

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA

“ESTUDO DO SALTO VERTICAL: Uma análise da  
relação de forças aplicadas”

EMERSON MIGUEL DA CRUZ

Dissertação de Mestrado na área da Ciência do  
Desporto, apresentada como requisito parcial  
para obtenção do título de mestre em Educação  
Física, sob orientação da Professora Dra.  
Antonia Dalla Pria Bankoff.

CAMPINAS

2003



**BANCA DE DEFESA**

---

**PROFESSORA Dra. ANTONIA DALLA PRIA BANKOFF**  
**(ORIENTADORA)**

---

**PROFESSORA Dra. ROBERTA CORTEZ GAIO**  
**(MEMBRO DA BANCA)**

---

**PROFESSOR Dr. MIGUEL DE ARRUDA**  
**(MEMBRO DA BANCA)**

---

**PROFESSOR Dr. PAULO ROBERTO DE OLIVEIRA**  
**(SUPLENTE)**

---

**PROFESSORA Dra. MARIA CESARINA GÂNDARA BARBOSA**  
**SANTOS**  
**(SUPLENTE)**





## *DEDICATÓRIA.*

*Este trabalho, que não é só um requisito de graduação, mas um passo de um indivíduo dentro de sua evolução como cidadão, eu o dedico à minha mãe: que sempre me disse: “estude meu filho por que esta é a única coisa que eu posso te deixar”. Estas palavras que sempre e muito me incentivaram escondem o verdadeiro presente que ela me deu: a honra e o orgulho de ser seu filho, e que através do seu carinho e empenho pude me tornar um homem capaz de vencer as dificuldades e chegar até aqui.*



## *Agradecimentos*

*“Agradeço à minha orientadora professora Doutora Antonia (“Toninha”), por todos os seus ensinamentos, mas principalmente pela sua forma de ser, que me fez acreditar que o conhecimento não é só um meio para se atingir um título acadêmico, mas uma ferramenta para se construir um mundo melhor. E pelo privilégio de concluirmos juntos esta tarefa eu prometo seguir seu exemplo: jamais desistir da luta e nunca perder o carinho, o respeito e o senso de humanidade”.*

*“.....A minha linda por estar sempre do meu lado, pela solidariedade, pelo carinho, pela compreensão....., que mais do que beleza é tudo que um homem espera de uma companheira”.*

*“Ao Doutor Cláudio Borges pela confiança com que me acolheu em seu laboratório, e por ter sido e ainda ser um exemplo de professor a ser seguido”.*

*“Aos meus colegas do laboratório da Essefego, pelo incansável apoio e extrema solidariedade. Tenho certeza que em breve serão vocês a atingir esta meta que hora me ajudaram a alcançar”.*

*“Ao meu pai por ter me ensinado sempre a fazer o melhor possível em qualquer que seja a tarefa”.*



*“Aos meus amigos da APCE que me ajudaram como sujeitos deste estudo, e que dividem comigo um sonho e um objetivo profissional de tornar nossa associação cada vez maior e mais conhecida”.*

*“E por tantas pessoas incríveis que estão ao meu lado, agradeço a Ele por manter iluminado o meu caminho: obrigado Meu Deus”.*



## SUMÁRIO

Índice de figuras e fotos.....	xv
Índice de tabelas.....	xvii
<b>RESUMO</b> .....	xxiii
<b>ABSTRACT</b> .....	xxv
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>OBJETIVOS DO ESTUDO</b> .....	9
<b>1 – REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	10
1.1 – Classificação dos desportos.....	10
1.2 – Definições das capacidades físicas.....	12
1.3 – O Treinamento desportivo.....	17
1.3.1 – O treinamento de força no contexto do treinamento desportivo.....	18
1.3.2 - Conceitos de força.....	18
1.3.3 - A força e suas várias formas de aplicação.....	19
1.3.4 - Tipos de trabalho muscular.....	22
1.3.5 - Tipos de contração muscular.....	22
1.3.6 - Caráter da contração muscular.....	24
1.3.7 - Força e sua influência na performance desportiva.....	26
1.4 – A Biomecânica do salto vertical.....	30
1.4.1 - Tipos de saltos usados na pesquisa com impulsão vertical.....	32
1.4.2 - Fases do salto.....	33
1.5 – Fatores intervenientes na capacidade de salto vertical.....	36
1.6 – Testes utilizados para medir o salto vertical.....	41
1.6.1 – Variações do Sargent Jump Test.....	41
1.7 – Pesquisas sobre o salto vertical.....	43
<b>2 – METODOLOGIA</b> .....	69
2.1 - População de Estudo.....	69
2.2 - Coleta de dados.....	69
2.2.1 - Medidas antropométricas.....	69
2.2.2 - Dobras cutâneas.....	71
2.2.3 - Forças de reação do solo.....	71
2.2.4 - Força relativa.....	72
2.2.5 - Impulsão vertical.....	72
2.2.6 - Potência.....	72



2.2.7 - Velocidade média.....	73
2.3 – Instrumentação.....	73
2.3.1 - Plataforma de força.....	73
2.3.2 - Plicômetro de dobras cutâneas.....	73
2.3.3 - Paquímetro ósseo e fita métrica.....	75
2.4 – Teste de força de reação do solo na plataforma de força.....	75
2.4.1 - Procedimentos metodológicos na aplicação do teste.....	75
2.4.2 - Procedimentos metodológicos na execução do teste.....	78
2.5 – Procedimentos de análise.....	78
2.6 – Questionário informativo – anamnese do atleta.....	80
<b>3 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>81</b>
3.1 – Características gerais dos sujeitos.....	82
3.1.1 – Médias e desvio padrão para: idade, peso, altura massa corporal magra, percentual de gordura.....	86
3.1.2 – Características gerais do treinamento da capacidade de salto dos sujeitos.....	87
3.2 – Apresentação do resultado das variáveis pesquisadas.....	88
3.3 - Apresentação do quadro geral de valores correlacionais.....	93
3.4 – Apresentação dos valores dos dez saltos que atingiram maior altura e dos dez que atingiram menor altura.....	95
<b>4 – DISCUSSÃO.....</b>	<b>99</b>
<b>5 – CONCLUSÃO.....</b>	<b>106</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>107</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>116</b>
<b>APÊNDICE.....</b>	<b>119</b>

## Índice de Figuras e Fotos

<b>Figura 01</b> – Formas de resistência nos desportos coletivos (Extraída de Barbanti 1988).....	14
<b>Figura 02</b> – Manifestação da velocidade motora nos desportos coletivos (modificado de Barbanti 1988).....	15
<b>Figura 03</b> – Característica da força rápida nos desportos coletivos (modificado de Barbanti 1988).....	16
<b>Figura 04</b> – Modalidades e fenomenologia da força humana (Extraída de Weineck 1989).....	25
<b>Figura – 05</b> – Relação entre a carga e a velocidade de contração de extensores das pernas de 20% a 100% da força máxima (Verkhoshansky, 1986 extraída de Badillo e Ayestarán 2001).....	27
<b>Figura 06</b> – Diagrama de corpo livre de todo o corpo (extraída de Enoka 2000).....	32
<b>Figura 07:</b> Diagrama de linhas representando as posições do membro para cima e para baixo durante o salto (figura adaptada de Durward, Baer e Rowe 2001).....	33
<b>Figura 08:</b> Força vertical para cima e para baixo aplicada a um pé durante salto - figura extraída de Durward, Baer e Rowe 2001.....	35
<b>Figura 09</b> – Fatores e componentes da força de explosão (a partir de Buhle-Schimidbleicher 1981 figura adaptada de Weineck 1988).....	37
<b>Figura 10</b> – Mecanismos do desenvolvimento da força (extraída de Badillo e Ayestarán 2001).....	39
<b>Figura 11</b> – Fotos ilustrativas das plataformas de força do computador de controle das câmeras VCR e das câmeras de infravermelho.....	74
<b>Figura 12</b> – Ilustração do plicômetro de dobras cutâneas.....	74
<b>Figura 13</b> – Ilustrações do paquímetro e da fita métrica.....	75
<b>Figura 14</b> - Figura ilustrativa dos pontos de colocação dos marcadores - figura adaptada do manual de instruções da plataforma de força AMTI Modelo OR-6-5-2000 capacity).....	76



**Figura 15** – Curva força x tempo – picos de força de saída e de chegada para o salto vertical.....102

## Índice de tabelas

<b>Tabela 01</b> – Média e desvio padrão da idade peso altura, massa corporal magra e percentual de gordura.....	86
<b>Tabela 02</b> – Resultados das variáveis do sujeito um para os três saltos realizados.....	88
<b>Tabela 03</b> – Resultados das variáveis do sujeito dois para os três saltos realizados.....	89
<b>Tabela 04</b> – Resultados das variáveis do sujeito três para os três saltos realizados.....	89
<b>Tabela 05</b> – Resultados das variáveis do sujeito quatro para os três saltos realizados.....	89
<b>Tabela 06</b> – Resultados das variáveis do sujeito cinco para os três saltos realizados.....	90
<b>Tabela 07</b> – Resultados das variáveis do sujeito seis para os três saltos realizados.....	90
<b>Tabela 08</b> – Resultados das variáveis do sujeito sete para os três saltos realizados.....	90
<b>Tabela 09</b> – Resultados das variáveis do sujeito oito para os três saltos realizados.....	91
<b>Tabela 10</b> – Resultados das variáveis do sujeito nove para os três saltos realizados.....	91
<b>Tabela 11</b> – Resultados das variáveis do sujeito dez para os três saltos realizados.....	91
<b>Tabela 12</b> – Resultados das variáveis do sujeito onze para os três saltos realizados.....	92
<b>Tabela 13</b> – Resultados das variáveis do sujeito doze para os três saltos realizados.....	92
<b>Tabela 14</b> – Resultados das variáveis do sujeito treze para os três saltos realizados.....	92
<b>Tabela 15</b> – Resultados das variáveis do sujeito quatorze para os três saltos realizados.....	93
<b>Tabela 16</b> – Resultados das variáveis do sujeito quinze para os três saltos realizados.....	93
<b>Tabela 17</b> – Resultados da correlação (r) entre as variáveis estudadas.....	94
<b>Tabela 18</b> – Resultados dos dez saltos de maior altura vertical.....	96
<b>Tabela 19</b> – Resultados dos dez saltos de menor altura vertical.....	96



<b>Tabela 20</b> – Tabela comparativa entre a média e o desvio padrão das variáveis estudadas para os dez maiores e os dez menores resultados de impulsão vertical respectivamente.....	97
<b>Tabela 21</b> – Quadro de análises correlacionais por variável e cociente de determinação.....	<b>119</b>

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi investigar as relações existentes entre forças aplicadas no salto vertical. As variáveis estudadas foram: a altura máxima atingida, a potência, a força de saída do solo, a força de chegada no solo, a força relativa e a velocidade. Foram propostos quatro objetivos específicos: analisar qual das variáveis estudadas apresenta uma maior relação com a máxima impulsão vertical, analisar qual das variáveis estudadas apresenta uma maior relação com a potência gerada, analisar os valores das variáveis estudadas para cada sujeito comparando os resultados obtidos em cada um dos três saltos, estabelecer um ranking decrescente de valores para os saltos verticais e a partir deste fazer uma análise comparativa entre os maiores e os menores resultados. Para tal foi usado um sistema de plataforma de força com câmeras de vídeo e infravermelho sincronizadas a este o que permitiam a obtenção dos valores de força e a reprodução virtual dos saltos. Participaram do estudo 15 sujeitos do sexo masculino com idades entre 17 e 35 anos, atletas de handebol da cidade de Goiânia. Cada sujeito realizou três saltos verticais máximos estilo counter movement jump, os quarenta e cinco saltos feitos pelos quinze atletas foram usados para análise. A análise correlacional mostrou que a variável que mais se relacionou com a máxima impulsão vertical foi a velocidade ( $r = 0,99$ ;  $P < 0,001$  e  $r^2 = 99\%$ ) e a variável que mostrou maior relação com a potência foi a força de saída do solo ( $r = 0,85$ ;  $P < 0,001$  e  $r^2 = 73,28$ ), as análises individuais mostram que o maior salto vertical foi atingido quando houve a melhor performance conjunta de pelo menos quatro variáveis. A análise comparativa entre os maiores e os menores resultados para o salto nos mostra que o primeiro grupo conseguiu resultados 37,6% maior que o segundo grupo e as variáveis que mais contribuíram para isto foram a velocidade e a potência. Os resultados confirmam o que é apresentado na literatura, mostrando com mais detalhes que a velocidade e a potência são fatores imprescindíveis para uma boa capacidade de salto e que a força relativa tem também grande importância neste contexto. O presente estudo pode ser de grande utilidade para a comunidade científica como base para novas discussões e para atletas e treinadores em geral serve como referência para estruturação de seus treinamentos para a capacidade de salto.

Palavras chave: Salto Vertical, Força, Velocidade, Potência, Correlação.

## ABSTRACT

The purpose of this study was to analyze the relations existing between the forces applied in the vertical jump. The researched variations were: the maximum height reached, the power, the ground reaction forces applied in the moment the subject touches and leaves the ground and the velocity. There are four specific proposals: to analyze which of the researched varieties shows a bigger relation with the maximum height reached, to analyze which of the researched varieties shows a bigger relation with the generated power, to analyze the achieved value of each subject in the three jumps of each one of them, to establish a decreasing ranking of the vertical jumps, and use it to compare the higher and lower ones. It was used a force platform system with video cameras and infrared synchronized to it, allowing the achievement of the forces values and the virtual reproduction of the jumps. The subjects for the study were 15 male handball athletes from the city of Goiânia between 17 and 35 years old. Each subject performed three maximum countermovement jump, all the forty-five jumps performed by the fifteen athletes were used for the analyses. The velocity was the variety with the closest relationship with the maximum vertical jump ( $r = 0,99$ ;  $P < 0,001$  e  $r^2 = 99\%$ ) and the power was the variety with the closest relationship with the take off force ( $r = 0,85$ ;  $P < 0,001$  e  $r^2 = 73,28$ ), the individual analyses demonstrates that the highest vertical jumps were achieved when the best performance joins at least four varieties. The comparative analyses of the biggest and lower results demonstrates that the first group had results 37.6% better than the second group, the varieties with the greater influence over it were velocity and power. The results affirms the published works, demonstrating with more details that velocity and power are essential factors for a good jumping capacity and that the relative force is also very important in this context. This study might be very useful to the scientific community as bases for new debates and to general coaches and athletes as a training reference for jumping capacity.

Key Words: Vertical Jump, Force, Velocity, Power, Relationship.

## Introdução

Dentro das manifestações da sociedade contemporânea o desporto<sup>1</sup> ocupa um lugar de grande destaque como elemento de entretenimento de grandes públicos. O desporto, segundo Grima (1984), pode ser compreendido no seu encontro com a cultura pela interpretação da sociedade a partir da prática desportiva, e nesta compreensão passa a ser conhecido como integrante cultural. Para Sergio (1974), o desporto e a cultura se encontram no jogo, que é um elemento indissociável do desporto e que, também como uma das essências da cultura, permite uma arte de viver em que o interesse e a criatividade pontificam e os valores éticos são mantidos.

Esta relação se concretiza efetivamente nas práticas cotidianas de lazer, iniciações desportivas, equipes escolares, equipes amadoras ou profissionais dentre outras; seja como protagonistas ou como torcedores apaixonados milhares de pessoas se encontram envolvidas, sem distinção de nacionalidade, idade ou de gênero. Esta visão global do fenômeno desporto é ratificada pela “carta internacional de Educação Física e Desportos (Unesco, 1978), e pelos trabalhos de inúmeros autores de grande aceitação internacional como Cagigal, Noronha Feio, Dieckert e outros, que numa visão maior do fenômeno desporto, o conceberam numa perspectiva ampla compreendendo-o com finalidades distintas, o desporto no meio escolar e o desporto do homem comum, o do não-atleta, isto é, o desporto livre, muitas vezes chamado de desporto não-formal ou desporto popular, não desconsiderando as perspectivas do desporto-desempenho (Apud Tubino 1992); esta visão grandemente aceita na comunidade desportiva internacional nos mostra a abrangência quase irrestrita do fenômeno desporto.

---

<sup>1</sup> Para padronização dos termos durante o texto usaremos sempre a palavra desporto em detrimento da palavra esporte, pois esta nos parece mais apropriada para definir tal manifestação cultural.

A significativa importância do esporte pode ser evidenciada no nosso cotidiano por meio das mais díspares formas, que vão desde o número de espectadores de um desafio de futebol (por vezes superior a 100.000); passando pelo número de concorrentes de provas como de maratona: quer para pedestres quer outras, como por exemplo: a de esqui (chegando a 50.000 participantes); pelo número de telespectadores de determinado evento, destacamos, por exemplo, uma final de futebol os jogos olímpicos (contabilizados na unidade milhão); pelo número de periódicos dedicados exclusivamente ao esporte (diários, semanários, revistas mensais); pelo número de programas televisivos e radiofônicos; pela publicidade ao redor de uma arena desportiva, o que pressupõe grandes investimentos (Barbanti et al 2002).

No dia de ano novo em 1990, mais de 105.000 pessoas lotaram entusiasmadamente o estádio de Pasadena, Califórnia, para ver o jogo de futebol americano Rose Bowl, e muitos outros milhões o assistiam pela televisão. Este e muitos outros exemplos indicam que habilidades motoras – especialmente desportivas – constituem aspecto importante da existência humana. Como podem as pessoas ter desempenhos em níveis tão altos? Como são essas habilidades desenvolvidas? E como podemos desenvolver essas habilidades em nós mesmos, em nossas crianças, ou nossos alunos? – todas essas perguntas geram fascínio, encorajam novas aprendizagens sobre o movimento humano (Schimidt 1993).

Concomitantemente a esta paixão se desenvolveram o estudo e a pesquisa das áreas ligadas às atividades desportivas, as “Ciências do Desporto”, que segundo Carneiro (1991), deve ser sempre considerada plural, pois a repercussão social do fenômeno desportivo, que expressa uma realidade multifacetada, não se satisfaz com o simples e estrito enfoque da Educação Física, mas necessita do auxílio de outras áreas do conhecimento científico, como a medicina, psicologia, filosofia, história, engenharia, sociologia, pedagogia, fisiologia, biologia, biomecânica, e

outras. Cada vez mais o Treinamento Desportivo de alto nível requer a interação de todas elas, para que se obtenha uma eficiência maior nos treinamentos.

Dentro de uma gama enorme de atividades desportivas: futebol, basquetebol, voleibol, handebol, atletismo dentre outros, encontramos um elemento em comum e de grande importância, “a capacidade de impulsão ou capacidade de salto”.

O salto é resultado da aplicação de uma força dinâmica com o intento de conseguir que o corpo possa alçar vôo. “Entende-se por força dinâmica como aquela que pode ser desenvolvida voluntariamente durante movimentos específicos. A força dinâmica em forma de força de impulsão caracteriza-se pelo empenho em movimentar uma massa da maneira a mais explosiva possível (Hollmann e Hettinger 1983)”.

Quando os atletas usam pesos livres, usualmente exercem força contra a ação da gravidade, a qual aumenta proporcionalmente à massa (carga) de um objeto. Os músculos podem ser exercitados tanto pela colaboração da gravidade como pela oposição ou resistência a ela (Bompa 1999), à capacidade do ser humano de se opor à lei da gravidade se lançando no ar impulsionado simplesmente pela potência gerada, orientada pela coordenação, chamamos de *capacidade de salto ou impulsão*.

A força explosiva nas condições da atividade desportiva se manifesta nos regimes de trabalho muscular dinâmico, e deve superar uma resistência externa. Sendo assim, o desportista, durante os esforços explosivos, sempre realiza ao máximo a força inicial, e o caráter da força aceleradora dependerá do valor da resistência externa e da força máxima muscular (Verkhoshanski 2001).

A avaliação do desempenho em uma tarefa por exemplo, o salto vertical, pode fornecer um indicador da potência do corpo como um todo, e este é comumente usado pela comunidade desportiva para este propósito (Enoka 2000).

Seja dentre os cientistas nos meios acadêmicos ou no senso comum das camadas populares encontramos perguntas ainda não claramente respondidas: Por que alguns atletas apresentam uma performance tão acima da média dos demais no tocante à capacidade de salto vertical? Quais elementos os levaram a possuir tal capacidade? O que fizeram eles para desenvolver ao máximo suas potencialidades? São muitas dúvidas as quais podem nos levar a várias propostas de estudos investigativos.

Utilizando uma abordagem multidisciplinar, buscamos enfocar como objeto de estudo o salto vertical, que além de sua própria importância como gesto motor de várias modalidades desportivas, é parâmetro indispensável para a avaliação da potência de membros inferiores.

### **Formulação da situação problema**

A física apresenta muitos elementos para explicarmos os fenômenos que acontecem ao nosso redor, e um de seus grandes estudiosos, Isaac Newton enunciou a seguinte lei: A variação do movimento é proporcional à força motriz imprimida e atua na direção da reta segundo a qual a força é dirigida (Keller, Gettys, Skove 1997) o que se traduz na seguinte equação da segunda lei de Newton: somatória de força é igual à massa multiplicada pela aceleração:  **$F=m.a$** .

A equação afirma que a aceleração de um objeto é proporcional à força resultante exercida sobre ele, e a massa do objeto é o fator de proporcionalidade entre força resultante e a aceleração (Keller, Gettys, Skove 1997).

Segundo Durward, Baer e Rowe (2001) para um salto vertical e uma sequência de aterrissagem, o sujeito geralmente começaria na posição vertical ereta e a atividade de saltar seria iniciada pela flexão do quadril e do joelho. Quanto mais baixo estiver o centro de massa, mais distância estará disponível para a fase de

propulsão. Conforme o corpo é acelerado para cima, os quadris e joelhos estendem-se com a produção de forças no solo. Quando os membros estão completamente estendidos (incluindo a flexão plantar da articulação do tornozelo), o corpo se levanta e a fase de vôo começa. Dependendo da quantidade de trabalho realizada pelos músculos, o corpo perderá contato com o solo com uma certa velocidade de decolagem. Esta velocidade de decolagem será reduzida pela ação da aceleração gravitacional ( $9,81 \text{ ms}^{-2}$ ), e uma altura máxima será atingida, após isto o corpo retornará ao solo e a fase de aterrissagem será iniciada.

No salto estão envolvidas capacidades<sup>2</sup> físicas importantes como: a produção de força e velocidade, que se caracterizam pela superação o mais rápido possível da resistência. A força “explosiva” representa o caso particular de manifestação das capacidades de velocidade e de força relacionadas com esforços únicos (saltos, lançamentos) (Zakharov 1992).

Formular com precisão uma definição de “força”, que compreenda ao mesmo tempo seus aspectos físicos e psíquicos, ao contrário da definição dos físicos apresenta consideráveis dificuldades, pois as modalidades da força, do trabalho muscular, da contração muscular etc, são extremamente complexas e dependem de uma multiplicidade de fatores (Weineck 1989).

A potência pode ser determinada como o produto da força e da velocidade. Como resultado, os fatores que afetam tanto a força muscular quanto à velocidade de encurtamento determinarão a potência que pode ser produzida. Dando ao músculo um impulso neural adequado, os principais determinantes da produção de potência são o número de fibras musculares ativadas em paralelo e a velocidade com que os miofilamentos podem converter energia em trabalho mecânico. A força que o músculo pode exercer é proporcional ao número de unidades geradoras de

força em paralelo; a força muscular aumenta com a área da secção transversa. A velocidade máxima que um músculo pode encurtar-se é determinada pela enzima miosina ATPase. Essa enzima controla a velocidade de interação entre actina e miosina e, assim, a velocidade de ciclagem das pontes transversas. A quantidade de atividade da miosina ATPase pode mudar com alterações nos níveis de atividade física. A produção de potência é máxima quando a força muscular for de cerca de um terço do máximo, a produção de potência aumenta à medida que o músculo se torna mais forte (a área de secção transversa aumenta), a produção de potência é máxima quando a velocidade de encurtamento é cerca de um quarto da velocidade máxima (Enoka 2001).

Considerando a complexidade do salto, não podemos simplesmente explicá-lo e defini-lo através de uma formula física, faz-se necessário uma visão mais aprofundada dos fatores que estão envolvidos. A força é um dos elementos mais estudados por várias áreas do conhecimento das ciências do desporto, e possui várias formas distintas de ser treinada e, portanto é passível de ser melhorada; o que dentro da perspectiva apresentada para o salto vertical, pode ser de grande valor para incrementar a performance deste ato motor. Poder estabelecer relações entre a altura máxima no salto vertical, a força e outros elementos envolvidos pode ser de muita utilidade para o desenvolvimento de novos métodos de treinamento, tanto para a capacidade de salto como para a potência.

### Relevância do estudo

A potência aspecto explosivo da força, ( $P = F \times D/t$  – potência é o resultado da força multiplicado pela distância dividida pelo tempo). A potência é a aplicação

---

<sup>2</sup> Para padronização dos termos usaremos durante o texto a terminologia capacidades físicas, mesmo conhecendo as variações terminológicas empregadas por diferentes autores tais como: valências físicas, qualidades biomotoras, qualidades físicas dentre outras.

funcional da força e da velocidade. Ela é o componente fundamental da maioria dos desempenhos atléticos (Wilmore, Costill 2001).

Um dos principais requisitos para atletas da maioria dos desportos hoje praticados é a capacidade de salto vertical, que como discutido anteriormente tem grande ligação com a capacidade de produção de força e velocidade. O termo força rápida tem sido usado também como um sinônimo para potência. Atividades desportivas tais como esforços curtos e intensos, saltos, lançamentos ou chutes demandam alta velocidade de movimentos combinados com alta geração de força, requerendo músculos para gerar altas potências. Há controvérsia na literatura sobre qual a máxima resistência externa contra a qual a máxima potência muscular pode ser gerada. Com o aumento da resistência externa, a potência gerada pode ser reduzida devido a uma progressiva redução na velocidade de contração (Thomas, Fiatarone e Fielding 1996).

Existe uma lacuna a ser preenchida na atual literatura que nos mostra que atletas precisam de grande potência para saltar, só não apresenta objetivamente “referências” de força, de potência, de força relativa que este deve possuir para desenvolver uma boa capacidade de salto.

Quanto à capacidade física relacionada à força de treinamento, que é a força empregada durante o decorrer de um treinamento, Hollmann e Hettinger (1983) dividem-na em: força estática, dinâmica e de impulsão: a força estática é aquela em que um músculo ou um grupo muscular pode desempenhar numa posição determinada, voluntariamente contra uma resistência imóvel; por força dinâmica compreende-se a que pode ser desenvolvida durante determinado movimento; e força de impulsão representa a força dinâmica por unidade de tempo. N. Gledhill (1990 ) ressalta que (guardando-se as especificidades de cada modalidade) a força deve ser levada em consideração como um relevante componente associado ao desempenho porque, virtualmente, todos os desportos necessitam da mesma para a

sua execução. Bompá (2002) afirma que a força relativa (FR) representa a razão entre a força absoluta de um atleta e seu peso corporal. Moreira (1987) menciona que a força relativa assume enorme importância quando a pessoa deve mobilizar seu corpo no espaço.

Na aplicação de rotinas de trabalho, em determinados momentos dentro dos distintos períodos do treinamento, é necessário avaliar a capacidade de salto e a potência de membros inferiores. Vários testes são utilizados para este fim, tais como: Sargent jump test, Vertical jump, Long jump, Teste de potência máxima em dez saltos sucessivos, dentre outros.

Considerando as diferenças de indivíduo para indivíduo, encontramos vários elementos intervenientes na capacidade de salto vertical: força absoluta, força relativa, tamanho dos braços de alavanca, potência muscular, energia elástica acumulada, peso corporal, coordenação motora, quantidade de fibras de contração rápida. Com base nos conceitos até aqui apresentados acreditamos que exista uma relação “ideal” entre as variáveis: potência máxima gerada, forças máximas de reação do solo, força relativa e que isto possibilite uma maior capacidade de salto vertical.

A realização de uma pesquisa experimental básica pode ser de grande importância para futuras intervenções na melhoria da capacidade de salto, e para uma clara compreensão do comportamento das forças aplicadas a este. Obter informações de como alguns elementos da capacidade de salto se inter-relacionam na performance de saltadores habilidosos pode nos apresentar alguns parâmetros que orientem o treinamento de outros atletas, e respaldem a criação de novas formas de treinamento.

## **Objetivos do Estudo**

### **O objetivo geral**

Identificar as relações existentes entre a capacidade de salto vertical, a potência de membros inferiores, as forças de reação do solo, a força relativa e a velocidade em atletas da modalidade handebol.

### **Objetivos específicos**

- Analisar qual das variáveis estudadas apresenta uma maior relação com a altura máxima atingida no salto vertical.
- Analisar qual das variáveis estudadas apresenta uma maior relação com a potência gerada.
- Analisar os valores das variáveis estudadas para cada sujeito, comparando os resultados obtidos em cada um dos três saltos.
- Estabelecer uma classificação decrescente de valores para os saltos verticais, e a partir desta fazer uma análise comparativa entre os maiores e os menores resultados.

# **1 - Revisão da Literatura**

## **1.1 - Classificação dos desportos**

Na classificação das capacidades e classificação dos desportos temos o seguinte:

Várias tentativas foram feitas para classificar os exercícios físicos. O precursor da ginástica alemã, Friederich Jahn (Apud Bompa 2002), empregou como critério o equipamento utilizado pelo atleta. Leshaft (Apud Bompa 2002) dividiu os exercícios em três grupos: o primeiro incluía exercícios simples (calistênicos); o segundo continha exercícios mais complexos e outros com carga progressiva (saltos, lutas); o terceiro era formado por exercícios complexos (jogos, esqui, esgrima).

Desconsiderando-se a classificação de atletas em desportos individuais (atletismo, ginástica artística, boxe) e desportos coletivos (basquetebol, handebol, voleibol e rúgbi), uma outra classificação amplamente aceita destaca as capacidades físicas como um critério. Elas incluem força, velocidade, resistência e coordenação. Essa classificação é muito útil para os técnicos. As habilidades desportivas podem ser classificadas em três grupos de exercícios: cíclicos, acíclicos e acíclicos combinados (Bompa 2002).

As habilidades cíclicas são utilizadas em desportos como a marcha, a corrida, o cross country, o esqui, a patinação de velocidade, a natação, o remo, o ciclismo, o caiaque e a canoagem. A principal característica desses desportos é que o ato motor envolve movimentos repetitivos. Uma vez que os atletas aprenderam um ciclo desse ato motor, podendo repeti-lo continuamente por longos períodos. Cada ciclo consiste em fases distintas e idênticas que se repetem na mesma sucessão.

As habilidades acíclicas surgem em desportos como arremesso de peso, lançamento de disco, ginástica artística e rítmica, desportos coletivos, luta greco-romana, boxe e esgrima, consistindo em ações complexas, realizadas em um movimento.

As habilidades combinadas consistem em movimentos cíclicos seguidos por movimentos acíclicos. Embora as ações sejam interligadas, pode-se facilmente distinguir os movimentos cíclicos dos acíclicos.

Ações motoras voluntárias resultam de um conjunto complexo de contrações musculares realizadas sob condições estáticas ou dinâmicas, e envolvem força, velocidade, resistência, coordenação e flexibilidade. A divisão dos desportos em categorias é baseada nos objetivos do treinamento, nas similaridades fisiológicas e nas habilidades exigidas no desporto em questão, que são necessárias para atingir e assegurar um desempenho adequado. Com isso dividiu-se o desporto em sete grupos (Bompa 2002):

1º ) Grupo: desportos que necessitam do aperfeiçoamento da coordenação e da execução perfeita de uma habilidade.

2º ) Grupo: desportos em que é preciso atingir uma velocidade superior, caso dos desportos cíclicos.

3º ) Grupo: desportos que necessitam do aperfeiçoamento da força e da velocidade de uma habilidade.

4º ) Grupo: desportos que necessitam do aperfeiçoamento de uma habilidade realizada em uma ação competição com oponentes.

5º ) Grupo: desportos que necessitam do aperfeiçoamento da condução de diferentes meios de transporte.

6º ) Grupo: desportos que necessitam do aperfeiçoamento da atividade do sistema nervoso central (SNC) sob estresse e baixo envolvimento físico.

7º ) Grupo: desportos que necessitam do desenvolvimento da capacidade de participação em várias atividades combinadas.

O quarto grupo inclui todos os desportos coletivos e individuais disputados contra um adversário, em que é necessário possuir excelente funcionamento dos órgãos sensoriais e ter a capacidade de perceber e agir rapidamente sob circunstâncias que se modificam continuamente durante a competição. As decisões tomadas em uma situação complexa de jogo dependem da capacidade do atleta de perceber estímulos externos. A velocidade e a precisão da interpretação dos movimentos podem impedir os adversários de executar manobras táticas bem-sucedidas ou levar a equipe ao sucesso Bompa (2002).

## **1.2 – Definições das capacidades Físicas**

Cada desporto mostra peculiaridades quanto ao uso e o grau de importância das capacidades físicas, mostrando consideráveis diferenças nos seus treinamentos. Segundo Tubino (1984), no tocante ao tema “Os desportos e suas capacidades físicas específicas” destaca-se o seguinte: a identificação das capacidades físicas dos desportos já foi colocada como passo fundamental para a eficácia de uma preparação física. Sabendo-se que o período de preparação física está dividido em duas fases (fase de preparação física geral e fase de preparação física específica).

- Capacidades físicas:

Coordenação: sob coordenação compreende-se a ação conjunta do sistema nervoso central e da musculatura esquelética, dentro de uma sequência de movimento objetiva. Elas habilitam o desportista a dominar ações motoras em situações previstas (estereótipo) e imprevistas (adaptação) de forma segura e econômica e a aprender relativamente rápido movimentos desportivos (Weineck 1991).

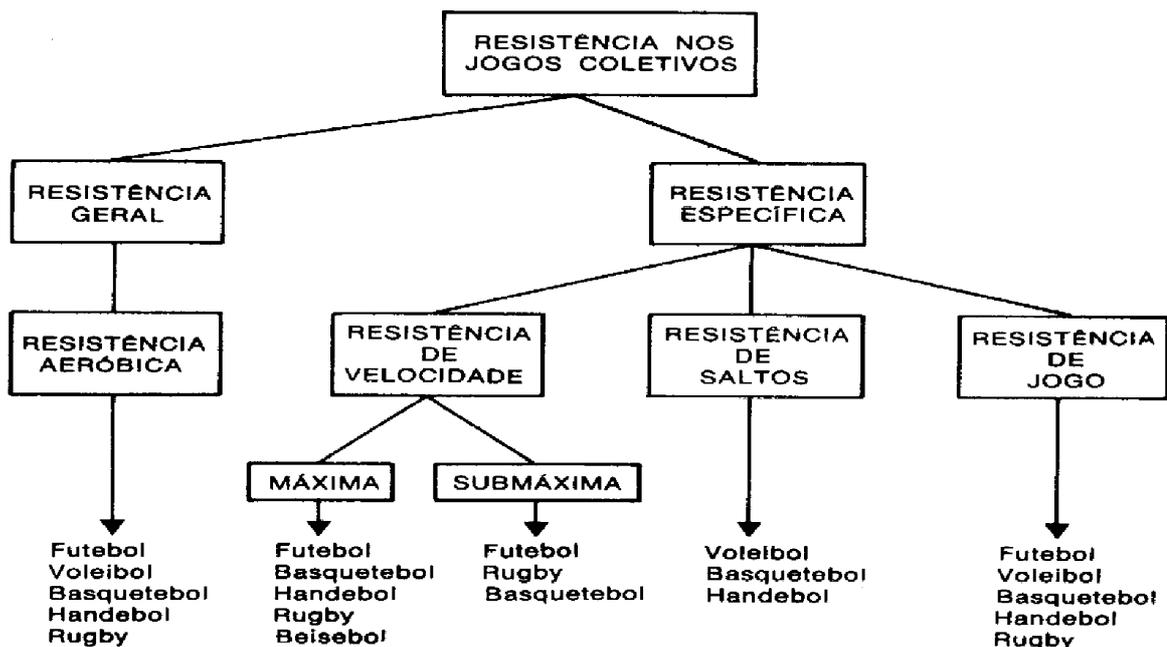
Ritmo: Tubino (1984) afirma que o ritmo é outra capacidade física, intimamente ligada ao sistema nervoso, e que está presente em todas as modalidades desportivas. Outro aspecto importante no estudo do ritmo é a chamada sensibilidade de ritmo, imprescindível no atletismo, natação, remo e ciclismo, a qual é obtida através de um bom período de treino em percursos demarcados.

Flexibilidade: Bompa (2002) define a flexibilidade como a capacidade de executar movimentos com grande amplitude, frequentemente, de mobilidade, e é significativa em treinamento. A flexibilidade é afetada pela forma, tipo e estrutura de uma articulação. É um pré-requisito para desempenhar habilidades com alta amplitude e facilitar ao atleta executar movimentos rápidos. O sucesso do desempenho de tais movimentos depende da amplitude de tais articulações, ou amplitude do movimento, a qual tem de ser mais alta que aquela requerida pelo movimento. Portanto, há uma necessidade de uma reserva de flexibilidade, a qual o atleta deve desenvolver para estar protegido contra lesões. Um desenvolvimento inadequado da flexibilidade, ou nenhuma reserva de flexibilidade, pode levar a várias deficiências:

- Dificuldade em aprender ou aperfeiçoar vários movimentos;
- O atleta é predisposto a lesões;
- O desenvolvimento da força, velocidade e coordenação são afetados adversamente.
- Limita o desempenho qualitativo de um movimento (quando um indivíduo tem uma reserva de flexibilidade, ele pode executar tarefas rápidas enérgicas, fáceis e expressivas).

Resistência: Weineck (1991) define resistência como a capacidade psicofísica do desportista de resistir à fadiga, observa que a resistência psíquica contém a capacidade do desportista de resistir, pelo maior tempo possível, a um estímulo; a resistência física, a capacidade do organismo como um todo, bem como

de cada sistema parcial, de resistir à fadiga. Ainda segundo Weineck (1991) a resistência, nas suas formas de manifestação, deixa-se subdividir em diferentes tipos de acordo com a forma de observação. Sob o aspecto da quantidade de músculos participantes, diferenciamos entre resistência geral e local; sob o aspecto da especificidade da modalidade desportiva, resistência geral e especial; sob o aspecto da obtenção de energia muscular, resistência aeróbica e anaeróbica; sob o aspecto do tempo de duração, resistência de curta, média e longa duração; e sob o aspecto das formas de exigências motoras participantes, resistência de força, de força rápida e de velocidade.

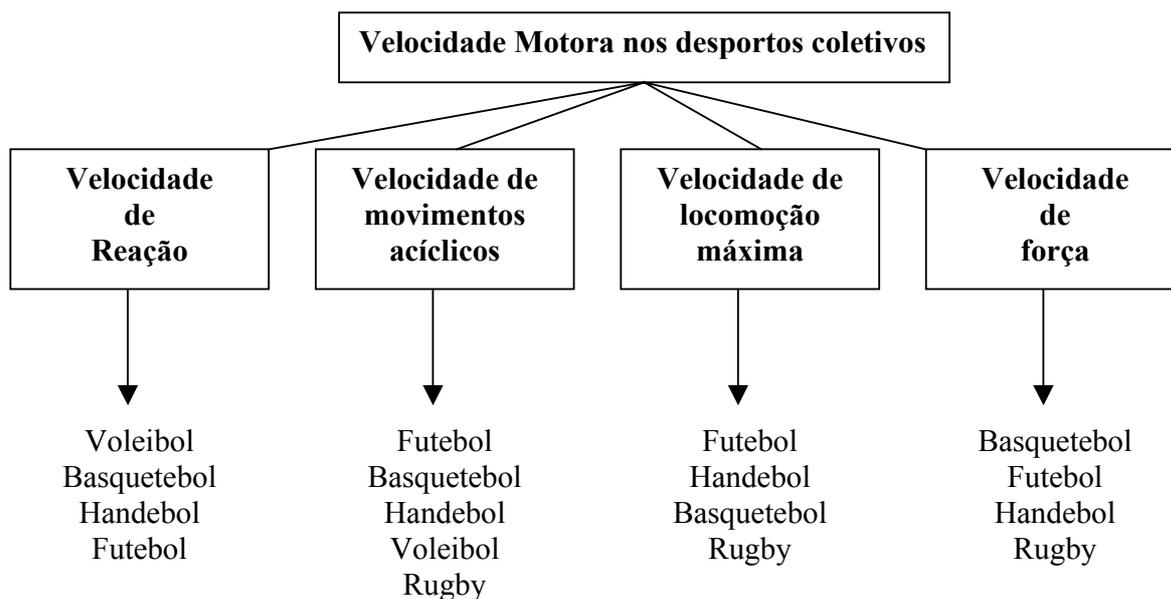


**Figura 01** – Formas de resistência nos desportos coletivos (Extraída de Barbanti 1988).

Descontração total e diferencial: Segundo Tubino (1984) é o tipo de descontração que capacita o atleta a recuperar-se de esforços físicos realizados. É

uma capacidade física presente a todos os desportos, pois as exigências atuais de treinamento e de competição solicitam a presença dessa capacidade física praticamente durante todos os períodos de treinamento. A descontração diferencial é a capacidade física que permite a descontração dos grupos musculares que não são necessários á execução de um ato motor específico.

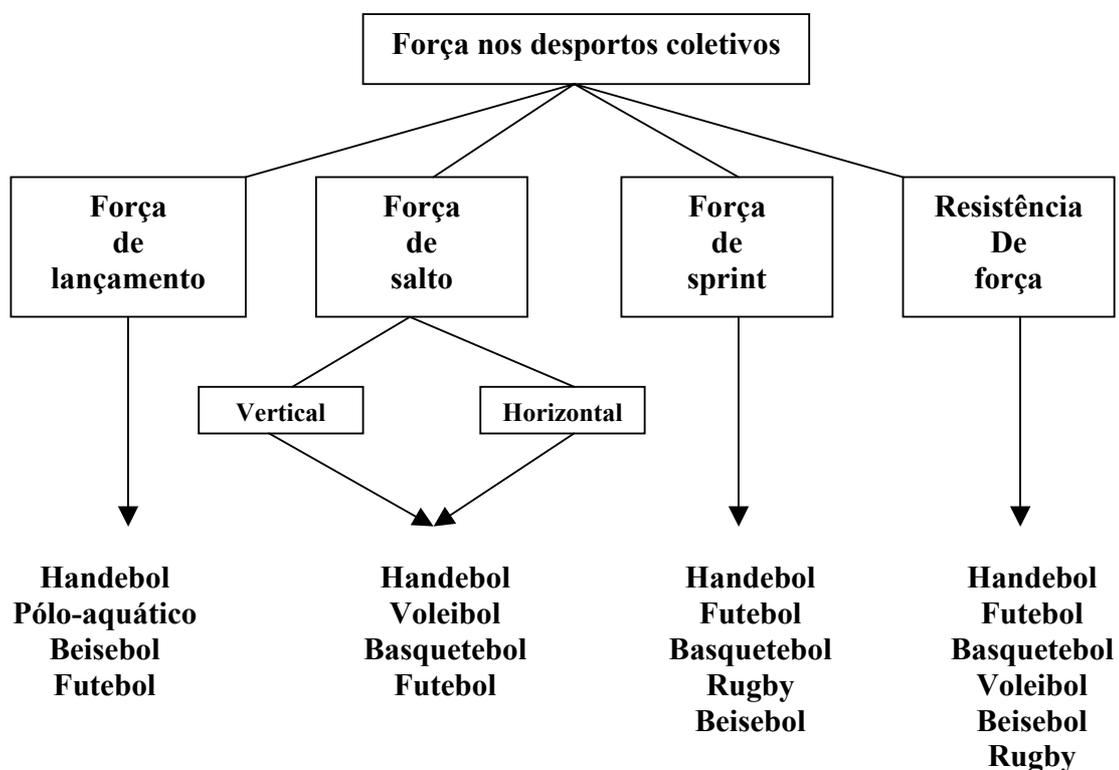
**Velocidade:** Weineck (1989) diz que a velocidade é a capacidade que se desenvolve, sobre a base da mobilidade dos processos do sistema neuromuscular e da faculdade inerente à musculatura, de desenvolver força, de executar ações motoras em um mínimo de tempo, distingue-se uma velocidade cíclica – adequada a uma sucessão de ações motoras (ex. corrida) – e uma velocidade acíclica – adequada a uma ação motora isolada (por ex. lançamento).



**Figura 02** – Manifestação da velocidade motora nos desportos coletivos (modificado de Barbanti 1988).

**Força explosiva:** Hollmam e Hettinger (1983) definem a força explosiva como o desenvolvimento da força dinâmica por unidade de tempo.

Barbanti (1988) afirma que na maioria dos desportos procura-se uma aplicação intensa da força numa curta unidade de tempo. Os desportos coletivos são caracterizados, em primeira linha, por movimentos de força rápida. Os saltos desempenham papel relevante na maioria dos jogos desportivos, como elemento fundamental do jogo (voleibol, basquetebol, handebol) e como fator determinante do rendimento em outros movimentos.



**Figura 03** – Característica da força rápida nos desportos coletivos modificado de Barbanti (1988).

### 1.3– O Treinamento desportivo

Desde tempos imemoriais os homens sentem a imperiosa necessidade de medir suas forças. As obras dos artistas da antiguidade retratam um vivo e colorido testemunho desse fato. Dos ginetes assírios até os cavaleiros medievais – passando pelas dançarinas e ginastas egípcios, os atletas gregos e os gladiadores romanos – os homens, no transcorrer dos tempos, se viram sempre dominados por esta tendência de competir e de lutar; de viver, em uma palavra. Repercute ainda hoje a fama de seu valor e a glória de seus triunfos. Alguns documentos escritos proporcionam informação sobre as pesadas tarefas que a si mesmos tais homens se impunham, com a finalidade de ficar em boa forma no dia do combate supremo, do torneio ou da competição olímpica. Tanto atletas que aplicavam em seu corpo massagens de óleo ou se adestravam no pugilato, como os corredores que realizavam uma pequena marcha preparatória antes da competição, estes se entregavam na realidade a certas formas do treinamento Mollet (1972).

Este trecho retirado da obra Treinamento total de Mollet (1972) ilustra como o desporto foi e ainda é parte integrante da cultura e da evolução humanas; e dentro da construção histórica da área de conhecimento das ciências do desporto, o treinamento desportivo, associado a outras áreas do conhecimento mais modernas como a informática e a eletrônica têm apresentado grandes contribuições para a melhoria da performance desportiva, onde atletas e treinadores buscam constantemente a superação de limites, e também para a prática de atividades físicas por atletas amadores e não atletas. Esta evolução tecnológica alimenta os trabalhos de inúmeros pesquisadores que através dos resultados de suas pesquisas reforçam as bases teóricas das ciências na qual o treinamento se apóia para o seu desenvolvimento.

### **1.3.1 – O treinamento de força no contexto do treinamento desportivo**

A força como uma caracterização mecânica é determinada pela direção, magnitude ou o ponto de aplicação. De acordo com a segunda lei da inércia de Newton, a força é igual à massa (m) multiplicada pela velocidade de aceleração (a), como a seguir:  $F = m \times a$ . Conseqüentemente, um atleta pode melhorar a força alterando um dos dois fatores, massa ou aceleração (Bompa 2002).

### **1.3.2 – Conceitos de força**

Força é um conceito usado para definir a interação de um objeto com o que lhe cerca, inclusive outros objetos. Pode ser definida como um agente que produz ou tende a produzir uma mudança no estado de repouso ou de movimento de um objeto (Enoka 2000).

O vigor máximo que um músculo ou um grupo muscular pode gerar é determinado força (Wilmore e Costill 2001).

Segundo Rocha e Caldas (1978) força é a capacidade que permite ao músculo ou grupo de músculos vencer uma resistência (oposição), ao movimento do qual ele é o agente motor.

A força do indivíduo como capacidade física se relaciona com a superação da resistência externa e da contra-ação a esta resistência, por meio dos esforços musculares. As capacidades de força do desportista não podem se reduzir apenas às propriedades contráteis dos músculos, pois a manifestação direta dos esforços musculares é assegurada pela interação de diferentes sistemas funcionais do organismo (muscular, vegetativo, hormonal, mobilização das qualidades psíquicas, etc). A revelação dos esforços musculares é a condição necessária para a realização de qualquer ação (gesto) motora, embora o caráter de manifestação da força possa ser muito diferente. Os desportistas revelam diversos tipos de capacidades de força,

que dependem do valor do peso a superar (load), da velocidade de movimento e da duração do exercício (Zakharov 1992).

Para Zatsiorsky (1999) a força, ou força muscular é a capacidade de gerar a maior força máxima maximorum externa (Fmm). Lembre-se que em mecânica e física a força é definida como a medida instantânea da interação entre dois corpos. A força manifesta-se de duas formas: ou o movimento de um corpo é alterado, ou o corpo é deformado, ou ambos. A força é um vetor de quantidade, ela é caracterizada pela magnitude, direção e ponto de aplicação.

### **1.3.3 – A força e suas várias formas de aplicação**

Antes de proceder a uma subdivisão mais específica das modalidades da força, é necessário constatar, em princípio, que a força e sua fenomenologia formal são consideradas, sem exceção, sob o duplo aspecto da força geral e da força especial.

Entende-se por força geral, a força de todos os grupos musculares, independentemente da modalidade desportiva; força especial, a forma de manifestação física de um determinado desporto, assim como seu fator correlativo específico (isto é, os grupos musculares envolvidos em um gesto desportivo) (Weineck 1989).

Badillo e Ayestarán (2001) apresentam a seguinte classificação das manifestações de força:

Força absoluta: A capacidade potencial teórica de força dependente da constituição do músculo; secção transversal e tipo de fibra. Essa força se manifesta de forma voluntária isto é, nem em treinamento nem em competição: só em situações psicológicas extremas com a ajuda de fármacos ou por eletro-estimulação.

Força isométrica máxima: É produzida quando o sujeito realiza uma contração voluntária máxima contra uma resistência maior do que a força produzida. É o que também se pode chamar de força máxima estática.

Força excêntrica máxima: Manifesta-se quando se opõe à capacidade máxima de contração muscular diante de uma resistência deslocada em sentido oposto ao desejado pelo sujeito. A força expressa nesse caso depende da velocidade com que se produz o alongamento ou a contração excêntrica. Por isso, é preciso sempre especificar a velocidade ou a resistência com que o movimento é realizado.

Força dinâmica máxima: É a expressão máxima de força quando a resistência só pode ser deslocada uma vez, ou se desloca ligeiramente e/ou transcorre a uma velocidade muito baixa em uma fase de movimento. Um exemplo simples de manifestação de força dinâmica máxima seria a realização de uma repetição com o máximo peso possível em um agachamento completo.

Força explosiva: Produção da maior tensão muscular (manifestação da força) por unidade de tempo. Está relacionado com a habilidade do sistema neuromuscular para desenvolver uma alta velocidade de ação ou para criar uma forte aceleração na expressão de força. A força explosiva sem pré-alongamento depende, em grande parte, da capacidade contrátil, isto é, da força máxima isométrica ou dinâmica, e sua manifestação baseia-se na capacidade de desenvolver uma grande força pelo recrutamento e sincronização instantâneos do maior número de unidades motoras.

Força elástico-explosiva: Apóia-se nos mesmos fatores que a anterior, acrescida do componente elástico que atua por efeito do alongamento prévio. Logicamente, a importância da capacidade contrátil e dos mecanismos nervosos de recrutamento e sincronização é menor nesse caso, visto que uma porcentagem do resultado deve-se à elasticidade.

Força elástico-explosiva-reativa: Acrescenta à anterior um componente de facilitação neural importante como é o efeito do reflexo miotático (de alongamento), que intervém devido ao caráter do ciclo alongamento-encurtamento, muito mais rápido e com uma fase de transição muito curta.

Força dinâmica relativa: É a força máxima expressa diante de resistências inferiores que corresponde à força dinâmica máxima. Equivale ao valor máximo de força que pode ser aplicado com cada porcentagem dessa força ou da isométrica máxima.

Para Tubino (1989) força relativa é o cociente entre a força absoluta e o peso corporal da pessoa, onde a força absoluta é o valor máximo de força que pode desenvolver uma pessoa num determinado movimento.

Weineck (1989) apresenta as seguintes definições de força:

Força máxima: na força máxima distinguem-se uma força máxima estática e uma dinâmica. A força máxima estática é a maior força que o sistema neuromuscular pode realizar por contração voluntária contra uma resistência insuperável; a força máxima dinâmica é a maior força que o sistema neuromuscular pode realizar por contração voluntária no desenvolvimento do movimento.

Força de explosão: A força de explosão compreende a capacidade que o sistema neuromuscular tem de superar resistências com a maior velocidade de contração possível.

Força de resistência: a força de resistência (Weineck 1989) é a capacidade de resistência à fadiga do organismo, em caso de “performance” de força de longa duração. Os critérios da força de resistência são a intensidade do estímulo (em % da força máxima de contração) e o volume do estímulo (total de repetições).

### **1.3.4 – Tipos de trabalho muscular**

Distinguem-se tipos de trabalho muscular: impulsor, frenador, estático e combinado (Weineck 1989).

- a) O trabalho muscular impulsor – preponderante na maioria dos desempenhos motores desportivos – permite através de um encurtamento muscular mover o peso do próprio corpo ou pesos exteriores, ou superar resistências.
- b) O trabalho muscular frenador – que intervém no amortecimento de saltos e na execução de movimentos de preparação – é caracterizado por um aumento longitudinal do músculo, que produz um efeito ativo contrário.
- c) O trabalho muscular estático serve para a fixação de posições determinadas do corpo ou das extremidades. Ele é caracterizado por uma contração muscular, que exclui o encurtamento.
- d) O trabalho muscular combinado caracteriza-se enfim por elementos de tipo impulsor, frenador ou estático.

### **1.3.5 -Tipos de contração muscular**

Bompa (2002) afirma que se pode gerar contração muscular ou tensão pela força da gravidade, aparelhos isocinéticos, resistência fixa e estimulação elétrica.

Força da gravidade: quando os atletas usam pesos livres, usualmente exercem força contra a ação da gravidade, a qual aumenta proporcionalmente à massa (carga) de um objeto. Pode se ganhar tensão no músculo tanto pela colaboração da gravidade como pela oposição ou resistência a ela. Em ambos os casos ocorre uma contração dinâmica, que freqüentemente e equivocadamente é chamada de isotônica, das palavras gregas isos, significando igual, e tonikos,

significando tensão. Definir isotônico como igual tensão é errado, principalmente porque a tensão muscular é uma função de um ângulo de flexão. Vencer a força da gravidade resulta em um tipo de contração que é comumente chamada de concêntrica (do latim *com-centrum*, significando ter um centro comum) e denota o caso no qual o músculo se encurta. Resistir à força da gravidade é um meio de desenvolver mais força, método que atletas usam com menos frequência, apesar de ser extremamente efetivo. Isso significa que, em vez de levantar um peso (vencendo a força da gravidade), deve-se abaixá-lo vagarosamente, somando à força da gravidade. Durante essa contração excêntrica, os músculos realmente alongam-se durante a fase de estimulação.

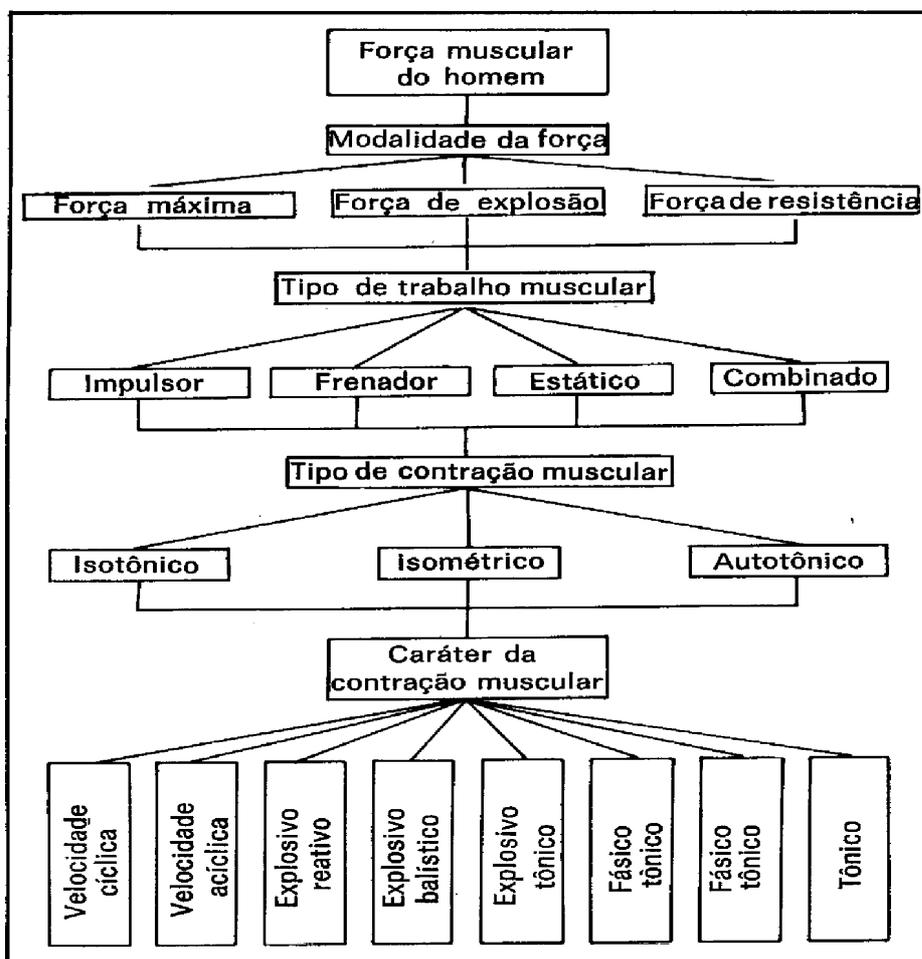
Resistência fixa: um músculo pode desenvolver com frequência uma tensão mais alta do que aquela desenvolvida durante uma contração dinâmica por meio de uma condição estática ou isométrica. Atletas podem aplicar força contra aparelhos ou objetos imóveis especialmente construídos, que não se somam à força que eles geram. Isso faz o músculo desenvolver alta tensão sem alterar seu comprimento.

Estimulação elétrica: apesar de ainda não ter sido adequadamente investigada, a estimulação elétrica pode levar a ganhos na força muscular. Fontes sugerem que tais melhorias originaram-se na Rússia (Kots 1977; Webster 1975 apud Bompa 2002) e Japão (Ikai e Yaabe 1969 apud Bompa 2002). De acordo com Webster, levantadores de peso russos melhoraram sua força máxima como resultado do emprego de estimulação elétrica. Kots (1977) argumentou que o uso de estimulação elétrica aumenta a hipertrofia muscular e ainda descobriu ganhos não apenas na força, mas também na resistência. Ikai e Yabe usaram uma frequência de estímulo três vezes mais alta (até 150 impulsos por segundo) que a frequência fisiológica (de 1 a 50 impulsos por segundo). Eles descobriram que a força pode aumentar aproximadamente até 31% mais que do que aquela obtida por meio de contração máxima voluntária.

### **1.3.6 - Caráter da contração muscular**

Weineck (1989) distingue oito formas de manifestação da contração muscular:

- Contração muscular tônica: contração forte e longa, na qual a velocidade de evolução da força não é decisiva (por exemplo: cruz de ferro nos aparelhos).
- Contração muscular fásica: trata-se quase sempre de movimentos em caráter cíclico, nos quais é exigida a evolução das diversas grandezas de forças (por exemplo: no remo).
- Contração muscular fásico-tônica: alternância de contração muscular tônica e fásica (por exemplo: combinação de elementos de ginástica).
- Contração muscular explosiva-tônica: para superar grandes resistências com rápida evolução da força (por exemplo: arranco no halterofilismo).
- Contração muscular explosivo-balística: execução máxima de força por carga relativamente baixa (por exemplo: lançamento de disco).
- Contração muscular explosivo-reativo-balística: emprego máximo de força depois de um forte estiramento muscular



**Figura 04** – Modalidades e fenomenologia da força humana (Extraída de Weineck 1989).

precedente (por exemplo: nos saltos, seguindo a fase de amortecimento).

- Velocidade acíclica: o emprego de força é desenvolvido frente a uma resistência por inércia (por exemplo: por ocasião de uma corrida com mudança de direção nos jogos esportivos).

- Velocidade cíclica: trabalho repetitivo em força de explosão com manutenção do nível de “performance” (por exemplo: “sprint”).

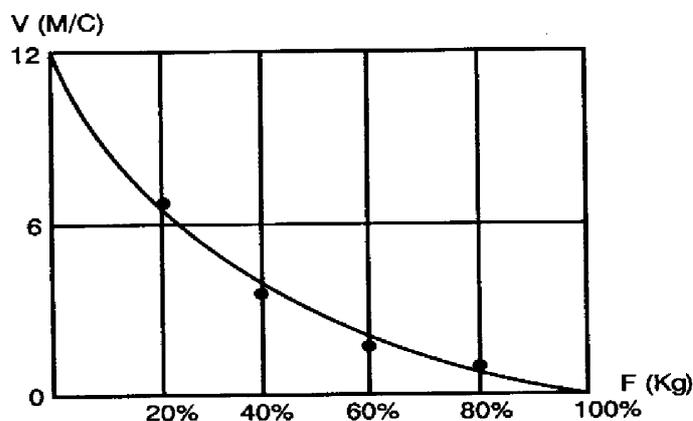
### 1.3.7 - Força e sua influência na performance desportiva

Badillo e Ayestarán (2001) afirmam que a melhora da força constituiu-se em fator importante em todas as atividades desportivas, sendo inclusive, em alguns casos, determinante. Se desenvolvida de uma maneira correta, nunca pode ser prejudicial para o desportista.

Força e desempenho técnico: Badillo e Ayestarán (2001) afirmam que a força desempenha um papel decisivo na boa execução técnica. Em muitos casos, a falha técnica não é produzida por falta de coordenação ou habilidade, mas por falta de força nos grupos musculares que intervêm em uma fase concreta do movimento.

“A velocidade de ação e o modelo do movimento poderiam afetar o recrutamento da unidade motora em um músculo. O mesmo ocorre em músculos dentro de um grupo muscular. Alguns músculos em um grupo funcional podem ser preferencialmente ativados sobre outros, dependendo da velocidade, do tipo de ação e do modelo do movimento. Algumas adaptações neurais ao treinamento de força podem consistir em alterações na natureza da ativação preferencial de músculos dentro de um grupo. A coordenação aperfeiçoada levaria a uma ativação mais eficiente de todos os músculos envolvidos e a mais eficiente ativação de unidades motoras em cada músculo (Simão 2003)”.

Força e potência: a velocidade de execução está estreitamente relacionada com a força. Quanto maior a resistência, maior a relação entre ambas. Uma boa aplicação de força pode levar a uma melhora da potência, o que se traduz em uma velocidade mais alta de deslocamento ou de execução de um gesto desportivo. Um incremento da potência de 19% associou-se a um incremento de 4% da velocidade de nado (Sharp e cols., 1982 **apud** Badillo e Ayestarán 2001).



**Figura – 05** – Relação entre a carga e a velocidade de contração de extensores das pernas de 20% a 100% da força máxima. (Verkhoshansky, 1986 extraída de Badillo e Ayestarán 2001).

A potencia mecânica máxima é alcançada na extensão intermediária da força e da velocidade. Quando a velocidade do movimento aumenta, a força executada diminui. A eficiência alcança o seu maior valor quando a velocidade é ao redor de 20% da velocidade máxima, com a maior potência mecânica em velocidades de cerca de um terço do máximo. Desde que a força e a velocidade são inversamente relacionadas, a potência é máxima quando a magnitude da força e da velocidade são ótimas, cerca de um terço dos níveis máximos da velocidade máxima e cerca da metade da força máxima. Como consequência, a potência máxima é aproximadamente igual a um sexto do valor que poderia ser alcançado se um indivíduo fosse capaz de exercer simultaneamente a força máxima e a máxima velocidade.

Força e velocidade: a velocidade de movimento decresce à medida que a resistência externa (carga) aumenta. Por exemplo, se um atleta lança implementos de diferentes pesos, à distância do lançamento (e a velocidade inicial do

implemento) aumenta à medida que o peso do implemento diminui. A força ( $F_{mm}$  – máxima maximorum) é alcançada quando a velocidade é pequena; e, inversamente, a velocidade máxima ( $V_{mm}$  – máxima maximorum) é atingida quando a resistência externa é próxima de zero. Vários movimentos desportivos abrangem diferentes partes das curvas de força e velocidade (Zatsiorsky 1999). Ainda segundo Zatsiorsky (1999) é impossível exercer uma alta força em movimentos muito rápidos. As magnitudes da força e da velocidade desenvolvidas na extensão intermediária da curva de força-velocidade dependem da força isométrica máxima maximorum, em outras palavras, a força máxima de um atleta determina os valores de força que podem ser aplicados em condições dinâmicas.

Muitos pesquisadores têm quantificado tradicionalmente as capacidades de desempenho por meio da força estática e da força dinâmica. Ambos os termos representam medidas do torque muscular resultante, a diferença sendo se o comprimento do músculo se modifica ou não. Sabe-se com base na relação torque versus velocidade que o torque máximo que um músculo pode exercer diminui à medida que a velocidade de encurtamento aumenta. Isso significa que medidas de força dinâmica dependem em grande parte de velocidade com que o comprimento do músculo se altera. Além disso, uma caracterização perfeita da força dinâmica requer que o torque máximo seja medido em várias velocidades. Esses procedimentos podem ser simplificados, entretanto, com a medida do pico de potência produzida pelo sistema, que representa a combinação de força e velocidade e produz o efeito mecânico máximo Enoka (2000).

Dintiman, Ward e Tellez (1999) sugerem que um indivíduo deve possuir uma força de membros inferiores (medida com uma repetição máxima no leg press) de aproximadamente duas vezes e meia o seu peso corporal para ter uma boa possibilidade de mover-se e manter seu corpo em movimento em altas velocidades.

Força e resistência: a força, embora possa estar situada em um extremo oposto ao da resistência também está relacionada com essa capacidade e pode influir na melhora do rendimento, sempre que o treinamento realizado se ajustar às necessidades de cada especialidade desportiva.

Poucos estudos têm considerado o exame das adaptações cardiovasculares durante o treinamento de força. Essas adaptações ao treinamento cardiovascular podem promover reduções na frequência cardíaca e na pressão arterial em repouso. Observa-se que o desempenho de uma atividade de treinamento de força resulta em uma resposta de pressão, que impacta o sistema cardiovascular. Além disso, dados indicam que o desempenho do treinamento de força de longo tempo pode resultar em adaptações positivas do sistema cardiovascular no repouso e durante o trabalho (Simão 2003)”.

Força e avaliação: A força possui tamanha transcendência no gesto desportivo que apenas sua avaliação é suficiente para poder dirigir corretamente muitos aspectos do treinamento. Por exemplo, o componente dinâmico da estrutura de um movimento é determinado pela correta aplicação da força: portanto, a medição dessa força permite que avaliemos um aspecto importante, talvez o mais importante, da qualidade técnica: seu componente dinâmico. Um efeito positivo ou negativo do treinamento sobre a técnica e, portanto, sobre o resultado pode ser motivado pela utilização de cargas (de força) inadequadas: sejam elas excessivas ou reduzidas provocam distorção na técnica e no desenvolvimento incorreto da força específica.

Observa-se freqüentemente, em estudos no treinamento de força, que a magnitude dos aumentos medidos depende de quão similar é o teste de força ao real exercício de treinamento (Simão 2003) e, portanto é necessário adequar o tipo de trabalho de força a ser executado às peculiaridades técnicas de cada modalidade desportiva.

#### **1.4– A biomecânica do salto vertical**

Apresentaremos o conceito de alguns autores sobre a capacidade de salto.

Barbanti (1989) define a força de salto como a capacidade de vencer a força da gravidade alcançando alturas elevadas, para realizar movimentos técnicos do jogo. É a capacidade de imprimir aceleração ao próprio corpo, para superar o seu peso, no intuito de conseguir maior altura. A capacidade de salto depende do desenvolvimento da massa muscular e da velocidade de contração do músculo. Aqui é necessário ter força explosiva, ou seja, a capacidade de realizar força no mais curto período de tempo. Os saltos desempenham papel relevante na maioria dos jogos desportivos, como elemento fundamental do jogo (voleibol, basquetebol, handebol).

Enoka (2000) caracterizou a gravidade no que é conhecido como a lei da gravidade de Newton: todos os corpos atraem uns aos outros com uma força proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa. O módulo dessa atração, uma força conhecida como peso, depende da massa dos objetos envolvidos e da distância entre eles. O peso é uma expressão da quantidade da atração gravitacional entre um objeto e a terra. Sendo uma força é medido em Newtons (N). Sem dúvida, o peso varia proporcionalmente com a massa – quanto maior a massa, maior a atração. Peso é uma força (uma quantidade derivada), enquanto massa (uma medida básica do sistema internacional de medidas) é uma medida da quantidade de matéria.

Keller, Gettys e Skove (1997) afirmam que duas grandezas estão estreitamente relacionadas com um objeto na superfície da terra ou próximo dela: a força gravitacional exercida pela terra sobre o objeto e o peso do objeto. Ainda segundo os autores, a massa de um objeto é uma medida de sua resistência a uma

variação de sua velocidade, e o peso ( $P$ ) de um objeto de massa  $m$  é igual à massa vezes aceleração da gravidade ( $P = m \times g$ ).

Enoka (2000) afirma que a força da gravidade produz uma aceleração constante de aproximadamente  $9,81 \text{ m/s}^2$  ao nível do mar. Em geral um objeto sob a ação de uma força experimenta uma aceleração, a aceleração representa a mudança na velocidade em relação ao tempo.

A terceira lei de Newton diz que a toda ação se opõe uma reação igual; ou, as ações mútuas de um corpo sobre outro têm sempre direções opostas Keller, Gettys e Skove (1997).

Enoka (2000) afirma que o módulo do vetor peso total do corpo é determinado bem rápido pela leitura de seu valor no mostrador de uma balança de banheiro. A validade deste procedimento pode ser demonstrada por uma simples análise baseada na lei da aceleração de Newton Somatória de forças é igual à massa multiplicada pela aceleração. Uma vez que o peso só age na direção vertical ( $z$ ), a análise pode ser restrita às componentes que agem verticalmente: o peso ( $F_p$ ) é direcionado para baixo, enquanto que a componente vertical força de reação do solo ( $F_{s,z}$ ) dirige-se para cima.

Durward, Baer e Rowe (2001) colocam que para um salto vertical e uma sequência de aterrissagem, o sujeito geralmente começaria na posição vertical ereta e a atividade de saltar seria iniciada por rebaixamento do centro de massa pela flexão do quadril e do joelho.

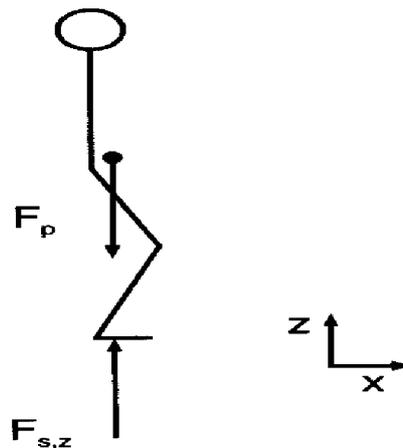
Conforme o corpo é acelerado para cima, os quadris e joelhos estendem com a produção de forças no solo. Quando os membros estão completamente estendidos (incluindo a flexão plantar da articulação do tornozelo), o corpo se levanta e a fase de vôo começa.

Dependendo da quantidade de trabalho realizada pelos músculos, o corpo perderá contato com o solo com uma certa velocidade de decolagem. A velocidade

de decolagem será reduzida pela ação da aceleração gravitacional ( $9,81 \text{ ms}^{-2}$ ), e uma altura máxima será atingida, após isto o corpo retornará ao solo e a fase de aterrissagem será iniciada.

Ainda segundo Durward, Baer e Rowe (2001) o contato inicial do pé no solo produzirá um grau de carga muito rápido, e forças muito acima de 200% por cento do peso corporal serão experimentadas. A recuperação do corpo, quando o contato com o solo é feito, significa que o contato será seguido por um período de acomodação até que o sujeito volte a ficar parado na posição vertical ereta.

$$\begin{aligned}\Sigma \mathbf{F}_z &= m\mathbf{a}_z \\ -\mathbf{F}_p + F_{s,z} &= m\mathbf{a}_z \\ \mathbf{F}_p &= F_{s,z} - m\mathbf{a}_z\end{aligned}$$



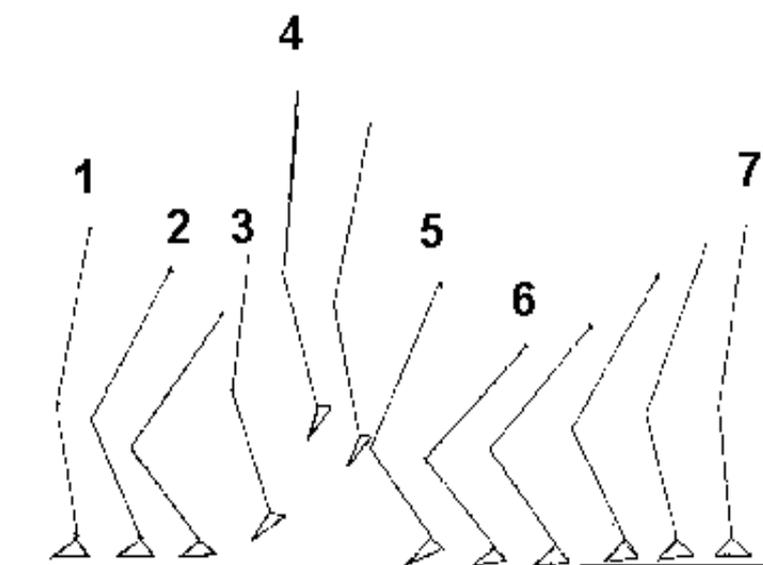
**Figura 06** – Diagrama de corpo livre de todo o corpo (adaptado de Enoka 2000)

#### 1.4.1 - Tipos de salto usados nas pesquisas com impulsão vertical

Os principais tipos de saltos verticais utilizados nos trabalhos científicos são: O Squat Jump, o Counter Moviment Jump e o Drop Jump.

Segundo Komi (1978) o Squat Jump é um tipo de salto que parte da posição imóvel de meio agachamento, com uma forte e rápida extensão dos membros inferiores, tendo as mãos na cintura, o Counter Movement Jump é um tipo de salto no qual a força reativa é o efeito da força produzida por um “ciclo duplo” de trabalho muscular aquele do alongamento-encurtamento, o encurtamento ocorre após um contra-movimento, ou seja, um movimento contrário que produz o alongamento da musculatura que vai se encurtar e o Drop Jump é a altura do salto vertical alcançada imediatamente após cair no solo iniciando se o salto a partir de degraus situados em diferentes alturas.

#### 1.4.2 - Fases do salto



**Figura 07:** Diagrama de linhas representando as posições do membro para cima e para baixo durante as fases do salto. As posições do membro foram distribuídas da esquerda para a direita, e o intervalo de tempo entre cada diagrama é de 0,2 s (figura adaptada de Durward, Baer e Rowe 2001).

Segundo Durward, Baer e Rowe (2001) as fases do salto são as seguintes:

Fase 01: a área do gráfico de força abaixo da linha da metade do peso corporal (400 N) por pé indica que o peso do corpo não está sendo sustentado e que o corpo sofrerá aceleração para baixo. No final desta fase o corpo estará se movendo com a máxima velocidade para baixo.

Fase 02: a segunda área é a desaceleração da velocidade para baixo até o corpo parar no ponto mais baixo antes da ação de saltar. O ponto mais baixo do movimento do centro de gravidade ocorre no final da Fase dois, e a porção sombreada da curva nas áreas 1 e 2 deve ser regular.

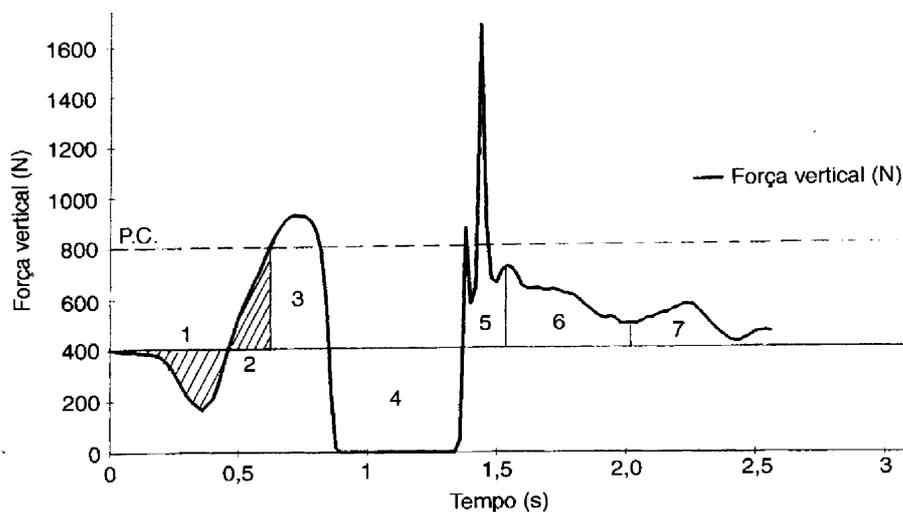
Fase 03: A área grande e as grandes forças acima da linha da metade do peso corporal significam que o corpo acelerará verticalmente para cima e, assim, a área três representa a principal ação propulsora para a atividade de saltar. Quando a curva de força passa para menos da metade do peso corporal, haverá um pequeno retardamento nesta aceleração para cima antes do final da Fase três no momento da decolagem.

Fase 04: Quando nenhuma força é aplicada ao solo, o corpo não está em contato com o mesmo, e esta é a fase de vôo. A duração da fase de vôo é importante porque o corpo pode ser considerado em vôo livre, e a primeira metade do tempo da fase de vôo apresentará velocidade para cima enquanto a segunda metade representará o retorno para o solo com velocidade para baixo. Portanto, é possível calcular a altura atingida no salto, conhecendo-se o tempo de vôo e o valor da aceleração gravitacional ( $9,81 \text{ ms}^{-2}$ ).

Fase 05: Quando o corpo chega ao solo, ocorre o contato inicial com a planta do pé seguido por um aumento muito rápido da força na medida em que a perna e o resto do corpo desaceleram rapidamente da velocidade para baixo. Valores de força máxima bem acima de duas vezes o peso corporal são regularmente observadas em cada pé.

Fase 06: Para recuperar a altura, o sujeito continua a aplicar uma força acima da metade do peso corporal por pé e o corpo acelera para cima novamente.

Fase 07: Esta fase é a recuperação para a velocidade zero, com o centro de massa geralmente se aproximando da altura normal do sujeito em pé e a força sobre cada pé voltando à metade do peso corporal para cada pé (supondo simetria da carga por pé).



**Figura 08:** Força vertical para cima e para baixo, aplicada a um pé durante salto (figura extraída de Durward, Baer e Rowe 2001).

## **1.5 – Fatores intervenientes na capacidade de salto:**

Considerando que a capacidade de salto é uma manifestação de força relacionada à velocidade veremos a seguir considerações de alguns autores a respeito de fatores intervenientes nesta capacidade:

Segundo Burhke/Schmidtbleicher (apud Weineck 1989) a componente vertical da curva de elevação da força depende principalmente de três fatores:

1º - O número de unidades motoras envolvidas no início do movimento (coordenação intramuscular).

2º – A velocidade de contração das fibras musculares ativadas. Assim como demonstram pesquisas bioquímicas, o grau de impulsão dinâmica inicial está em correlação com a porcentagem de fibras FT – ao contrário do desenvolvimento do máximo de força em que estão empenhadas tanto as fibras FT como as ST (cf. Bosco-Komi, 1979, 275).

3º – A força de contração das fibras musculares empenhadas, ou seja, a secção transversal do músculo.

Por força explosiva é necessário entender aí a capacidade de realizar uma elevação vertical em força: o aumento de força por unidade de tempo é essencial. A força explosiva depende da velocidade de contração das unidades motoras das fibras FT, do número das unidades motoras contraídas e da força de contração das fibras comprometidas.

Entende-se por força de largada (força inicial), uma subcategoria da força explosiva: a capacidade de realizar uma elevação em força máxima no início da contração muscular. A força de largada condiciona a performance nos movimentos que exigem uma grande velocidade inicial; ela baseia-se na capacidade de

empregar um número máximo de unidades motoras no início da contração e de executar uma força inicial elevada.



**Figura 09** – Fatores e componentes da força de explosão (a partir de Buhle-Schimidbleicher 1981, figura adaptada de Weineck 1988).

Badillo e Ayestarán (2001) afirmam que o potencial de força, seu desenvolvimento e sua manifestação dependem de uma série de fatores que enumeraremos brevemente:

### **Composição do músculo**

Área muscular: número e espessura de fibras.

Tipo de fibras: proporção de fibras rápidas e lentas.

Ângulo de inserção do músculo.

### **Utilização das unidades motoras (UMs)**

Recrutamento.

Frequência de impulso.

Sincronização.

Coordenação intermuscular.

**Fatores que contribuem para a contração:**

Reflexo de alongamento.

Elasticidade muscular.

Redução da atividade de células inibidoras (Golgi).

**Fatores mecânicos:**

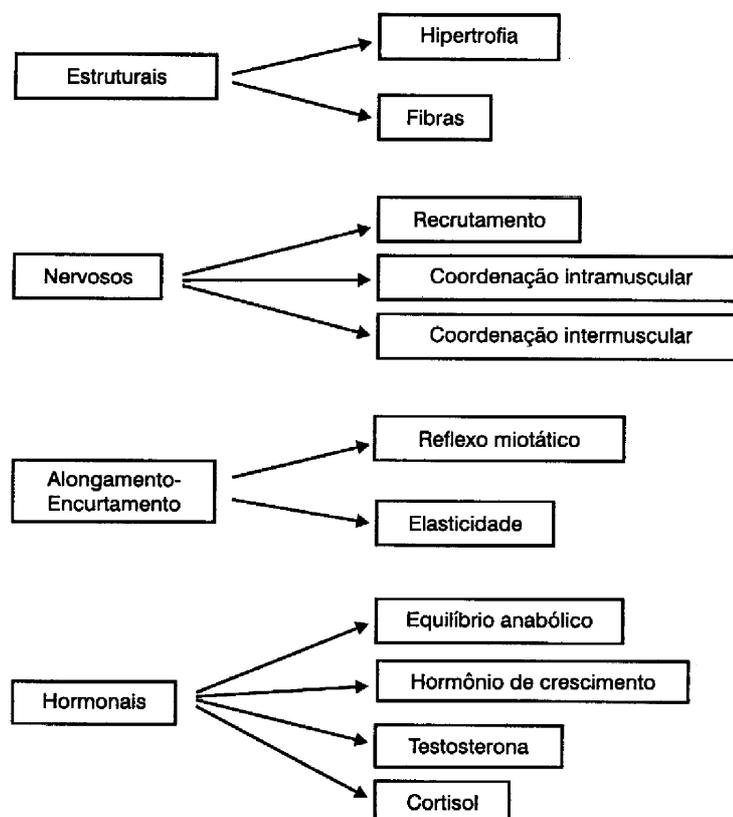
Número de pontes cruzadas ativas, conforme o estado de alongamento do músculo com relação à sua longitude de repouso.

Badillo e Ayestarán (2001) afirmam que a capacidade do indivíduo de produzir força depende de diferentes fatores:

- Estruturais, ou relacionados com a composição do músculo.
- Nervosos, relacionados às unidades motoras.
- Relacionados com o ciclo alongamento-encurtamento (CAE).
- Hormonais.

Zatisiorsky (1999) aponta alguns fatores que influenciam a produção de força:

**Elasticidade dos tendões e músculos:** A elasticidade tem um papel importante para o incremento da produção motora dos movimentos desportivos. Se um tendão ou músculo é alongado, a energia elástica é armazenada dentro destas estruturas biológicas. Essa energia deformada é comprimida e utilizada para aumentar a produção motora na fase concêntrica do ciclo de alongamento e encurtamento.



**Figura 10** – Mecanismos do desenvolvimento da força extraída de Badillo e Ayestarán (2001).

**Mecanismos neurais.** Considerando que os mecanismos neurais governam a ação muscular reversível (ciclo alongamento-encurtamento) durante o salto e a aterrissagem do salto em profundidade. Após o encontro do pé com o solo há uma rápida mudança tanto no comprimento do músculo quanto nas forças desenvolvidas. Os músculos são forçosamente alongados e, ao mesmo tempo, a tensão muscular aumenta agudamente. Estas mudanças são controladas parcialmente contrabalançadas pela ação concatenada de dois reflexos motores: o reflexo miotático (ou de alongamento) e o reflexo tendinoso de Golgi.

**Posturas e curvas de força:** A força que um atleta pode desenvolver em um dado movimento depende da posição do seu corpo (ângulos articulares).

**Dimensões musculares:** Os músculos com uma maior área transversal produzem maiores forças do que músculos similares com uma menor área transversal.

**Peso corporal:** A massa muscular constitui uma parte substancial da massa corporal humana ou do peso corporal. Essa é a razão porque entre indivíduos com um mesmo treinamento, aqueles com os maiores pesos corporais demonstram uma maior força. Para comparar a força de pessoas diferentes, a força por quilograma de peso corporal é usualmente calculada (força relativa). Por outro lado a força muscular quando não tem relação com o peso corporal é denominada força absoluta. Desse modo a seguinte equação é válida:

$$\text{Força relativa} = \text{força absoluta} / \text{peso corporal}$$

**Outros fatores (nutrição e “status” hormonal):** O treinamento de força ativa a síntese das proteínas musculares contráteis e causa uma hipertrofia da fibra somente quando existem substâncias suficientes para o reparo protéico e crescimento. Em adição ao suplemento de aminoácido o status hormonal de um atleta tem um papel importante. Vários hormônios como: o hormônio do crescimento (Gh), a testosterona e o cortisol; que são secretados por diferentes glândulas corporais, afetam o tecido muscular esquelético.

**Fatores Neurais:** O sistema nervoso central (SNC) é de suprema importância quando da realização e desenvolvimento da força muscular. A força muscular não é determinada somente pela quantidade de massa muscular envolvida, mas também, pela magnitude de ativação voluntária de cada fibra em um músculo (coordenação intramuscular). A capacidade de exercer força máxima é um ato de habilidade no qual vários músculos precisam ser ativados adequadamente coordenação intramuscular.

**Coordenação intramuscular:** O sistema nervoso central utiliza três opções para variar a produção de força muscular. Elas incluem:

- O recrutamento; a gradação da força muscular total através da adição e subtração de unidades motoras ativas.
- Taxa de codificação; modificação da taxa de acionamento da unidade motora.
- Sincronização; ativação das unidades motoras de uma forma mais sincronizada.

## **1.6 – Testes utilizados para medir o salto vertical:**

A medição da altura do salto vertical é de grande interesse e estudo, uma vez que esta medida é largamente utilizada como estimativa de outras variáveis, tais como capacidade anaeróbica, potência de membros inferiores e porcentagem de tipo de fibras musculares (Bosco, 1982).

Com o objetivo de avaliar a força explosiva e a de impulsão dos membros inferiores, Sargent propôs um teste, através do salto vertical, para que a eficiência do salto fosse determinada. A partir daí, esse teste ficou conhecido, entre os preparadores físicos, técnicos e profissionais ligados à área das ciências do esporte, como **“Sargent Jump Test”** ou **“Teste de impulsão Vertical”**.

### **1.6.1 - Variações do “Sargent Jump Test”:**

**Vertical Jump** (Johnson & Nelson, 1979 apud Marins e Giannichi 1996): objetivo – medir a potência dos membros inferiores no plano vertical. O testando deverá assumir a posição em pé, de lado para a superfície graduada, e com o braço estendido acima da cabeça, o mais alto possível, mantendo as plantas dos pés em contato com o solo, sem flexioná-los. Deverá fazer uma marca com os dedos, na posição mais alta que possa atingir. Para facilitar a leitura, os dedos do testando

deverão ser sujos com pó de giz. O teste consiste em saltar o mais alto possível, sendo facultado ao testando, o flexionamento das pernas e o balanço dos braços para a execução do salto (Marins e Giannichi 1996).

Hopkins (apud Galdi 1999) preconiza a variação na técnica de execução do teste do salto vertical, que consiste em dar um passo de aproximação, antes da execução do mesmo. Essa técnica de execução recebe o nome de **“free jump”**, cujo coeficiente de correlação com o teste de **“Sargent Jump Test”** é de  $r = 0,95$ . Relata-se ainda a técnica de medição do **“teste de Abalokow”**, que consiste na tração de uma fita métrica, presa à altura da cintura e estendida por entre as pernas do indivíduo avaliado. O resultado do teste é dado pela diferença dos registros, antes e após a execução do salto.

Bosco, Komi, Ito (1981) desenvolveram um equipamento, chamado **“Ergojump”**, cuja técnica de medição é feita eletronicamente, através de um relógio digital conectado, por cabo, a uma plataforma metálica. Esse instrumento permite o cálculo do tempo médio de vôo de saltos verticais consecutivos, por um período de tempo de 15 a 60 segundos.

**Teste de impulsão vertical:** Matsudo (1987) o objetivo é medir indiretamente a força muscular de membros inferiores através do desempenho em se impulsionar verticalmente.

1 - Impulsão vertical sem auxílio dos membros superiores: o avaliado se coloca de pé, calcanhares no solo, pés paralelos, corpo lateralmente à parede com os membros superiores verticalmente levantados.

Considera-se como ponto de referência a extremidade mais distal das polpas digitais da mão dominante projetada na fita métrica. Após a determinação do ponto de referência, o avaliado afasta-se ligeiramente da parede; no sentido lateral, para poder realizar uma série de três saltos mantendo-se, no entanto com os membros elevados verticalmente.

Obedecendo à voz de comando “atenção já” – ele executa o salto tendo como objetivo tocar as polpas digitais, da mão dominante, que deverão estar marcadas com o pó de giz ou magnésio, no ponto mais alto da fita.

2- Impulsão vertical com o auxílio dos membros superiores – repete se todo o procedimento do item anterior, sendo permitida a movimentação de braços e tronco. O deslocamento vertical é dado em centímetros pela diferença da melhor marca atingida e do ponto de referência.

### **1.7 – Pesquisas sobre o salto vertical.**

Vários pesquisadores têm desenvolvido trabalhos sobre o tema salto vertical; apresentaremos alguns trabalhos que nos serviram de referência:

Luthanen & Komi (1978) estudaram o salto vertical, analisaram o salto vertical do ponto de vista biomecânico, e estabeleceram a contribuição relativa dos vários movimentos dos segmentos do corpo, nos resultados do salto.

Utilizando-se das técnicas cinematográficas e de plataforma de força, avaliaram oito atletas, sendo seis de voleibol e dois de basquetebol, em posições paradas, para execução do salto, vertical, acrescido de diferentes movimentos segmentais do corpo em intensidade máxima, tais como: flexão plantar com joelho em ângulo reto e ângulo do tornozelo em 20° graus; extensão do joelho em 90° graus na posição parada e ângulo do tornozelo fixo 0° grau; extensão do tronco para flexão em 40° graus; balanço da cabeça para trás com pescoço flexionado; braços retos, com balanço para cima; balanço dos braços para cima com cotovelo em ângulo de 90° graus; e balanço dos braços para cima, com cotovelo em ângulo de 45° graus.

Dois saltos verticais completos (flexão dos joelhos e balanço dos braços) foram executados parados, para poderem ser comparados com as várias contribuições segmentais em separado.

Os dados revelam que a velocidade de impulso no salto vertical é causada por diferentes componentes e nas seguintes proporções: extensão do joelho 56%, flexão plantar 22%, extensão do tronco 10%, balanço dos braços 10% e balanço da cabeça 2%. Entretanto a média da velocidade de impulso na execução total (3.03 m/s), foi apenas 76% da máxima calculada teoricamente na análise segmentar. O tempo ótimo de execução segmentar foi calculado em 84%, para a melhoria dessa eficiência. Uma grande variação foi observada entre os indivíduos quanto à execução total do salto completo, ocorrendo variação similar na utilização da execução do salto vertical por segmentos.

Bosco e Komi (1979) estudaram a composição das fibras dos músculos esqueléticos (músculo vasto lateral) no mecanismo do seu desempenho atlético, sob condições dinâmicas.

Trinta e quatro estudantes de Educação Física, com diferentes composições de fibras musculares executaram saltos verticais máximos sobre uma plataforma de força.

Duas formas diferentes de saltos foram executadas: posição de semi-agachamento, sem a compensação de contramovimento (Squat Jump) e salto na posição em pé ereto, com uma compensação de contramovimento (Counter movement jump); em ambos os saltos, os sujeitos permaneciam com as mãos na cintura.

A determinação da composição das fibras musculares (fibras rápidas FT, e fibras lentas, ST) foi feita, através de biopsia no músculo vasto lateral. Os parâmetros mecânicos calculados incluíram: altura do centro de gravidade do corpo, a média da força (F), impulso (IN) e a média da potência mecânica (W).

Os resultados mostraram diferenças significativas entre as alturas do centro de gravidade do corpo nas duas formas de execução dos saltos (SJ e CMJ), sendo que o CMJ apresentou um nível de altura maior do que o SJ (média da altura  $41,6 \text{ cm} \pm 6,1$  e  $35,9 \pm 4,7$ ; respectivamente), o mesmo aconteceu na fase positiva do CMJ. Quanto à composição das fibras, estas exibiram uma relação positiva com o desempenho, em ambos os saltos ( $r=0,37$ ;  $p<0,05$  para o SJ e  $r=0,48$ ;  $p<0,01$  para o CMJ); portanto, a composição das fibras pode determinar o desempenho de movimentos multiarticulares. Segundo os autores, esses resultados devem estar relacionados com a habilidade de estocar e reutilizar a energia elástica, bem como com as diferentes características mecânicas das unidades motoras e suas respectivas composições de fibras musculares, durante a fase de desaceleração do CMJ.

Concluem os autores que sujeitos, com uma porcentagem maior de fibras musculares do tipo FT, no músculo vasto lateral, podem, em geral, mover uma certa carga rapidamente, em condições dinâmicas, e que o CMJ é, provavelmente, uma das formas de execução do salto vertical que melhores condições oferece, para estocar energia elástica e reutiliza-la.

Bosco e Komi (1980) estudaram a dependência da idade no comportamento mecânico do músculo extensor da perna usando saltos verticais, com e sem o ciclo de estiramento-encurtamento.

Participaram dessa pesquisa o total de 226 sujeitos (113, do sexo feminino e 113 do sexo masculino), com idades entre 4 a 73 anos. Os sujeitos foram divididos em diferentes grupos de idades. Cada sujeito executou diferentes tipos de saltos verticais máximos sobre uma plataforma de força: salto agachado (SJ) – posição de partida com pernas flexionadas, salto com contramovimento (CMJ) – posição de partida em pé com preparação para uma flexão das pernas; salto em profundidade (DJ - drop Jump), com diferentes alturas (20 a 100 cm).

Seus resultados indicaram que, em geral, a melhora do desempenho foi de 10% a 20% para os homens, e 12% a 23%, para as mulheres. Essa diferença se mostrou reduzida quando o peso corporal foi levado em consideração, sendo que o maior fator de contribuição para essa diferença foi a grande massa muscular dos homens.

No CMJ, o trabalho positivo, exercido pelos músculos extensores da perna foi potencializado pelo ciclo de estiramento-encurtamento, mostrando que o pré-estiramento pode também influenciar na curva da velocidade da força, e que a melhora do desempenho pode estar relacionado à combinação do uso da energia elástica, para a potencialização do reflexo de estiramento. Também foi verificado pelos autores que a altura do centro de gravidade, no CMJ, atingiu níveis superiores, quando comparada às alturas atingidas com o SJ, em ambos os sexos e em todas as idades.

Bosco, Viitasalo e Komi et al (1982) estudaram o efeito combinado da energia elástica e potencial mioelétrico durante o ciclo estiramento-encurtamento. O uso da energia elástica do músculo melhora o desempenho nos exercícios que envolvem o ciclo de estiramento-encurtamento, e pode também aumentar, simultaneamente, as atividades mioelétricas.

Para confirmarem essas hipóteses, testaram três atletas, durante exercícios de saltos, na plataforma de força. Foram executados saltos verticais, com e sem os preliminares contra-movimentos; saltos contra-movimento (CMJ) e saltos agachados (SJ). Em ambas as condições, os saltos foram executados também com cargas extras nos ombros (15% a 20% do peso do corpo). Além desses, também foram executados saltos em profundidade (DJ), em diferentes alturas (20 cm a 100 cm).

Durante todos os exercícios, as atividades mioelétricas do músculo quadríceps femoral foram monitoradas com eletrodos de superfície. Os resultados

obtidos registram atividades mioelétricas semelhantes, e o pré-estiramento, ocorrido no CMJ, modificou a curva da força-velocidade do trabalho concêntrico. Nos casos, a melhora do desempenho foi atribuída, primeiramente, à restituição da energia elástica, devido ao fato de a atividade mioelétrica ter sido similar àquela observada no SJ. Em um único sujeito, o aumento da atividade mioelétrica foi observada, durante a fase concêntrica do CMJ. No DJ, as atividades mioelétricas durante a fase excêntrica foram as mais altas do que no SJ. Entretanto, a melhora do desempenho dessa atividade foi atribuída ao reflexo de potenciação e à energia elástica. No trabalho excêntrico do CMJ, a média da força decresceu com o aumento da velocidade de estiramento. Esse fenômeno foi associado a um intenso aumento da atividade mioelétrica.

Os resultados observados enfatizaram que a energia elástica e o reflexo de potenciação podem operar efetivamente, durante a atividade do ciclo de estiramento-encurtamento.

Bosco, Tihanyi e Komi et al (1982) estudaram o armazenamento e resposta da energia elástica em fibras lentas e rápidas dos músculos esqueléticos humanos. Foram investigados 14 sujeitos bem treinados (dez homens e quatro mulheres), durante a execução de saltos verticais com e sem contramovimento, e com pequeno e grande deslocamento angular do joelho. Também foram determinadas a composição das fibras musculares dos sujeitos obtidas através da biópsia do músculo vasto lateral.

Os resultados demonstram que os indivíduos que possuíam mais fibras rápidas tiveram um desempenho melhor, durante a fase de estiramento com pequeno deslocamento angular. Portanto, a reutilização dessa energia elástica foi melhor no grupo de sujeitos com fibras rápidas (24%) comparado com o grupo de sujeitos com fibras lentas (17%). Os resultados podem ser interpretados pelas diferenças no sarcômero entre fibras rápidas e lentas.

Hudson (1986) estudou a coordenação dos segmentos no salto vertical. Três padrões gerais de coordenação dos segmentos foram sugeridos para análise: seqüencial (Seq - o padrão **seqüencial clássico**, no qual cada segmento inicia o movimento no momento do pico de velocidade do segmento anteriormente adjacente), simultâneo (SIM - neste padrão todos os segmentos iniciam a extensão ao mesmo tempo), e modificado simultâneo (MSIM - neste padrão simultâneo a extensão é buscada, mas a aceleração da extensão do tronco é esperada para potencializar o joelho e o tornozelo em uma flexão adicional, depois o movimento se torna simultâneo). O propósito deste estudo foi descrever o padrão da coordenação dos segmentos usada no salto vertical e determinar se saltadores habilidosos mostraram distinções no padrão de coordenação.

A máxima impulsão vertical foi alcançada no salto com contra movimento (CMJ) e no salto estático (SJ); foram sujeitos da pesquisa um grupo heterogêneo de 20 sujeitos adultos magros (AS).

Analisando a gravação de um filme digitalizado obteve-se informações sobre quatro segmentos: cabeça-braços-tronco, tronco, coxas e tornozelos. Para cada segmento a fase de contribuição positiva foi considerada do começo com o início da extensão e terminando com a máxima velocidade angular.

Variáveis bisegmentais e multisegmentais foram definidas para avaliar a extensão simultânea. Habilidades foram determinadas para a efetiva integração das pernas, proporção do pico superior de velocidade do salto com contra movimento (CMJ) e salto estático (SJ) e pelo uso da energia elástica armazenada.

Embora 13 adultos magros (AS) tenham modificações simultâneas de padrão (MSIM), o valor da flexão foi pequeno ( $[1^\circ]$ ) então estes adultos magros foram reclassificados. Com a análise multisegmental dos resultados dos adultos jovens com padrão simultâneo (SIM) de salto oscilou entre os 13 e 17; durante a metade do tempo foi SIM. Usando análise bisegmental de movimento todos 20

sujeitos magros (AS) tiveram padrões simultâneos de movimento (SIM); sobre três quartos do tempo foi SIM.

A performance habilidosa dos Sujeitos (AS) iniciou com a extensão e alcançou a máxima velocidade dos segmentos na ordem do proximal para o distal e com mínimos atrasos entre os segmentos adjacentes.

Bobbert, Mackay, Schinkesshoek et al (1986) analisaram a biomecânica dos saltos Drop Jump (DJ) e Counter Movement Jump (CMJ). Foram realizadas análises da biomecânica do salto em profundidade e descrita as diferenças entre o desempenho dos saltos DJ e CMJ. Foram analisados os momentos de força, força de impulsão e a quantidade de trabalho, realizado pelas articulações do quadril, joelho e tornozelo. O nível da atividade muscular dos membros inferiores (músculo reto femoral, músculo vasto medial, músculo sóleo, porção lateral e medial músculo gastrocnêmio), também foi analisado através de eletromiografia durante ambos os saltos.

Participaram desse trabalho 13 indivíduos do sexo masculino, jogadores de handebol, com idade de  $24 \pm 3$  anos, altura de  $1,82 \pm 0,05$ m, peso  $76 \pm 8$  Kg, os quais executaram salto DJ, com 40 cm de altura, e salto CMJ, sobre uma plataforma de força; eles foram filmados, para posteriores análises biomecânicas dos saltos.

Os autores, em seus resultados, demonstraram que a contribuição das articulações do quadril, joelho e tornozelo, no CMJ, foram de 38%, 32% e 30% respectivamente, durante a fase da impulsão. Nas articulações do joelho e tornozelo, os resultados apontaram para uma mesma quantidade de trabalho, no DJ e CMJ, devido à média do momento da força e devido ao fato de a força de impulsão ser maior, no DJ. Os resultados obtidos para a duração da fase de impulsão no DJ, aparentemente, dependem do estilo do salto (maior ou menor amplitude de flexão do joelho).

Bobbert, Huijing e Schenau (1987) estudaram a influência da técnica de salto na biomecânica do salto. Na literatura saltos em profundidade (Drop Jump) são defendidos com um efetivo exercício para atletas que querem se preparar para atividades explosivas. Quando saltos em profundidade são executados, diferentes técnicas podem ser usadas. Neste estudo, a influência das técnicas de salto na biomecânica do salto é investigada.

Dez sujeitos executaram saltos em profundidade de uma altura de 20 centímetros, e salto em contra movimento. Para execução dos saltos em profundidade, duas diferentes técnicas foram adotadas. A primeira técnica, chamado salto drop jump, requerem que os sujeitos revertam a velocidade de descida em velocidade de subida, o mais rápido possível depois do contato com o solo. A segunda técnica refere-se ao counter-movement drop jump, que requer que faça um movimento de descido mais amplo e gradual. Durante o salto os sujeitos foram filmados, a força de reação do solo foi registrada e eletromiogramas foram gravados.

Os resultados da análise biomecânica mostram que os momentos e a potência gerada na articulação do joelho e do tornozelo alcança maior valor durante o drop jump que no counter movement jump. Os valores foram atingidos durante saltos tipo drop jumps. Baseados nestes achados concluiu-se que saltos tipo drop jump são mais eficientes que o counter-movement drop jump para atletas que buscam melhorar a resposta mecânica dos extensores do joelho e flexores plantares. Investigações são, portanto, aconselháveis para controlar as técnicas de salto quando na investigação dos efeitos do treinamento na execução de saltos em profundidade.

Fukashiro e Komi (1987) estudaram o momento articular e fluxo de potência mecânica dos membros inferiores durante salto vertical. O propósito deste estudo

foi examinar os momentos articulares no fluxo de potência mecânica dos membros inferiores, durante três tipos de salto verticais.

Sujeitos saudáveis do sexo masculino executaram os seguintes saltos: máximo salto vertical partindo da posição agachada (SJ), Máximo salto vertical partindo da posição de pé com um contra movimento preliminar (CMJ), e repetitivos saltos submáximos no lugar com a frequência preferida. Os saltos na plataforma de força foram também filmados (100 frames X s<sup>-1</sup>). As análises do filme gravado na plataforma de força foram usadas para obter a reação de força das articulações, momento, potência mecânica e trabalho.

Todos os picos de valores dos momentos do CMJ foram maiores que no SJ, mas em ambos os casos eles apareceram na mesma ordem de valores (quadril maior que joelho que foi maior que tornozelo). O trabalho mecânico dos extensores do quadril foi muito maior que no SJ, embora os trabalhos dos extensores do joelho e dos flexores plantares do tornozelo foram quase o mesmo nestes saltos. Isto sugere que a diferença de performance entre SJ e CMJ pode ser resultado da diferença de trabalho dos extensores do quadril mais do que do efeito da energia elástica acumulada. Os saltos consecutivos diferem do SJ e CMJ e são caracterizados por um grande momento e trabalho mecânico nos flexores plantares do tornozelo. O resultado também sugere que a elasticidade muscular pode ter um papel mais importante nos saltos consecutivos que no CMJ.

Pereira (1987) desenvolveu através de sua pesquisa um sistema computadorizado para estudo de saltos verticais consecutivos (Dissertação de mestrado). Criou-se uma metodologia científica para medição e estudo biomecânico do salto vertical a partir do tempo de vôo captado; através dessa metodologia desenvolveu um instrumento eletrônico de precisão, denominado Plataforma de Salto (PS-65). Os tempos de vôo, colhidos pela plataforma acoplada a um sistema de microcomputador, foram transformados em altura máxima através

da fórmula  $H = 1/8 a t^2$ , onde  $H$  = altura do salto em centímetros,  $a$  = aceleração da gravidade (9,81 m/s) e  $t$  = tempo de vôo do salto. Esta fórmula foi deduzida, partindo de duas equações do movimento:

1 )  $V^2 = V_0^2 + 2ad$ : onde  $V$  = velocidade final;  $V_0$  + velocidade inicial;  $a$  = aceleração da gravidade e  $d$  = distância percorrida.

2 )  $D = D_0 + V_0t + 1.a.t^2/2$ , onde:  $D$  = distância final;  $D_0$  = distância inicial;  $V_0$  = velocidade inicial;  $t$  = tempo de vôo e  $a$  = aceleração da gravidade.

Foram comparadas as alturas obtidas no teste “Sargent Jump” e na plataforma de Salto (PS-65), um equipamento que consiste em um sistema eletrônico de captação de tempo, conectado a um microcomputador que calcula a distância percorrida pelo indivíduo durante o salto.

Nessa etapa, os resultados revelaram que as alturas obtidas no “Sargent Jump Test” foram significativamente maiores do que as obtidas na plataforma. Concluiu-se que o Sargent Jump Test envolve uma estratégia individual de posicionamento dos segmentos do corpo, não representando a distância real percorrida pelo centro de gravidade do indivíduo, durante o salto vertical, o que causa a diferença acima assinalada.

Após essa etapa, foram feitas medições antropométricas em 92 indivíduos do sexo masculino e calculou-se sua composição corporal. Nessa amostra, foram aplicados dois testes de saltos únicos, o salto CMJ e o estático a 90°, bem como o teste de saltos consecutivos de um minuto sobre a plataforma. Foram analisadas 19 variáveis, sendo a inclinação da curva da altura dos saltos consecutivos considerada a variável dependente, a qual permitiu classificar a amostra em três grupos distintos; grupo A, constituído de indivíduos que mantiveram o desempenho do salto, do início ao fim do teste, apresentando uma queda na altura do salto em torno de 15%; grupo B, com média de 42% de queda na altura do salto e grupo C,

formado por indivíduos com quedas, em torno de 51% da altura, do início ao final do teste.

O estudo de Pereira permitiu chegar às seguintes conclusões: Indivíduos que apresentavam desempenho elevado no início do teste de saltos consecutivos mostraram uma queda acentuada das alturas dos saltos, nos 30 segundos finais do teste. Indivíduos que com desempenho similar, no início do teste de saltos consecutivos, apresentaram diferenças significativas na inclinação da curva de altura. Indivíduos com valores elevados de índice elástico apresentaram maior desempenho no salto, com movimento contrário, e nos saltos executados nos 15 segundos iniciais do teste de saltos consecutivos.

Bobbert e Schenau (1990) estudaram a mecânica gerada na articulação do tornozelo e flexão plantar isocinética durante o salto. O propósito deste estudo era comparar em um grupo de dez sujeitos, a mecânica gerada no tornozelo durante uma flexão plantar isocinética, durante salto vertical com uma perna.

Para avaliação da mecânica gerada pela flexão plantar o momento de força foi relacionado à velocidade de flexão plantar. A correlação para a flexão plantar isocinética foi obtida usando um dinamômetro isocinético; que para a flexão plantar no salto foi obtida pela combinação da cinemática e das forças de reação do solo. Foi encontrado que, em dada velocidade angular da flexão plantar, por volta de  $1\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ , os sujeitos produziram um maior momento durante o salto do que durante a flexão plantar isocinética.

Para explicar as diferenças observadas na mecânica gerada pelo tornozelo, um modelo foi usado para simular uma flexão plantar isocinética e flexão plantar durante o salto. O modelo representa ambos os músculos sóleo e gastrocnêmios como um complexo composto de tecidos elásticos em série como fibras musculares. A força das fibras musculares depende do comprimento da fibra, da velocidade de encurtamento ( $V_{\text{fibras}}$ ) e do estado de ativação. As entradas das

variáveis no modelo foram dos registros da velocidade de encurtamento do complexo, determinadas a partir da cinemática e estado de ativação. Entre as variáveis geradas estavam  $V_{\text{fibras}}$  e momento de flexão plantar.

Os resultados da simulação foram muito similares aos achados nos experimentos. De acordo com os resultados da simulação existem duas razões por que nas mesmas velocidades angulares de flexão plantar mais momentos foram produzidos durante o salto do que na flexão plantar isocinética. Uma razão é que, na simulação da flexão plantar isocinética em altas velocidades angulares, a duração do movimento é tão curta que o estado de ativação não pode elevar-se ao seu máximo, e conseqüentemente o momento permanece submáximo. A segunda razão é que no salto a  $V_{\text{fibras}}$  é mais baixa que na flexão plantar isocinética, então as fibras musculares estão operando em uma região mais favorável de sua correlação força velocidade.

Foi calculado que a mecânica gerada pelas articulações durante movimentos explosivos não pode ser explicada a partir dos resultados dos experimentos isocinéticos sem ajuda de um modelo apropriado.

Harman, Rosenstein e Frykman et al (1990) estudaram os efeitos dos braços e do contramovimento no salto vertical. O contramovimento e o balanço dos braços caracteriza a maioria dos saltos. Para determinar os seus efeitos e interações, 18 sujeitos do sexo masculino saltaram buscando a máxima altura a partir de uma plataforma de força em todas as quatro combinações: com balanço de braços, sem balanço de braço e contramovimento, e sem contramovimento.

Para todos os saltos, o pico de velocidade vertical foi de  $0,03 \text{ m/s}^2$  antes de cair em 6-7% antes da partida. O pico positivo de potência foi em média em torno de 3,000 W e ocorreu cerca de 0,07s antes da saída, logo depois o pico de força de reação do solo (VGRF) e logo antes o pico de velocidade vertical.

Ambos contramovimento e balanço dos braços ( $P < 0,05$ ) melhoraram significativamente a altura do salto, mas o efeito do balanço dos braços foi maior, aumentando o pico total do centro de massa (TBCM) elevaram ambos antes e depois da saída. O contramovimento somente afetou a elevação após a saída do chão. O balanço dos braços resultou num pico mais alto VGRF e pico positivo de potência. Durante o contramovimento, o uso dos braços resultou leve redução do peso, lenta e leve extensiva que no TBCM, e leve resposta negativa de potência. O contramovimento aumentou a duração do salto antes da partida cerca de 71-76%, aumentando a média positiva de potência, e rendeu vários impulsos positivos e negativos. Os resultados percebidos nas técnicas de salto são mais apropriados para dar situações esportivas e indicaram que os testes de salto podem ser eficientes para estimar o pico de potência gerado.

Os autores realizaram um estudo para verificar os efeitos e interações do balanço dos braços e do contramovimento, na altura do salto vertical. Para isso, participaram da pesquisa 18 atletas do sexo masculino, que executaram quatro combinações de saltos:

- 1 – Com balanço dos braços e contramovimento (AC);
- 2 – Com balanço dos braços e sem contramovimento (ANC);
- 3 – Sem balanço dos braços e contramovimento (NAC);
- 4 – Sem balanço dos braços e sem contramovimento (NANC).

Os sujeitos executaram três séries de cada tipo de salto, totalizando 12 saltos. Todos foram executados numa plataforma de força, que estava conectada a um microcomputador. As variáveis analisadas foram: força vertical de reação do solo (VGRF), impulso vertical de reação do solo (VGRI) e velocidade de deslocamento total do centro da massa corporal (TBCM). Pré e pós-testes foram aplicados para verificar a confiabilidade nas três séries dos vários tipos de saltos.

Os resultados mostram excelente confiabilidade no pré e pós-teste, e provaram que os braços contribuem em média com 10% para a velocidade do TBCM, nas condições de contramovimento e sem contramovimento. O balanço dos braços aumentou a VGREF, o que pode estar relacionado à velocidade-força de contração dos músculos quadríceps e glúteos, segundo os autores.

Assim sendo, concluíram que as várias técnicas de saltos verticais auxiliam os técnicos e atletas na elaboração de programas de treinamentos, nos quais, podem utilizar os tipos de saltos mais efetivos para determinadas situações esportivas, e que o pico de força pode conduzir para o efetivo desenvolvimento do uso da força máxima, nos testes de rendimento.

Davies e Jones (1993) fizeram uma análise da performance de estudantes homens nos saltos: vertical Counter Movement Jump (CMJ), Squat Jump (SJ) e Long Jump (LJ), e as contribuições do balanço dos braços. Foram analisados três tipos de salto: vertical com contra movimento (MCJ), agachado (SJ) e em distância (LJ) para avaliar a contribuição do balanço do braço, na sua execução.

Participaram do estudo um grupo de 25 sujeitos jovens, masculinos, estudantes de medicina, com idade entre 18 e 20 anos. Cada sujeito executou três tentativas em cada teste, e a melhor execução foi registrada. Nos três tipos de saltos, na primeira série, foi permitido o movimento dos braços, mas na segunda série, os braços foram cruzados sobre o tórax.

Os pesquisadores concluíram, nesse estudo: Que os testes podem ser usados como medida de força do músculo da perna e podem ser bem exatos, se a contribuição dos braços, no impulso, for excluída; Que esses testes para comparações entre diferentes estudos devem ter sua técnica bem minuciosa e padronizada, principalmente o do salto vertical.

Oliveira, Massimiliani e Garcia et al (1993) estudaram a influência de uma e duas passadas de aproximação no desempenho do salto vertical, medido através da

plataforma de salto. O estudo foi realizado com a finalidade de avaliar o índice do potencial elástico e a porcentagem de utilização dos membros superiores na execução do salto vertical, bem como de identificar a influencia do número de passadas de aproximação (uma e duas passadas), na altura do salto vertical.

Participaram da pesquisa 30 alunos do sexo masculino da Escola de Educação Física e Desportos da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com idade média de  $22 \pm 3$  anos, os quais executaram saltos verticais sobre a Plataforma PS; sem a utilização de membros superiores, com flexão do joelho a  $90^\circ$  graus e precedido de uma e duas passadas.

Os resultados demonstraram que os saltos executados com a utilização dos membros superiores tiveram um desempenho de 15% a mais quando comparados aos executados sem auxílio dos membros superiores; nos saltos precedidos de uma ou duas passadas um aumento significativo da altura foi observado em relação aos demais e, que o salto, precedido de uma passada, acarretou melhora mais homogênea do grupo que o salto com duas passadas.

Os autores concluíram que esse fato pode estar ligado ao nível de habilidade em transferir a velocidade horizontal alcançada nas duas passadas para o aproveitamento do salto, sugerindo que, em programas de iniciação desportiva, seja dispensada a devida atenção ao ensinamento da técnica específica da passada.

Avela, Santos e Kyrolainen et al (1994) estudaram os efeitos de diferentes condições de gravidade simulada no controle neuromuscular em exercícios de salto em profundidade (drop jump-DJ). As características neuromusculares do tríceps sural foram investigadas durante vários tipos de cargas musculares nos ciclos de estiramento-encurtamento (SSC). As análises concentrarão se na pré-ativação e na fase de contato do SSC.

As cargas musculares foram mudadas inconventionalmente pelas mudanças artificiais nas condições de gravidade dos saltos em profundidade. Este foi

realizado usando um sistema especial de bloco de levantamento onde a gravidade pode ser modificada para controlar o aumento ou a diminuição da carga e os efeitos no músculo tríceps sural.

As condições normais de gravidade mostram uma vantagem sobre as outras condições de gravidade para os saltos em profundidade para os parâmetros medidos. A mesma tendência pode ser vista nas características de ativação dos músculos investigados na pré-ativação e nas fases excêntricas. Mais adiante, a pré-ativação EMG foi relatada para o pico excêntrico de velocidade angular para articulação do tornozelo. O coeficiente de correlação foi 0,37 ( $p < 0,05$ ) e 0,48 ( $p < 0,01$ ) para os músculos gastrocnêmio e para o sóleo, respectivamente.

Todos os resultados enfatizam consideráveis adaptações do sistema neuromuscular às condições de gravidade normal. Entretanto, o controle total do pouso pode também depender das informações vestibulares e visuais, os quais podem modificar até mesmo os programas centrais anteriormente aprendidos.

Thomas, Fiatarone, Roger et al (1996) estudaram a potência de pernas em mulheres jovens; correlação entre composição corporal, força e função. A habilidade de gerar altas forças a altas velocidades (potência) é um componente importante da reserva fisiológica para ambos, performance e capacidade funcional. Uma comparação foi feita entre diferentes métodos laboratoriais e testes de campo designados para avaliar potência de pernas.

Dezenove mulheres jovens saudáveis e destreinadas participaram deste estudo. Máxima potência durante a pressão dupla de pernas (KP) ocorreu entre 56-78% de uma repetição máxima (1RM) em média ( $404 \pm 22W$ ). A organização do ranking de correlação mostrou uma associação entre KP e outra medida de potência de pernas avaliada no extensor de pernas “power rig” (LR) quando expressa em quilogramas de massa magra ( $r=0,565; P < 0,016$ ). KP foi também relacionado com o 1RM executado na pressão dupla de pernas ( $R^2=0,584; P < 0,004$ ) e potência

máxima gerada durante o teste anaeróbio de Wingate ( $R^2=0,229$ ;  $P<0,015$ ). Entretanto, a potência de pressão dupla de pernas não foi correlacionada com o tempo de corrida das 40 jardas ( $r^2=0,020$ ;  $P<0,573$ ) ou máxima velocidade de marcha ( $R^2= 0,136$ ;  $P<0,121$ ).

Estes resultados sugerem que a máxima potência durante a dupla pressão de pernas ocorre a altas percentagens da força máxima como anteriormente reportado. A dupla pressão de potência de pernas foi relacionada com a performance do salto vertical, validando este teste de campo como uma medida da potência de pernas em mulheres jovens.

Holcomb, Lander e Rutland e al (1996) analisaram a biomecânica do salto vertical e três tipos de saltos pliométricos modificados. Foram realizadas análises biomecânicas do salto vertical com contramovimento (CMJ) e de três saltos em profundidade (DJ), com algumas modificações em sua execução.

Para essa análise, 11 sujeitos do sexo masculino participaram da pesquisa, com altura de  $1,82 \pm 5,6$  cm e peso corporal de  $78,5 \pm 12,7$  Kg.

O objetivo foi o de desenvolver e avaliar três saltos em profundidade (DJ) modificados, que pudessem melhor visualizar a contribuição de grupos musculares dos membros inferiores, bem como melhorar a aquisição da força para o salto. A meta foi aumentar a magnitude da força produzida (potência e trabalho realizado) para cada articulação (tornozelo, joelho e quadril).

Os sujeitos participantes executaram o salto vertical com contramovimento (CMJ) e os seguintes saltos, em profundidade: salto em profundidade do tornozelo (ADJ), em que na queda o sujeito deveria permanecer o mais ereto possível e com pequena flexão do joelho; salto em profundidade do joelho (KDJ), em que na queda o joelho executaria flexão maior que  $90^\circ$  graus, mantendo o tronco ereto; salto em profundidade do quadril (HDJ) em que na queda o tronco flexionaria até ficar

paralelo ao solo e com pequena flexão do joelho antes de saltar verticalmente para um novo salto.

As variáveis foram coletadas durante as fases de queda e de impulso vertical, em todos os saltos. Após as instruções técnicas, os sujeitos executaram os diferentes tipos de saltos, com cinco tentativas em cada um.

Os resultados demonstraram que ao se compararem as variáveis dos saltos em profundidade modificados com os de contramovimento, tanto a potência como o trabalho realizado (momentos das articulações) foram significativamente maiores no DJs do que no CMJ; portanto, os pesquisadores puderam afirmar que os saltos em profundidade modificados são os que melhor contribuem para o aumento da força produzida pelos músculos extensores do tornozelo, joelho e quadril.

Cordova, Armstrong (1996) estudou a confiabilidade das forças de reação do solo durante um salto vertical: implicações para avaliação da força funcional. O estudo foi realizado com dois propósitos: o primeiro de determinar a confiabilidade do teste e pós-teste do pico de força vertical de reação do solo e impulso vertical, criado durante o salto, e o segundo de determinar a relação entre pico de força vertical de reação do solo e impulso vertical, produzido durante o salto.

Dezenove estudantes voluntários, sendo 12 homens e 6 mulheres, participaram do estudo. A idade média dos sujeitos era 21,3 anos e 23,2 anos, respectivamente. Eles executaram cinco saltos verticais sobre a perna direita sem movimento dos braços sobre uma plataforma de força em cada encontro (teste e pós-teste). A média dos cinco saltos de cada encontro foi utilizada para análises do pico de força de reação do solo e impulso vertical produzido no salto.

Os resultados demonstraram que o pico de força vertical de reação do solo teve um coeficiente de correlação interclasse confiável sendo de  $r = 0,94$ , mas que o impulso vertical apresentou um coeficiente de correlação interclasse baixo,  $r = 0,22$ , considerado de baixa confiabilidade. O coeficiente de correlação encontrado

entre o pico de força vertical de reação do solo e o impulso vertical não foi significativa.

Com seus resultados os autores deduziram que as avaliações do pico de força vertical de reação do solo, durante o salto vertical sobre uma perna são confiáveis, e que isso permite avaliar a força do membro inferior durante um movimento esportivo específico, além disso, concluíram que a dinamometria da plataforma de força permite uma alternativa e uma exatidão no caminho da avaliação de força dos membros inferiores.

Selbie e Caldwell (1996) realizaram um estudo simulado do salto vertical partindo de diferentes posturas. Este estudo está endereçado a questão de como a máxima altura no salto vertical depende da postura inicial. Uma aproximação simulada dinâmica, direto no computador foi usada para evitar preferências de sujeito e efeitos práticos. O corpo humano foi modelado como quatro segmentos rígidos conectados por uma articulação ideal, com movimento direcionado para o plano sagital e o torque de ação dirigido para três juntas individuais.

A máxima altura no salto foi encontrada para cada das 125 diferentes posturas iniciais. Para cada postura inicial, o padrão ótimo para o torque de atuação da articulação em definidos momentos foi encontrado usando um algoritmo multidimensional “simplex”, buscando pela máxima altura de salto.

O modelo resultante revelou que a máxima altura de salto é relativamente insensível à postura inicial, mas que o padrão de torque na articulação necessário para realizar esta altura ótima varia consideravelmente. Modelos cinemáticos indicam que a variabilidade em determinados momentos é necessária para permitir ao corpo se reorientar em diferentes caminhos durante o movimento descendente na fase de contramovimento. Esta variável estratégia de re-orientação é seguida por uma fase estereotipada de impulso para cima que é similar apesar das diferentes posturas de partida.

O modelo do centro de massa, articulações e segmentos cinemáticos mostraram várias maneiras no estudo experimental do salto, apesar do uso exclusivo de articulações individuais no torque de atuação. Entretanto, uma sequência proximal para distal da coordenação das articulações não foi encontrada, possivelmente por causa da omissão dos antagonistas e músculos bi-articulares.

Os resultados sugerem que alturas similares no salto vertical podem ser obtidas usando vários tipos de posturas iniciais.

Less e Barton (1996) interpretaram dados do momento relativo de força para avaliar a contribuição dos membros livres na geração de velocidade vertical em atividades esportivas. Foram analisados dados do momento relativo do movimento para avaliar a contribuição dos membros livres (braços e pernas) na geração da velocidade vertical, em atividades esportivas. A contribuição que os membros livres (braços e pernas) traz à velocidade vertical, durante atividades de saltos, foi determinada pelo uso de uma aproximação do momento relativo. Isso requer o cálculo de cada membro livre, quantificando-o em relação a cada articulação onde o membro é ligado ao corpo, entre o início e o final do movimento.

Baseados nos dados colhidos dessa experiência, esses autores enriqueceram a literatura com duas interpretações novas sobre esses fatos: primeira – a contribuição de um membro individual para a velocidade vertical é determinada pelo aumento no valor do momento relativo positivo. Segundo – quando considerado um membro individual, o momento relativo negativo pode ser ignorado, pois não traz contribuição direta no movimento para cima.

Os pesquisadores sugerem então uma terceira interpretação: a contribuição do momento relativo para o número de membros juntos é o aumento no valor positivo da soma do momento relativo para todos os membros, entre o início e fim da ação.

Em suas análises essa interpretação foi aplicada no salto vertical com contramovimento e na corrida. No salto vertical com contramovimento, foi verificado que os braços produzem um momento relativo de 30,9 N, o qual correspondeu a 12,7% do momento vertical do corpo. Na corrida, os braços produziram um momento relativo de 3.76 N, o qual correspondeu a 6,4% do total do momento vertical do corpo, embora os braços e pernas combinados produzam um momento relativo de 2.45 N, correspondendo a 4,2%.

Concluíram então que a interpretação proposta possibilita estimativas da contribuição dos braços para execução do salto.

Nagano, Ishige e Fukashiro (1998) fizeram uma comparação de novas aproximações para estimar a produção mecânica de articulações individuais no salto vertical. Cálculos convencionais da potência das articulações não são efetivos como método para avaliar movimentos translacionais do corpo humano. Duas novas aproximações foram desenvolvidas neste estudo para estimar a mecânica translacional gerada por articulações individuais.

Eles foram aplicados para analisar movimentos de saltos verticais em seis sujeitos do sexo masculino. Em ambos os casos, o corpo dos sujeitos foi modelado com um sistema de quatro pontos de massa, e articulações foram consideradas geradoras de movimento.

Em uma aproximação, aumentos do componente de força de reação do solo (GRF) foram divididas dentro da força de impulso de três articulações (tornozelo, joelho e quadril). Este procedimento deu uma estimativa de impulso gerado por perna, com 83-92 N s (95% de confiabilidade) para o squat jump, o qual foi similar a metade do impulso gerado para o centro de massa do corpo calculado a partir da GRF, 82-88 Ns. Em outra aproximação, a soma da potência exercida por cada articulação verticalmente foi estimada pelo cálculo do produto escalar das forças de reação das articulações e relativa ao vetor de velocidade dos segmentos adjacentes.

Esta aproximação deu estimativas do trabalho vertical gerado por perna, como 201-226 e 141-181 J para SJ e o CMJ respectivamente, os quais não foram diferentes da metade do trabalho gerados pelo centro de massa do corpo, calculados a partir da GRF, 209-227 e 137-175 J, respectivamente. À medida que estas aproximações tornam possível calcular a mecânica translacional gerada especificamente, elas são úteis e de interesse consistente para análise do movimento translacional do corpo humano.

Galdi (1999) estudou a performance da resistência muscular de membros inferiores em praticantes da modalidade esportiva voleibol, através do salto vertical. O presente estudo analisa através do teste de saltos verticais consecutivos de um minuto (TVSV1mim), a resistência muscular de membros inferiores (RMMI).

Os sujeitos desta pesquisa são atletas da categoria infanto-juvenil pertencentes a três equipes do estado de São Paulo, do gênero masculino, treinados na modalidade voleibol, e que utilizam em grande quantidade, o movimento de salto vertical, em diferentes momentos de seus fundamentos, durante um jogo.

Através da plataforma eletrônica, denominada Plataforma de Salto Vertical, PSV-20, foram registrados todos os saltos executados; as informações foram armazenadas em um microcomputador, com um programa especialmente desenvolvido para este estudo.

De todo estudo realizado, depreende-se o seguinte:

- 1) as características antropométricas e composição corporal não foram determinantes, no desempenho das alturas atingidas no TSVC1mim;
- 2) o maior número de saltos conseguido por determinados atletas, que demonstraram ser menos potentes em relação à altura do salto, pode indicar que estes, em compensação, apresentam maior capacidade de resistência anaeróbia;

3) O TSVC1mim torna possível analisar a performance da RMMI, através da correlação de número de saltos e o tempo de resposta de performance para outro salto (tempo de reação);

4) O TSVC1mim indica ainda a presença da fadiga, quando observadas as quedas, referentes às alturas dos saltos;

5) a altura atingida, no início do teste demonstra a potência muscular dos membros inferiores e sugere estar ela relacionada com a eficiência de se ativar o ciclo de estiramento-encurtamento, bem como com a utilização da energia elástica;

6) O TSVC1mim possibilita a comparação da RMMI entre grupos considerados homogêneos, e praticantes da mesma modalidade esportiva, permitindo indicar o grau de performance, através da manutenção da eficiência mecânica de saltar em alturas próximas à máxima;

7) o TSVC1mim permite a confecção de tabela de classificação da performance, possibilitando estudar as respostas do programa de treinamento, nas diferentes fases.

Portanto, a pesquisa pode fornecer subsídios importantes à análise da RMMI, podendo auxiliar preparadores físicos e técnicos desportivos na aplicação e organização de seus programas de treinamento.

Kubo, Kawakami e Fukunaga (1999) estudaram a influência das propriedades elásticas das estruturas tendinosas na performance do salto em humanos. O propósito deste estudo foi quantificar as propriedades elásticas das estruturas tendinosas in vivo e investigar a influência das propriedades do tendão na performance do salto com e sem contramovimento.

O alongamento do tendão e aponeurose do músculo vasto lateral (dL) foi diretamente medida pela ultra-sonografia enquanto os sujeitos (n = 31) executaram uma contração isométrica voluntária máxima (MVC) dos extensores do joelho na rampa.

A correlação entre força muscular e dL foi provido pela regressão linear sobre 50% MVC, a queda para qual estava definido a rigidez das estruturas tendinosas. Análises estatísticas não revelaram diferença significativa entre a repetição das medidas de rigidez, com uma comparação entre dias tendo um  $r = 0,88$  e um coeficiente de variância de 6,1%.

Embora, a rigidez não foi significativamente relacionada com a altura absoluta do salto em qualquer um dos saltos verticais, ela foi inversamente correlacionada com a diferença na altura do salto entre o salto vertical feito com e sem contramovimento. Os resultados sugerem que a rigidez das estruturas tendinosas tem um efeito favorável no ciclo de encurtamento-estiramento, possivelmente devido ao adequado armazenamento e impulso da energia elástica.

Spagele, Kistner e Gollhofer (1999) estudaram as várias fases para um ótimo controle para simulação da técnica do salto vertical humano. Uma multi-fase para um ótimo controle da técnica é apresentado para que possa ser usado para resolver problemas de otimização dinâmica envolvendo o sistema músculo esquelético.

O modelo biomecânico consiste de um jogo de equações diferenciais da dinâmica do sistema do “Multi-corpo” e da geração de forças dinâmicas dos músculos humanos. Com a otimização da técnica, subintervalos podem ser definidos nos quais as equações diferenciais são continuadas. Nos limites das dimensões da condição e controle dos vetores como também a dimensão do lado de domínio podem mudar.

O problema é resolvido por um múltiplo tiro de aproximação o qual converte o problema em um programa não linear. O método é aplicado a simulação de um movimento humano de salto.

Landesberg e Sideman (2000) estudaram a correlação força velocidade e bioquímica da conversão de energia mecânica pelo sarcômero. O mecanismo de controle intracelular conduzindo à famosa correlação linear entre energia

consumida pelo sarcômero e energia mecânica gerada é analisada aqui, pela cinética do cálcio acumulado com os ciclos das pontes cruzadas.

Um elemento chave no controle da conversão da energia bioquímica para mecânica é o efeito da velocidade de deslizamento do filamento no ciclo das pontes cruzadas. Nossos estudos anteriores têm estabelecido a existência de um mecanismo de feedback negativo, mecanismo por meio do qual a taxa de retorno de força das pontes cruzadas, a geração de força conformada para o fraco, a não geração de força conformada é uma função linear da velocidade de deslocamento dos filamentos. Este feedback permite a análise derivada da equação experimental estabelecida por Hill para relação força velocidade. Além disso, nos permite derivar o comprimento momentâneo responsável por carregar os braços de força e a resposta momentânea de força do sarcômero a velocidades reduzidas e constantes.

Os resultados estão em acordo com estudos experimentais. O feedback mecânico regula a potência gerada, mantém a relação linear entre energia liberada pela actomiosina-ATPase e gera energia mecânica e determina a eficiência da conversão de energia bioquímica para mecânica. O feedback mecânico define três elementos da energia mecânica: 1 – trabalho feito externamente; 2 – pseudopotencial de energia, requerido para o recrutamento de pontes cruzadas; e 3 – a dissipação de energia causada pela propriedade viscoelástica das pontes cruzadas. Os dois últimos elementos dissipam como calor.

Kurokawa, Fukunaga e Fukashiro (2001) estudaram o comportamento dos fascículos e estruturas tendinosas do gastrocnêmio humano durante saltos verticais. Comportamento dos fascículos e estruturas tendinosas do gastrocnêmio medial (MG) foram determinadas pelo uso de ultra-sonografia in vivo durante o salto.

Oito sujeitos do sexo masculino saltaram verticalmente sem contramovimento (squat jump, SQJ). Simultaneamente: cinemática, cinética e eletromiografia dos músculos da perna foram gravadas durante SQJ.

Durante a fase um (-350 a -100 ms antes da saída do pé), o comprimento do complexo músculo tendão (MTC) estava quase constante. Fascículos, entretanto, encurtaram cerca de 26%, e estruturas tendinosas estavam alongadas cerca de 6%, acumulando energia elástica de 4,9 J durante a fase um. Durante a fase dois (-100 ms depois da saída do pé), embora os fascículos geraram força quase isometricamente, MTC encurtou rapidamente cerca de 5,3%, liberando a energia elástica pré-acumulada com um pico de potência positiva mais alto que os fascículos. Também, a complacência das estruturas tendinosas in vivo foi um pouco mais alta que a do tendão externo usado em estudos simulados.

Os resultados demonstram que a complacência das estruturas tendinosas, junto com o não rendimento das fibras musculares, permite que o MTC efetivamente gere uma potência relativamente grande em uma região da articulação de alta velocidade angular durante a última parte do impulso de saída do solo.

As várias pesquisas apresentadas mostram as principais tendências das pesquisas com o salto, refletindo a visão geral da comunidade científica em relação ao assunto em pauta, e que nos serviu de base teórica para estruturação do presente estudo.

## **2 - METODOLOGIA.**

### **2.1 – População de estudo.**

A população deste estudo foi composta de quinze indivíduos do sexo masculino jogadores de handebol da cidade de Goiânia, das equipes da **APCE** (Associação de Pesquisa e Ciências do Esporte), do **CPMG** (Colégio da Polícia Militar de Goiânia) e da Associação **Recreativa** de Handebol de Goiânia e sendo vários deles também atletas da **Seleção universitária de handebol de Goiás**; com média de idade de 25,8 anos  $\pm$  6,47. Todos os sujeitos são filiados à Federação Goiana de Handebol (FGHb), e praticam a modalidade a mais de três anos. Os sujeitos do estudo praticam suas atividades de treinamento em média três vezes por semana, com uma duração aproximada de duas horas e meia por sessão de treinamento. Os atletas foram convidados a assinar a ficha de consentimento para a pesquisa além de preencherem um questionário com informações sobre as características gerais dos seus treinamentos.

### **2.2 – Coleta de Dados.**

#### **2.2.1 – Medidas Antropométricas.**

Foram feitas as seguintes medidas:

**Altura Total:** Foi usado um estadiômetro de haste de ferro, fixo à Balança de pesagem da marca Filizola, graduado em milímetros.

**Peso corporal total:** Os atletas estavam apenas de calção de banho e foram pesados em uma balança Filizola com precisão de 100 gramas.

**Diâmetros ósseos e comprimentos:** foram usados um paquímetro de metal com precisão de um milímetro, do modelo 01290 da Lafayette, e uma fita flexível com precisão de milímetros. Foram medidas os seguintes comprimentos e diâmetros: Largura da espinha ilíaca ântero-superior, comprimento da coxa, circunferência média da coxa, comprimento da perna, circunferência da perna, diâmetro do joelho, diâmetro do joelho, altura do maléolo, diâmetro do maléolo, largura do pé e comprimento do pé.

- Largura da espinha ilíaca ântero-superior: Distância horizontal entre a espinha ilíaca ântero-superior direita e esquerda da pélvis.

- Comprimento da coxa: Distância vertical entre o ponto superior do grande trocanter do fêmur e a margem superior da lateral da tíbia. Completar o mesmo procedimento para ambos os membros inferiores.

- Circunferência média da coxa: Coloca-se a fita perpendicularmente ao eixo longitudinal da coxa a nível médio entre o grande trocanter e o platô tibial, e mede-se a circunferência da coxa. Completar o mesmo procedimento para ambos os membros inferiores.

- Comprimento da perna: Distância vertical entre a margem lateral superior da tíbia e o maléolo lateral. Completar o mesmo procedimento para ambos os membros inferiores.

- Circunferência da perna: Coloca-se a fita perpendicularmente ao eixo longitudinal da perna e mede-se a circunferência da perna. Completar o mesmo procedimento para ambos os membros inferiores.

- Diâmetro do joelho: Mede-se a máxima largura encontrada entre os epicôndilos femorais. Completar o mesmo procedimento para ambos os membros inferiores.

- Comprimento do pé: Mede-se a distância a partir da margem posterior do calcanhar até a ponta mais longa do dedo. Completar o mesmo procedimento para ambos os membros inferiores.

- Altura dos maléolos: com o indivíduo de pé medir a distância vertical a partir da superfície até a altura do maléolo lateral. Completar o mesmo procedimento para ambos os membros inferiores.

- Largura dos maléolos: Mede-se a máxima largura entre os maléolos medial e lateral. Completar o mesmo procedimento para ambos os membros inferiores.

- Largura do pé: Mede-se a largura entre as extremidades distais do metatarso 1 e 5. Completar o mesmo procedimento para ambos os membros inferiores.

### **2.2.2 - Dobras cutâneas:**

A estimativa do percentual de gordura foi realizada através da medida de dobras cutâneas utilizando-se do protocolo de Guedes 1994, que é de característica brasileira com uma amostragem do sul do país. Foram usadas as seguintes dobras para o cálculo: dobra supra-iliaca, dobra do tríceps e dobra abdominal. Chega se ao percentual de gordura calculando primeiro a densidade com a fórmula:  $Dens = 1,17136 - 0,06706 \log (Somatória\ das\ dobras\ TR + SI + AB)$ , posteriormente utiliza-se a fórmula proposta por Siri:  $G\% = [(4,95/DENS)-4,50] \times 100$ .

### **2.2.3 – Forças de reação do solo.**

Para tal intento foi utilizado o Laboratório de Movimento da **ESSEFEGO** (Escola Superior de Educação Física e Fisioterapia de Goiás) que faz parte da **UEG** (Universidade do Estado de Goiás); as medidas da força de reação do solo foram registradas durante a execução de um salto vertical tipo Counter Movement Jump

(salto com contra movimento) obtidas através de um sistema de plataforma de força ligada a um computador, com seis câmeras de infravermelho sincronizadas e um sistema operacional próprio (Sistema Peak Motus 6.0) para registro e apresentação dos valores e geração de um modelo virtual do salto executado.

#### **2.2.4 – Força relativa.**

A força relativa foi obtida: pela divisão do pico máximo de força dinâmica (reação do solo - forças de saída, obtidas na plataforma de força) pelo peso corporal do indivíduo.

#### **2.2.5 – Impulsão Vertical.**

Após a realização do salto com contra movimento, o valor da máxima altura vertical (em cm) foi obtido pelas informações do sistema da plataforma de força que registra o tempo de vôo; e através da fórmula: altura é igual a um oitavo da aceleração multiplicada pelo tempo ao quadrado ( $H = 1/8 \cdot a \cdot t^2$ ) nos permite chegar ao valor do deslocamento vertical.

#### **2.2.6 – Potência.**

Para o cálculo da potência média foi usada a fórmula proposta por Zatsiorsky (1999): potência é igual à força multiplicada pela velocidade.

$$P = \frac{W}{t} = F \cdot \frac{D}{t} = F \cdot V$$

Onde P é igual a potência, W é o trabalho, F é a força, D é a distância, t é o tempo e V é a velocidade.

A potência média produzida pelo indivíduo durante a fase de decolagem é determinada como o produto da força média e da velocidade média (Enoka 2000).

### **2.2.7 – Velocidade média.**

A velocidade média foi obtida através da fórmula: velocidade final é igual a velocidade inicial, somada à aceleração multiplicada pelo tempo:  $V_f = V_i + a \cdot t$  (Enoka 2000).

## **2.3 – Instrumentação:**

### **2.3.1 – Plataforma de força**

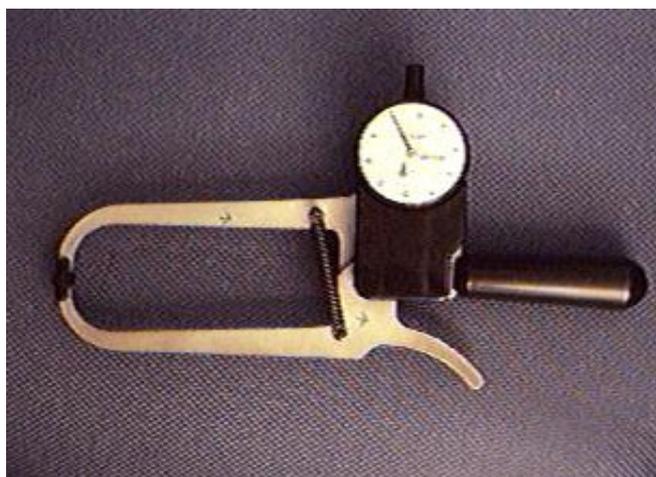
O Modelo da plataforma de Força usada foi da AMTI – Advanced Mechanical Technology, INC – **modelo OR-6-5-2000 capacity**. O limite máximo do modelo é de 10.000 N (aproximadamente 1000 Kg), podendo ser aplicado em qualquer lugar da superfície da plataforma ou 4.000 N (aproximadamente 400 Kg) de carga lateral aplicadas em qualquer lugar da plataforma nas direções X ou Y. Acompanha o sistema: o computador a ela anexado, o software de gerenciamento do sistema (Peak Mottus 6.0), seis câmeras de infravermelho para reconstituição virtual do movimento e duas câmeras VCR que registram o movimento nos planos frontal e sagital.

### **2.3.2 – Plicômetro de dobras cutâneas.**

O instrumento utilizado para a medida foi um plicômetro científico da marca Cescorf, com pressão constante independente da abertura do compasso (aproximadamente 10g/mm<sup>2</sup>) e de precisão de medida de 0,1mm.



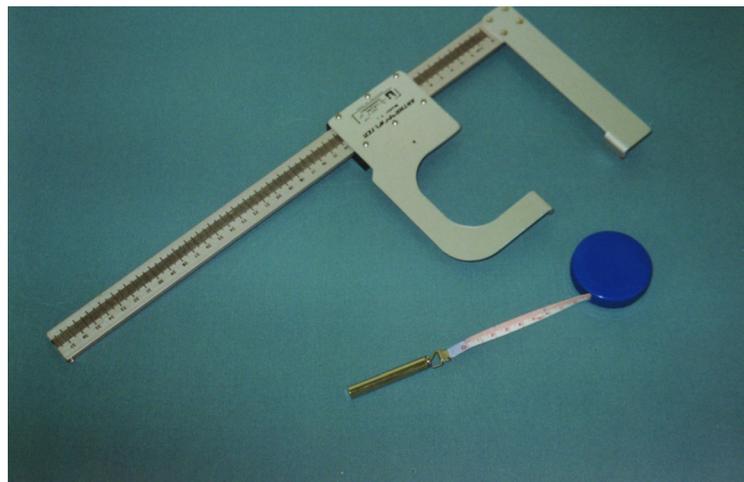
**Figura 11** – Fotos ilustrativas das plataformas de força, do computador de controle, das câmeras VCR e das câmeras de infravermelho.



**Figura 12** – Ilustração do plicômetro de dobras cutâneas.

### **2.3.3 – Paquímetro ósseo e fita métrica.**

Foi usado um paquímetro ósseo modelo: modelo 01290 da Lafayette Instrument Company, Indiana ,USA e uma fita métrica flexível com precisão de milímetros. Foram medidos os seguintes diâmetros ósseos: largura da espinha íliaca ântero-superior, diâmetro do joelho, altura do maléolo, diâmetro do maléolo. E os seguintes comprimentos e circunferências: comprimento da coxa, circunferência média da coxa, comprimento da perna, circunferência da perna, largura do pé e comprimento do pé; todas estas medidas são necessárias para suprir de informações o sistema da plataforma de força.



**Figura 13** – Ilustrações do paquímetro e da fita métrica.

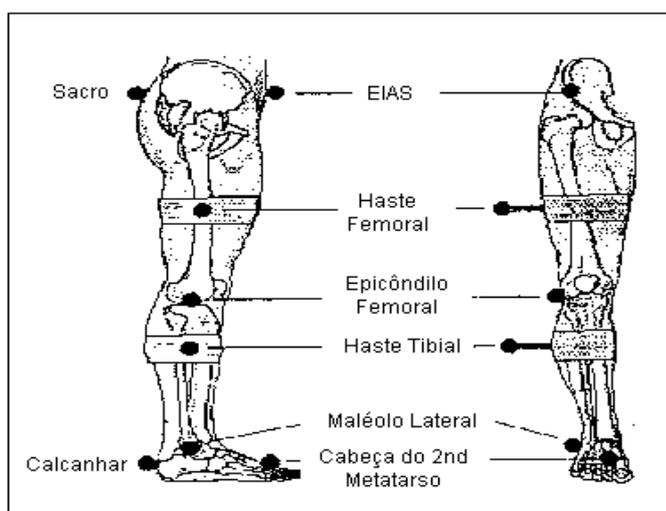
## **2.4 – Teste de força de reação do solo na plataforma de força.**

### **2.4.1 – Procedimentos metodológicos na aplicação do teste.**

Para o teste de força na plataforma foram utilizadas as seguintes diretrizes, o atleta foi instruído para: comparecer ao teste de calção de banho (para possibilitar a

colocação adequada dos marcadores) e para não participar no dia anterior de atividades físicas muito extenuantes. Os testes foram realizados no período vespertino. Antes da medida de força de reação do solo foi realizada a preparação do indivíduo com a colocação dos marcadores que permitiram a captação pelas câmeras de infravermelho; e para tal algumas medidas antropométricas foram realizadas: peso, altura, largura da espinha íliaca ântero-superior, comprimento da coxa, circunferência média da coxa, comprimento da perna, circunferência da perna, diâmetro do joelho, diâmetro do joelho, altura do maléolo, diâmetro do maléolo, largura do pé e comprimento do pé. De posse dos valores, estas foram usadas para suprir de informações o sistema (Peak Mottus) com os dados de cada sujeito testado, possibilitando assim que os cálculos necessários fossem realizados e o modelo virtual do salto fosse criado.

Para que os movimentos sejam captados pelas câmeras de infravermelho, marcadores reflexivos são colocados em pontos pré-determinados do corpo. As marcações protocoladas pelo sistema operacional Peak Mottus foram modificadas das marcações de Helen Hayes.



**Figura 14** - Figura ilustrativa dos pontos de colocação dos marcadores (figura adaptada do manual de instruções da plataforma de força AMTI).

**Sacro:** Coloca-se a marca na linha média (vista posteriormente) e no nível da primeira vértebra sacral. Em uma pélvis normal as marcas sacral e EIAS formam um plano paralelo ao solo.

**Espinha ilíaca antero-superior - EIAS:** Coloca-se a marca acima da porção medial da margem superior da espinha ilíaca antero-superior.

**Joelho:** Coloca-se as marcas no meio na direção antero-posterior e entre a linha da articulação fêmur e tibia.

**Calcânhar:** Coloca-se a marca na porção superior dos calcânhares na linha média do pé (vista posterior) e na mesma altura relativa ao chão e às marcas da cabeça do segundo metatarso.

**Cabeça do segundo metatarso:** Coloca-se a marca direto acima da cabeça do segundo metatarso, deste modo aproximadamente na linha média do pé.

**Haste tibial:** depois de colocar todas as marcas na pele, prende-se a marca da haste tibial em torno da panturrilha no nível onde a circunferência é máxima. Olhando-se lateralmente, a marca do maléolo lateral, as marcas das hastes: tibial e do epicôndilo femoral definem o plano frontal do segmento da panturrilha.

**Haste Femoral:** depois de colocar todas as marcas na pele, prende-se a marca da haste femoral em torno da coxa no ponto médio do segmento. Olhando-se lateralmente, a marca do epicôndilo femoral, a marca da haste femoral e a marca do grande trocanter, definem o plano frontal do segmento da coxa.

Depois de feitas as medidas necessárias e de colocadas as marcas o sistema é alimentado com os dados antropométricos do indivíduo e calibrado e assim então o teste pode ser realizado.

#### **2.4.2 – Procedimentos metodológicos na execução do teste.**

Após serem feitas as medidas antropométricas o indivíduo foi orientado a realizar um alongamento geral, com principal foco nos membros inferiores, isto como parte da preparação orgânica para a execução do teste.

Depois de colocadas as marcas o indivíduo foi instruído sobre a forma de execução do salto: para o salto com contramovimento (**counter movement jump**), o indivíduo foi posicionado de pé, as mãos na cintura, parado próximo à plataforma; ao comando do controlador do teste ele executa um passo calmamente para o centro da plataforma, e depois de estabilizado o corpo realiza um salto o mais vertical possível (o indivíduo deve flexionar as pernas e imediatamente estende-las – como descrito por Durward, Baer e Rowe (2001)) buscando atingir o máximo de altura e deve evitar flexionar as pernas durante a fase de vôo; após a queda o indivíduo deve reequilibrar-se dentro do limites da plataforma e voltar a ficar na posição estática até que o controlador do teste o autorize a sair da posição. Após a devida compreensão da mecânica do salto o indivíduo foi instruído a executar vários saltos (aproximadamente dez) para dominar a técnica do movimento, aproveitando também como aquecimento específico dos membros inferiores; em seguida o teste definitivo foi executado e registrado pelas câmeras e pelo sistema do computador.

Cada indivíduo executou três saltos máximos, com o intervalo aproximado de três minutos, os saltos foram registrados e todos foram aproveitados para as análises propostas neste estudo.

## **2.5 – Procedimentos de análise.**

### **Análise estatística correlacional:**

Segundo Thomas e Nelson (2002) a correlação é uma técnica estatística utilizada para determinar os relacionamentos entre duas ou mais variáveis. Utilizamos a correlação produto momento de Person. Foram feitas análises estatísticas da correlação entre as seguintes variáveis: força máxima de reação do solo (força de saída e de chegada), força relativa, média da potência gerada, velocidade média e máxima impulsão vertical.

### **Análise dos resultados das variáveis:**

Após o estudo correlacional foram analisadas as variáveis que mais influenciam os resultados da impulsão vertical e da potência média gerada.

### **Análise dos resultados individuais:**

Com os dados das variáveis dos testes criou-se uma tabela com os resultados dos saltos de cada indivíduo em cada uma das três tentativas, e foram analisadas as diferenças entre eles tomando como ponto de referência para a discussão o salto que atingiu uma maior altura vertical.

### **Análise comparativa entre os saltos de maior e menor altura vertical:**

A partir de um ordenamento dos valores dos saltos verticais, em uma escala decrescente, foi feita uma análise comparativa entre os dez saltos de maior altura e os dez de menor altura. Foi criada para isso uma tabela com as médias para cada variável estudada, para cada um dos grupos e a partir destas as comparações foram realizadas.

## **2.6 – Questionário informativo – anamnese do atleta.**

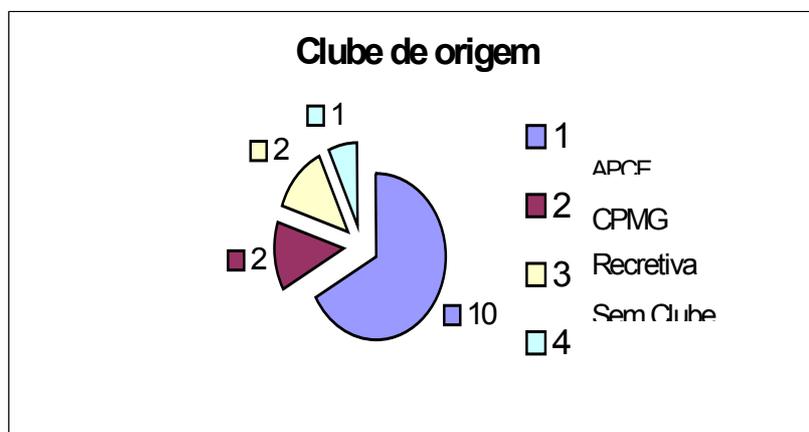
O questionário obteve informações sobre o treinamento dos indivíduos de forma individualizada, com perguntas que informaram sobre os tipos de trabalho realizados nos treinamentos e sua influência na aptidão física do atleta principalmente no que diz respeito à capacidade de salto.

### 3 – APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.

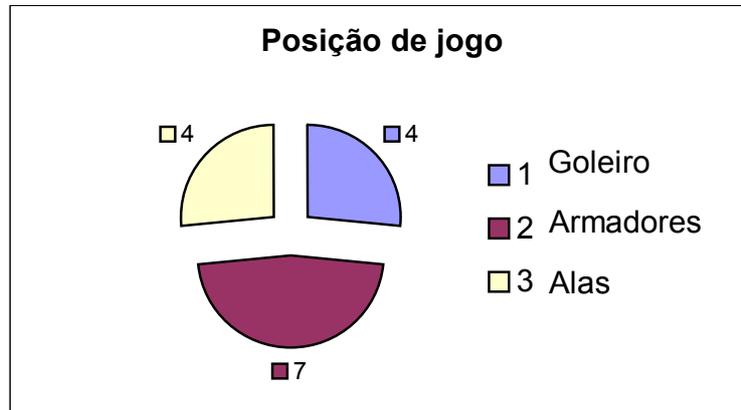
#### 3.1- Características gerais dos sujeitos.

Os sujeitos participantes da pesquisa, todos do sexo masculino e com média de idade de 25,8 anos  $\pm$  6,47, apresentam as seguintes características:

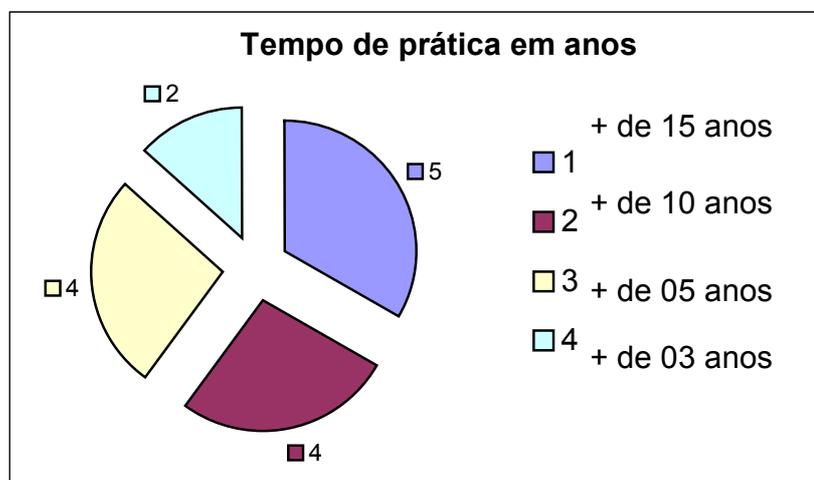
**Quanto ao clube de origem:** dez dos sujeitos são atletas da **APCE** (Associação de Pesquisa e Ciências do Esporte), dois deles são atletas do **CPMG** (Colégio da Polícia Militar de Goiânia), dois são atleta da Associação **Recreativa** de Handebol de Goiânia e um dos sujeitos se encontram sem clube no momento.



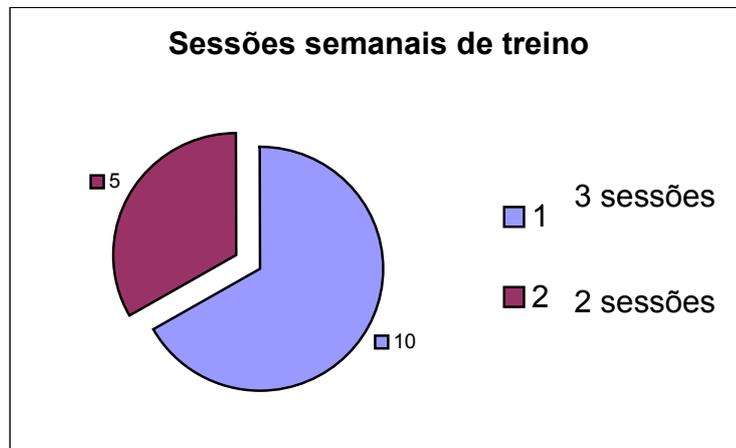
**Quanto à posição de jogo:** quatro dos sujeitos atuam na posição de goleiro, sete atuam na posição de armador e outros quatro atuam na posição de ala.



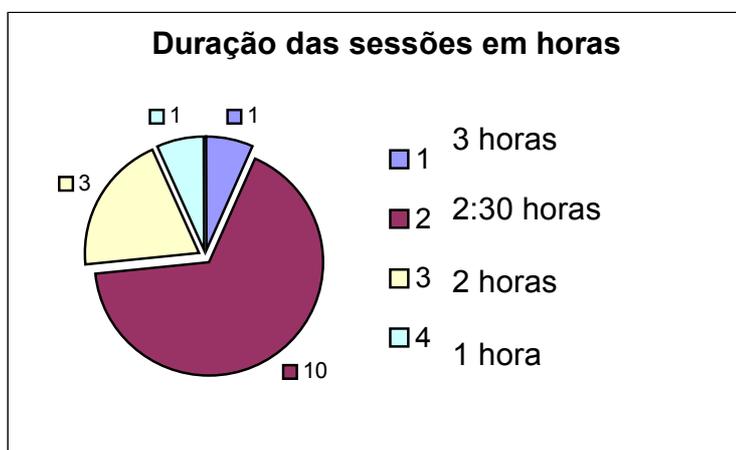
**Quanto ao tempo de prática da modalidade:** cinco dos sujeitos praticam o handebol a mais de quinze anos, quatro a mais ou menos dez anos, outros quatro a mais ou menos cinco anos e dois dos sujeitos praticam o handebol a aproximadamente três anos.



**Quanto ao número semanal de sessões de treino:** dez dos sujeitos treinam três vezes por semana e cinco treinam duas vezes.



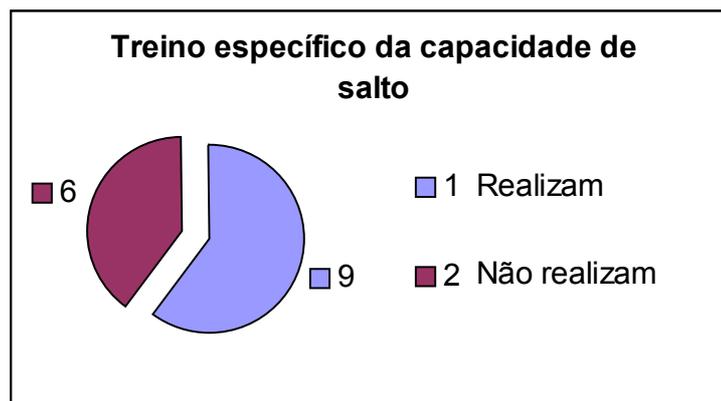
**Quanto à duração das sessões de treino:** um dos sujeitos treina três horas por sessão de treino, dez deles treinam duas horas e meia por sessão, três dos sujeitos treinam duas horas por sessão e um deles apenas uma hora por sessão de treino.



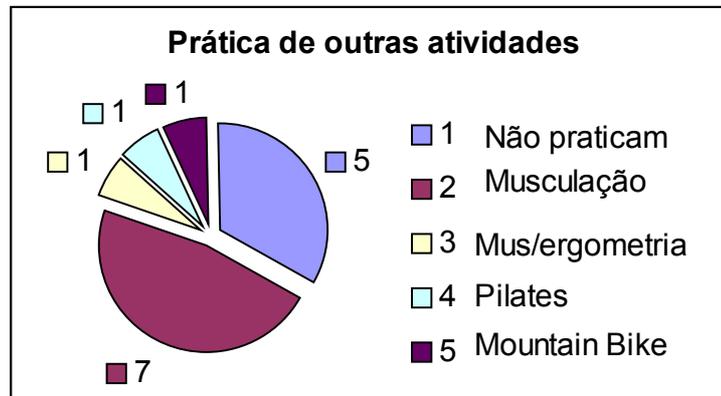
**Quanto à realização de trabalho geral de força:** doze dos sujeitos realizam trabalhos gerais de força e três não realizam.



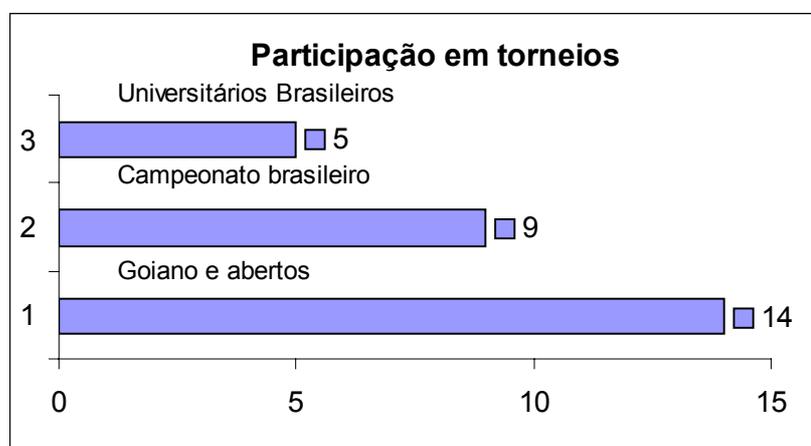
**Quanto ao treinamento específico da capacidade de salto:** nove dos sujeitos realizam atividades específicas para a melhoria da capacidade de salto e seis deles não realizam nenhum trabalho específico.



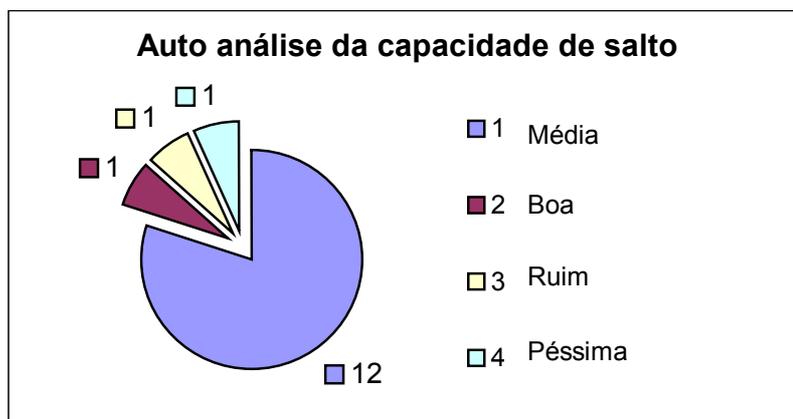
**Quanto à prática de outras atividades físicas além do handebol:** cinco dos sujeitos não praticam nada além dos treinamentos na modalidade handebol, sete deles praticam musculação, um deles pratica musculação e exercícios ergométricos, um se exercita pelo método “Pilates” e outro pratica Mountain Bike somente aos sábados e domingos.



**Quanto à participação em eventos da modalidade:** quatorze dos sujeitos participaram do campeonato goiano de handebol de 2002 e dos jogos abertos do Estado de Goiás 2002, nove dos sujeitos participaram do Campeonato Brasileiro de Handebol da primeira divisão (2002), cinco participaram dos Jogos Universitário Brasileiros (ficando na segunda colocação no torneio), um dos sujeitos é atleta convocado da seleção brasileira juvenil de handebol.



**Quanto à auto-análise da capacidade de impulsão vertical:** doze dos sujeitos classificaram sua capacidade de salto vertical como média, um deles classificou como uma boa capacidade de salto, outro classificou como ruim e outro como péssima.



**Quanto à importância da capacidade de salto dentro da modalidade:** cem por cento dos sujeitos classificam a capacidade de salto como uma habilidade de grande importância dentro do handebol.

**Quanto à intenção de melhorar a capacidade de salto:** cem por cento dos sujeitos gostariam de participar de atividades de treinamento que possibilitassem a melhoria de sua capacidade de salto.

### 3.1.1 - Médias e desvio padrão de: idade, peso, altura, massa corporal magra (MCM) e percentual de gordura.

Os sujeitos da pesquisa são na sua maioria adultos jovens (media de idade de  $25,87 \pm 6,47$ ), são de estatura mediana ( $179,83 \pm 7,45$ ) e apresentam uma média de percentual de gordura ( $16,6 \pm 5,0$ ) alto para atletas.

**Tabela 01** – Média e desvio padrão da idade, peso, altura, massa corporal magra e percentual de gordura.

Sujeito	Idade	Peso	Altura	MCM	% gord.
1	21	73,9	173,5	59,8	19,0
2	21	73,9	176,5	62,1	16,0
3	25	71,7	175	58,5	18,5
4	17	64,2	170,5	56,7	11,6

5	23	76,1	178,5	63,5	16,5
6	32	89,4	188,5	68,5	23,4
7	30	72	170	56,3	21,7
8	17	71,8	184	63,9	11,0
9	33	82,5	172,5	61,9	24,9
10	34	73,7	177	63,9	13,3
11	34	69,2	177	60,4	12,7
12	35	87,1	189	66,5	23,7
13	24	79,2	183	68,6	13,4
14	21	81	191,5	73,3	9,6
15	21	81,9	191	71,2	13,1
Média	25,87	76,51	179,83	63,7	16,6
Des-Pad	6,47	6,88	7,45	5,1	5,0

### **3.1.2 - Características gerais do treinamento da capacidade de salto dos sujeitos.**

A partir do questionário respondido pelos sujeitos algumas características dos treinamentos dos mesmos foram depreendidas, considerando o tempo de vivência no esporte, o que lhes permite uma boa capacidade de compreensão do mesmo, as respostas nos dão um panorama claro dos trabalhos realizados para a capacidade de salto. As perguntas do questionário geraram algumas dúvidas que foram esclarecidas pelo pesquisador antes das mesmas serem respondidas. Em linhas gerais os treinamentos específicos para a capacidade de salto usados pelos sujeitos deste estudo são os seguintes:

A - Trabalhos de força muscular, incluindo também membros inferiores, na sala de musculação com sessões de três vezes por semana em média.

B - Trabalhos de corridas, e saltos na areia; este tipo de trabalho é realizado em um período específico do ciclo de treinamento.

C - Trabalhos contra resistências de elásticos onde se executa movimentos explosivos de membros, saltos e corridas estacionárias; este tipo de trabalho é mais executado para os goleiros como exercícios de velocidade dos membros inferiores e superiores, e para os jogadores de linha como velocidade de deslocamento,

velocidade de membros superiores e resistência aposta à direção de saltos nos treinamentos específicos.

D – Trabalhos com saltos pliométricos: em profundidade (a partir de degraus), saltos consecutivos sobre obstáculos ao nível do solo, ambos variando as trajetórias de deslocamento (em linha reta, em zigue zague, com deslocamentos de defesa, com deslocamentos de ataque, com uma perna e com as duas pernas).

E - Trabalhos de saltos aliados a técnicas específicas de defesa.

F - Trabalhos de saltos aliados a técnicas específicas de arremesso: após passadas de preparação para o arremesso (o exercício é executado com uma, duas e três passadas; e a impulsão é feita na perna direita, na esquerda e com a duas conjuntamente).

G – Trabalhos de saltos com a barra do agachamento nas costas, em séries de aproximadamente 10 saltos, com a quantidade de carga sem um padrão específico para escolha.

### **3.2 - Apresentação dos resultados das variáveis pesquisadas:**

Resultados de cada sujeito para as variáveis pesquisadas em cada um dos três saltos realizados: salto vertical (Salt-Vert) medido em metros, potência em Watts, força de reação do solo no momento da saída (F-Saída) medida em Newtons, força de reação do solo no momento da chegada (F-Chegada) medida em Newtons, força relativa (F-Relativa) medida em Newtons/Newtons e velocidade medida em  $m/s^2$ .

**Tabela 02** – Resultados das variáveis do sujeito um para os três saltos realizados.

Sujeito 1	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,276	1770,371	1521,956	2776,745	2,099	1,163
Salto 02	0,264	1745,082	1534,51	2603,792	2,117	1,137
Salto 03	0,280	1946,130	1661,841	2773,31	2,292	1,171

O sujeito um atingiu a sua maior altura vertical, sua maior potência, sua maior força de saída, sua melhor força relativa e sua melhor velocidade no seu terceiro e último salto. O único valor das variáveis que não foi o maior no terceiro evento foi a força de chegada no solo.

**Tabela 03** – Resultados das variáveis do sujeito dois para os três saltos realizados.

Sujeito 2	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,341	2348,607	1815,427	2912,861	2,504	1,294
Salto 02	0,368	2627,522	1956,473	2875,49	2,699	1,343
Salto 03	0,346	2472,068	1897,193	2894,635	2,617	1,303

O sujeito dois atingiu a sua maior altura vertical, sua maior potência, sua maior força de saída, sua maior força relativa e sua maior velocidade nos seu segundo salto. O único valor das variáveis que não foi o maior no segundo evento foi a força de chegada no solo.

**Tabela 04** – Resultados das variáveis do sujeito três para os três saltos realizados.

Sujeito 3	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,315	1928,520	1551,902	2709,913	2,206	1,243
Salto 02	0,293	1959,201	1632,99	2729,261	2,322	1,200
Salto 03	0,284	1729,565	1465,86	2907,222	2,084	1,180

O sujeito três atingiu a sua maior altura vertical e sua maior velocidade no primeiro salto. Sua maior potência, sua maior força de saída e sua maior força relativa no segundo salto. Sua maior força de chegada foi atingida no terceiro salto.

**Tabela 05** – Resultados das variáveis do sujeito quatro para os três saltos realizados.

Sujeito 4	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,293	1806,460	1505,681	2348,217	2,391	1,200
Salto 02	0,270	1572,171	1366,841	2550,581	2,170	1,150
Salto 03	0,269	1582,477	1376,388	2265,77	2,185	1,150

O sujeito quatro atingiu a sua maior altura vertical, sua maior potência, sua maior força de saída, sua maior força relativa e sua maior velocidade nos seu primeiro salto. O único valor das variáveis que não foi o maior no primeiro evento foi a força de chegada no solo.

**Tabela 06** – Resultados das variáveis do sujeito cinco para os três saltos realizados.

Sujeito 5	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,318	1687,046	1351,185	2754,804	1,810	1,249
Salto 02	0,272	1577,535	1366,841	2250,581	1,831	1,154
Salto 03	0,279	1778,731	1520,806	2929,658	2,037	1,170

O sujeito cinco atingiu a sua maior altura vertical e sua maior velocidade no seu primeiro salto. Sua maior potência, sua maior força de saída, sua maior força de chegada e sua maior força relativa no terceiro salto.

**Tabela 07** – Resultados das variáveis do sujeito seis para os três saltos realizados.

Sujeito 6	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,301	2407,653	1980,859	2856,902	2,259	1,215
Salto 02	0,297	2260,491	1872,631	2797,697	2,135	1,207
Salto 03	0,271	2131,865	1849,1	2842,725	2,108	1,153

O sujeito seis atingiu a sua maior altura vertical, sua maior potência, sua maior força de saída, a sua maior força de chegada, sua maior força relativa e sua maior velocidade no seu primeiro salto.

**Tabela 08** – Resultados das variáveis do sujeito sete para os três saltos realizados.

Sujeito 7	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,2055	1851,373	1843,899	2375,583	2,611	1,004
Salto 02	0,2096	1806,251	1781,552	2592,369	2,522	1,014
Salto 03	0,2257	1931,282	1835,606	2328,632	2,599	1,052

O sujeito sete atingiu a sua maior altura vertical, sua maior potência e sua maior velocidade nos seu terceiro salto. Sua maior força de saída e sua maior força relativa no primeiro salto. E sua maior força de chegada no segundo salto.

**Tabela 09** – Resultados das variáveis do sujeito oito para os três saltos realizados.

Sujeito 8	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,297	1717,157	1422,234	2298,357	2,019	1,207
Salto 02	0,280	1649,188	1407,097	2065,966	1,998	1,172
Salto 03	0,277	1703,219	1461,146	1816,419	2,074	1,166

O sujeito oito atingiu a sua maior altura vertical, sua maior potência, sua maior força de chegada e sua maior velocidade nos seu primeiro salto. Sua maior força de saída e sua maior força relativa no terceiro salto.

**Tabela 10** – Resultados das variáveis do sujeito nove para os três saltos realizados.

Sujeito 9	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,224	2113,160	2015,521	2862,195	2,490	1,048
Salto 02	0,225	1914,542	1821,818	2906,5	2,251	1,051
Salto 03	0,219	1869,590	1804,308	2912,306	2,229	1,036

O sujeito nove atingiu a sua maior altura vertical e sua maior velocidade nos seu segundo salto. Sua maior potência, sua maior força de saída, sua maior força de chegada e sua maior força relativa no primeiro salto.

**Tabela 11** – Resultados das variáveis do sujeito dez para os três saltos realizados.

Sujeito 10	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,241	1828,428	1682,167	2131,991	2,327	1,087
Salto 02	0,256	1819,599	1624,204	2453,891	2,246	1,120
Salto 03	0,261	1836,329	1624,204	2421,478	2,246	1,131

O sujeito dez atingiu a sua maior altura vertical, a sua maior potência e sua maior velocidade nos seu terceiro salto. Sua maior força relativa no primeiro salto. Sua maior força de chegada foi atingida no segundo salto.

**Tabela 12** – Resultados das variáveis do sujeito onze para os três saltos realizados.

Sujeito 11	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,371	2174,733	1611,964	1895,186	2,375	1,349
Salto 02	0,364	2116,059	1583,441	2033,35	2,333	1,336
Salto 03	0,339	2012,637	1561,947	1946,244	2,301	1,289

O sujeito onze atingiu a sua maior altura vertical, a sua maior potência a sua maior força de saída, a sua maior força relativa e sua maior velocidade no seu primeiro salto. O único valor das variáveis que não foi o maior no primeiro evento foi a força de chegada no solo.

**Tabela 13** – Resultados das variáveis do sujeito doze para os três saltos realizados.

Sujeito 12	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,314	2321,908	1869,942	2873,422	2,188	1,242
Salto 02	0,328	2313,814	1823,799	2851,069	2,134	1,269
Salto 03	0,306	2233,003	1822,459	2915,617	2,133	1,225

O sujeito doze atingiu a sua maior altura vertical e sua maior velocidade nos seu segundo salto. A sua maior potência, a sua maior força de saída e a sua maior força relativa no primeiro salto. A força de chegada foi maior no terceiro salto.

**Tabela 14** – Resultados das variáveis do sujeito treze para os três saltos realizados.

Sujeito 13	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,375	2667,959	1966,473	2829,145	2,531	1,357
Salto 02	0,371	2502,015	1854,553	2469,631	2,387	1,349
Salto 03	0,339	2565,335	1990,88	2671,084	2,562	1,289

O sujeito treze atingiu a sua maior altura vertical, a sua maior potência, sua maior força de chegada e sua maior velocidade no seu primeiro salto. A sua maior força de saída e a sua maior força relativa no seu terceiro salto.

**Tabela 15** – Resultados das variáveis do sujeito quatorze para os três saltos realizados.

Sujeito 14	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,284	1581,058	1339,996	2774,523	1,686	1,180
Salto 02	0,233	1520,963	1424,038	2903,145	1,792	1,068
Salto 03	0,238	1553,479	1437,646	2719,814	1,809	1,081

O sujeito quatorze atingiu a sua maior altura vertical, a sua maior potência e a sua maior velocidade no seu primeiro salto. A sua maior força de saída e sua maior força relativa nos seu terceiro salto. E a maior força de chegada no segundo salto.

**Tabela 16** – Resultados das variáveis do sujeito quinze para os três saltos realizados.

Sujeito 15	Salt-Vert	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01	0,214	1433,122	1398,974	2880,407	1,741	1,024
Salto 02	0,227	1513,642	1434,976	2502,003	1,786	1,055
Salto 03	0,230	1657,107	1560,103	2859,354	1,942	1,062

O sujeito quinze atingiu a sua maior altura vertical, a sua maior potência, a sua maior força de saída, sua maior força relativa e a sua maior velocidade no seu terceiro salto. E a maior força de chegada no primeiro salto.

### 3.3 – Apresentação do quadro geral de valores correlacionais

Foram feitas as análises correlacionais dos quarenta e cinco saltos (três de cada um dos quinze indivíduos), a correlação foi feita a partir da primeira variável com todas (com a segunda, com a terceira, com a quarta, com a quinta e com a sexta), e depois da segunda com todas a terceira e assim sucessivamente até completar-se o quadro com todas as correlações entre todas as variáveis.

**Tabela 17** – Resultados da correlação (r) entre as variáveis estudadas.

	Salto Vert.	Potência	F-Saída	F-Cheg.	F-Rel.	Veloc.	Peso
<b>Salto Vert.</b>	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<b>Potência</b>	<b>0,701</b>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
P	<b>P&lt;0,001</b>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
r <sup>2</sup>	<b>49,077</b>	.....	.....	.....	.....	.....	.....
<b>F- Saída</b>	0,235	<b>0,856</b>	.....	.....	.....	.....	.....
P	NS	<b>P&lt;0,001</b>	.....	.....	.....	.....	.....
r <sup>2</sup>	5,526	<b>73,282</b>	.....	.....	.....	.....	.....
<b>F- Cheg.</b>	-0,142	0,012	0,10	.....	.....	.....	.....
P	NS	NS	NS	.....	.....	.....	.....
r <sup>2</sup>	2,003	0,015	1,08	.....	.....	.....	.....
<b>F-Rel.</b>	<b>0,319</b>	<b>0,699</b>	0,74	-0,04	.....	.....	.....
P	<b>P&lt;0,05</b>	<b>P&lt;0,001</b>	P<0,001	NS	.....	.....	.....
r <sup>2</sup>	<b>10,199</b>	<b>48,805</b>	55,28	0,19	.....	.....	.....
<b>Veloc.</b>	<b>0,999</b>	<b>0,688</b>	0,22	-0,14	0,30	.....	.....
P	<b>P&lt;0,001</b>	<b>P&lt;0,001</b>	NS	NS	P<0,10	.....	.....
r <sup>2</sup>	<b>99,810</b>	<b>47,283</b>	4,73	2,08	9,01	.....	.....
<b>Peso</b>	-0,102	<b>0,286</b>	0,44	0,21	-0,27	-0,10	.....
P	NS	<b>P&lt;0,10</b>	P<0,001	NS	P<0,10	NS	.....
r <sup>2</sup>	1,045	<b>8,182</b>	19,19	4,49	7,48	1,06	.....
<b>MCM</b>	0,01	0,033	0	0,15	-0,54	0,00	0,729
P	NS	NS	NS	NS	P<0,001	NS	P<0,001
r <sup>2</sup>	0,00	0,001	0	0,02	29	0,00	0,5316

A correlação entre salto vertical e potência foi significativa ( $r = 0,701$ ;  $P<0,001$ ), a correlação entre salto vertical e força de saída não foi significativa, a correlação entre salto vertical e força relativa foi significativa ( $r = 0,319$ ;  $P<0,05$ ), a correlação entre salto vertical e velocidade foi extremamente significativa ( $r=0,999$ ;  $P<0,001$ ), a correlação entre salto vertical e peso corporal foi negativa mais não significativa e a correlação entre salto vertical e massa corporal magra não foi significativa.

A correlação entre potência e força de saída foi significativa ( $r = 0,856$ ;  $P<0,001$ ), a correlação entre a potência e a força de chegada não foi significativa, a correlação entre potência e força relativa foi significativa ( $r = 0,699$ ;  $P<0,001$ ), a correlação entre potência e velocidade foi significativa ( $r = 0,688$ ;  $P<0,001$ ), a

relação entre potência e peso foi significativa ( $r = 0,286$ ;  $P < 0,10$ ) e a relação entre potência e massa corporal magra não foi significativa.

A correlação entre força de saída e força de chegada não foi significativa, a correlação entre força de saída e força relativa foi significativa ( $r = 0,74$ ;  $P < 0,001$ ), a correlação entre força de saída e velocidade não foi significativa, a correlação entre força de saída e peso corporal foi significativa ( $r = 0,44$ ;  $P < 0,01$ ) e a correlação entre força de saída e massa corporal magra não foi significativa.

A força de chegada não mostrou correlação significativa com nenhuma das outras variáveis.

A correlação entre a força relativa e a velocidade foi significativa ( $r = 0,30$ ;  $P < 0,10$ ), a correlação entre força relativa e peso corporal foi significativa ( $r = -0,27$ ;  $P < 0,10$ ) e a correlação entre a força relativa e a massa corporal magra foi ainda mais significativa ( $r = -0,54$ ;  $P < 0,001$ ).

A velocidade não mostrou correlação significativa nem com o peso e nem com a massa corporal magra.

O peso corporal e a massa corporal magra apresentaram uma correlação significativa ( $r = 0,729$ ;  $P < 0,001$ ).

### **3.4 - Apresentação dos valores dos dez saltos que atingiram maior altura e dos dez que atingiram menor altura.**

Os quarenta e cinco resultados dos saltos (três para cada sujeito) foram classificados do maior para o menor e desta classificação foram retiradas as tabelas a seguir.

**Tabela 18** – Resultados dos dez saltos de maior altura vertical.

Salto-Suj	Impulsão	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01(13)	0,375	2667,959	1966,473	2829,145	2,531	1,357
Salto 01(11)	0,371	2174,733	1611,964	1895,186	2,375	1,349
Salto 02(13)	0,371	2502,015	1854,553	2469,631	2,387	1,349
Salto 02(02)	0,368	2627,522	1956,473	2875,49	2,699	1,343
Salto 02(11)	0,364	2116,059	1583,441	2033,35	2,333	1,336
Salto 03(02)	0,346	2472,068	1897,193	2894,635	2,617	1,303
Salto 02(02)	0,341	2348,607	1815,427	2912,861	2,504	1,294
Salto 03(11)	0,339	2012,637	1561,947	1946,244	2,301	1,289
Salto 03(13)	0,339	2565,335	1990,88	2671,084	2,562	1,289
Salto 02(12)	0,328	2313,814	1823,799	2851,069	2,134	1,269

Apenas quatro dos indivíduos foram os detentores dos dez melhores resultados de altura vertical: o indivíduo treze obteve o 1º melhor salto, o 3º melhor salto e o 9º melhor salto; o indivíduo onze obteve o 2º melhor salto, o 5º melhor salto e o 7º melhor salto; o indivíduo dois obteve o 4º melhor salto, o 6º e o 7º melhor salto; o indivíduo doze obteve o 10º melhor resultado.

**Tabela 19** – Resultados dos dez saltos de menor altura vertical.

Salto-Suj	Impulsão	Potência	F-Saída	F-chegada	F-Relativa	Velocidade
Salto 01(07)	0,2326	1969,402	1843,899	2375,583	2,321	1,068
Salto 02(07)	0,2300	1892,325	1781,552	2592,369	2,217	1,062
Salto 01(15)	0,227	1475,666	1398,974	2880,407	1,741	1,055
Salto 03(09)	0,226	1898,353	1804,308	2912,306	2,555	1,052
Salto 01(09)	0,225	2118,103	2015,521	2862,195	2,490	1,051
Salto 02(09)	0,224	1910,074	1821,818	2906,5	2,251	1,048
Salto 03(07)	0,2189	1902,021	1835,606	2328,632	2,268	1,036
Salto 02(15)	0,214	1470,003	1434,976	2502,003	1,786	1,024
Salto 03(15)	0,210	1581,731	1560,103	2859,354	2,209	1,014
Salto 02(14)	0,206	1429,810	1424,038	2903,145	2,016	1,004

Cinco sujeitos foram os detentores dos dez saltos de menor altura vertical: o sujeito sete obteve o 1º menor salto, o 2º menor salto e o 7º menor salto; o sujeito quinze obteve o 3º menor salto, o 8º menor salto e o 9º menor salto; o sujeito nove

obteve o 4<sup>o</sup> menor salto, o 5<sup>o</sup> menor salto e o 6<sup>o</sup> menor salto e o sujeito quatorze obteve o 10<sup>o</sup> menor salto.

**Tabela 20** – Tabela comparativa entre a média e o desvio padrão das variáveis estudadas para os dez maiores e os dez menores resultados de impulsão vertical respectivamente.

	Impulsão	Potência	F-Saída	F-cheg.	F-Relativa	Veloc.	% Gord.
Média	0,354	2380,075	1806,215	2537,870	2,444	1,318	16,450
D-Padrão	0,017	224,604	163,435	422,273	0,169	0,032	4,360
Média	0,221	1761,103	1692,080	2712,249	2,196	1,042	18,200
D-Padrão	0,009	220,024	217,811	237,037	0,355	0,021	5,370

Os valores médios da altura vertical no salto mostram uma diferença de 13,3 centímetros, com o grupo de menor resultado atingindo apenas 62,4% da altura conseguida pelos melhores saltadores.

Os valores médios da potência mostraram uma diferença de 618,972 Watts, com o grupo de menor resultado atingindo aproximadamente 74% da potência apresentada pelos melhores saltadores.

Os valores médios da força de saída mostraram uma diferença de 103,404 Newtons, com o grupo de menor resultado atingindo aproximadamente 93,68% da força de saída apresentada pelos melhores saltadores.

Os valores médios da força de chegada mostraram uma diferença de 174,379 Newtons, o grupo de menor resultado nos saltos verticais apresentou uma média maior para os valores desta variável, aproximadamente 6,5% maior que os grupo dos melhores saltadores.

Os valores médios da força relativa mostraram uma diferença de 0,248, com o grupo de menor valor nos saltos atingindo aproximadamente 89,8% dos valores apresentados pelo grupo dos melhores saltadores.

O valores médios da velocidade mostram uma diferença de  $0,276 \text{ m/s}^2$ , com o grupo de menor valor nos saltos atingindo aproximadamente 79,05% da velocidade apresentada pelo grupo dos melhores saltadores.

Para os valores de percentual de gordura o grupo dos saltadores de menor altura nos saltos apresentou um percentual mais elevado, cerca de 1,75% de diferença em relação ao outro grupo, em média 9,6% a mais do que o grupo de maior resultado nos saltos. Entre os quatro sujeitos que fizeram os dez maiores resultados nos saltos, três deles estavam entre 12% e 16% de percentual de gordura, apenas um deles, o que conseguiu apenas o décimo valor no salto, está acima disto.

## 4 – Discussão

Uma boa capacidade de salto vertical pode ser de grande utilidade em inúmeros desportos, poder melhorar esta capacidade em um anseio da maioria dos atletas e também da quase unanimidade dos treinadores, os resultados deste trabalho apontou alguns resultados que com certeza poderão ser utilizados para dar maior qualidade aos treinamentos voltados para a capacidade de salto, não só para a modalidade handebol, mas como base de discussão para outras modalidades.

As correlações entre as variáveis pesquisadas para o salto vertical mostraram que a variável de maior influência foi a velocidade média, o que é possível de ser explicado pela relação íntima entre os dois elementos expressa pela física – velocidade é igual a distância percorrida dividida pelo tempo ( $V = D/t$ ), mas os valores encontrados foram mais altos que os esperados, um  $r = 0,999$ ;  $P < 0,001$ . Estes resultados encontram respaldo na seguinte afirmação: “dentro do ato de saltar estão envolvidas capacidades físicas importantes como: a produção de força e velocidade, que se caracterizam por vencer o mais rápido possível a resistência (Zakharov 1992)”.

A potência foi o tipo de manifestação de força apontada como de grande importância para o salto, segundo a literatura consultada, sendo que potência é a força multiplicada pela velocidade ( $P = F \times V$ ); mas para o grupo estudado mais do que a força, o fator de maior determinação para o grupo estudado foi a velocidade. Se considerarmos a análise a partir do **coeficiente de determinação**<sup>3</sup> ( $r^2$ ), que como afirma Thomas e Nelson (2002) indica a porção da variação total em uma medida que pode ser explicada, ou devida à variação na outra medida; observamos que

---

<sup>3</sup> Ver tabela de valores dos coeficientes de determinação ( $r^2$ ) na tabela 17 na apresentação de resultados na página 94.

99% das variações na capacidade de salto para os sujeitos pesquisados podem ser relacionadas à variação da velocidade média apresentada pelo mesmo.

Não foi possível classificar a velocidade estudada em relação à curva força versus velocidade proposta por Verkoshansky, pois não possuímos os valores para máxima velocidade, a partir da qual poderíamos calcular as frações atingidas pelos sujeitos e assim poder observar o quanto elas se aproximam do valor de um terço da velocidade máxima sugerida pelos referidos autores como a “ideal” para a máxima produção de potência mecânica.

A potência foi o segundo item que mostrou uma maior correlação com a altura atingida no salto vertical, um  $r = 0,701$ ;  $P < 0,001$  é bastante significativo. Se analisarmos a partir do coeficiente de correlação ( $r^2$ ) verificaremos que 49% das variações na altura do salto podem ser explicadas pela potência gerada.

Um outro fator que mostrou correlação significativa com a altura do salto vertical foi a força relativa ( $r = 0,319$ ;  $P < 0,05$ ) confirmando que a relação entre a força aplicada para o salto e o peso corporal é fator interveniente na qualidade do mesmo, com um  $r^2 = 10,19\%$ . Sendo a força relativa a razão entre a máxima força de reação do solo e o peso corporal, quando observamos que o coeficiente de determinação para a força de saída do solo  $r^2 = 5,52\%$  é menor do que o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) para a força relativa, confirmam-se as propostas apresentadas pela literatura. Apresentar grande força não é necessariamente indicativo de bons saltos, esta força deve apresentar uma boa relação com a resistência contra a qual é aplicada (no caso o peso corporal) e com a velocidade de aplicação da mesma; como mostra a literatura: quanto maior é a resistência menor é a velocidade e conseqüentemente menor a altura do salto vertical.

Isto foi discutido na afirmação de Enoka (2001) de que “a potência pode ser determinada como o produto da força e da velocidade, como resultado, os fatores que afetam tanto a força muscular quanto à velocidade de encurtamento

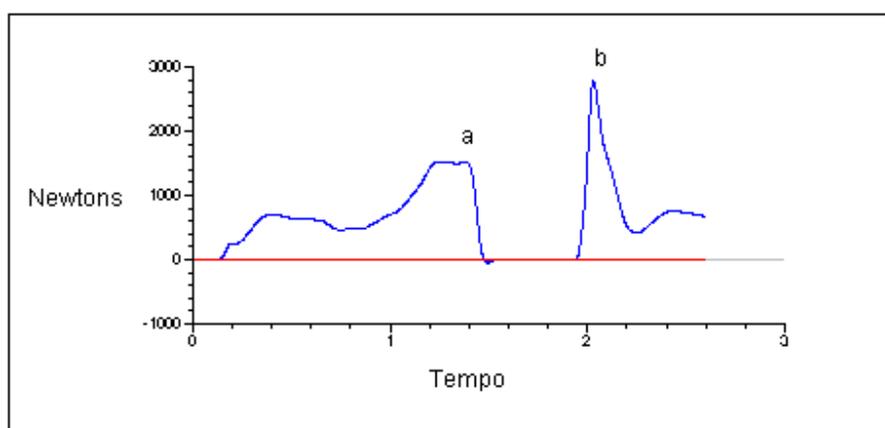
determinarão a potência que pode ser produzida”. Este tema é muito bem apresentado na curva força versus velocidade proposta por Verkhoshnansky.

A variável melhor correlacionada com a potência foi a força de saída ( $r = 0,856$ ;  $P < 0,001$ ). A relação entre as variáveis apresenta  $r^2 = 73,38\%$ , mostrando que a melhor capacidade de produção de potência depende em grande parte da força de saída. A necessidade da melhoria da força de membros inferiores para a incrementação dos resultados da potência é evidente, reforçado ainda pela significativa relação entre a potência e a força relativa ( $r = 0,699$ ;  $P < 0,001$ ) que apresentou um  $r^2 = 48,8\%$ . A velocidade apresentou uma correlação também significativa ( $r = 0,688$ ;  $P < 0,001$ ) com  $r^2 = 47,28\%$ . Esta constatação mostrou que para uma boa produção de potência é necessário desenvolver bem a força de membros inferiores (geradora da força de saída do solo), e esta força deve ser bem desenvolvida em relação a carga transportada (o peso corporal), a velocidade apresenta-se também para esta variável como fator de grande importância.

As variáveis estudadas apresentam um efeito em “sequência”, em “cascata” até chegar ao salto vertical. A força relativa apresenta uma grande correlação com a força de saída do solo, a força de saída apresenta uma grande correlação com a potência e a potência uma grande correlação com a máxima altura atingida no salto vertical. É interessante observar que a velocidade mostrou correlação significativa com três das seis variáveis pesquisadas: velocidade x salto vertical ( $r = 0,999$ ;  $P < 0,001$  e  $r^2 = 99\%$ ), velocidade x potência ( $r = 0,688$ ;  $P < 0,001$  e  $r^2 = 47,28\%$ ), velocidade x força relativa ( $r = 0,30$ ;  $P < 0,10$  e  $r^2 = 9,01\%$ ).

A força de chegada não mostrou relação significativa com nenhuma das variáveis estudadas, mas esclarece o efeito do treinamento com saltos pliométricos: a força de chegada no solo foi sempre maior do que a de saída para todos os sujeitos do estudo, todos os gráficos da plataforma de força mostraram uma curva força x tempo similar à apresentada na figura 15: onde “a” mostra o pico da curva

de força de saída do solo e “b” o pico da curva de força de chegada no solo; a média da força de saída para os quarenta e cinco saltos foi de 1649,632 ( $\pm 209,53$ ) Newtons e para a força de chegada de 2601,552 ( $\pm 321,125$ ) Newtons, o que mostra uma diferença de 951,92 Newtons. Esta relação representa uma exigência de força de aproximadamente 63% a mais no amortecimento do salto, o que é uma sobrecarga de trabalho significativa, e se os saltos fossem seqüenciais esta exigência poderia ser ainda maior, ela atinge na maioria das vezes três vezes mais do que o peso corporal do sujeito.



**Figura 15** – Curva força x tempo – picos de força de saída e chegada para o salto vertical.

Em uma análise comparativa entre os três saltos realizados por cada sujeito podemos detectar que: 6% dos sujeitos atingiram a sua maior altura no salto, obtendo também os melhores valores em todas as outras variáveis; 33% dos sujeitos atingiram sua maior altura, obtendo também o maior valor em outras quatro variáveis; 13% dos sujeitos atingiram sua maior altura obtendo também os melhores resultados em outras três variáveis; 20% dos sujeitos atingiram sua melhor altura no salto obtendo também os melhores valores em duas outras

variáveis e 26% dos sujeitos atingiram suas melhores alturas no salto obtendo também os melhores resultado em mais uma variável apenas.

O sujeito que obteve a primeira, a terceira e a nona maior altura no salto, produziu também os melhores valores para: potência, velocidade e força de chegada. O sujeito que obteve a segunda, a quinta e a oitava maior altura no salto, produziu também os melhores valores para: potência, velocidade, força de saída e força relativa. O sujeito que obteve a quarta, a sexta e a sétima maior altura no salto, produziu também os melhores valores para: potência, velocidade, força de saída e força relativa. O sujeito que obteve a décima maior altura no salto teve uma outra única variável como de melhor resultado, a velocidade.

Verificamos então que produzir conjuntamente os maiores resultados em várias variáveis foi fator determinante para a altura final do salto. E que dentre as variáveis estudadas que foram de maior importância para a maior altura no salto, confirmando a análise geral feita pelo estudo correlacional, foi a velocidade seguida da potência. A análise individualizada também confirma que existe um efeito cumulativo na qualidade dos saltos pela influência de uma variável sobre a outra na seguinte lógica seqüencial: força relativa, força saída, potência, velocidade e salto vertical.

Os valores médios nos quais o grupo de menor altura no salto vertical foi menos eficiente foram as variáveis: velocidade e potência, ajudadas por um maior peso corporal médio, o que levou a uma capacidade de salto de 37,6% menor que a dos melhores saltadores. A massa corporal magra na correlação com a força relativa ( $r = -0,54$ ;  $P < 0,001$  e  $r^2 = 29\%$ ) mostrou ser mais significativa do que o peso corporal ( $r = -0,27$ ;  $P < 0,10$  e  $r^2 = 7,48\%$ ), como a correlação é negativa entende-se que uma maior massa corporal magra influi mais negativamente no salto do que o peso corporal total, o que para nós parece contraditório e contraria nossas expectativas; nos faz deduzir que possuir um percentual de gordura menor

não faz diferença no salto automaticamente, se faz necessário que a massa corporal magra restante excetuado o percentual de gordura possua uma musculatura o mais forte possível para ser capaz de gerar uma boa força de saída do solo.

A correlação entre a força relativa e a velocidade foi significativa ( $r = 0,30$ ;  $P < 0,10$ ), a correlação entre força relativa e peso corporal foi significativa ( $r = -0,27$ ;  $P < 0,10$ ) e a correlação entre a força relativa e a massa corporal magra foi ainda mais significativa.

A literatura pesquisada aponta para as evidências aqui encontradas, mas de forma geral e sem mais dados específicos; sempre soubemos da importância da potência na capacidade de salto, mas o quanto ela é importante era uma incógnita, e o nosso trabalho serviu para clarear este ponto, mostrando em valores correlacionais o quanto a potência gerada pode influenciar na capacidade de salto e vice-versa. Não temos muitos indicativos na literatura sobre a força relativa no salto, mas apontamos para a grande importância que esta apresentou, que para melhorar esta relação, desenvolver uma força de membros compatível com o seu peso corporal é imprescindível, os sujeitos do nosso estudo que atingiram os melhores resultados mostraram uma força relativa em média de  $2,444 (\pm 0,169)$ , o que quer dizer que estes sujeitos apresentaram uma força dinâmica máxima de quase duas vezes e meio maior que seu peso corporal, atendendo ao que foi sugerido por Dintiman, Ward e Tellez (1999).

Foi impossível fazer uma análise da variável força em relação à curva proposta por Verkhoshansky, é interessante para a sequência dos estudos buscar uma forma de medir a máxima força, tanto quanto a máxima velocidade para cada indivíduo, a falta deste elemento não permitiu calcular em que ponto da curva cada sujeito estaria trabalhando e se estaria de acordo com as sugestões apresentadas para se atingir a máxima eficiência.

Podemos perceber pelas características gerais dos treinamentos realizados pelos sujeitos deste estudo, que estes têm noção dos tipos de trabalho que devem ser aplicados para o salto vertical, mas lhes falta um melhor planejamento e melhor organização das suas atividades e a proposição de metas objetivas para o desenvolvimento da força geral de membros inferiores, da potência e da velocidade dos mesmos; lhes falta também parâmetro para uma melhor relação peso corporal e força de membros inferiores. As diretrizes aqui apontadas podem contribuir neste sentido.

## 5 - CONCLUSÃO

As três formas de abordagem utilizadas foram a análise correlacional, a análise individual e a análise comparativa, todas confirmaram como fator de maior importância para se obter uma boa capacidade de salto as variáveis: velocidade e potência.

A potência é muito influenciada pela força de saída do solo, o que nos remete à necessidade de desenvolver uma força significativa de membros inferiores. Como referência para um bom desenvolvimento desta força, o estudo apresentou os valores atingidos pelo grupo dos melhores saltadores na variável força relativa, nos quais a força de saída do solo excede em aproximadamente duas vezes e meia a resistência do peso corporal.

Os indivíduos que conseguiram maior resultado no salto apresentaram uma maior performance também em pelo menos três outras variáveis, o que nos faz deduzir que a ação conjunta destas variáveis é fator determinante de boa performance.

A força de chegada não apresentou correlação significativa com nenhuma das outras variáveis, mas nos mostrou sempre um pico maior do que a força de saída na curva de força versus tempo apresentada pelo sistema da plataforma de força; isto nos indica que o indivíduo executa uma força maior no amortecimento da queda, este trabalho é realizado no ciclo excêntrico-concêntrico, o que é um dos fatores importantes no desenvolvimento da força em trabalhos pliométricos.

Os resultados apresentados pelo estudo podem servir de base para novas pesquisas que de fato se fazem necessárias, mas já fornecem importantes referências para atletas e treinadores reverem as bases de força geral e específica dos seus treinamentos para o salto vertical.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVELA, J. et alii. Effects of diferent Simulated Gravity Conditions on Neruromuscular Control in Drop Jump Exercises. **Aviat Space Environ Med.** 1994. p. 301-308.

BADILLO, Juan José González; AYESTARÁN, Esteban Gorostiaga. Fundamentos do Treinamento de Força: aplicação ao alto rendimento desportivo. Traduzido por: Márcia dos Santos Dornelles. 2ª ed. Porto Alegre: Artemed, 2001.

BARBANTI, Valdir José. Treinamento Físico. 2ª ed. São Paulo: CLR Balieiro, 1988.

BARBANTI, Valdir José et alii. Esporte e atividade Física: integração entre rendimento e qualidade de vida. São Paulo: Manole, 2002.

BOBBERT, Maarten F., MACKAY, M., SCHINKELSHOEK, D., et alii. Biomechanical analysis of Drop and Countermovement Jumps. **European Journal of Applied Physiology.** v. 54. 1986. p. 566-573.

\_\_\_\_\_. HUIJING, Peter A., SCHENAU, Gerrit Jan Van Ingen. Drop Jumping: The Influence of Jumping Technique on the Biomechanics of Jumping. **Medicine an Science in Sports and Exercise.** v. 19. n. 4. 1987. p. 332-338.

\_\_\_\_\_. SCHEANAU, Gerrit Jan Van Ingen. Mechanical Output about the Ankle joint in isokinetic plantar flexion and jumping. **Medicine an Science in Sports and Exercise.** v. 22, n. 5. 1990. pp. 660-668.

BOMPA, Tudor O. Periodização: teoria e metodologia do treinamento. Traduzido por: Sergio Roberto Ferreira Batista. São Paulo: Phorte Editora, 2002.

BOSCO, Carmelo. KOMI, P.V. Mechanical Characteristics and Fiber Composition of Human Leg Extensor Muscles. **European Journal of Applied Physiology**. 1979. p. 275-284.

\_\_\_\_\_. KOMI, P.V. Influence of aging on the mechanical behavior of leg extensor muscles. **European Journal of Applied Physiology**. v. 45. 1980. p. 209-219.

\_\_\_\_\_. et alii. Store and Recoil of Elastic Energy in Slow and Fast Types of Human Skeletal Muscles. **Acta Physiologic Scandinavia**. 1982. p. 342-349.

\_\_\_\_\_. VIITASALO, J. T., KOMI, P. V. et alii. Combined effect of Elastic and Myoelectrical Potentiation During Stretch-Shortening Cycle Exercise. **Acta Physiologica Scandinavia**. v. 11. 1982. p. 557-565.

\_\_\_\_\_. TIHANYI, J.; KOMI, P.V., et alii. Store and Recoil of Elastic energy in Slow and Fast types of human Skeletal Muscles. **Acta Physiologica Scandinavia**. v. 11. 1981 p. 135-140.

BRAULE, Ricardo. Estatística Aplicada com Excel. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

CARNEIRO, R. **Discurso de Abertura**. In: MARQUES, J. A. *As ciências do desporto e a prática desportiva*. Lisboa: Universidade do Porto, 1991. v.1, p. 29-32.

CORDOVA, M. L., ARMISTRONG, C. W. Reliability of Ground Reaction Forces During a Vertical Jump: Implications for Functional Strength assessment. **Journal of Athletic Training**. v. 31. n. 4. 1996. p. 342-345.

DANTAS, Estélio H. M. A Prática da Preparação Física. 3ª ed. Rio de Janeiro: Shape, 1995.

DAVIES, B. N., JONES, K. G. An Analysis of the Performance of Male Students in the Vertical and Standing Long Jump Tests and the Contribution of Arm Swinging. **Journal of Human Movement Studies**. v. 24. 1993. p. 25-38.

DINTIMAN, George., WARD, Bob., TELLEZ, Tom. Velocidade nos Esportes: programa número um para atletas. Tradução Dra Mônica Conrado. São Paulo; 1999.

DURWARD, Brian R.; BAER, Gillian D.; ROWE, Philip J. Movimento Funcional Humano: mensuração e análise. São Paulo: Manole, 2001.

ELLIOTT, Bruce; MESTER, Joachim. Treinamento no Esporte: aplicando ciência no esporte. Fábio Mazzonetto. (coord). Garulhos-SP: Phorte Editora, 2000.

ENOKA, Roger M. Bases Neuromecânicas da Cinesiologia. São Paulo: Manole, 2000.

FERNANDES FILHO, JOSÉ. A Prática da Avaliação Física: testes, medidas, avaliação física em escolares, atletas e academias de ginástica. Rio de Janeiro: Shape Editora, 1999.

FUKASHIRO, S., KOMI, P. Joint Moment and Mechanical Power Flow of the Lower Limb During Vertical Jump. **Journal of Sports Medicine**. v. 8. 1987. p. 15-21.

GALDI, Enori Helena Gemente. **Performance da resistência muscular de membros inferiores em praticantes da modalidade esportiva voleibol, através do salto vertical**. Campinas-SP: UNICAMP, 1999. 125p. (Tese, doutorado em atividade física adaptada).

GLEDHIL, N. Discussion; Assessment of Fitness. In: BOUCHARD, C., SHEPARD, B.J., STEPHENS, T., SUTTON, J.R., Mc PHERSON, B. D. (eds.); Exercise Fitness, and Health: A Consensus of Current Knowledge. Champaign: Human Kinetics, 1990.

GRIMA, J. L. I. Aproximación a la Realidad Social y Diferenciación Legal entre Deporte de Elite – Deporte Popular. In: **Deporte Popular - Deporte de Elite – Elementos para la Reflexión**. Valencia: Ayuntamiento de Valencia, 1984.

GUEDES, Dartagnan Pinto; GUEDES, Joana Elisabete Ribeiro Pinto. Crescimento Composição Corporal e Desempenho Motor de Crianças e Adolescentes. São Paulo: CLR Balieiro, 1997.

HARMAM, E. A., et. The Effects of Arms and Countermovement on Vertical Jumping. **Medicine an Science in Sports and Exercise**. v. 22. n. 6. 1990. p. 825-833.

HOLCOMB, W. R., LANDER, J. E.; RUTLAND, R. M. et al. A Biomechanical Analysis of the Vertical Jump and Three Modified Plyometric Depth Jumps. **Journal Strength and Conditions Research**. v. 10. n. 2. 1996. p. 83-88.

HOLLAMN, W., HETTINGER, T. Medicina do Esporte. São Paulo: Manole, 1983.

HUDSON, JACKIE L. Coordination of Segments in the Vertical Jump. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 18. n.2. 1986. p. 242-251.

KELLER, Frederick J.; GETTYS, W. Edward; SKOVE, Malcon J. Física. Traduzido por: Alfredo Alves de Farias. São Paulo: Makron Books, 1997. v. 1.

KISS, Maria Augusta Peduti Dal'Molin. Avaliação em Educação Física: aspectos biológicos e educacionais. São Paulo: Manole, 1987.

KOMI, PV; BOSCO, C. Utilization of Elastic Energy in Jumping and its Relation on Skeletal Muscle Fiber Composition in Man. **In: Biomechanics VIIA**. 1978. p. 3-49.

\_\_\_\_\_. BOSCO, C. Utilization of Stored Elastic energy in leg Extensor Muscles By Men and Women. **Medicine and Science Sports**. 1997. p. 261-165.

KUBO, Keitaro; KAWAKAMI, Yasuo; FUKUNAGA, Tetsuo. Influence of Elastic Properties of Tendon Structures on Jump Performance in Humans. **Journal of Applied Physiology**. V. 87. 1999. p. 2090-2096.

KUROKAWA, Sadao; FUKUNAGA, Tetsuo; FUKASHIRO, Senshi. Behavior of Fascicles na Tendinous Structures of Human Gastrocnemius During Vertical Jumping. **Journal of Applied Physiology**. V. 90. 2001. p. 1349-1358.

LANDESBURG, Amir; SIDEMAN, Samuel. Force-Velocity Relationship and Biochemical-to-mechanical energy conversion by the sarcomere. **Heart and Circulatory Physiology**. v. 278. 2000. p. 1274-1284.

LEES, A.; BARTON, G. The Interpretation of Relative Momentum Data To Assess the Contribution of the Free Limbs to the Generation of Vertical Velocity in Sports Activities. **Journal Sports Sciences**. v. 14. 1996. p. 503-511.

LUHTANEN, P., KOMI, PV. Segmental Contribution to Forces in Vertical Jump. **European Journal of Applied Physiology**. v. 38. 1978. p. 181-188.

MARINS, João Carlos Bouzas; GIANNICHI, Ronaldo S. Avaliação e Prescrição de Atividade Física: guia prático. Rio de Janeiro: Shape, 1996.

MATSUDO, Victor Keihan R. (coord.). Testes em Ciências do Esporte. 4<sup>a</sup> ed. São Caetano do Sul-SP: Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul, 1987.

MOLLET, Raul. Treinamento ao Ar Livre. Traduzido por: Mamede de Souza Freitas. Rio de Janeiro: Forum, 1972.

MONTEIRO, Wallace David. **Predição da força relativa através de testes de resistência muscular localizada – Um estudo preliminar da validade conteúdo**.

São Paulo: Universidade Gama Filho, 1994. 128p. (Dissertação, mestrado em educação física).

MOREIRA, S. B. Determinação da Força Relativa a Partir de Testes Práticos de Resistência Muscular Localizada. **Artus**. v. 22. 1989. p. 58-62.

NAGANO, Akinori; ISHIGE, Yusuke; FUKASHIRO, Senshi. Comparison of New Approaches to Estimate Mechanical Output of Individual Joints in Vertical Jumps. **Journal of Biomechanics**. n.31. 1988. p. 951-955.

OLIVEIRA, L. F., MASSIMILIANI, R., GARCIA, M. A., et alli. Influência de Uma e duas Passadas de Aproximação no Desempenho do Salto Vertical, Medido Através da Plataforma de Salto. **Revista Brasileira de Ciência & Movimento**. v. 7. n.14.1993. p. 18-25.

PEREIRA, L. F. R. **Desenvolvimento de um sistema computadorizado para estudo de saltos verticais consecutivos**. Rio de Janeiro. 1987. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Desportos, Centro de Ciências da Saúde, UFRJ, 1987.

ROCHA, Paulo Sergio Oliveira da; CALDAS, Paulo Roberto Laranjeira. Treinamento Desportivo. Brasília: Ministério da Educação e Cultura, 1978. v. 1.

SCHMIDT, Richard A. Aprendizagem e Performance Motora: dos princípios à prática. Traduzido por: Flávia da Cunha Bastos e Olívia Cristina Ferreira Ribeiro. São Paulo: Movimento, 1993.

SELBIE, W. Scott; CALDWELL, Grahah E. A Simulation Study of Vertical Jumping From Different Starting Postures. **Journal of Biomechanics**. v. 29. n.9. 1996. p. 1137-1146.

SERGIO, M. Para uma Nova Dimensão do Desporto. Lisboa: Direção Geral dos Desportos, 1974.

SIMÃO, ROBERTO. Fundamentos Fisiológicos para o Treinamento de Força e Potência. São Paulo: Phorte, 2003.

SPAGELE, T., KISTNER, A., GOLLOFER, A. A Multi-phase Optimal Control Technique For the Simulation of a Human Vertical Jump. **Journal of Biomechanics**. 1999. p. 87-91.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K. Métodos de Pesquisa em Atividade Física. Traduzido por: Ricardo Petersen et alii. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

THOMAS, MATHEW; FIATARONE, MARIA A; FIELDING, ROGER A. Leg Power in Young Women: relationship to body composition, strength, and function. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v. 28. n.10. 1996. p. 1321-1326.

TUBINO, Manoel José Gomes. Metodologia Científica do Treinamento Desportivo. 3ª ed. São Paulo: IBRASA, 1984.

\_\_\_\_\_. Esporte e Cultura Física. São Paulo: IBRASA, 1992. (Biblioteca educação Física e Desporto, v.19).

UNESCO. Carta Internacional de Educação Física. Autor, 1978.

VERKHOSHANSKI, Yuri Vitali. Força: treinamento da potência muscular. Traduzido por: Antonio Carlos Gomes e Ney Pereira de Araújo Filho. Londrina: Centro de Informações Desportivas, 1996.

\_\_\_\_\_. **Treinamento Desportivo: Teoria e Metodologia**. Trad. Antonio Carlos Gomes e Valeri V. Gorokhov. – Porto Alegre: ARTMED Editora, 2001.

WEINECK, Jurgen. Manual de Treinamento Esportivo. Maria Ermatina Galvão Gomes Pereira et alii. São Paulo: Manole, 1989.

\_\_\_\_\_. Biologia do Esporte. Traduzido por Anita Viviane. São Paulo: Manole, 1991.

WILMOR, Jack H.; COSTILL, David L. Fisiologia do Esporte e do Exercício. São Paulo: Manole, 2001.

ZAKHAROV, Andrei. Ciência do Treinamento Desportivo. Traduzido por: Antonio Carlos Gomes. Rio de Janeiro: Grupo Palestra Sport, 1992.

ZATSIORSKY, Wladimir M. Ciência e Prática do Treinamento de Força. Traduzido por: Sergio Roberto Ferreira Batista. São Paulo: Phorte Editora, 1999.

**ANEXOS:**

**ANEXO 01. Ficha de Anamnese**

Universidade Estadual de Campinas

Mestrado na área de Educação Física

Orientadora: Antonia Dalla Pria Bankoff

Mestrando: Emerson Miguel da Cruz.

Data: / /

Nome: \_\_\_\_\_

Data de nascimento: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Clube: \_\_\_\_\_ Posição de jogo; \_\_\_\_\_

01 – A quanto tempo você pratica a modalidade handebol?

\_\_\_\_\_

02 – Qual a frequência semanal com você treina? E quantas horas por sessão de treinos?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

03 – Você realiza regularmente algum tipo de trabalho de força de membros inferiores nos seus treinos (musculação, saltos pliométricos)? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

04 – Você realiza algum tipo de trabalho específico para a capacidade de salto vertical durante seus treinamentos? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

05 – Você se define como um jogador que tem uma capacidade de salto vertical ótima, boa, média, ruim ou péssima? Qual o motivo no seu ponto de vista? \_\_\_\_\_

---

---

---

06 – Você acha que ter uma boa capacidade de salto é importante para o seu esporte? Por que?

---

---

---

07 – Como foi sua frequência aos treinamentos durante o ano? Muito frequente, mais ou menos frequente ou pouco frequente? \_\_\_\_\_

---

---

08 – De quais campeonatos você participou este ano? \_\_\_\_\_

---

---

---

09 – Você gostaria de melhorar sua capacidade de salto? Por que? \_\_\_\_\_

---

---

---

## **ANEXO 02. FICHA DE CONSENTIMENTO FORMAL.**

**PROJETO DE PESQUISA: Uma análise da correlação entre forças aplicadas ao salto vertical e destas com a máxima altura atingida no salto.**

**Responsável pelo projeto:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonia Dalla Pria Bankoff

**Pós-graduando:** Emerson Miguel da Cruz.

Eu \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ anos RG \_\_\_\_\_ residente na rua(AV.) \_\_\_\_\_

voluntariamente concordo em participar do projeto de pesquisa acima mencionado, como será detalhado a seguir, sabendo que não haverá gastos financeiros envolvidos.

È de meu conhecimento que será desenvolvido em caráter de pesquisa científica e objetiva estudar as forças geradas no salto vertical e suas intercorrelações e destas com a altura máxima no salto.

Estou ciente de que serei submetido a uma avaliação diagnóstica que constará de uma anamnese, de algumas medidas antropométricas (peso, altura, dobras cutâneas) e de uma avaliação do salto em uma plataforma de salto no laboratório da ESSEFEGO (Escola superior de Educação Física e Fisioterapia de Goiás). Estou ciente de que a bateria de teste levará em média 2 horas. Os benefícios que obterei participando como voluntário do projeto mencionado são importantes para o meu conhecimento sobre minha condição física referente à capacidade de salto vertical.

Li entendi as informações precedentes, bem como, eu os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes deste, sendo que as dúvidas futuras, que possam vir a ocorrer, poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados.

**Goiânia, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2002**

\_\_\_\_\_  
**voluntário**

\_\_\_\_\_  
**Emerson Miguel da Cruz**  
**RG: 1645076**

\_\_\_\_\_  
**Antonia Dalla Pria Bankoff**  
**RG: 3.348.723**

## Apêndice.

### Apêndice 01

**Tabela 21** – Quadro de análises correlacionais por variável e cociente de determinação

ANÁLISE CORRELACIONAL		
SALTO VERTICAL	r	r <sup>2</sup>
Salto vertical x Potência	0,701	49,077
Salto vertical x Força de saída	0,235	5,526
Salto vertical x Força de chegada	-0,142	2,003
Salto vertical x Força Relativa	0,319	10,199
Salto vertical x Velocidade	0,999	99,810
Salto vertical x Peso corporal	-0,102	1,045
Salto vertical x MCM	0,01	0,00

ANÁLISE CORRELACIONAL		
POTÊNCIA	r	r <sup>2</sup>
Potência x Força de Saída	0,856	73,282
Potência x Força de chegada	0,012	0,015
Potência x Força Relativa	0,699	48,805
Potência x Velocidade	0,688	47,283
Potência x Peso corporal	0,286	8,182
Potência x MCM	0,033	0,001

ANÁLISE CORRELACIONAL		
FORÇA DE SAÍDA	r	r <sup>2</sup>
Força de saída x Força de chegada	0,10	1,08
Força de saída x Força relativa	0,74	55,28
Força de saída x Velocidade	0,22	4,73
Força de saída x Peso corporal	0,44	19,19
Força de saída x MCM	0,00	0

ANÁLISE CORRELACIONAL		
FORÇA DE CHEGADA	r	r <sup>2</sup>
Força de chegada x Relativa	-0,04	0,19
Força de chegada x Velocidade	-0,14	2,08
Força de chegada x Peso corporal	0,21	4,49
Força de chegada x MCM	0,15	0,02

ANÁLISE CORRELACIONAL		
FORÇA RELATIVA	r	r <sup>2</sup>
Força relativa x Velocidade	0,30	9,01
Força relativa x Peso Corporal	-0,27	7,48
Força relativa x MCM	-0,54	29

ANÁLISE CORRELACIONAL		
VELOCIDADE	r	r <sup>2</sup>
Velocidade x Peso Corporal	-0,10	1,06
Velocidade x MCM	0,00	0,00

ANÁLISE CORRELACIONAL		
PESO CORPORAL	r	r <sup>2</sup>
Peso Corporal x MCM	0,72911	0,531602