, nas profundidades de 0,32 m, 0,52 m e 0,73 m.

## **REFERÊNCIAL TEÓRICO**

### **SALTOS VERTICAIS**

O ato de saltar é realizado muitas vezes durante atividades do cotidiano, pela necessidade de alcançar objetos mais altos ou desviar de obstáculos, e abrange o período de tempo no qual o corpo não está em contato com o chão (NICOL, 2001).

Pode-se considerar o salto vertical um padrão motor complexo que necessita do desempenho coordenado de todas as partes do corpo. Saltar verticalmente é projetar a massa do corpo para cima, o fazendo percorrer um determinado período de tempo suspenso no (GALLAHUE; OZMUN, 2003).

Podemos observar a presença dos saltos verticais em muitas modalidades esportivas, e até em provas de atletismo nas quais o resultado da modalidade é o salto propriamente dito. Sendo assim, o treinamento em salto vertical pode ser utilizado para as distintas modalidades, pois tem uma grande importância para com os resultados e desempenho dos atletas em determinadas modalidades e sua utilização é de grande importância nos resultados dos jogos e também no desempenho de cada atleta (MASSONI, 2013).

Incluso no processo de treinamento de capacidades físicas dos atletas, o desenvolvimento da potência muscular se mostra correlacionado ao jogo. Sendo assim, boa parte do trabalho físico que é desenvolvido durante o treinamento dos atletas baseia-se no desenvolvimento e aprimoramento da força de explosão, através de saltos junto com os trabalhos de velocidade (MORAES; PELLEGRINOTTI, 2006).

O teste de salto vertical é utilizado por profissionais como técnicos, treinadores e fisioterapeutas, para determinar a capacidade física do atleta, analisar resultados do treino e também para verificar se o atleta tem condições de retornar à prática esportiva após um período de recuperação de lesão (YOUNG; WILSON; BYRNE, 1999).

Os testes de salto em profundidade também são realizados para determinar a altura ideal de queda para um indivíduo. Nesses testes, existe uma altura iniciante para a queda, que vai aumentando progressivamente. Esse teste é interrompido quando o indivíduo avaliado não consegue mais alcançar a altura do salto pelo menos igual a que foi obtida na queda anterior. A melhor altura, então, é aquela que permite um salto seguinte maior (MOURA, 1994).

A definição da altura ideal para os saltos está diretamente associada ao efeito satisfatório do treinamento pliométrico. Em alturas muito elevadas existem muito risco de lesão durante a aplicação do método de treinamento do CAE (FLECK; KRAEMER, 1999).

Uma forma de aperfeiçoamento do salto vertical é o treinamento pliométrico, que consiste em uma forma de condicionamento físico através de movimentos “explosivos”, uma grande contração excêntrica passando rapidamente para uma contração concêntrica (BRITO et al., 2007).

Os esforços repetitivos que caracterizam as demandas fisiológicas durante a prática de algumas modalidades esportivas que envolvem o salto, apresentam trabalhos de duração curta, alternando a intensidade em máxima, alta, submáxima e períodos de intervalo entre os trabalhos. Sendo assim, o volume é designado pela quantidade das ações, como mudanças de direções, deslocamentos em pequenas distâncias e saltos, que se repetem diversas vezes durante a partida.

Com base nessas informações, a força explosiva justifica-se como uma variável que ocorre nas ações e intensidades máximas dessas modalidades esportivas. Outro fator que deve-se considerar é o volume de tais ações, pois explica a importância do desempenho da força explosiva que resulta como o sucesso do desempenho do atleta. A literatura aponta a fadiga muscular como um dos fatores responsáveis pelo desempenho dos atletas durante a partida, que é interpretada na diminuição do desempenho da força, velocidade e potência (HESPANHOL; NETO; ARRUDA, 2006).

Existem duas variações do salto vertical, de acordo com a literatura: o salto partindo de uma posição que o indivíduo mantenha uma posição de meio agachamento, com os joelhos flexionados a 90 graus, até que o sinal para saltar seja dado, outro salto no qual o indivíduo parte de uma posição ereta e executa um contra movimento, e imediatamente depois rebaixando seu centro de gravidade por meio da flexão das articulações dos membros inferiores logo antes da fase de decolagem e outro salto no qual se realiza um salto para cima com os dois pés imediatamente depois de aterrissar de certa altura (UGRINOWITSCH; BARBANTI, 1998).

De acordo com a literatura, o treinamento de saltos demonstra-se eficiente para aumentar os níveis de *performance* da potência muscular dos atletas, mais ainda quando aliado ao treinamento de velocidade. Sendo assim, por ser o basquetebol uma modalidade na qual se percebe uma alta intensidade de esforço, é necessário um treinamento organizado para desenvolver as capacidades físicas necessárias para a modalidade, sendo o treinamento de saltos uma das mais importantes (MORAES; PELLEGRINOTTI, 2006).

## PLIOMETRIA

A palavra pliometria é proveniente do grego *plethyeien* e significa a obtenção de maiores distâncias no salto. Nos anos de 1919, 1920 e 1930 os atletas de atletismo do norte e leste europeu faziam esse tipo de treinamento durante o inverno. Crianças do mundo todo sempre praticaram exercícios pliométricos durante as brincadeiras (BOMPA, 2004).

Os exercícios pliométricos se originam de sucessivos saltos e podem ser aplicados a vários tipos de modalidades esportivas e diversos atletas podem tirar vantagem deste treinamento, que conta com movimentos essenciais para o atleta que anseia alcançar um elevado desempenho (SOUZA et al., 2010).

O treinamento de pliometria é também chamado de Treinamento de Elasticidade, Treinamento Reativo, Treinamento Excêntrico e há também uma subcategoria chamada de Treinamento de Saltos em Profundidade (SOUZA; FIDALE, 2010).

A técnica da pliometria serve para aumentar a potencia muscular, e fazer com que o desempenho atlético melhore, mas apenas há pouco tempo a sua utilização na prevenção e reabilitação de lesões está em pauta. Os exercícios pliométricos podem ser definidos como aqueles que ativam o ciclo excêntrico - concêntrico da musculatura esquelética, o que provoca sua potenciação mecânica, reflexa e elástica (ROSSI; BRANDALIZE, 2007).

Esse método de treinamento se baseia do CAE, no qual o componente elástico de determinado grupo muscular quando pré - alongado, na ação final geraria uma força maior, o que seria um acúmulo de energia elástica (ZATSIORSKY, 1999).

É comum o treinamento pliométrico ser utilizado para treinamento de atletas que participam de provas de alta velocidade ou em esportes que utilizam saltos, exemplificando, basquetebol, saltos em altura, distância, triplo, e no voleibol, entre outros (MCARDLE; KATCH; KATCH, 2003 apud SOUZA; FIDALE, 2010).

Devido a sua importância no treinamento de várias modalidades, o estudo do salto vertical vem sendo fortemente impulsionado pelo desenvolvimento do referencial teórico do CAE, o qual está sendo tomado como um paradigma vigente para o estudo da função muscular (SANTANA et al., 2007).

#### CICLO ALONGAMENTO-ENCURTAMENTO

A aplicação do treinamento pliométrico é bastante simples, pois os materiais utilizados são de fácil acesso, como cones, elásticos, bolas e caixas de madeira (BATISTA e Col. 2003 apud SOUZA; FIDALE, 2010).

Em um centro de treinamentos pliométricos são executados diversos saltos com todas as combinações possíveis. Segundo Weinek (2003) a pliometria pode ser chamada de Pliometria Simples, Pequena ou Pura, quando os saltos são executados sem um peso adicional, sem aparelhos de apoio ou com obstáculos não muito altos. A Pliometria Média seria aquela em que os saltos são feitos sobre caixas e obstáculos de altura mediana, e a Pliometria Intensiva seriam os saltos realizados sobre grandes alturas (WEINEK, 2003 apud SOUZA; FIDALE, 2010).

Podem ser incluídos no treinamento de pliometria diversos tipos de salto, tais como: saltos sobre uma perna, saltos sobre as duas pernas, salto em altura e distância, saltos em corridas, saltos para frente, saltos laterais, saltos para trás, saltos sobre obstáculos, entre outros (COMETT, 1988 apud SOUZA; FIDALE, 2010).

O exercício pliométrico é caracterizado pela contração excêntrica imediatamente antes da contração concêntrica (MOURA, 1994).

Os exercícios pliométricos são aqueles que ativam o ciclo excêntrico-concêntrico do músculo esquelético, e ocasionam sua potenciação elástica, mecânica e reflexa. Esses exercícios estimulam os proprioceptores corporais que facilitam o aumento do recrutamento muscular em uma mínima quantidade de tempo. Essa técnica tem uma importante para o ganho de potência, de auxílio na melhora do desempenho de controle neuromuscular, mas,

há pouco tempo a sua importância na prevenção e reabilitação de lesões está sendo discutida (ROSSI; BRANDALIZE, 2007).

O treinamento pliométrico é bastante eficaz e aperfeiçoa a força muscular. É conhecido por desenvolver potência muscular em atletas, o que melhora o desempenho. O treinamento pliométrico se baseia em exercícios que fazem o músculo alcançar um nível maior de força explosiva. Com isso, a energia elástica armazena-se no músculo e é liberada na forma de energia cinética no momento da contração concêntrica, o que transforma a força pura em força rápida (BOCALINI et al., 2007 apud SOUZA et al., 2010).

A finalidade dos exercícios do CAE ou de contra movimento é otimizar a capacidade de reação do sistema neuromuscular e armazenar energia elástica durante o período antes do alongamento, para que seja utilizada na fase concêntrica do movimento (DESLANDES, 2003 apud SOUZA; FIDALE, 2010).

O CAE é utilizado em diversas ações do cotidiano, tais como: correr, andar, saltar e aproveitar a capacidade elástica inerente aos elementos elásticos em. O potencial elástico presente dos músculos só pode ser utilizado quando existe um alongamento muscular junto com geração de força. Durante essas ações musculares há produção de trabalho negativo, e esse tem parte de sua energia mecânica absorvida e armazenada na forma de energia potencial elástica nos elementos elásticos em série. Quando existe a passagem da fase excêntrica para a concêntrica, prontamente, os músculos podem fazer uso desta energia aumentando a geração de força na fase posterior com um custo metabólico menor, em duas atividades iguais, na qual uma utiliza o CAE, e a outra não, o consumo de oxigênio será menor naquela que utilizar (UGRINOWITSCH; BARBANTI, 1998).

Esportes que precisam desenvolver reações mais rápidas baseadas na otimização da reativação do Sistema Nervoso Central, força para absorver o impacto de uma caída equilibrada após os saltos, bem como força explosiva são muito beneficiados com o treinamento pliométrico. Atletas que praticam desportos que incluem ações explosivo-reativas ou alta velocidade do próprio corpo também são muito beneficiados pela pliometria. Alguns desses esportes são: basquete, vôlei, salto em distância, entre outros (BOMPA, 2004 apud SOUZA et al., 2010).

Um bom resultado a partir de exercícios pliométricos está relacionado diretamente com a especificidade com que se realiza o exercício. Cada modalidade esportiva deve ser analisada pelo profissional, afim de que o treinamento pliométrico seja específico para atender as necessidades de cada tipo de modalidade esportiva.

No caso de reabilitação, a parte que foi lesionada e está se recuperando deve estar livre de dor e edema, bem como sem restrições para a amplitude do movimento, flexibilidade

e medidas de força. O atleta deve ter força muscular e estabilidade das articulações adequada antes de começar os exercícios pliométricos. Devido a isso, o programa de reabilitação com exercícios pliométricos deve ser aplicado na fase final da reabilitação (ROSSI; BRANDALIZE, 2007).

A utilização destes exercícios é justificada pela melhor transformação da energia química em energia cinética, através da reutilização da energia elástica que é acumulada na fase excêntrica do movimento e utilizada em seguida na fase concêntrica gerando assim melhores alturas em saltos. Outro fator importante nesse tipo de exercício é a potenciação reflexa causada pela fase excêntrica, os fusos musculares são ativados devido ao alongamento da fibra muscular gerando um sinal para que o músculo envolvido se contraia (MOURA, 1994).

Deve haver um aquecimento antes da execução dos exercícios pliométricos. Esse aquecimento pode ser dividido em geral e específico, sendo que no aquecimento geral estarão inclusas atividades como corrida lenta seguida de alongamentos, e no específico estarão inclusas atividades repetitivas que favorecem os padrões neuromusculares da modalidade esportiva (BOMPA, 2004).

Conforme aumenta a velocidade em que se executa o exercício, aumenta também a demanda do treinamento sobre o mesmo. Sendo assim, quando um exercício é iniciado, deverá ser feito em velocidade menor até que o atleta esteja preparado para aumentar (ROSSI; BRANDALIZE, 2007).

O treinamento pliométrico não deve ser a o principal treinamento de resistência, mas sim um método secundário em um programa de otimização da força muscular (SOUZA; FIDALE, 2010).

As cargas biomecânicas excessivas que são geradas durante a execução de exercícios pliométricos são amortecidas pelo tecido conjuntivo presente nos pés, tornozelo, quadril e discos intervertebrais, que agem amortecendo o choque para dissipar o estresse ocasionado pelo salto. Quando forças vindas de fora agem nessas articulações e excedem a integridade estrutural de tecidos conjuntivos, ossos e músculos, ocorre a lesão. Devido a isso, antes de iniciar os exercícios pliométricos, deve-se realizar um programa de treinamento de força que envolva a musculatura dos membros e também os abdominais e extensores da coluna. As tendinopatias e fraturas figuram como as lesões mais comuns que ocorrem no treinamento pliométrico (ROSSI; BRANDALIZE, 2007).

O treinamento pliométrico melhora significativamente a altura dos saltos verticais. Sendo assim, o treinamento pliométrico deve ser considerado de grande importância para o

treinamento de atletas praticantes de modalidades esportivas em que o bom desempenho em saltos seja exigido e vantajoso, como no basquetebol (SOUZA et al., 2010).

O uso do CAE ou, simplesmente, do treinamento pliométrico, tendo em vista a melhora do salto vertical, parece ser imprescindível em qualquer programa de treinamento que é direcionado para a prática do basquetebol e também para outras modalidades semelhantes a essa (SOUZA; FIDALE, 2010).

## A UTILIZAÇÃO DO MEIO AQUÁTICO

A força empuxo se opõe à força da gravidade e reduz o peso corporal aparente, conseqüentemente, há diminuição das forças de compressão nas articulações, e os movimentos podem ser realizados mais livremente na água do que na terra (SHELDAHL, 1986; WHITE, 2005).

A força de arrasto proporciona resistência ao movimento, atrapalhando-o e podendo diminuir a sua velocidade. No entanto, a resistência pode promover fortalecimento muscular, e tempo maior para execução dos movimentos. Ao se movimentar contra a resistência da água, o ambiente aquático é alterado constantemente, o que pode melhorar a capacidade de manutenção do equilíbrio (SOUZA, 2006).

Quanto maior o nível de imersão do indivíduo, menor é a resultante das forças que agem sobre o corpo, pois essa força resultante é atenuada pela ação do empuxo. Devido a isso, os exercícios submersos em água têm sido muito utilizados como um recurso fisioterapêutico, como alternativa para o condicionamento físico e também para a reabilitação de lesões (KRUEL, 1994).

No caso dos atletas, existem situações em que acontece a substituição dos treinos em ambiente terrestre por sessões de treinamento aquático, com o objetivo não só de melhora e manutenção do condicionamento físico, mas o restabelecimento de alguma função. Exemplificando, a corrida na água é utilizada para diminuir os estresses de impacto na preparação para esportes de locomoção, como uma forma de treinamento adicional para o condicionamento cardiorrespiratório e para diminuir o decréscimo no desempenho durante a recuperação de um atleta lesionado (REILLY; DOWZER; CABLE, 2003).

O treinamento pliométrico realmente pode ser muito eficiente para os atletas, porém conta com um sério risco de lesões musculoesqueléticas, devido a forçadas contrações consecutivas, e principalmente ao grande impacto gerado pelos saltos, também conhecido como força de reação do solo. Uma alternativa com menores riscos então foi proposta, a

pliométrica em ambiente aquático apresentava baixo nível de força de reação do solo e permitia a melhor recuperação em atletas (MILLER et al., 2002).

Em um salto vertical com a aterrissagem do indivíduo com os dois pés, pode-se encontrar picos de força vertical de até 8 vezes o peso corporal do sujeito. Ainda buscam-se melhorias para diminuir a força do impacto sofrido pelas estruturas músculo esqueléticas dos membros inferiores após a aterrissagem dos saltos verticais, essas estratégias possuem como objetivo a diminuição do sério risco de lesões musculares, ósseas e nos ligamentos. Uma das propostas para diminuir o risco de lesões, é o salto realizado em ambiente aquático (MARTEL et al., 2005).

Os atletas que utilizam de uma maneira eficiente o CAE, por intermédio dos exercícios pliométricos, se mostram mais capazes de aumentar a aceleração e a potência durante a atividade física. O treinamento pliométrico realmente pode ser muito eficiente para atletas, porém conta com um sério risco de lesões musculoesqueléticas, devido a forçadas contrações consecutivas, e principalmente ao grande impacto gerado pelos saltos, também conhecido como força de reação do solo. Uma alternativa com menores riscos então foi proposta, a pliométrica em ambiente aquático apresentava baixo nível de força de reação do solo e permitia a melhor recuperação em atletas (MILLER et al., 2002).

O pico de reação do solo pode realmente ser muito intenso, principalmente quando se trata de um praticante de uma modalidade esportiva que contenha a utilização de saltos verticais, a força de reação do solo pode chegar até a oito vezes o peso do indivíduo, e com treinamentos decorrentes, pode ocasionar distintas lesões como musculares, ligamentares e ósseas, com isso a atividade em meio aquático se faz importante, evitando esse grande impacto de reação ao salto em ambiente terrestre (MARTEL et al., 2005).

A diminuição da força de reação do solo, ou seja, a diferença entre o impacto gerado durante o salto em solo relacionado ao mesmo produzido em ambiente aquático seria uma das causas da redução do risco de lesão.

O uso do ambiente aquático para o desenvolvimento de exercícios é pouco encontrado na literatura, quando relacionado aos termos de variáveis biomecânicas quantitativas, apesar de ser amplamente utilizado (BRITO et al., 2007).

## **METODOLOGIA**

O presente estudo possui natureza quantitativa, pois utiliza como base a medição numérica para estabelecer os padrões das variáveis (SAMPIERI; COLLADO, LUCIO, 2006) e descritiva, pois observa, registra e analisa as variáveis, sem manipular os fenômenos, dessa

forma é possível verificar com precisão a frequência com que ele ocorre e sua relação com outros fenômenos (CERVO; BERVIAN, 2002).

A população do presente estudo foi composta por alunos universitários do Curso de Educação Física de uma instituição privada da grande São Paulo. A amostra foi constituída por 11 sujeitos de ambos os sexos, saudáveis e familiarizados com o meio líquido. Após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética da Universidade Presbiteriana Mackenzie, todos foram convidados a participar da pesquisa, informados do objetivo da pesquisa e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

As características antropométricas dos participantes do presente estudo podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Características da amostra (média  $\pm$  desvio padrão).

<b>Idade (anos)</b>	<b>Massa Corporal (kg)</b>	<b>Altura (cm)</b>
24 $\pm$ 5,75	78,00 $\pm$ 14,90	173 $\pm$ 0,11

Para coleta dos dados foi utilizada uma plataforma de força da marca EMG System do Brasil específica para a água, que foi acoplada a um notebook da marca HP que possui o software EMGLab v.1.1 para a aquisição e gravação dos sinais.

Tanto os instrumentos de coleta de dados quanto o contato interpessoal ofereceram riscos mínimos aos participantes como: escorregões no momento dos saltos. Nos saltos em ambiente aquático os riscos já são minimizados por suas características (força de empuxo, resistência ao avanço), mas foram minimizados ainda mais os riscos, pela colocação de duas pessoas próximas do local do salto para assegurar que não aconteceria algum contra tempo com o sujeito da pesquisa.

A coleta de todos os indivíduos foi realizada em dias programados, de acordo com a disponibilidade do sujeito, na piscina da Universidade Presbiteriana Mackenzie, campus Alphaville, no qual foram realizados inicialmente os saltos em ambiente terrestre e depois os saltos sobre a plataforma de força subaquática dentro d'água.

Anteriormente a cada coleta, todos os indivíduos foram orientados a subir na plataforma de força para aferição de sua massa corpórea. Após esse procedimento, cada indivíduo foi orientado a subir novamente na plataforma de força e saltitar nas condições: solo e dentro da piscina nas profundidades de 0,32 m, 0,52 m e 0,73 m durante 20 segundos na cadência de 60 BPM. Os indivíduos foram orientados a aterrissar no meio da plataforma de força, respeitando a ação natural de amortecimento de impacto (flexionando os joelhos) (Figura 1).

Figura 1 – Ambiente de coleta de dados.



Após coleta de dados foram gerados gráficos da FRS para cada indivíduo em cada tentativa. Foram verificados os valores de pico de cada tentativa, sendo utilizada a média do valor para as três tentativas em cada condição. Como análise estatística, primeiramente foi testada a normalidade dos dados com o teste de Kolmogorov- Smirnov. Como os dados não apresentaram distribuição normal foi utilizado o teste de Wilcoxon, com nível de significância de 0,05. As análises foram realizadas através do software SPSS v.20.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela abaixo (Tabela 2) é possível analisar a média do peso dos sujeitos no ambiente terrestre em comparação com a média do peso relativo dos mesmos sujeitos no ambiente aquático observando as 3 profundidades diferentes.

Tabela 2. Peso relativo da amostra nos diferentes ambientes e profundidades

Peso relativo (Kgf)	Média	Desvio padrão	% PC
Solo	78,00	14,90	100%
0,32 m	71,00	14,95	91,32%
0,52 m	67,00	15,64	86,42%
0, 73 m	60,00	15,51	76,92%

É possível perceber na tabela a diferença do peso relativo dos mesmos sujeitos analisados em comparação ao meio terrestre e em diferentes profundidades em ambiente aquático. Tais resultados demonstram a redução do número quantitativo de peso corporal que ocorre no ambiente aquático, fato também demonstrado em estudos como os de Krueel (1994) no qual a redução foi de  $66,250 \pm 4,61$  (no solo) para  $58,421 \pm 4,303$  (água na altura do joelho, 0,73 m).

A diminuição observada quantitativamente de peso relativo nos indivíduos em relação ao solo se dá ao fenômeno de empuxo, característica do meio aquático. É possível perceber também que diferentes profundidades em meio aquático geram uma maior diminuição nos números de massa corpórea, no qual quanto mais profunda é realizada a medição de massa corporal no meio aquático menor serão os valores.

Como pode ser visto na tabela, a média de peso relativo aferida na profundidade de 0,32 m na água é equivalente a 91,32% peso "real" dos sujeitos, ou seja, a massa corpórea no solo. Em profundidade de 0,52 m aferida na água a média de massa corporal dos sujeitos é equivalente a 86,42% do valor "real" de massa corpórea dos sujeitos. E em profundidade de 0,73 m na água a média da massa corporal equivale a 76,92%. Sendo assim, fica evidenciado que em ambiente aquático existe um menor nível de força de reação de solo/força peso.

Na Tabela 3 podem ser vistos os valores normalizados (valor da FRS de cada sujeito dividida pela massa corporal de cada sujeito) para os saltitos realizados no solo e nas três profundidades no meio líquido.

Tabela 3. Valores de pico de FRS dos saltos normalizados em relação ao peso corporal (PC)

Profundidade (m)	Média	Desvio - Padrão
Solo	3,09.PC*	0,40
0,32 m	2,79*	0,38
0,52 m	2,59*	0,37
0,73 m	2,15*	0,41

\* Valor de  $p \leq 0,05$  quando comparados às demais alturas.

Analisando a média dos picos de força de reação de solo e sabendo que esses dados são normalizados, podemos entender que a FRS dos saltos no ambiente terrestre é equivalente a  $3,09 \pm 0,40$  vezes o valor da média de massa corporal dos sujeitos, o que em Kgf (unidade de medida de força de reação do solo) equivaleria a  $240,40 \pm 47,49$  Kgf. Já os saltitos realizados em ambiente aquático obtiveram valores significativamente menores que no solo.

Comparando a média dos picos de FRS nos saltitos no ambiente terrestre com a média dos saltitos em ambiente aquático na altura de 0,32 m é visto que até mesmo tendo apenas em torno da altura dos tornozelos submersa existe significativa redução de pico de FRS, para  $2,79 \pm 0,38$  vezes o valor da massa corporal dos sujeitos e tendo uma média de valor bruto dos

saltitos nessa profundidade de  $219,11 \pm 52,35$  kgf ( $p=0,008$ ), enquanto nos mesmo trabalho de saltos no solo foi observado um valor bruto de  $240,40 \pm 47,49$  kgf ( $p=0,010$ ).

Quando comparamos os valores encontrados nos saltitos no ambiente terrestre à profundidade de 0,52 m em ambiente aquático é possível observar uma diferença significativa entre os valores de média do pico de FRS de 0,5; tendo o valor do pico dessa profundidade em torno do meio da canela dos sujeitos de  $2,59 \pm 0,37$  vezes ( $p=0,004$ ) o valor da média da massa corpórea no solo dos indivíduos. Tendo o valor bruto em  $203,3 \pm 48,22$  kgf existindo uma diferença de 37,3 dessa altura para o trabalho de saltos realizado no solo ( $p=0,004$ ).

Já quando é comparada a média dos picos de FRS nos saltitos no ambiente terrestre com a média dos saltitos em ambiente aquático na altura de 0,73 m (em torno da altura do joelho) é visto que mesmo tendo um trabalho de saltitos submersos na altura em torno do joelho existe uma diferença significativa de 0,94 em relação à média do solo. O valor médio do pico de FRS de 0,73 m ( $p=0,009$ ) foi de  $2,15 \pm 0,41$  vezes da média de massa corporal dos sujeitos, que em Kgf equivale a  $169,66 \pm 48,41$  ( $p=0,009$ ), em um estudo realizado por Corrêa et al. (2011), foram encontrados resultados semelhantes, nos quais, em valores brutos, a força de reação do solo em ambiente aquático na profundidade de 0,73 m foi de 186,23 Kgf, sendo assim é possível afirmar que existem diferenças significativas entre se trabalhar com saltos em ambiente terrestre e no ambiente aquático tendo em vista que a força de reação de solo em ambiente aquático é significativamente menor do que a média dos saltos realizados em ambiente terrestre.

Também é possível encontrar significância quando é analisado a FRS nas diferentes profundidades no mesmo ambiente, no caso o aquático, quando comparamos a altura de 0,32 m com a altura de 0,53 m encontramos uma diferença significativa de 0,20 em relação às médias de pico de FRS dos saltos, no qual o valor de FRS mais baixo é encontrado na maior profundidade por conta do maior nível de imersão do corpo dos sujeitos ( $p=0,009$ ).

Quando comparados os resultados dos saltos na água nas profundidades de 0,52 m (altura em torno do meio da canela) e 0,73 m (em torno da altura do joelho) no mesmo ambiente, é possível analisar resultados onde os picos de FRS são significativos quanto as diferentes profundidades, tendo uma diferença de 0,44; sendo importante levar em consideração que como já foi visto anteriormente o maior pico de FRS se dá na menor profundidade (nesse caso 0,52 m), enquanto se tem o menor nível de FRS na maior profundidade (no caso 0,73 m).

Comparando nos dados coletados, a menor profundidade (0,32 m) e a maior profundidade analisada (0,73 m) no ambiente aquático tem-se a diferença significativa de 0,64, a qual encontra-se através dos diferentes níveis de imersão, o que altera o nível de FRS

de modo que a maior profundidade tem o menor nível de impacto, como já visto nas comparações anteriores, sendo assim uma melhor alternativa para um possível treinamento de saltos pensando em poupar as articulações da “absorção” dos excessos de impacto ocasionado pelos saltitos constantes ( $p=0,003$ ).

Tabela 4. Valores brutos do pico de FRS em Kgf dos saltos.

<b>Profundidade (m)</b>	<b>Média (Kgf)</b>	<b>Desvio - Padrão</b>
Solo	240,40*	47,49
H2O 0,32 m	219,11*	52,35
H2O 0,52 m	203,03*	48,22
H2O 0,73 m	169,66*	48,41

\* Valor de  $p \leq 0,05$  quando comparados às demais alturas.

Sendo assim, é possível afirmar que os níveis de FRS em ambiente aquático são significativamente menores e que o treinamento de saltos realizado no meio líquido é uma forma mais segura de otimizar a impulsão vertical, ocasionando menos lesões por impacto corroborando com os estudos de MILLER et al., (2002), MARTEL et al. (2005), BRITO et al, (2007).E KRUEL (1994).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Buscou-se com esse estudo avaliar saltitos utilizando o ambiente aquático como alternativa para o treinamento de saltos, a fim de melhorar o acervo de informações destinadas ao efeito da FRS comparando essa variável em ambiente terrestre e ambiente aquático, a fim de evitar o número de lesões devido ao constante impacto nas articulações decorrente do treinamento tradicional realizado em solo, para atingir os mesmos objetivo de melhora da capacidade física e conseqüentemente diminuindo o número de lesionados.

Foi visível que o treinamento de saltos no ambiente aquático tem a FRS significativamente menor do que em comparação com o ambiente terrestre. Também foi notável que os saltos realizados em ambiente aquático mais profundo tem os níveis de FRS mais baixos sendo assim ideal para reduzir os níveis de FRS principalmente em praticantes de modalidades esportivas que utilizem saltos constantes.

Sugere-se ao final deste trabalho, a utilização do método de treinamento de saltos/saltitos realizado em ambiente aquático, sendo esse consideravelmente mais seguro evitando grandes lesões e eficaz devido ao ganho de impulsão vertical. Outros estudos sobre métodos de treinamento para melhoria de salto vertical prevenindo os praticantes de possíveis lesões se fazem necessários para um conhecimento mais aprofundado de métodos de treinamento seguros e eficazes.

## REFERÊNCIAS

- BARELA, Ana M. F.; STOLF, Sandro F.; DUARTE, Marcos. *Biomechanical characteristics of adults walking in shallow water and on land*. Laboratory of Biophysics, Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.
- BOMPA, Tudor O. *Treinamento de potência para os esportes*. São Paulo. Editora Phorte, 2004.
- BRITO, Rômulo Nolasco; HAUPENTHAL, Alessandro; SCHÜTZ, Gustavo Ricardo; FONTANA, Heiliane de Brito; ROESLER, Hélio. Análise da Componente Vertical da Força de Reação do Solo no Salto Vertical em Ambiente Aquático, 2007. Disponível em: < [http://www2.rc.unesp.br/eventos/educacao\\_fisica/biomecanica2007/upload/4-3-B-Artigo%20CBB%20Brito%20R%20N%20sem%20identificacao.pdf](http://www2.rc.unesp.br/eventos/educacao_fisica/biomecanica2007/upload/4-3-B-Artigo%20CBB%20Brito%20R%20N%20sem%20identificacao.pdf)> Acesso em: 15 fev 2014.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. *Metodologia Científica*. 5 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2002.
- CORRÊA, Sônia Cavalcanti; PAES, Rodrigo Rodrigues de Jesus; LADEIRA, Ana Paula Xavier, MASSETO Simone Tolaine. *Comparison of muscular activity and ground reaction force between land-based and aquatic jumping training*. ISB 2011 - International Society of Biomechanics Congress XXIII, 2011.
- DESLANDES, R.; GAIN, H.; HERVÉ, J.M.; HIGNET, R. Principios de fortalecimiento muscular: aplicaciones en el deportista. IN: SIMONNET, J. Kinesioterapia. Medicina física. Paris: Elsevier, 2003:1 –10
- FLECK, Steven J.; KRAEMER, William J. *Fundamentos do treinamento de força muscular*. Artmed, 1999.
- GALLAHUE, D.; OZMUN, J. C. *Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos*. 2. ed São Paulo: Phorte, 2003. 641 p.
- HESPANHOL, Jefferson Eduardo; NETO, Leonardo Gonçalves da Silva ; ARRUDA, Miguel de. Confiabilidade do teste de salto vertical com 4 séries de 15 segundos. *Rev. Bras. Med. Esporte*, Niterói, v.12, n.2, 2006.
- KRUEL, Luiz Fernando Martins; ÁVILA, Aluisio Otávio de Vargas; MORAES, Eliane Zenir Correa de; SAMPEDRO, Renan Maximiliano Fernandes. Força de Reação Vertical em Indivíduos Praticando Exercícios de Hidroginástica Dentro e Fora D'Água. XII Congresso Brasileiro de Biomecânica in XII CBB 2005. Disponível em: < [http://www.researchgate.net/publication/236219354\\_FORA\\_DE\\_REAO\\_VERTICAL\\_EM\\_INDIVDUOS\\_PRATICANDO\\_EXERCICIOS\\_DE\\_HIDROGINSTICA\\_DENTRO\\_E\\_FORA\\_D'GU](http://www.researchgate.net/publication/236219354_FORA_DE_REAO_VERTICAL_EM_INDIVDUOS_PRATICANDO_EXERCICIOS_DE_HIDROGINSTICA_DENTRO_E_FORA_D'GU) > Acesso em: 15 fev 2014.
- KRUEL, Luiz Fernando Martins; Peso hidrostático e frequência cardíaca em pessoas submetidas a diferentes profundidades de água. Universidade do Estado de Santa Maria. Centro de Educação Física e Desportos. Curso de Pós-graduação em Ciências do movimento humano. Santa Maria, 1994.
- MARTEL, G. F. et al. Aquatic plyometric training increases vertical jump in female volleyball players. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 37, n. 10, p. 1814-1819, 2005.
- MASSONI, Rafael Moura. Análise da biomecânica do movimento em saltos verticais em diferentes profundidades no ambiente aquático. PIVIC Mackenzie, 2013.

MILLER, M.; BERRY, D.; BULLARD, S.; GIIDERS, R. Comparisons of land-based and aquatic-based plyometric programs during an 8-week training period. *Journal of Sport Rehabilitation*, n.11, p.268-263, 2002.

MORAES, A. M.; PELLEGRINOTTI, I. L. Evolução da potência dos membros inferiores durante um ciclo de treinamento de pliometria no basquetebol masculino. *EFdeportes.com, Revista Digital*, Buenos Aires, v. 10, n. 94, 2006.

MOURA, Nélio Alfano. Recomendações básicas para a seleção da altura de queda no treinamento pliométrico. *Boletín IAAF Centro regional Desarrollo*, n.12, p.2-6, 1994.

NICOL, A. C. Saltar. In: DURWARD, B. R.; BAER, G. D. U.; ROWE, P. J., editores. *Movimento Funcional Humano: mensuração e análise*. São Paulo: Manole, 2001. p. 136-144.

REILLY, T.; DOWZER, C. N.; CABLE, N. T. The physiology of deep-water running. *Journal of Sports Sciences*. v. 21, p. 959-972. 2003.

ROBINSON, L.; DEVON, S.; MERRICE, M.; BUCKWORTH, J. The effects of land vs. aquatic plyometrics on power, torque, velocity, and muscle soreness in women. *Journal of strength and conditioning research* 2004; 18(1): 84-91, 2004.

ROSSI, Luciano Pavan; BRANDALIZE, Michelle. Pliometria aplicada à reabilitação de atletas. *Revista Salus*, Guarapuava, v.1, n.1, p.77-85, 2007.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, P. B. *Metodologia da Pesquisa*. 3 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

SANTANA, H. A. P., SOBREIRA, V.; AGOSTINI, G. G.; SANTOS, S. S. Análise da altura alcançada em saltos de três diferentes arremessos no basquetebol. *Faculdade de Educação Física – Universidade Federal de Uberlândia*. Uberlândia, 2007.

SHELDAHL, L. M. Special ergometric techniques and weight reduction. *Medicine Science of Sports and Exercise*, Hagerstown, v. 18, p. 25-30, 1986.

SOUZA, Andreia Silveira de; RODRIGUES, Bruno Mastrascusa; HIRSHAMMANN, Bianca; GRAEF, Fabiane Inês; TIGGEMANN, Carlos Leandro; KRUEL, Luiz Fernando Martins. Treinamento de força no meio aquático em mulheres jovens. Grupo de Pesquisas em Atividades Aquáticas e Terrestres. Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2010.

SOUZA, Patrícia Vieira de. Análise biomecânica da marcha de crianças em ambiente aquático. Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos. Programa de pós-graduação em Ciência do Movimento Humano. Florianópolis, 2006.

SOUZA, Caroline Jacinto Barreto de; BICALHO, Karina Andrade; SANTOS, Jaqueline Bontempo; PAIMUNDO, Allan Keyser de Souza. Pliometria aplicada no treinamento de potência muscular em atletas: uma revisão da literatura. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires, v. 15, n.148, 2010.

SOUZA, Hércules Antonio da Silva; FIDALE, Thiago Montes. A importância do treinamento pliométrico para a otimização da performance do salto vertical dos e das atletas voleibolistas. *Revista Digital*, Buenos Aires, v.15, n.143, 2010.

Disponível em: < <http://www.efdeportes.com/efd143/treinamento-pliedrico-dos-voleibolistas.htm>> Acesso em 04/05/2014.

UGRINOWITSCH, Carlos; BARBANTI, Valdir José. O ciclo de alongamento e encurtamento e a "performance" no salto vertical. *Revista paulista de Educação Física*, São Paulo, v. 12,n.1,p. 85-94, jan./jun. 1998.

WHITE, R.; AGOURIS, I.; FLETCHER, E. Harmonic analysis of force platform data in normal and cerebral palsy gait. *Clinical Biomechanics*, ano 20, p. 508-516, 2005.

YOUNG, W.; WILSON, G.; BYRNE, C. Relationship between strength qualities and performance in standing and run-up vertical jumps. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*. v. 39, p. 285-283. 1999.

ZATSIORSKY, V. M. Ciência e prática do treinamento de força. São Paulo: *Phorte*, 1999.

**Contatos:** henry\_jordan\_tti@hotmail.com e soniacaco@gmail.com